

FILLIPE TAMIOZZO PEREIRA TORRES

**ESTUDOS SOBRE INCÊNDIOS EM
VEGETAÇÃO NAS ÁREAS URBANAS DE UBÁ
E JUIZ DE FORA - MG**

**Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Ciência Florestal, para
obtenção do título de *Doctor Scientiae*.**

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2014**

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

T693e
2014 Torres, Fillipe Tamiozzo Pereira, 19-
Estudos sobre incêndios em vegetação nas áreas urbanas de
Ubá e Juiz de Fora - MG / Fillipe Tamiozzo Pereira Torres. –
Viçosa, MG, 2014.
ix, 58f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: Guido Assunção Ribeiro.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Incêndio florestais - Prevenção e controle.
2. Geoprocessamento. 3. Relevo. I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Engenharia Florestal. Programa de
Pós-graduação em Ciência Florestal. II. Título.

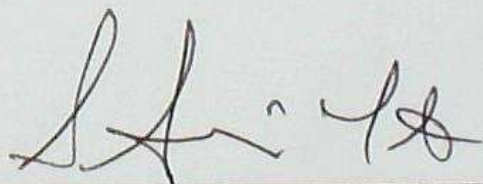
CDO adapt. CDD 634.943

FILLIPE TAMIOZZO PEREIRA TORRES

**ESTUDOS SOBRE INCÊNDIOS EM
VEGETAÇÃO NAS ÁREAS URBANAS DE UBÁ
E JUIZ DE FORA - MG**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para a obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

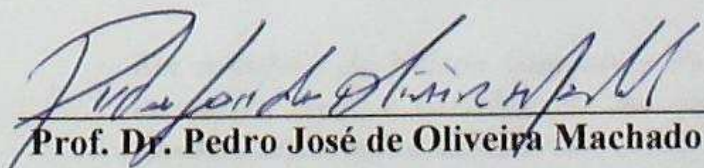
Data de aprovação: 05 de dezembro de 2014.



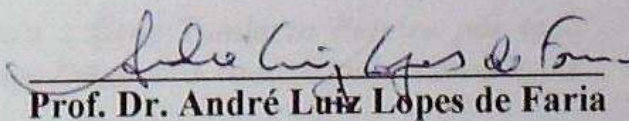
Prof. Dr. Sebastião Venâncio Martins
(Co-orientador)



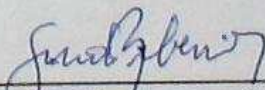
Prof. Dr. Gumercindo Souza Lima
(Co-orientador)



Prof. Dr. Pedro José de Oliveira Machado



Prof. Dr. André Luiz Lopes de Faria



Prof. Dr. Guido Assunção Ribeiro
(Orientador)

Em memória de Nelson Gonçalves Pereira e Geny Tamiozzo Pereira por todo incentivo, amor e carinho que me deu ao longo dos anos e pelo exemplo de caráter, dignidade e sabedoria.

Dedico esta tese a minha filha Pillar Urgal Pierre Tamiozzo, razão de tudo.

“Parto do princípio de que as pessoas precisam, em primeiro lugar, entender o que é cultura para, depois, entender o que é ciência. Assim, cultura é o conjunto de valores do homem, algo que vem sendo conquistado desde a pré-história até a contemporaneidade. A pesquisa agrega conhecimento à cultura, alimenta a ciência e acelera os processos evolutivos das sociedades”.

Aziz Nacib Ab’Saber (1924 - 2012)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade em seu Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal.

A Prefeitura Municipal de Ubá, através de toda a equipe do Prefeito Vadinho Baião pelo apoio e oportunidade de aprendizado, principalmente aos amigos da Secretaria Municipal do Ambiente e Mobilidade Urbana.

Aos amigos da UNIPAC de Ubá pelo companheirismo, ajuda e compreensão.

Ao meu orientador Professor Guido Assunção Ribeiro, pela confiança e apoio na realização deste trabalho.

Aos meus co-orientadores Sebastião Venâncio Martins e Gumercindo Souza Lima, por toda a ajuda que me foi dada.

Aos amigos Pedro José de Oliveira Machado e André Luiz Lopes de Faria pelos conselhos e amizade.

À minha mãe Liliane pela criação e educação que me foi dada.

Aos amigos Lucas, Dionísio e Fábio pelo apoio e amizade.

ÍNDICE

Resumo	viii
Abstract	ix
Introdução Geral	1
1. Considerações iniciais	1
2. Justificativa	2
3. Objetivos	3
4. Estruturação da pesquisa	3
5. Referências Bibliográficas	5
CAPÍTULO 1 – Mapeamento da suscetibilidade à ocorrências de incêndios em vegetação na área urbana de Ubá - MG	7
Resumo e <i>Abstract</i>	7
1.1. Introdução	8
1.2. Materiais e Métodos	9
1.3. Resultados	12
1.4. Discussão	14
1.5. Conclusões	17
1.6. Referências Bibliográficas	17
CAPÍTULO 2 – Influência do relevo nos incêndios em vegetação em Juiz de Fora MG	19
Resumo e <i>Abstract</i>	19
2.1. Introdução	20
2.2. Materiais e Métodos	21
2.3. Resultados	23
2.4. Discussão	26
2.5. Conclusões	29
2.6. Referências Bibliográficas	30
CAPÍTULO 3 – Análise da eficiência das classes descritivas de índices de perigo de incêndios no município de Juiz de Fora, MG	32
Resumo e <i>Abstract</i>	32
3.1. Introdução	33
3.2. Materiais e Métodos	35
3.3. Resultados e discussão	38
3.4. Conclusões	40
3.5. Referências Bibliográficas	41
CAPÍTULO 4 – Influência de elementos climáticos sobre as ocorrências de incêndios em vegetação em Juiz de Fora, MG	43
Resumo e <i>Abstract</i>	43
4.1. Introdução	44
4.2. Materiais e Métodos	45

4.3. Resultados e Discussão	45
4.4. Conclusões	51
4.5. Referências Bibliográficas	52
Conclusões Gerais	53
Anexos	
Anexo 1. Cartograma de modelo digital de elevação do perímetro urbano de Ubá (MG)	54
Anexo 2. Cartograma de exposição das vertentes em relação ao Sol do perímetro urbano de Ubá (MG)	55
Anexo 3. Cartograma de declividade do terreno do perímetro urbano de Ubá (MG)	56
Anexo 4. Cartograma de uso do solo do perímetro urbano de Ubá (MG)	57
Anexo 5. Cartograma de susceptibilidade à incêndios em vegetação no perímetro urbano de Ubá (MG)	58

RESUMO

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira. D.Sc. Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2014. **Estudos sobre incêndios em vegetação nas áreas urbanas de Ubá e Juiz de Fora - MG**. Orientador: Guido Assunção Ribeiro; Coorientadores: Sebastião Venâncio Martins e Gumercindo Souza Lima.

O fogo figura como um dos principais agentes causadores de danos ao meio ambiente. Para se estabelecer uma política adequada de prevenção de incêndios, é necessário conhecer as estatísticas referentes a eles, isto é, saber onde, quando, e o porquê eles ocorrem. Diante disto, o objetivo deste estudo foi traçar o perfil, estabelecendo padrões para as ocorrências de incêndios em vegetação nos municípios de Ubá e Juiz de Fora, ambos localizados na zona da mata do estado de Minas Gerais. A tese foi estruturada em 4 capítulos no formato de artigos científicos sendo eles: "Mapeamento da suscetibilidade à ocorrências de incêndios em vegetação na área urbana de Ubá - MG"; "Influência do relevo nos incêndios em vegetação em Juiz de Fora, MG"; "Análise da eficiência das classes descritivas de índices de perigo de incêndios no município de Juiz de Fora, MG" e "Influência de elementos climáticos sobre as ocorrências de incêndios em vegetação em Juiz de Fora, MG". Apesar da influência do meio, sobretudo a topografia, elementos do clima e material combustível, foi constatado que sem a ignição não adianta o estabelecimento do cenário propício aos eventos. O fator que mais influencia no início do incêndio é a presença humana na malha viária e infraestrutura urbana, fato comprovado pelo maior número de ocorrências em locais de maior fluxo de pessoas. A proteção contra os efeitos do fogo começa com a prevenção. A melhor maneira de combater um incêndio é evitar que ele ocorra. Considerando que a grande maioria dos incêndios em vegetação é provocada por ação antrópica, eles são, em sua maior parte, teoricamente evitáveis.

ABSTRACT

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira. D.Sc. Universidade Federal de Viçosa, december of 2014. **Studies of vegetation fires in urban areas of Ubá and Juiz de Fora - MG.** Adviser: Guido Assunção Ribeiro; Co-advisers: Sebastião Venâncio Martins and Gumercindo Souza Lima.

The fire figure as one of the main causative agents of damage to the environment. To establish an appropriate policy for the prevention of fires, it is necessary to know the statistics regarding them, where, when, and why they occur. In this regard, the objective of this study was to profile, by establishing standards for the occurrence of fires in vegetation in the municipalities of Ubá and Juiz de Fora, both located in the forest zone of the state of Minas Gerais. The thesis was structured in 4 chapters in the form of scientific articles are: "Susceptibility mapping of the occurrence of vegetation fire in the urban area of Uba - MG"; "Influence of relief on the occurrences of vegetation fires in the urban area of Juiz de Fora - MG"; "Analysis of the efficiency of descriptive classes of hazard indices of forest fires in Juiz de Fora, MG " and "Influence of climatic elements on the occurrences of forest fires in Juiz de Fora, MG". Despite the influence of the environment, especially the topography, elements of climate and combustible material, it was found that without the ignition does not advance the establishment of favorable scenario of events. The factor that most influence at the beginning of the fire is the human presence in road network and urban infrastructure, a fact evidenced by the largest number of occurrences in places of greater flow of people. Protection against the effects of fire begins with prevention. The best way to fight a fire is to prevent it from occurring. Whereas the vast majority of fires in vegetation is caused by anthropic action, they are, for the most part, theoretically preventable.

Introdução Geral

1. Considerações Iniciais

O fogo figura como um dos principais agentes causadores de danos ao meio ambiente. Muitas vezes, mesmo com a adoção de diversas técnicas de prevenção e combate atualmente conhecidas, os incêndios florestais podem ocorrer e se propagar de forma devastadora, comprometendo irreversivelmente os ecossistemas atingidos (BEUTLING, 2009).

Há décadas, que os incêndios florestais vêm sendo estudados e, a medida que as florestas passaram a ganhar maior importância econômica, começaram a surgir pesquisas e trabalhos mais específicos com o objetivo de reduzir os impactos negativos causados pelo fogo (WHITE, 2010).

As ocorrências de incêndios são influenciadas por diversas variáveis dos meios físico e antrópico, que determinam a probabilidade de início e/ou propagação do fogo. Estas variáveis podem ser divididas em 4 grandes categorias: topografia, características da vegetação, condições meteorológicas e atividades humanas (VERDÚ e SALAS, 2011).

Corroborando, Nunes (2005) afirma que existem dois tipos de fatores determinantes do grau de perigo de incêndio: os fatores constantes, tais como o tipo de material combustível, tipo de floresta e o relevo; e os fatores variáveis, entre os quais a umidade do material combustível e as condições climáticas como a velocidade e a direção do vento, a umidade relativa, a temperatura, o ponto de orvalho, a precipitação e a instabilidade atmosférica.

Por outro lado, a intervenção humana é fundamental para a ocorrência de incêndios em vegetação, de acordo com Santos Soares e Batista (2006), no Brasil aproximadamente 97% das ocorrências tem origem antrópica. Syphard *et al.* (2008), afirmam que o regime dos incêndios vem sendo alterado através da acumulação de combustível realizado pelas atividades antrópicas. Fogos para recreação, queimas para limpeza, fumantes, estradas de ferro, incendiários e operações florestais estão entre as principais causas dos incêndios.

Diante disto, Sampaio (1999) afirmou que a proteção da vegetação contra o fogo começa com a prevenção. A melhor maneira de combater um incêndio é evitar que ele ocorra. Considerando que a grande maioria dos incêndios em vegetação é provocada por ação antrópica, eles são, em sua maior parte, teoricamente evitáveis.

2. Justificativa

Para Bernier (2010), entender o comportamento do fogo ao nível da paisagem é importantíssimo para prever o impacto dos incêndios e fazer um plano de gestão florestal adequado.

Neste contexto, o estabelecimento de cenários com base em valores reais e parâmetros estatísticos possibilitam a geração de padrões médios das características dos combustíveis florestais que, em conjunto com valores de topografia e caracterização das condições climáticas, permitem estimativas sobre o provável comportamento do fogo (WHITE, 2010).

Corroborando, Soares e Santos (2002) afirmam que, para se estabelecer uma política adequada de prevenção de incêndios, é necessário conhecer as estatísticas referentes a eles, isto é, saber onde, quando, e o porquê eles ocorrem. A falta dessas informações pode levar a um dos dois extremos: gasto muito alto, acima do potencial de danos ou gasto muito baixo, colocando em risco a sobrevivência da vegetação e das pessoas envolvidas, além de colocar em descrédito as políticas públicas.

É fundamental, de acordo com os autores, saber onde ocorrem os incêndios para a determinação das áreas de maior risco, estabelecendo programas específicos para estas regiões. Também se torna necessário saber quando ocorrem para se estruturar os serviços de prevenção e combate dentro de limites economicamente viáveis, ativando o sistema durante os períodos críticos e desativando-os nos meses de menor risco. Finalmente, é preciso conhecer as principais causas dos incêndios para se fazer um trabalho objetivo de prevenção, visando a redução daquelas causas mais frequentes.

A escolha dos locais de estudo se deve à importância que ambas cidades têm dentro do contexto regional e nacional, enquanto Juiz de Fora figura como maior município da Zona da Mata mineira, Ubá sedia o principal pólo moveleiro do estado de Minas Gerais e um dos maiores do Brasil.

3. Objetivos

3.1. Objetivo geral

Traçar o perfil, estabelecendo padrões para as ocorrências de incêndios em vegetação nos municípios de Ubá e Juiz de Fora, ambos localizados na zona da mata do estado de Minas Gerais.

3.2. Objetivos específicos

- Produzir um mapa de suscetibilidade à incêndios em vegetação, dentro do perímetro urbano do município de Ubá (MG), com a utilização de informações referentes ao relevo, ao uso e cobertura do solo, às proximidades de vias de acesso e de edificações e ao histórico das ocorrências;
- Analisar a influência do relevo, como exposição das vertentes ao Sol, forma das vertentes, declividade e sua posição em relação aos ventos predominantes, sobre as ocorrências de incêndios em vegetação na cidade de Juiz de Fora (MG);
- Comparar as classes descritivas de 4 índices de predição de incêndios com o número de ocorrências no município de Juiz de Fora;
- Analisar a influência sobre as ocorrências de incêndios florestais de alguns elementos climáticos como insolação, umidade relativa do ar, precipitação, evaporação, direção e velocidade do vento na área urbana do município de Juiz de Fora.

4. Estruturação da pesquisa

Os municípios de Juiz de Fora e de Ubá localizam-se na Zona da Mata mineira, estando os centros das cidades nas coordenadas 21° 41' 20" S e 43° 20' 40" W; 21° 07' 12" S e 42° 56' 32" W, respectivamente, distanciando-se cerca de 100 km.

Ambas inseridas no domínio morfoclimático dos mares de morros florestados, possuem um clima tropical, com verão chuvoso e estação seca no inverno, diferenciando-se pela temperatura média mais baixa no município de Juiz de Fora, graças à maior altitude em relação ao nível do mar (684 m contra 343 m do município de Ubá).

Como área de estudo, foram definidas a área urbana do distrito sede de Juiz de Fora com cerca de 405 km² (28% da área total municipal) e o distrito sede de Ubá com 235 km² (58% da área total municipal).

A tese foi estruturada em 4 capítulos no formato de artigos científicos onde no primeiro, "Mapeamento da suscetibilidade à ocorrências de incêndios em vegetação na área urbana de Ubá - MG", analisou-se o período de 01/01/2004 à 31/12/2011, para uma melhor visualização, os cartogramas utilizados além de constarem no referido capítulo, estão também em anexo (Anexos 1, 2, 3, 4 e 5) coloridos e em maior escala. Para o segundo, "Influência do relevo nos incêndios em vegetação em Juiz de Fora, MG" a série determinada foi de 01/01/2002 à 31/12/2011; o terceiro artigo, "Análise da eficiência das classes descritivas de índices de perigo de incêndios no município de Juiz de Fora, MG" foram levantados os dados do período de 01/01/2006 à 31/12/2013; e o quarto artigo "Influência de elementos climáticos sobre as ocorrências de incêndios em vegetação em Juiz de Fora, MG" analisou-se a série de 01/01/1995 à 31/12/2012. A razão de três períodos diferentes para o município de Juiz de Fora, justifica-se pela qualidade de informações relacionadas com os fatores (análise do relevo, elementos climáticos e índices de predição de incêndios) comparados com as ocorrências de incêndios.

Os objetivos distintos em relação aos dois municípios também se basearam na confiança das informações levantadas, assim, a inexistência de dados

relacionados ao clima do município de Ubá, impossibilitou a análise da influência climática, bem como o cálculo de índices de predição de ocorrências para a cidade. Por outro lado, a falta de dados cartográficos em escala adequada, até o momento de confecção dos artigos, impossibilitou a criação de um mapa de suscetibilidade à incêndios para o município de Juiz de Fora, o que não inviabiliza em um futuro próximo, o estabelecimento de padrões para os dois casos. Assim, em 2013, entraram em funcionamento no município de Ubá três estações meteorológicas automáticas, possibilitando, após mensuração dos dados dentro de uma série temporal adequada, a análise da influência climática sobre as ocorrências e o estabelecimento de índices de predição confiáveis para o município. Para Juiz de Fora, espera-se que brevemente se tenha um levantamento cartográfico em escala adequada que possibilite a delimitação de áreas mais propícias aos incêndios.

Os dados meteorológicos como umidade relativa do ar, temperatura do ar, precipitação, evaporação, insolação, direção e velocidade do vento, foram fornecidos pelo Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental (LabCAA) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Os dados sobre a data, hora, uso do solo e endereço de cada uma das ocorrências de incêndios, nas áreas urbanas dos dois municípios, foram fornecidos pelo 4º Batalhão de Bombeiros Militares (4º B.B.M.). Os dados cartográficos para Ubá foram fornecidos pela Prefeitura Municipal.

5. Referências Bibliográficas

BERNIER, C. O. Análise do comportamento do fogo em povoamentos de eucalipto – caso de estudo área Globland. 2010, 133f. Monografia (Engenharia Técnica Florestal). Universidade de Huelva, Lisboa, 2010.

BEUTLING, A. Modelagem do comportamento do fogo com base em experimentos laboratoriais e de campo. 2009, 144f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

NUNES, J. R. S. **FMA+** - Um novo índice de perigo de incêndios florestais para o Estado do Paraná – Brasil. 2005. 150 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

SAMPAIO, O. B. **Análise da eficiência de quatro índices na previsão de incêndios florestais para a região de Agudos - SP.** Curitiba: UFPR, 2005. 157p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

SANTOS, J. F.; SOARES, R. V. e BATISTA, A.C. Evolução do perfil dos incêndios florestais em áreas protegidas no Brasil, de 1993 a 2002. Curitiba: **Floresta**, v.36, n°1, p.93-100, 2006.

SOARES, R. V. e SANTOS, J. F. Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1994 a 1997. Curitiba: **Floresta**, v.32, n.2, p.219-232, 2002.

SYPHARD, A. D., *et al.* Predicting spatial patterns of fire on a southern California landscape. **International Journal of Wildland Fire**, v.17, p.602-613, 2008.

VERDÚ, F. e SALAS, J. Caracterización de variables biofísicas en los incendios forestales mayores de 25 ha de la España peninsular (1991-2005). **Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles**, n°57, p.79-100, 2011.

WHITE, B. L. A. **Incêndios florestais no parque nacional Serra de Itabaiana – Sergipe.** 2010, 144 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2010.

Capítulo 1

MAPEAMENTO DA SUSCETIBILIDADE À OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS EM VEGETAÇÃO NA ÁREA URBANA DE UBÁ - MG

Resumo - O fogo é um problema crescente nos diferentes tipos de formação vegetal em diversas partes do mundo. Apesar de anos de estudo científico e de toda atenção da mídia em relação aos incêndios em vegetação, os efeitos que eles causam ao ambiente não são completamente conhecidos e as ferramentas de controle pouco acessíveis a grande parte dos usuários. É fundamental saber o que condiciona as ocorrências, o que favorece a dispersão do fogo e o padrão de tais ocorrências, para possibilitar o mapeamento das áreas de maior suscetibilidade e permitir o desenvolvimento de programas específicos para as regiões críticas. O objetivo deste estudo foi produzir um mapa de suscetibilidade à incêndios em vegetação, dentro do perímetro urbano do município de Ubá (MG), com a utilização de informações referentes ao relevo, ao uso e cobertura do solo e à proximidade de vias de acesso e áreas urbanas, empregando técnicas de Geoprocessamento. A partir da validação do cartograma gerado, observou-se que 80% das ocorrências localizaram-se nas áreas de alta e altíssima suscetibilidade, 15% nas de média suscetibilidade e 5% nas áreas de baixa e baixíssima suscetibilidade. Este mapeamento servirá como ferramenta para o poder público estabelecer políticas de prevenção, atuando na conscientização da população e medidas de controle nas áreas de maior suscetibilidade.

Palavras-chave: Incêndios em vegetação, suscetibilidade, mapa.

SUSCEPTIBILITY MAPPING OF THE OCCURRENCE OF VEGETATION FIRE IN THE URBAN AREA OF UBA - MG

Abstract - Fire is a growing problem in the remaining rainforests in the world. Despite years of scientific study and all the media attention in relation to forest fires, the effects they cause to the environment have also been ignored. It is essential to know where the fires occur to determine the areas of greatest susceptibility establishing specific programs for these regions. Thus, the aim of this study was to produce a map of susceptibility to fires in vegetation within the urban perimeter of Ubá (MG), with the use of information related to relief and the use and land cover, through technical GIS. From the validation of the generated cartogram, it was observed that 80% of the cases were located in areas of high and very high susceptibility, 15% at medium susceptibility and 5% in areas of low and very low susceptibility. This mapping will serve as a tool for the government to establish prevention policies, operating in the public awareness and control measures in the areas of greatest susceptibility.

Keywords: Vegetations fires, susceptibility, map.

1.1. Introdução

Nas últimas décadas, a maior parte dos incêndios foi observada em ecossistemas tropicais, queimando milhões de hectares, trazendo milhões de dólares em prejuízos econômicos e impactando a saúde de milhares de pessoas em vários países. Apesar disso, os efeitos que eles causam ao ambiente ainda têm sido ignorados (COCHRANE, 2009).

Para Fiedler *et al.* (2006), os incêndios em vegetação, podem ocorrer em Unidades de Conservação, áreas de preservação, fazendas, margens de estradas, proximidades de aglomerados urbanos e áreas de reflorestamento, dentre outras localidades.

Os incêndios ocorrem quando alguns fatores associados à combustão e à propagação do fogo tornam-se favoráveis à ignição e ao espalhamento das chamas (NOGUEIRA *et al.*, 2002).

Existem dois tipos de fatores determinantes do grau de perigo de incêndio: os fatores constantes, representados pelo tipo de material combustível, o qual reflete os diferentes tipos de vegetação e o relevo (sobretudo através da declividade e exposição das vertentes ao Sol); e os fatores variáveis, representados pelas condições atmosféricas (TORRES *et al.*, 2011).

Por conta da facilidade de espacialização dos fatores constantes, os mesmos se tornam de grande valia no estabelecimento de mapas de suscetibilidade à ocorrência de incêndios os quais Batista (2000) denomina de zoneamento de risco ou de mapas de risco de incêndios. Segundo o autor, essa ferramenta tem sido empregada com muita eficiência como instrumento para o planejamento racional dos recursos, visando a prevenção e a pré-supressão dos incêndios em vegetação. Para Soares e Santos (2002), é fundamental saber onde ocorrem os incêndios para a determinação das áreas de maior risco estabelecendo programas específicos para estas regiões.

O uso de ferramentas ligadas ao Sistema de Informações Geográficas (SIG), de acordo com Faria, Silva e Goes (2003), permite obter mapas com rapidez e precisão a partir da atualização dos bancos de dados, sendo uma ferramenta importante no estudo de potencialidades do ambiente, onde os cartogramas

gerados fornecem uma visão sobre diversos componentes como a declividade, o uso e cobertura, os solos, a geomorfologia, dentre outros, além de possibilitar o intercruzamento dos mapas gerados estimando áreas de risco, potenciais ambientais e definindo zoneamentos.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi produzir um mapa de suscetibilidade à incêndios em vegetação, dentro do perímetro urbano do município de Ubá (MG), com a utilização de informações referentes ao relevo, ao uso e cobertura do solo e às proximidades de vias de acesso e de edificações. O cartograma gerado servirá como ferramenta para o poder público estabelecer políticas de prevenção, atuando na conscientização da população e medidas de controle nas áreas de maior suscetibilidade.

1.2. Materiais e Métodos

O município de Ubá situa-se na mesorregião fisiográfica denominada Zona da Mata Mineira. Encontra-se, entre as latitudes 21°16' a 20°57' Sul, e as longitudes 43°07' a 42°57' Oeste. Sua extensão é de aproximadamente 40.750 ha e sua população foi determinada pelo IBGE (2010) em 101.466 habitantes.

A região apresenta, predominantemente em seu relevo, áreas de declividade ondulada forte, compreendendo cerca de 16.556 ha, representando 40,6% do seu território, outros 11.354 ha, correspondendo a 27,9% podem ser considerados planos e 8.790 ha ou 21,6 % apresentam uma topografia intermediária. Os 8,9% restantes do município têm uma estrutura montanhosa (TORRES *et al.*, 2010a).

A elaboração do cartograma de suscetibilidade à incêndios no perímetro urbano foi feita a partir do *software* ArcGIS 10.1, com a geração dos mapas de Declividade, de Exposição das Vertentes e de Uso e Ocupação do Solo. Estes mapas foram intercruzados, possibilitando a determinação das áreas mais suscetíveis aos incêndios.

A confecção dos mapas de declividade e de exposição das vertentes foi possível com a produção de um Modelo Digital de Elevação (MDE), quando

foram interpoladas as curvas de nível de 10-10m, extraídas das imagens aéreas ortorretificadas na escala de 1:10.000, de novembro de 2005.

O mapa de uso do solo foi originado a partir da interpretação visual das imagens aéreas ortorretificadas, quando foram vetorizadas as seguintes classes de uso do solo no perímetro urbano do município: mata, capoeira, pastagem, agricultura, tanques/lagos, solo exposto e área construída. A confiabilidade dos dados e a validação da classificação realizada em laboratório foi conferida a partir da coleta de pontos georreferenciados em campo, utilizando GPS.

Após a geração dos cartogramas alusivos à Declividade, Exposição das Vertentes e de Uso e Ocupação do Solo, foram analisadas as classes referentes a cada um desses mapas, atribuindo notas a cada classe de acordo com o favorecimento à ocorrência de incêndios (Tabela 1.1), onde 0 significa que a suscetibilidade é nula e 10 que a suscetibilidade é altíssima.

Tabela 1.1 – Tabela de notas do mapa de suscetibilidade à incêndios na área urbana de Ubá (MG)

Table 1.1 - Table notes map of the fire susceptibility in the urban area of Ubá (MG)

Uso do Solo		Exposição das vertentes		Declividade	
Classe	Notas	Classe	Notas	Classe	Notas
Área construída	0	Sul (135° a 225°)	4	0° a 10°	2
Solo exposto	0	Leste (45° a 135°)	6	10° a 20°	4
Corpos hídricos	0	Oeste (225° a 315°)	8	20° a 30°	6
Mata	3	Norte (0° a 45°)	10	30° a 40°	8
Agricultura	5	Norte (315° a 360°)	10	>40°	10
Capoeira	7				
Pasto	10				

Adaptado de: Torres *et al.* (2008) e Torres *et al.* (2010a).

As notas utilizadas foram embasadas nos estudos de Torres *et al.* (2008) e Torres *et al.* (2010a) que estudaram o perfil dos incêndios em vegetação nos municípios de Ubá e Juiz de Fora, ambos localizados na Zona da Mata Mineira.

A partir da reclassificação dos mapas com suas respectivas notas, os mesmos foram inter cruzados (através da multiplicação das notas atribuídas à cada classe), com pesos diferentes descritos a seguir, como mostra a árvore de decisão da Figura 1.1.

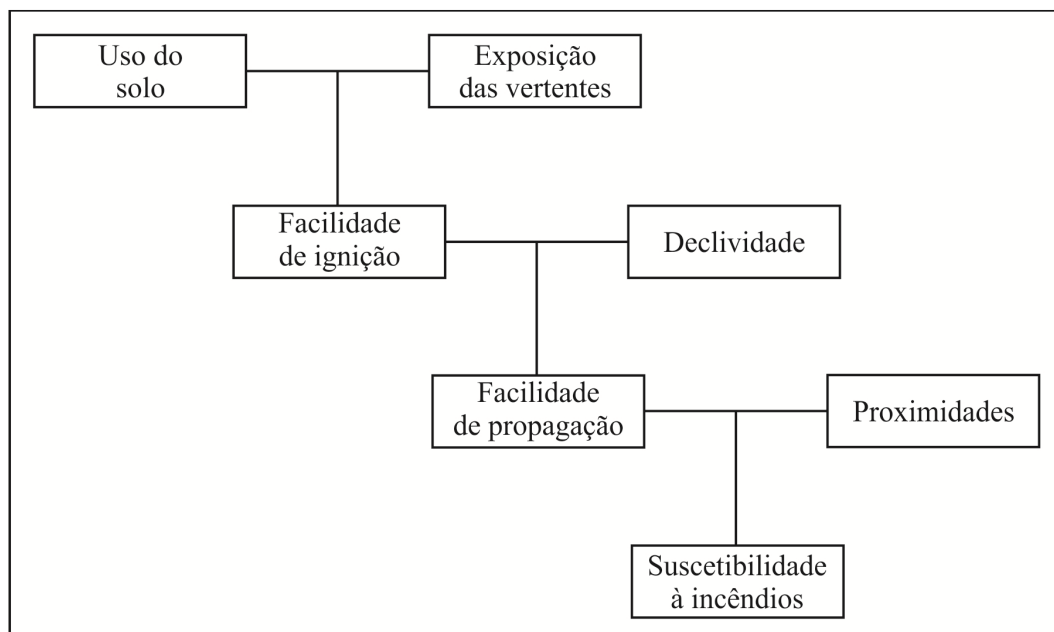


Figura 1.1 - Árvore de decisão de suscetibilidade à incêndios
 Figure 1.1 - Decision tree for fire susceptibility

O cartograma de Uso do Solo foi cruzado com a Exposição das Vertentes, ambos com pesos iguais, gerando o que se denominou de facilidade de ignição. Este cartograma representou peso de 66% quando cruzado com a Declividade (peso 34%), gerando a facilidade de propagação. Sobre este cartograma foram sobrepostas as proximidades às vias de acesso e às áreas edificadas, criando um buffer de 15 metros ao seu redor.

Os valores obtidos por este inter cruzamento variaram de 0 à 3.144.000 sendo agrupados em 6 classes de suscetibilidade: Nulo com produto igual à 0; Baixíssimo de 1 à 450.000; Baixo de 450.001 à 900.000; Médio de 900.001 à 1.250.000; Alto de 1.250.001 à 1.700.000 e Altíssimo acima de 1.700.000.

A análise da eficácia do cartograma gerado (incluindo o agrupamento dos valores atribuídos à cada classe de suscetibilidade) e a influência dos fatores estudados sobre a ocorrência de incêndios foi feita com o uso de 732 registros de ocorrências, disponibilizadas pelo Corpo de Bombeiros (3ª Cia BM), sediada em Ubá. Foram tabuladas as coordenadas de cada ocorrência e posteriormente lançadas sobre mapa de suscetibilidade gerado para checagem da influência dos componentes ambientais e das infraestruturas (proximidades) na origem dos incêndios.

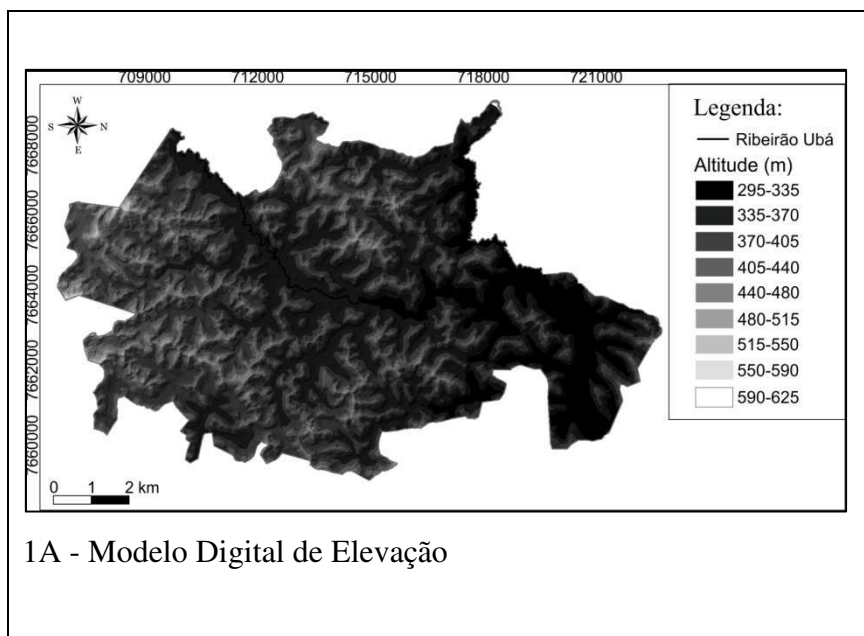
1.3. Resultados

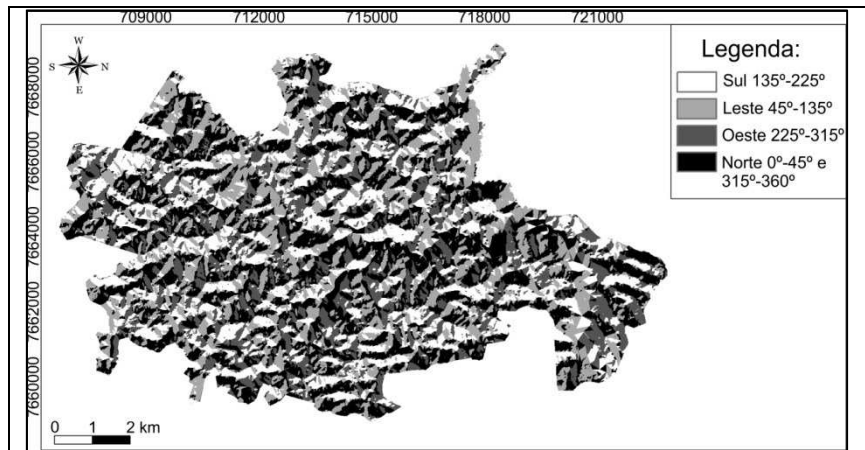
Os cartogramas produzidos para a geração do mapa final são mostrados na Figura 1.2. Analisando a exposição das vertentes das ocorrências, observou-se a concentração de maior número de incêndios nas vertentes voltadas para o Norte (43%), seguida das vertentes Oeste (27%), Leste (18%) e Sul (12%) apresentando menor número de ocorrências.

Com relação à declividade, 2% dos eventos ocorreram com declividade entre 0° e 10°, 6% de 10° a 20°, 22% de 20° a 30°, 26% de 30° a 40° e 44% em áreas com declividade superior à 40°.

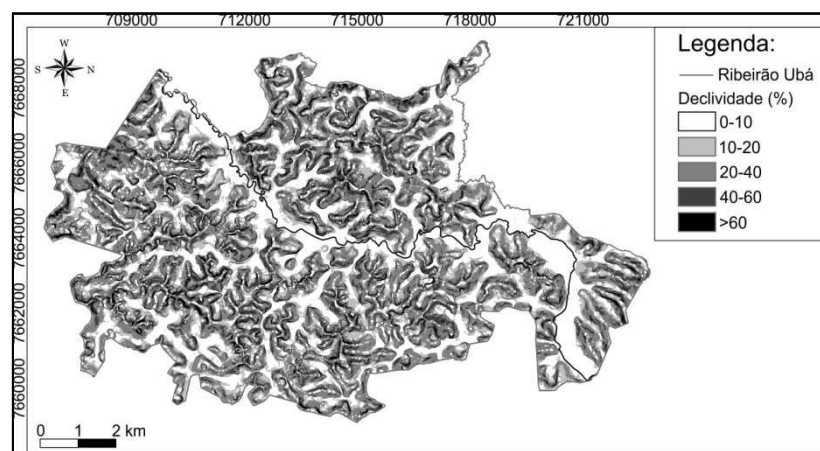
A distribuição das ocorrências de acordo com o uso do solo encontrada foi: 89,37% em pastos, 9,13% em capoeiras, 0,84% em matas e 0,56% em áreas de agricultura (incluindo florestas plantadas).

O cartograma de suscetibilidade a incêndios em vegetação resultante está mostrado na Figura 1.3. As extensões das áreas de cada uma das classes de suscetibilidade, bem como a porcentagem das ocorrências de acordo com as mesmas são mostradas na Tabela 1.2.

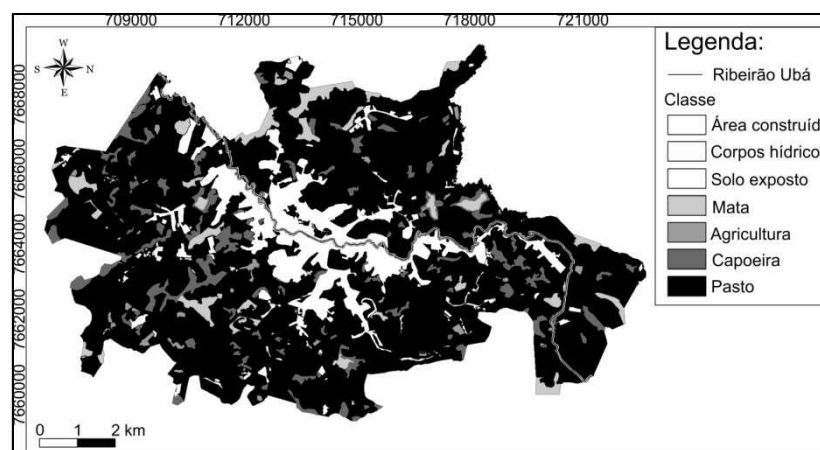




1B - Exposição das Vertentes em Relação ao Sol



1C - Declividade



1D - Uso do Solo

Figura 1.2 - Cartogramas utilizados para a geração do cartograma de susceptibilidade à incêndios na área urbana de Ubá (MG)

Figure 1.2 - Cartograms used to generate the cartogram of fire's susceptibility in the urban area of Ubá (MG)

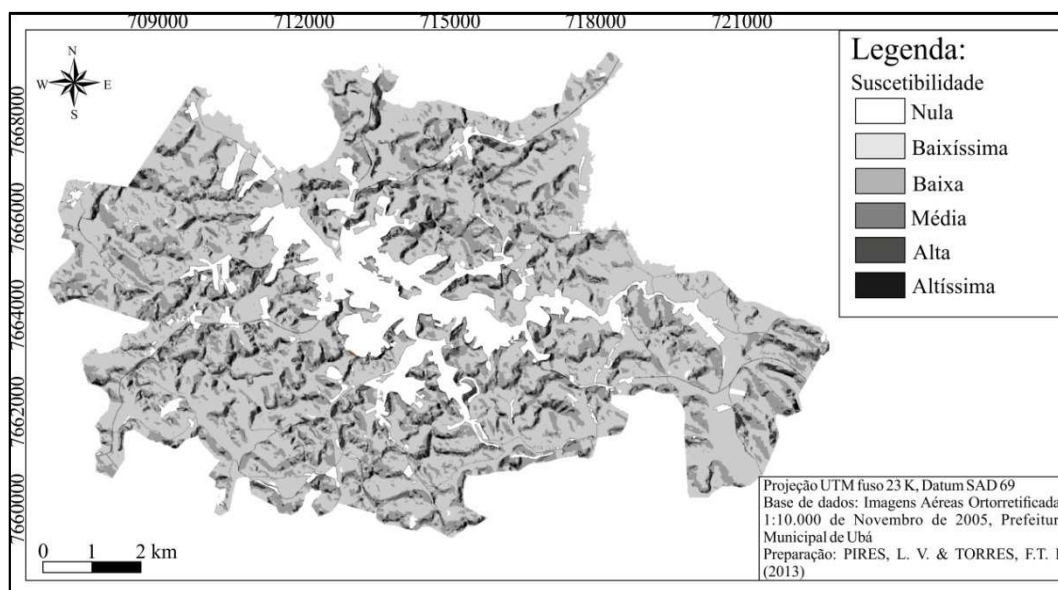


Figura 1.3 - Cartograma de susceptibilidade à incêndios em vegetação na área urbana de Ubá (MG)

Figure 1.3 - Map of susceptibility to fires in vegetation in the urban area of Ubá (MG)

Tabela 1.2 - Porcentagem da área e de ocorrências por classe de suscetibilidade na área urbana de Ubá (MG)

Table 1.2 - Percentage of area and events by susceptibility class in the urban area of Ubá (MG)

Classe de Suscetibilidade	% da área	% de ocorrências
Nulo	13,7	0
Baixíssimo	49,8	1
Baixo	26,5	4
Médio	3,1	15
Alto	5,9	28
Altíssimo	1,0	52

1.4. Discussão

Os resultados mostram como os fatores estudados (exposição da vertente, declividade e uso do solo) podem facilitar o acesso, a propagação e a extensão da queima ou mesmo no comportamento do fogo.

A topografia, segundo Batista (2000), altera as condições climáticas locais e influi no tipo de combustível de uma região. Como o comportamento do fogo é em grande parte definido pelo clima e pelo combustível disponível, pode-se

concluir que a topografia também influi decisivamente no comportamento do fogo por este motivo e pela influência física sobre a inclinação das chamas, aumentando exponencialmente a fase de pré-aquecimento da reação da combustão. Este fato é confirmado por Ribeiro *et al.* (2008) quando afirmam que a propagação do fogo nas áreas de aclive é maior devido ao superaquecimento do material combustível, acima da frente da linha de fogo, pela maior proximidade das chamas quando comparado com os terrenos planos. Se existe um mínimo de declividade, a taxa de propagação tende a crescer e será tanto maior quanto maior forem as transformações microclimáticas na zona de combustão.

Superfícies com orientações e inclinações diferentes recebem quantidades desiguais de radiação solar global em comparação com uma superfície horizontal, em uma mesma localidade e época do ano (TORRES e MACHADO, 2011), influenciando na secagem dos diferentes tipos de material combustível, em cada vertente e ou inclinação.

Além desses fatores, Viegas (2004) acrescenta que a propagação do fogo em locais com alguma declividade tem comportamento distinto daquele que ocorre em áreas sem declividade, em função do efeito de fatores adicionais como a convecção e a radiação, que apesar de também atuarem em áreas planas, em áreas inclinadas aceleram o alastramento do fogo.

Em conjunto ao relevo, o material combustível é determinante na ocorrência de fogo. O tipo de material combustível e o arranjo do mesmo facilitam a sua ignição e propagação. O material fino, por exigir menor temperatura de ignição e perder umidade mais rapidamente (BEUTLING, 2005), facilita o início do incêndio e acelera sua propagação. Esta situação é potencializada quando ocorre, ainda, uma distribuição uniforme e maior proximidade das partículas do material combustível, facilitando a propagação do fogo em áreas de pastagens e de lotes vagos, normalmente forrados por gramíneas.

Por outro lado, as florestas ou matas, segundo Torres e Machado (2011), interceptam a radiação solar, reduzindo a temperatura do ar e do material combustível no piso da floresta. Elas também funcionam como barreira, evitando a livre passagem de correntes de ar, reduzindo a velocidade do vento. Isso diminui a evaporação, dificultando a secagem do material combustível. Além disso, a

transpiração do material florestal proporciona um aumento da umidade relativa do ar na área florestada.

Entretanto, não basta que os fatores diretamente associados à ocorrência dos incêndios florestais estejam favoráveis à ignição inicial e à propagação do fogo. A situação de vulnerabilidade pode permanecer por longo período de tempo porque, para que um incêndio ocorra, é necessária a chama inicial para dar início à reação da combustão.

Diversos autores como Soares e Cordeiro (1974), Soares e Santos (2002), Bonfim, Ribeiro e Silva (2003), Santos, Soares e Batista (2006) e Torres *et al.* (2010b), afirmam que principal causa dos incêndios florestais no Brasil é a atividade antrópica no meio rural, representada por diferentes tipos de comportamento que vão de um simples descuido com o uso do fogo até o uso doloso. Com base nisso, áreas próximas às vias públicas e aglomerações urbanas tendem a ser mais susceptíveis ao início de ocorrências.

Corroborando, observou-se neste trabalho que as áreas de maior número de ocorrências se concentram próximas a área urbana. Em estudos conduzidos por Torres *et al.* (2008) e Torres *et al.* (2011) foi identificado que, apesar do cenário apresentado pelo ambiente físico (declividade, exposição das vertentes, uso e ocupação do solo), sem o agente causador (em sua maioria antrópico) não há ocorrência de incêndio. Em qualquer área, seja ela classificada como de altíssima ou como de baixíssima suscetibilidade, o evento só ocorrerá a partir da causa ou de uma fonte inicial de calor. Assim, qualquer ação para prevenção dos incêndios florestais deve buscar a eliminação de suas causas (NOGUEIRA *et al.*, 2002).

Com relação à porcentagem de ocorrências por classe de suscetibilidade, os resultados encontrados foram semelhantes aos de Coura, Souza e Fernandes (2009) para a cidade do Rio de Janeiro. O cruzamento dos cartogramas de geomorfologia, exposição das vertentes e uso do solo apresentou 79% de acerto na categoria “alta suscetibilidade”, 16% na “média suscetibilidade” e 5% na “baixa suscetibilidade”.

1.5. Conclusões

De acordo com os resultados concluiu-se que:

- As notas e pesos utilizados produziram um cartograma que reflete satisfatoriamente a suscetibilidade à incêndios na área de estudo;
- As áreas com exposição Norte, maior declividade e próximas às vias de acesso representaram as maiores suscetibilidades às ocorrências;
- A maior parte das áreas classificadas como de “altíssima suscetibilidade”, bem como a maioria das ocorrências de incêndios no entorno da mancha urbana e das vias de acesso refletem a importância da atividade antrópica nos eventos;
- O cartograma de suscetibilidade gerado pode servir como instrumento de auxílio à elaboração de estratégias de combate aos incêndios no município;
- A metodologia se mostra simples e passível de utilização em outras áreas com a mesma problemática.

1.6. Referências Bibliográficas

BONFIM, V. R.; RIBEIRO, G. A. e SILVA, E. Diagnóstico do uso do fogo no entorno do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), MG. Viçosa: **Revista Árvore**, vol.27 n.1, p.87-94, 2003.

BATISTA, A.C. Mapas de risco: uma alternativa para o planejamento de controle de incêndios florestais. Curitiba: **Floresta**, v.30, n.1, p.45-54, 2000.

BEUTLING, A. **Caracterização para modelagem de material combustível superficial em reflorestamentos de Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze.** 2005. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

COCHRANE, M. A. **Tropical fire ecology: climate change, land use, and ecosystem dynamics.** Chichester, Springer-Praxis, 2009.

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

FARIA, A. L. L de; SILVA, J. X. da e GOES, M. H. de B. Análise ambiental por geoprocessamento em áreas com susceptibilidade à erosão do solo na bacia hidrográfica do Ribeirão do Espírito Santo, Juiz de Fora (MG). Uberlândia: **Caminhos de Geografia**, v.4, n.9, p.50-65, 2003.

FIEDLER, N. C. *et al.* 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**, vol.30 n.1, p.55-63, 2006.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010.

NOGUEIRA, G. S. *et al.* Escolha de locais para instalação de torres de detecção de incêndio com auxílio do SIG. Viçosa: **Revista Árvore**, v.26, n.3, p.363-369, 2002.

SANTOS, J. F.; SOARES, R. V. e BATISTA, A.C. Evolução do perfil dos incêndios florestais em áreas protegidas no Brasil, de 1993 a 2002. Curitiba: **Floresta**, v.36, nº1, p.93-100, 2006.

SOARES, R. V. e CORDEIRO, L. Análise das causas e épocas de incêndios florestais na região centro-paranaense. Curitiba: **Floresta**, v.5, n.1, p.46-49, 1974.

SOARES, R. V. e Santos, J. F. Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1994 a 1997. Curitiba: **Floresta**, v.32, n.2, p.219-232, 2002.

RIBEIRO, L. *et al.* Zoneamento de riscos de incêndios florestais para a fazenda experimental do Canguiri, Pinhais (PR). Curitiba: **Floresta**, v.38, n.3, p.561-572, 2008.

TORRES, F. T. P. *et al.* **Incêndios em vegetação na área urbana de Juiz de Fora: Minas Gerais**. Ubá: Editora Geographica, 2008. 80p.

TORRES, F. T. P. *et al.* Perfil dos Incêndios em Vegetação nos Municípios de Juiz de Fora e Ubá, MG, de 2001 a 2007. Seropédica: **Floresta e Ambiente**, v. 17, n.2, p.83-89, 2010a.

TORRES, F. T. P. *et al.* Determinação do período mais propício às ocorrências de incêndios em vegetação na área urbana de Juiz de Fora, MG. Viçosa: **Revista Árvore**, v.34, n.2, p.297-303, 2010b.

TORRES, F. T. P. *et al.* Correlações entre os elementos meteorológicos e as ocorrências de incêndios florestais na área urbana de Juiz de Fora, MG. Viçosa: **Revista Árvore**, v.35, n.1, p.143-150, 2011.

TORRES, F. T. P. e MACHADO, P. J. de O. **Introdução à Climatologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 280 p.

VIEGAS, D. X. **Cercados pelo fogo**. Coimbra: Editorial Minerva, 2004. 283 p.

Capítulo 2

INFLUÊNCIA DO RELEVO SOBRE AS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS EM VEGETAÇÃO NA ÁREA URBANA DE JUIZ DE FORA - MG.

Resumo - Os incêndios florestais podem provocar prejuízos irreversíveis ao ambiente, como os danos à fauna e à flora, às pessoas, além de consequências econômicas consideráveis. Para estabelecer políticas de controle e prevenção, faz-se necessário conhecer o perfil dos incêndios. As estatísticas de ocorrências são as principais ferramentas para se traçar seu perfil. Com esses dados, pode-se planejar o controle de modo mais eficiente, diminuindo gastos, tempo e riscos em seu combate. Utilizando o endereço de cada uma das 3.754 ocorrências na cidade de Juiz de Fora (MG), no período de 1/1/2002 à 31/12/2011, foi determinada, a orientação da vertente de acordo com os pontos cardeais, a forma da vertente e a declividade do terreno, afim de se analisar a influência do relevo sobre o número de eventos. De acordo com os resultados, o relevo influencia diretamente as ocorrências e propagação de incêndios. Vertentes com exposição norte, com maior declividade e formas que facilitam o escoamento da água, apresentam maior número de casos. A influência do relevo é confirmada também pela relação entre a direção do vento e as ocorrências. Vertentes que recebem diretamente os ventos diários predominantes apresentam maior probabilidade de ocorrências de incêndios.

Palavras-chave: Relevo, Incêndio, Suscetibilidade.

INFLUENCE OF RELIEF ON THE OCCURRENCES OF VEGETATION FIRES IN THE URBAN AREA OF JUIZ DE FORA - MG.

Abstract - Forest fires can cause irreversible damage to the environment, such as damage to fauna and flora, people, and considerable economic consequences. To establish policies for the control and prevention, it is necessary to know the profile of the fires. The statistics of occurrences are the main tools to trace your profile. With these data, one can control planning more efficiently, reducing costs, time and risks in their fight. At the address of each of the 3.754 occurrences in the city of Juiz de Fora (MG) for the period 1/1/2002 to 31/12/2011, was determined, the orientation of the slope according to the cardinal points, the form the slope and terrain slope. According to the results, the relief directly influences the occurrence and spread of fire. Slopes with northern exposure, with greater slope and forms that facilitate the flow of water, a higher number of events. This influence of relief is also confirmed by the relationship between wind direction and occurrences. Aspects that directly receive the daily prevailing winds have a higher probability of fire occurrences.

Keywords - Relief, Fire, Susceptibility.

2.1. Introdução

Os incêndios em vegetação são responsáveis diretos, não apenas por danos ambientais, mas também por prejuízos econômicos e sociais cujas dimensões muitas vezes atingem níveis incalculáveis (VOSGERAU *et al.*, 2006).

Os impactos promovidos pelo fogo dependem do seu comportamento, que pode ser entendido, de acordo com Batista, Beutling e Pereira (2013), como um termo genérico utilizado para expor as principais características da combustão em um incêndio em vegetação ou uma queima controlada, referindo-se à maneira como o material entra em combustão, como se desenvolvem as chamas e como o fogo se propaga e influencia outros componentes ambientais.

O fogo se comporta de acordo com o ambiente em que ocorre. O número de fatores externos que o influencia é tão grande que é muito difícil prever com precisão o comportamento do fogo após seu início. Didaticamente, pode-se agrupar estes fatores em três grupos: o material combustível, os fatores climáticos e as características topográficas (TORRES *et al.*, 2008).

Ainda para os autores, por conta da influência da topografia (sobretudo declividade, altimetria e exposição da vertente ao Sol) sobre os fatores climáticos e material combustível, o relevo assume importante papel sobre susceptibilidade à ocorrências de incêndios, sendo assim as informações sobre suas características se tornam importantes ferramentas no estabelecimento de planos de prevenção e controle.

Esta importância é ressaltada nos estudos de Silveira, Vettorazzi e Valente (2008), que após ranquearem os fatores de risco, utilizando o método da Comparação Pareada, proposto por Saaty (1977), no contexto do Processo Hierárquico Analítico, atribuíram o peso de 43% ao relevo no risco à incêndios, a declividade assumiu o primeiro lugar nessa ordenação; a face de exposição ao sol o terceiro, seguida pela face de exposição ao vento.

No Brasil, existe uma carência de planos de prevenção e controle efetivos. Planos estes que só podem ser organizados e colocados em prática mediante a avaliação de informações que relatem precisamente as características das ocorrências dos incêndios (VOSGERAU *et al.*, 2006).

De acordo com Santos, Soares e Batista (2006), para preservar o meio ambiente dos efeitos nocivos dos incêndios são essenciais políticas protecionistas adequadas às características de cada região. Para estabelecer essas políticas de controle e prevenção, faz-se necessário conhecer quando e porque ocorrem os eventos, ou seja, o perfil dos incêndios em vegetação. As estatísticas de ocorrência são os principais subsídios para se traçar seu perfil. Com esses dados, pode-se planejar o controle de modo mais eficiente; sem essas informações, pode-se subestimar ou superestimar os gastos referentes à proteção do meio ambiente, colocando em risco a sobrevivência das florestas e dos combatentes.

Ainda para os autores, para priorizar as regiões de maior risco com programas intensivos de proteção e estruturar os serviços de combate à incêndios dentro de limites economicamente viáveis, é importante saber os locais e os fatores que favorecem as ocorrências e sua propagação. Conhecendo-se os fatores que contribuem com a maior incidência do fogo, podem-se concentrar esforços e recursos para combatê-lo, pois tais sistemas são relativamente caros e seria inviável mantê-los ininterruptamente em todos os locais.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi analisar a influência do relevo, como exposição das vertentes ao Sol, forma das vertentes, declividade e sua posição em relação aos ventos predominantes, sobre as ocorrências de incêndios em vegetação na cidade de Juiz de Fora (MG), a fim de se traçar o perfil dos eventos, fornecendo ao poder público ferramentas para o melhor dimensionamento das políticas de prevenção e combate.

2.2. Materiais e Métodos

O município de Juiz de Fora, com uma população de 516.247 habitantes (IBGE, 2010), localiza-se no sudeste do Estado de Minas Gerais, estando, o centro da cidade, nas coordenadas 21° 41' 20" S e 43° 20' 40" W (Figura 2.1).

A área distingue-se por ser montanhosa, com altitudes próximas a 1.000 metros nos pontos mais elevados e 670 a 750 m no fundo do vale. O Perímetro Urbano do Município insere-se totalmente no curso médio do rio Paraibuna, pertencente à bacia do rio Paraíba do Sul (PJF, 1996).

Os padrões de relevo mostram uma forte tendência à orientação estrutural. Suas litologias caracterizam-se por apresentarem coberturas de solos espessos e exposições rochosas, principalmente nas áreas de ocorrência das rochas Charnockíticas, ao Sul do Município. Em geral as feições geomorfológicas tendem a uma convexidade das vertentes a partir do topo, aliada à formação de grande número de anfiteatros e planícies intermontanas (mar de morros). O núcleo central da cidade, aproveitando-se desta condição natural, alojou-se na seção alargada do vale do rio Paraibuna, estrangulada por uma barra resistente, à jusante (PJF, 1996).



Figura 2.1 - Localização da área de estudo
Figure 2.1 - Location of the study area

Os dados de ocorrências de incêndios em vegetação foram obtidos no 4º Batalhão de Bombeiros Militares (4º BBM). Junto às ocorrências estão disponíveis a natureza, data, hora e endereço no período de 01/01/2002 à 31/12/2011, onde foram registradas 3.754 ocorrências dentro da área urbana do município.

A partir de visitas à campo, todos os locais de ocorrências foram georreferenciados e suas características tabuladas. As exposições das vertentes foram agrupadas em Norte (315° a 45°), Leste (45° a 135°), Sul (135° a 225°) e Oeste (225° a 315°) com a utilização de uma bússola. As formas das vertentes, por meio de interpretação visual, foram divididas nas classes côncava, convexa e

retilínea e as declividades, com a utilização de um clinômetro tipo *Abney*, foram agrupadas nas classes de 0° a 10°, 10° a 20°, 20° a 30°, 30 a 40° e > 40°.

As direções preferenciais dos ventos foram registrados na Estação Climatológica Principal (ECP), localizada no *campus* da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Os dados foram coletados às 9:00, 15:00 e 21:00 TMG. A partir das leituras dos três horários, foi determinada a direção preferencial para cada dia da série divididas em Norte, Nordeste, Noroeste, Oeste, Leste, Sul, Sudeste e Sudoeste.

2.3. Resultados

A Figura 2.2 mostra que houve uma influência significativa da exposição das vertentes sobre as ocorrências, onde a maior parte dos incêndios ocorreram nas encostas voltadas para o Norte seguidas das voltadas para o Oeste (W), Leste (E) e a menor parte nas voltadas para o Sul (S).

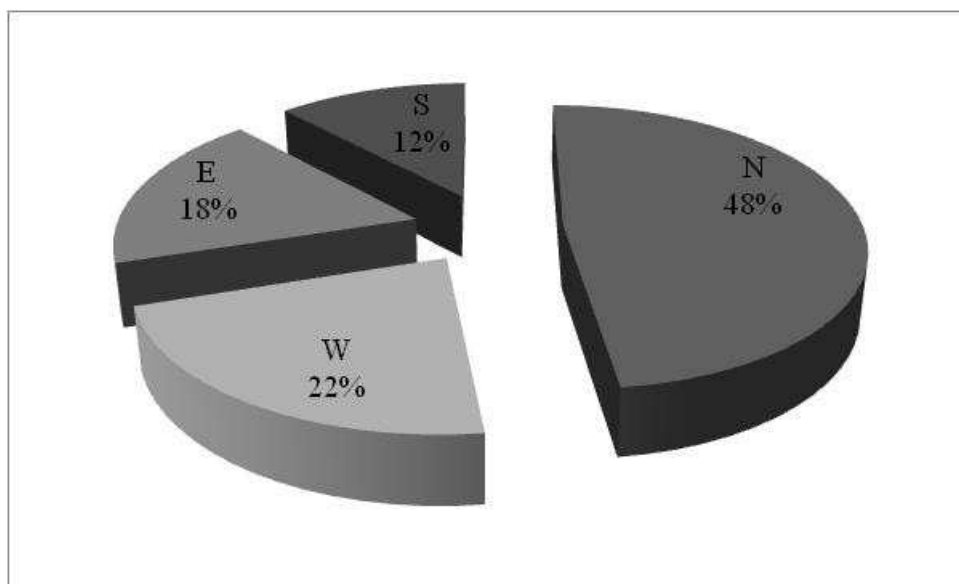


Figura 2.2 – Ocorrências de incêndios de acordo com a exposição da vertente
Figure 2.2 – Occurrences of fires in agreement with the exhibition of the slope

De acordo com os dados levantados, a influência da forma das vertentes sobre os incêndios, se mostrou através do maior número de ocorrências nas

vertentes convexas e retilíneas em relação às côncavas, como observado na Figura 2.3.

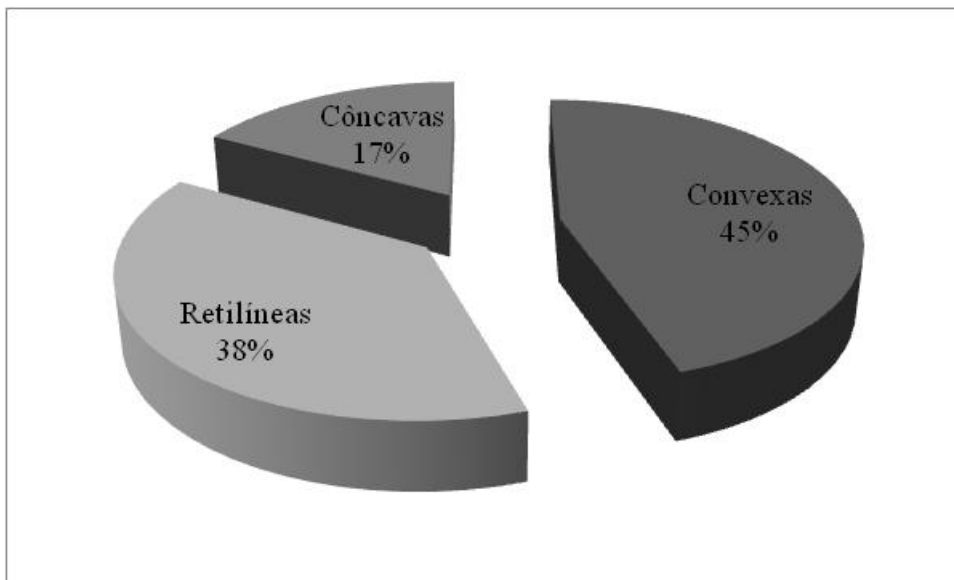


Figura 2.3 - Ocorrências de incêndios de acordo com a forma da vertente
Figure 2.3 - Results of fire according to the shape of the slope

Com relação à declividade, os dados apontam para os seguintes resultados (Figura 2.4), confirmando que quando maior a inclinação maior a porcentagem de ocorrências.

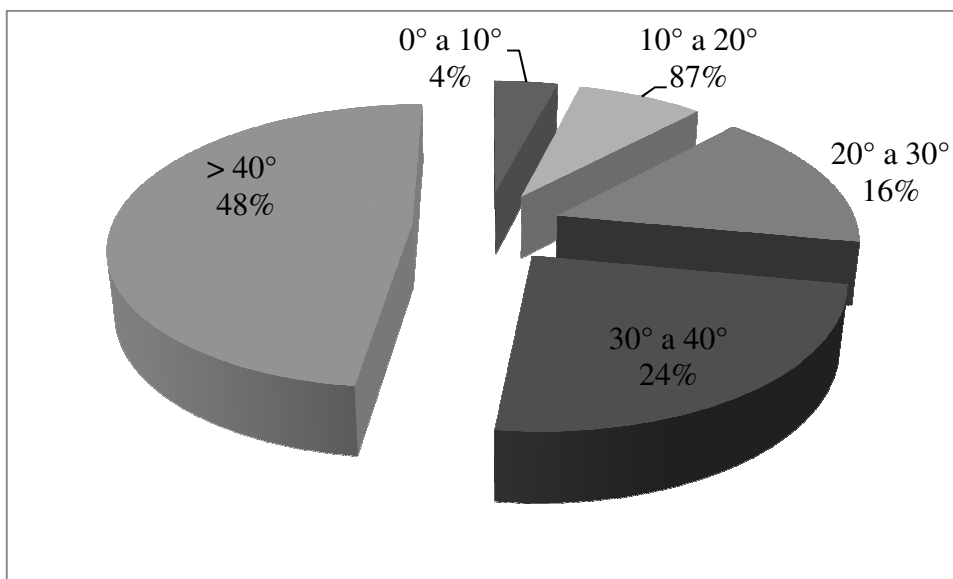


Figura 2.4 - Ocorrências de incêndios de acordo com a declividade
Figure 2.4 - Results of fires according to the slope

Os dados (Tabela 2.1) mostram a correlação entre a direção do vento e as ocorrências dos incêndios. Vertentes à barlavento dos ventos diários preferenciais apresentam maiores números de ocorrências de incêndios. Quando a direção preferencial do vento é Norte, há uma predominância de incêndios na vertente exposta ao vento de mesma direção com 71% das ocorrências. Quando a direção do vento é Noroeste, 87% das ocorrências localizam-se nas vertentes voltadas para o Norte e Oeste; quando a direção é Nordeste observa-se um maior número de ocorrências nas vertentes Norte e Leste com 81% de incêndios nestas vertentes; com o vento de direção Oeste, 77% das ocorrências ocorrem na vertente voltada para o Oeste; a direção preferencial do vento quando é Leste favorece as ocorrências nas vertentes Norte e Leste. Esta influência pode ser melhor observada quando os ventos têm direção predominante no quadrante Sul (Sudoeste, Sul e Sudeste), onde há uma superioridade de ocorrências na vertente Sul, contrariando o predomínio de ocorrências que se dá em vertentes com outras orientações. Quando a situação é de calma (C), sem ocorrência de ventos, a situação se normaliza em relação à ordem observada na Figura 2.2 com maiores ocorrências na vertente Norte, seguida ordenadamente das vertentes de exposição Oeste, Leste e Sul.

Tabela 2.1 – Percentual de ocorrências de acordo com o local do fogo e com a direção do vento

Table 2.1 - Percentage of occurrences according to the location of the fire and the wind direction

Vertente da Ocorrência	Direção do vento								
	N	NW	NE	W	E	SW	SE	S	C
Norte (N)	71%	44%	54%	23%	40%	22%	28%	33%	65%
Oeste (W)	15%	43%	15%	77%	25%	41%	12%	23%	26%
Leste (E)	10%	8%	27%	0%	29%	9%	29%	8%	6%
Sul (S)	4%	5%	4%	0%	6%	28%	31%	36%	3%
% de dias com vento predominante	20%	11%	19%	1%	11%	5%	15%	14%	4%

2.4. Discussão

A distribuição das ocorrências, de acordo com a exposição das vertentes ao Sol, se deve ao fato de superfícies com orientações e inclinações diferentes receberem quantidades diferentes de radiação solar global em comparação com uma superfície plana, em uma mesma localidade e época do ano (TORRES e MACHADO, 2011).

Ainda de acordo com os autores, o Sol culmina no zênite (representando maior ganho energético) em locais cuja latitude é igual ao valor da inclinação do eixo da Terra. Assim, nos Equinócios (21 de março e 23 de setembro) o Sol culmina no zênite sobre o Equador, apresentando nestas datas, em todos os pontos da Terra, dias e noites com a mesma duração. No Solstício de verão no hemisfério Sul e Solstício de inverno no hemisfério Norte (22 de dezembro), o Sol culmina no zênite para a latitude $-23^{\circ} 27'$ (Sul), pelo fato dessa ser a maior declinação alcançada no hemisfério Sul, essa latitude recebe o nome de Trópico de Capricórnio. Em 21 de junho o Sol culmina no zênite para $23^{\circ} 27'$ (Norte), latitude que define a posição do Trópico de Câncer, tem-se assim, o Solstício de verão no hemisfério Norte e Solstício de inverno no hemisfério Sul. Nas latitudes superiores a $23^{\circ} 27'$ o Sol não culmina zenitalmente em dia nenhum do ano.

Observa-se, com isso, que o Sol durante grande parte do ano culmina no Zênite ao Norte do município de Juiz de Fora, localizado na latitude de $21^{\circ} 41' 20''$ S. Este fator tende a elevar a temperatura nas vertentes de orientação Norte influenciando diretamente nas características físicas do material combustível e ocorrências de incêndios.

A diferença entre as vertentes voltadas para o Oeste e para o Leste pode ser explicada pela hora de maior concentração de ocorrências, (entre 15 e 16 horas), durante este horário a vertente voltada para o Oeste está recebendo maior quantidade de energia solar em relação a vertente voltada para o Leste, aumentando a porcentagem das ocorrências. Outro fator é a vertente Oeste receber maior quantidade de energia na parte da tarde quando a superfície terrestre e o ar já estão aquecidos e normalmente não existe neblina. Além destes, as vertentes

voltadas para o Leste recebem ventos úmidos vindos do Oceano Atlântico, distante, em linha reta, cerca de 150 km do município.

Corroborando, Hugget (1995) destaca que no hemisfério Sul, encostas orientadas para o Norte recebem maior insolação do que as voltadas para o Sul, que, por sua vez, recebem maiores precipitações devido aos ventos carregados de umidade vindos do mar (SW, S e SE). Oliveira *et al.* (1995), em estudos conduzidos no Maciço da Tijuca, encontraram diferenças significativas para as duas vertentes no que diz respeito a parâmetros, como temperatura, precipitação e umidade. Segundo esses autores, as encostas voltadas para o Sul possuem serapilheira em média 41,9% mais úmida que as voltadas para o Norte. Os autores afirmam ainda que a perda desta umidade também se dá muito mais rápido nas encostas voltadas para o Norte, pois as voltadas para o Sul retêm a umidade 1,6 vezes a mais. Consequentemente a umidade do solo se comporta da mesma maneira, apenas variando de acordo com o tipo de cobertura vegetal a que está associado.

Esta variação de umidade se reflete basicamente em função dos diferentes índices de temperatura destes dois tipos de encosta, visto que as encostas voltadas para o Norte são significativamente mais quentes, devido a maior incidência de calor que as voltadas para o Sul, com 98% de ocorrência de temperaturas máximas naquelas encostas. As temperaturas mínimas também ocorreram em grande maioria nas encostas Norte (86%), o que deve ser atribuído a maior umidade relativa nas de Sul, face ao maior período de deposição de orvalho que atua como um efeito “tampão” reduzindo as temperaturas extremas (OLIVEIRA *et al.*, 1995).

Em situações de baixa umidade relativa do ar a probabilidade de ocorrência e propagação do fogo é maior tendo em vista a correlação direta com a secagem do material combustível. O material mais fino, representado pela classe I ou tempo de resposta de uma hora, conforme classificação de Brown (1982), é aquele presente em maior quantidade e na maioria dos ambientes. Em situações críticas de clima, esse material chega a perder até 66% de umidade no intervalo de uma hora, conduzindo a umidade do material combustível abaixo da umidade de extinção.

De acordo com Nunes (2005) este fato se deve a umidade atmosférica ter efeito direto na inflamabilidade dos combustíveis, havendo uma troca constante de umidade entre a atmosfera e os vegetais mortos. O material seco absorve água de uma atmosfera úmida e libera água quando o ar está seco. A quantidade de umidade que o material morto pode absorver do ar e reter depende, basicamente da umidade relativa do ar. Durante períodos extremamente secos, a umidade pode inclusive, afetar o conteúdo de umidade do material vivo.

Por outro lado, existem variações internas de caráter geomorfológico que individualizam dentro das encostas áreas mais ou menos propícias a ocorrência de incêndios. Estas são segmentos geométricos que se apresentam sob três formas principais: côncavo, convexos e retilíneos. As formas côncavas se caracterizam como zonas de convergências de fluxo e conseqüentemente de maior concentração de umidade, ao passo que as convexas e retilíneas (em encostas) condicionam a formação de zonas de divergências de água e baixa umidade e com isso mais susceptíveis à ocorrência de incêndios (COURA, SOUZA e FERNANDES, 2009).

Esta influência é confirmada pelos resultados do estudo (Figura 2.3), que mostram o maior número de ocorrências nas vertentes convexas e retilíneas em relação às côncavas.

A influência da declividade pode ser explicada por conta da umidade, de acordo com Valeriano (2008), em encostas mais íngremes, percebe-se facilmente que a água da chuva flui com muita rapidez, infiltrando em menor quantidade, tornando o local mais seco.

Além da interferência da inclinação do terreno no fluxo da água, Viegas (2004) explica que a propagação do fogo em locais com alguma declividade tem comportamento distinto daquele que ocorre em áreas sem declividade, em função do efeito de fatores adicionais como a convecção e a radiação, que apesar de também atuarem em áreas planas, em áreas inclinadas aceleram o alastramento do fogo. Se existe um mínimo de declividade, a taxa de propagação tende a crescer e será tanto maior quanto maior forem as transformações microclimáticas na zona de combustão. Este fato também é confirmado por Ribeiro *et al.* (2008) quando afirmam que a intensidade do fogo nas áreas de aclave é maior devido ao

superaquecimento do material combustível, acima da frente da linha de fogo, pela maior proximidade das chamas quando comparado com os terrenos planos.

Por outro lado, o vento tende a ajudar tanto na secagem do material combustível quanto na propagação dos incêndios.

De acordo com Torres *et al.* (2011), o vento é um dos principais fatores na taxa de combustão e dispersão do fogo, uma vez que, além de afetar a taxa de suprimento de oxigênio durante a queima, a secagem do combustível é acelerada pela remoção da camada de ar em contato com sua superfície e provoca a inclinação das chamas, aproximando-as do material ainda não queimado e acelerando a fase do pré-aquecimento.

Para os autores, se existe uma declividade e a presença de vento, a taxa de propagação tende a crescer. Em suma, pode-se dizer que quando a direção do vento é a mesma da orientação da encosta, tem-se o chamado “vento morro acima”, nesta situação o vento acelera a propagação do fogo, visto que o mesmo tende a elevar as chamas das partes inferiores para as superiores ainda não queimadas.

2.5. Conclusões

De acordo com os resultados concluiu-se que:

- a exposição das vertentes em relação ao Sol tem uma correlação direta sobre as ocorrências de incêndios;
- as vertentes orientadas para o Norte apresentam maior porcentagem de ocorrências, visto que a mesma recebe maior quantidade de energia solar durante o ano;
- as vertentes orientadas para o Oeste ficam em segundo lugar com mais ocorrências apresentadas, podendo ser explicado pelo horário em que as mesmas recebem maior radiação solar que coincide com o horário de menor umidade relativa;
- as vertentes à barlavento dos ventos diários preferenciais são mais suscetíveis às ocorrências;

- as vertentes que favorecem a dispersão da água, como as convexas e as retilíneas tendem a apresentar maior quantidade de ocorrências;
- quanto maior a inclinação maior o número de eventos;
- estratégias de prevenção aos incêndios devem levar em conta as influências do relevo e dos ventos predominantes através de trabalhos preventivos nas áreas mais propícias ao evento. Também as ações de combate devem levar em conta tais informações, diminuindo os custos e riscos das operações.

2.6. Referências Bibliográficas

BATISTA, A. C. Mapas de risco: uma alternativa para o planejamento de controle de incêndios florestais. **Floresta**, Curitiba, v.30, n.1/2, p.45-54, 2000.

BATISTA, A. C.; BEUTLING, A. e PEREIRA, J. F. Estimativa do comportamento do fogo em queimas experimentais sob povoamentos de *Pinus elliottii*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.5, p.779-787, 2013.

BROWN, J. K. *et al.* **Handbook for inventorying surface fuel and biomass in the Interior West**. Ogden: Intermountain Forest and Range Experiment Station, 1982.

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

HUGGET, R. J. **Geoecology: an evaluation approach**. Londres: Editora London, 1995. 320 p.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010.

NUNES, J. R. S. **FMA+ - Um novo índice de perigo de incêndios florestais para o Estado do Paraná – Brasil**. Curitiba: UFPR, 2005. 150p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

OLIVEIRA, R. R. *et al.* Significado ecológico da orientação de encostas no Maciço da Tijuca. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 1, p.523-541, 1995.

PJF. **Plano Diretor de Juiz de Fora**. Juiz de Fora: Concorde, 1996.

RIBEIRO, L. *et al.* Zoneamento de riscos de incêndios florestais para a fazenda experimental do Canguiri, Pinhais (PR). **Floresta**, Curitiba, v.38, n.3, p.561-572, 2008.

SAATY, T. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal Mathematics Psychology**, v.15, p.234-281, 1977.

SANTOS, J. F.; SOARES, R. V. e BATISTA, A.C. Evolução do perfil dos incêndios florestais em áreas protegidas no Brasil, de 1993 a 2002. **Floresta**, Curitiba, v.36, n.º1, p.93-100, 2006.

SILVEIRA, H. L. F. da; VETTORAZZI, C. A. e VALENTE, R. de O. A. Avaliação multicriterial no mapeamento de risco de incêndios florestais, em ambiente SIG, na bacia do Rio Corumbataí, SP. **Revista Árvore**, Viçosa , v.32, n.2, p.259-268, 2008.

TORRES, F. T. P. *et al.* **Incêndios em vegetação na área urbana de Juiz de Fora: Minas Gerais**. Ubá: Editora Geographica, 2008. 80p.

TORRES, F. T. P. *et al.* Correlações entre os elementos meteorológicos e as ocorrências de incêndios florestais na área urbana de Juiz de Fora, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.1, p.143-150, 2011.

TORRES, F. T. P. e MACHADO, P. J. de O. **Introdução à Climatologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 280 p.

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

VIEGAS, D. X. **Cercados pelo fogo**. Coimbra: Editorial Minerva, 2004. 283 p.

VOSGERAU, J. L. *et al.* Avaliação dos registros de incêndios florestais no Estado do Paraná no período de 1991 a 2001. **Floresta**, Curitiba, v.36, n.1, p.23-32, 2006.

Capítulo 3

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DAS CLASSES DESCRITIVAS DE ÍNDICES DE PERIGO DE INCÊNDIOS NO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA, MG

Resumo - Nos últimos anos, apesar do problema recorrente não ser recente, os impactos causados por incêndios em vegetação tem estimulado o desenvolvimento de novos métodos que visem a prevenção dos problemas causados pelo fogo. Dentre as medidas preventivas existentes, a utilização de um índice de risco confiável é fator fundamental para um planejamento mais eficiente das medidas de prevenção e para a adoção de ações rápidas e efetivas nas atividades de combate aos eventos. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi analisar as classes descritivas de perigo de 4 índices de risco à incêndios no período de 01/01/2006 à 31/12/2012. De acordo com os resultados, o índice de P-EVAP apresentou melhor desempenho no acerto das previsões de ocorrências dentro da classe de alto risco, enquanto que a FMA foi a mais eficaz nas previsões de não ocorrências nas classes de baixo risco e risco nulo. Os dias classificados como de médio risco nos índices de Telicyn e P-EVAP apresentaram as médias mais próximas à média de ocorrências em toda a série. O conhecimento das classes descritivas dos índices de predição de incêndio pode ser de grande valia na informação ao público, ajudando nas ações de conscientização e prevenção de acidentes.

Palavras-chave: Índice de perigo, classes descritivas, incêndios.

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF DESCRIPTIVE CLASSES OF HAZARD INDICES OF FOREST FIRES IN JUIZ DE FORA, MG

Abstract - In recent years, despite the recurring problem is not new, the impacts of fire on vegetation has stimulated the development of new methods for the prevention of problems caused by the fire. Among the existing preventive measures, the use of a reliable index of risk is fundamental to a more efficient planning of preventive measures and to adopt quick and effective actions in fighting the events activities factor. Given the above, the aim of this study was to analyze the descriptive hazard classes 4 fire risk indices for the period from 01/01/2006 to 31/12/2012. According to the results, the rate of P-EVAP performed better in accuracy of forecasts of occurrences within the class of high risk, while the FMA was the most effective in the forecast of no instances in classes of low risk and no risk. The days classified as medium risk in Telicyn indices and P-EVAP presented closest to the average of occurrences in the entire series averages. Knowledge of descriptive classes of indices for predicting fire can be valuable in informing the public, helping the actions of awareness and accident prevention.

Keywords: Index of danger, descriptive classes, fires.

3.1. Introdução

Os incêndios florestais contribuem com a poluição atmosférica, com as mudanças climáticas e constituem um dos eventos mais danosos a alguns ecossistemas (MAGALHÃES; LIMA; RIBEIRO, 2011). Em regiões de desenvolvimento econômico, as pressões que as áreas florestais sofrem, devido a necessidade de novas zonas destinadas para atividades agropecuárias, têm aumentado consideravelmente o número de incêndios e a extensão de áreas queimadas, graças ao mau uso do fogo como ferramenta agrícola (ALVES; NÓBREGA, 2011).

Por conta disto, nos últimos anos, os debates envolvendo os incêndios têm aumentado significativamente, pois existe uma grande preocupação em decorrência do lançamento de CO₂ e outros gases na atmosfera, que são resíduos da combustão da vegetação. O Brasil, em geral, pode ser considerado como um dos maiores contribuintes em emissões de CO₂, decorrentes de incêndios florestais, que em âmbito global, podem causar severas perdas à biodiversidade, ao ciclo hidrológico e ao ciclo do carbono na atmosfera, gerando prejuízos econômicos, paisagísticos e ecológicos, atingindo unidades de conservação, áreas de preservação, fazendas, margens de estradas, proximidades de aglomerados urbanos e áreas de reflorestamento, entre outras localidades (SOUZA; CASAVECCHIA; STANGERLIN, 2012).

Uma forma de prevenção destes incêndios é através do conhecimento do grau de perigo, que reflete a possibilidade de ocorrência de um evento, sendo condicionado por fatores ambientais variáveis, geralmente relacionados às condições meteorológicas e pode ser estimado de modo objetivo recorrendo aos índices de risco existentes (TETTO *et al.*, 2010)

Para Antunes, Viegas e Mendes (2011), a avaliação do risco baseia-se, em geral, num modelo de integração dos fatores que contribuem para o risco de incêndio florestal. Este método de avaliação de risco traduz-se, geralmente, em índices que podem ser materializados em mapas nos quais estão expressas zonas ou níveis de risco.

Corroborando, Borges *et al.* (2011) afirmam que além de permitir um correto planejamento, a utilização de um índice de risco de incêndio confiável é

fundamental para o mapeamento e estabelecimento de zonas de risco, definição do número e localização de torres de observação de incêndios e a advertência pública do grau de risco, o que é considerado fator importante nos programas de educação ambiental.

Ainda para os autores, a partir disso, o primeiro passo é determinar o perigo de ocorrência de incêndios. Para tal, várias metodologias foram desenvolvidas e aprimoradas ao longo dos anos e em diferentes países.

Segundo Carapiá (2006), os índices de risco de incêndio utilizam vários fatores, usualmente os combustíveis, a topografia e os meteorológicos. A escolha de variáveis e os diferentes métodos usados para a sua combinação resultam numa multiplicidade de abordagens. Graças a esta diversidade, várias soluções para a sua classificação têm sido propostas. Em função dos dados de entrada necessários, dois grandes grupos de métodos podem ser identificados: 1) método de risco estritamente meteorológico, que se baseia exclusivamente em dados sobre o estado das condições atmosféricas (temperatura, umidade relativa, precipitação e intensidade do vento) e 2) método de risco potencial, quando são consideradas abordagens mais avançadas, e inclui como entrada o estado da vegetação, o tipo de combustível e o seu conteúdo de umidade. Dentro do primeiro grupo, destacam-se a Fórmula de Monte Alegre (FMA) (SOARES, 1972), Índice Logarítmico de Telicyn, Índice de Nesterov e Índice Acumulativo P-EVAP.

Diante do exposto, neste artigo foram comparadas as classes descritivas de risco de 4 índices encontrados na literatura (TORRES *et al.*, 2009). O objetivo desta comparação é analisar a relação das classes de cada índice com as ocorrências de incêndios florestais no município de Juiz de Fora (MG), visto que a utilização de um índice de perigo confiável é fator fundamental para um planejamento mais eficiente das medidas de prevenção e para a adoção de ações rápidas e efetivas nas atividades de combate aos incêndios florestais, visando à redução de perdas e, conseqüentemente, dos prejuízos financeiros advindos da ocorrência de eventos catastróficos.

3.2. Materiais e Métodos

Neste estudo foi analisada uma série temporal de 01/01/2006 á 31/12/2013. Os dados meteorológicos foram fornecidos pelo LabCAA (Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). As informações sobre as 3.135 ocorrências de incêndios florestais, dentro da área urbana do município, foram fornecidos pelo 4º Batalhão de Bombeiros Militares (4º BBM).

Foi feita uma análise dos dias de acordo com a classe de perigo de cada índice, observando as ocorrências por dia, porcentagem de dias com ocorrências e porcentagem de ocorrências de cada classe em relação à todo período.

O cálculo de cada índice foi realizado da seguinte forma:

1 - Fórmula de Monte Alegre - FMA

Equação básica:

$$FMA = \sum_{i=1}^n (100/H_i)$$

sendo:

FMA = Fórmula de Monte Alegre

H = umidade relativa do ar (%)

n = número de dias da série

Sendo acumulativo, o índice está sujeito às restrições de precipitação, como mostra a Tabela 3.1:

Tabela 3.1 – Modificação no cálculo da FMA de acordo com a precipitação
Table 3.1 – Modification in the FMA calculation in agreement with the precipitation

mm DE CHUVA DO DIA	MODIFICAÇÃO NO CÁLCULO
≤2,4	Nenhuma
2,5 a 4,9	Abater 30% na FMA calculada na véspera e somar (100/H) do dia
5,0 a 9,9	Abater 60% na FMA calculada na véspera e somar (100/H) do dia

10,0 a 12,9	Abater 80% na FMA calculada na véspera e somar (100/H) do dia
>12,9	Interromper o cálculo (FMA=0), recomeçando a somatória no dia seguinte ou quando a chuva cessar

Fonte: TORRES *et al.* (2009)

2 - Índice Logarítmico do Telicyn

Equação Básica:

$$I = \sum_{i=1}^n \log (t_i - r_i)$$

sendo:

I = índice de Telicyn

t = temperatura do ar em °C

r = temperatura do ponto de orvalho em °C

log = logaritmo na base 10

Restrição do índice: sempre que ocorrer uma precipitação igual ou superior a 2,5 mm, abandonar a somatória e recomeçar o cálculo no dia seguinte, ou quando a chuva cessar. No(s) dia(s) de chuva o índice é igual a zero.

3 - Índice de Nesterov

Equação básica:

$$G = \sum_{i=1}^n d_i \cdot t_i$$

sendo:

G = Índice de Nesterov

d = déficit de saturação do ar em milibares

t = temperatura do ar em °C

O déficit de saturação do ar, por sua vez, é igual a diferença entre a pressão máxima de vapor d'água e a pressão real de vapor d'água, podendo ser calculado através da seguinte expressão:

$$d = E(1-H/100)$$

sendo:

d = déficit de saturação do ar em milibares

E = pressão máxima de vapor d'água em milibares

H = umidade relativa do ar em %

No índice de Nesterov, a continuidade da somatória é limitada pela ocorrência de precipitações de acordo com a Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Modificação no cálculo da G de acordo com a precipitação
Table 3.2 – Modification in the G calculation in agreement with the precipitation

mm DE CHUVA DO DIA	MODIFICAÇÃO NO CÁLCULO
≤2,0	Nenhuma
2,1 a 5,0	Abater 25% no valor de G calculado na véspera e somar (d.t) do dia
5,1 a 8,0	Abater 50% no valor de G calculado na véspera e somar (d.t) do dia
8,1 a 10,0	Abandonar a somatória anterior e recomeçar novo cálculo, isto é, G= (d.t) do dia
>10,0	Interromper o cálculo (G=0), recomeçando a somatória no dia seguinte ou quando a chuva cessar

Fonte: TORRES *et al.* (2009)

4 - P-EVAP

O índice acumulativo P-EVAP, proposto por Sampaio (1991), relaciona a diferença entre a precipitação (P) e a evaporação (EVAP), ambas medidas diariamente, em mm. O índice utilizou as restrições do índice de Nesterov (Tabela 3.2), sugerido pelo autor.

Para normalizar o número de classes dos índices, a classe denominada como Altíssimo Perigo dos índices FMA e Nesterov foi agrupada dentro da classe de Alto Perigo. Para o índice de P-EVAP, foram determinadas as classes descritivas de acordo com a média de ocorrências por dia. As classes descritivas de cada índice podem ser observadas na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Classes descritivas dos índices utilizados
Table 3.3 – Descriptive classes of the indexes

Índice	Alto	Médio	Baixo	Nulo
FMA	>8,0	3,1 a 8,0	1,1 a 3,0	≤1,0
Telicyn	> 5,0	3,6 a 5,0	2,1 a 3,5	≤ 2
Nesterov	> 1000	501 a 1000	301 a 500	≤300
P-EVAP	< -44,9	- 17 a - 44,9	- 5 a - 16,9	> -5

Adaptado de: TORRES *et al.* (2009)

3.3. Resultados e Discussão

Dentro da série temporal estudada, a média foi de 1,14 ocorrências por dia. Os índices de Nesterov e FMA foram os com mais dias classificados como de alto risco (Tabela 3.4). Com médio risco, FMA e P-EVAP apresentaram maior número de dias. Nas classes de riscos baixo e nulo, os índices com maior número de dias foram P-EVAP e Telicyn.

Tabela 3.4 – Número de dias de cada índice por classe de perigo
Table 3.4 – Number of days of each index for danger class

Índice	Alto	Médio	Baixo	Nulo	Total
FMA	1293	495	347	605	2740
Telicyn	990	213	245	1292	2740
Nesterov	1453	295	157	835	2740
P-EVAP	663	487	495	1095	2740

Analisando-se a classe descritiva de alto risco (Tabela 3.5) observa-se que o índice P-EVAP foi o que apresentou maior número de ocorrências por dia dentro do período (3,0), o mesmo acontecendo com a porcentagem de dias classificados como de alto risco em que ocorreram incêndios (81%). Por outro lado foi o que apresentou o menor número de ocorrências dentro do período (63%), ficando o índice de Nesterov como o que maior porcentagem de ocorrências registrou dentro dos dias da classe (88%).

Tabela 3.5 – Análise da classe descritiva de alto risco
Table 3.5 – Analysis of the descriptive class of high risk

Índice	Ocorrências/dia	% de dias com ocorrências	% de ocorrências
FMA	2.06	68%	85%
Telicyn	2.42	74%	77%
Nesterov	1.90	64%	88%
P-EVAP	3.00	81%	63%

Com relação aos dias classificados como de médio risco (Tabela 3.6), observa-se que o índice de P-EVAP foi o que mais ocorrências por dia apresentou (1,12), o mesmo acontecendo com a porcentagem de dias com ocorrência dentro

da classe (54%) e porcentagem de ocorrência do período (17%). Por outro lado os índices de Nesterov e FMA foram os que menos ocorrências por dia apresentaram em dias classificados como de médio risco (0,56) e porcentagem de dias com ocorrências (30% e 31%). Contudo há uma diferença na porcentagem de ocorrências dentro da classe em relação à série estudada, a FMA apresentou a segunda maior porcentagem (9%) enquanto que o índice de Nesterov ficou em último (5%).

Tabela 3.6 – Análise da classe descritiva de médio risco
Table 3.6 – Analysis of the descriptive class of medium risk

Índice	Ocorrências/dia	% de dias com ocorrências	% de ocorrências
FMA	0.56	31%	9%
Telicyn	0.92	48%	6%
Nesterov	0.56	30%	5%
P-EVAP	1.12	54%	17%

Nos dias classificados como de baixo risco (Tabela 3.7), a FMA foi a que apresentou menor quantidade de ocorrências por dia (0,26), menor porcentagem de dias com ocorrências (14%) e segunda menor porcentagem de ocorrências em relação ao período todo (3%). O índice de Telicyn apresentou maior número de ocorrências por dia (0,82) e de porcentagem de dias com ocorrência dentro da classe (42%). O índice P-EVAP foi o que apresentou maior porcentagem de ocorrências em relação aos 2.740 dias da série (11%).

Tabela 3.7 – Análise da classe descritiva de baixo risco
Table 3.7 – Analysis of the descriptive class of low risk

Índice	Ocorrências/dia	% de dias com ocorrências	% de ocorrências
FMA	0.26	14%	3%
Telicyn	0.82	42%	6%
Nesterov	0.37	25%	2%
P-EVAP	0.68	37%	11%

Na classe de risco nulo (Tabela 3.8) a FMA e o índice de Nesterov obtiveram os melhores desempenhos em relação ao número de ocorrências por dia

(0,18 e 0,19), porcentagem de dias sem ocorrência (92% e 91%) e concentraram o menor número de ocorrência em relação ao período todo (3% e 5%). Enquanto que o índice de Telicyn obteve o maior número de ocorrência por dia (0,27), menor porcentagem de dias sem ocorrências (85%) e maior concentração de o ocorrências em relação à todo período (11%).

Tabela 3.8 – Análise da classe descritiva de risco nulo
Table 3.8 – Analysis of the descriptive class of null risk

Índice	Ocorrências/ dia	% de dias sem ocorrências	% de ocorrências
FMA	0.18	92%	3%
Telicyn	0.27	85%	11%
Nesterov	0.19	91%	5%
P-EVAP	0.23	88%	8%

Os resultados apresentaram algumas diferenças e semelhanças com os estudos de Torres *et al.* (2009), de acordo os autores, utilizando o método como *Skill Score* (SS), que é a razão da diferença entre os acertos na previsão e o número esperado de acertos; e a diferença entre o numero de dias observados e o número de dias com previsão de acertos, concluiu-se que o Índice Logarítmico de Telicyn foi o que apresentou melhores resultados para as características de Juiz de Fora. Contudo, analisando separadamente as previsões de ocorrências e não ocorrências de incêndios, observa-se que o índice mais eficaz para a previsão de incêndios foi o P-EVAP com 77% de previsões corretas, enquanto que a FMA foi o índice que melhor respondeu as previsões de não ocorrências de incêndios com 90% de acerto.

3.4. Conclusões

Os dados apresentaram grande variedade nos resultados de cada índice. Contudo pode-se concluir que para dias com alto perigo de incêndios, o índice de P-EVAP apresentou melhor desempenho no acerto das previsões de ocorrências, concentrando também a maior média de ocorrências por dia dentro do período.

Por outro lado, a FMA apresentou os melhores resultados para os dias classificados como de baixo risco e risco nulo, com maior porcentagem de sucesso nas previsões de não ocorrências e menor valor de ocorrências por dia na classe.

Analisando-se os dias classificados como de médio risco, os índices de Telicyn e P-EVAP foram os com os valores mais próximos em relação à média de ocorrências por dia dentro de todo o período.

O conhecimento das classes descritivas dos índices de predição de incêndio pode ser de grande valia na informação ao público, ajudando nas ações de conscientização e prevenção de acidentes mais sérios.

3.5. Referências Bibliográficas

ALVES, K. M. A. da S.; NÓBREGA, R. S. Uso de dados climáticos para análise espacial de risco de incêndio florestal. **Mercator**, Fortaleza, v. 10, n. 22, p. 209-219, 2011.

ANTUNES, C. C.; VIEGAS, D. X.; MENDES, J. M. Avaliação do Risco de Incêndio Florestal no Concelho de Arganil. **Silva Lusitana**, Oeiras, v.19, n.2, p.165-179, 2011.

BORGES, T. S. *et al.* Desempenho de Alguns Índices de Risco de Incêndios em Plantios de Eucalipto no Norte do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 18, n.2, p. 153-159, 2011.

CARAPIÁ, V. R. **Predição do índice de risco de incêndios e modelagem computacional do comportamento do avanço da frente do fogo no Parque Nacional da Floresta da Tijuca**. 2006. 197f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

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

SAMPAIO, O. B. **Estudo comparativo de índices, para previsão de incêndios florestais, na região de Coronel Fabriciano, Minas Gerais**. 1991. 88f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

SOARES, R. V. Índice de Perigo de Incêndio. **Floresta**, Curitiba, v.3, n.3, p.19-40. 1972.

SOUZA, A. P.; CASAVECCHIA, B. H.; STANGERLIN, D. M. Avaliação dos riscos de ocorrência de incêndios florestais nas regiões Norte e Noroeste da Amazônia Matogrossense. **Scientia Plena**, Aracajú, v.8, n.5, p.1-14, 2012.

TETTO, A. F. *et al.* Comportamento e ajuste da fórmula de Monte Alegre na Floresta Nacional de Irati, Estado do Paraná. **Scientia Forestalis, Piracicaba**, v. 38, n. 87, p.409-417, 2010.

TORRES, F. T. P. *et al.* Relações entre incêndios em vegetação e elementos meteorológicos na cidade de Juiz de Fora, MG. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 24, p.379-389, 2009.

Capítulo 4

INFLUÊNCIA DE ELEMENTOS CLIMÁTICOS SOBRE AS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS EM VEGETAÇÃO EM JUIZ DE FORA, MG

Resumo - As ocorrências de incêndios florestais vêm causando alterações drásticas no ambiente e danos econômicos importantes. A intensidade de um incêndio e a velocidade com que ele avança estão diretamente ligados à umidade relativa, temperatura do ar e velocidade do vento. A utilização de informações meteorológicas e climatológicas precisas é, portanto, vital para o planejamento de prevenção e combate aos incêndios florestais. O objetivo deste estudo consiste em se analisar a influência sobre as ocorrências de incêndios florestais de alguns elementos climáticos na área urbana do município de Juiz de Fora. Os dados apresentados explicam o porquê das ocorrências de incêndios ocorrerem em sua maioria no período do inverno e começo da primavera. Esta época do ano é caracterizada por maior índice de insolação e de evaporação e menores índices de umidade relativa do ar e precipitação, todos estes fatores contribuem para a secagem do material combustível, favorecendo a ignição e propagação do fogo. O vento também demonstrou ser um fator importante nas ocorrências, facilitando sua propagação, direcionando as chamas, espalhando faíscas e elevando o suprimento de oxigênio durante a queima.

Palavras-chave: Clima, incêndios florestais, sazonalidade.

INFLUENCE OF CLIMATIC ELEMENTS ON THE OCCURRENCES OF FOREST FIRES IN JUIZ DE FORA, MG

Abstract - *The occurrences of forest fires have caused drastic changes in the environment and significant economic damage. The intensity of a fire and the speed with which he advances are directly related to the relative humidity wind speed, air temperature. The use of accurate meteorological and climatological information is therefore vital for planning prevention and fighting forest fires. The aim of this study is to analyze the influence on the occurrence of forest fires of some climatic elements in the urban area of the municipality of Juiz de Fora. The data presented explain why the occurrences of fires occur mostly during the winter and early spring. This time of year is characterized by a higher rate of insolation and evaporation and lower levels of relative humidity and rainfall, all these factors contribute to the drying of the fuel material, favoring the ignition and spread of fire. The wind also proved to be an important factor in the occurrence, facilitating their spread, directing flames, sparks spreading and increasing the oxygen supply during firing.*

Keywords: *Climate, forest fires, seasonality.*

4.1. Introdução

Os incêndios florestais contribuem com a poluição atmosférica, com as mudanças climáticas e constituem um dos eventos mais danosos a todos os ecossistemas (MAGALHÃES, LIMA e RIBEIRO, 2012).

Ainda para os autores, para a definição de uma política de prevenção contra incêndios é fundamental conhecer quando, onde e por que eles ocorrem. O estabelecimento das estatísticas dos eventos permite estruturar os programas de combate, enquanto que a localização das regiões atingidas auxilia no mapeamento de risco. Além disto, o conhecimento sobre as principais causas dos incêndios é estritamente necessário nos programas de prevenção, que visam a combater os focos a partir da redução das causas mais frequentes.

De acordo com Silva *et al.* (2005), estudos sobre as ocorrências de incêndios tornam-se cada vez mais importantes à medida que os efeitos provocados pelos eventos passam a ter repercussões globais negativas, particularmente sobre a atmosfera e o estoque de biodiversidade.

Nunes *et al.* (2008), afirmam que o risco de incêndio depende de variáveis que podem influir, tanto na disponibilidade da fonte de fogo para o seu início, como nas condições que favorecem a sua propagação, como o tipo de vegetação, as características do material combustível, a topografia e as condições meteorológicas.

Segundo Nunes, Soares e Batista (2006), a ocorrência e propagação dos incêndios florestais estão fortemente associadas às condições climáticas ou fatores climáticos. A intensidade de um incêndio e a velocidade com que ele avança estão diretamente ligados à umidade relativa, temperatura do ar e velocidade do vento. O entendimento da influência dos elementos climáticos sobre as ocorrências é, portanto, vital para o planejamento de prevenção e combate mais eficiente.

Diante do exposto, objetivo deste estudo consiste em se analisar a influência sobre as ocorrências de incêndios florestais de alguns elementos climáticos como insolação, umidade relativa do ar, precipitação, evaporação, direção e velocidade do vento na área urbana do município de Juiz de Fora, interior de Minas Gerais.

4.2. Materiais e Métodos

Para a realização deste estudo foi utilizada uma série temporal de 18 anos (1995-2012), os dados climatológicos foram fornecidos pelo Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental (LabCAA) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), enquanto que os dados sobre as 8.118 ocorrências de incêndios florestais, ocorridos dentro da área urbana do município, foram fornecidos pelo 4º Batalhão de Bombeiros Militares (4º BBM).

O município de Juiz de Fora localiza-se na Zona da Mata Mineira no sudeste do Estado de Minas Gerais. Conforme os dados fornecidos pelo LabCAA, o clima do município apresenta duas estações bem definidas: uma que vai de outubro a abril, com temperaturas mais elevadas e maiores precipitações pluviométricas, e outra de maio a setembro, mais fria e com menor presença de chuvas.

De acordo com a classificação de W. Koeppen, a região possui um clima denominado de Cwb, ou seja, um clima mesotérmico com verões quentes e estação chuvosa também no verão.

Os índices pluviométricos anuais obtidos nas últimas décadas (1973 – 2012), acusaram médias próximas a 1.536 mm com maiores índices mensais no mês de janeiro, (298 mm) e menores do mês de julho (15 mm), enquanto que a média térmica anual oscila em torno de 18,9°C. O mês mais quente (fevereiro) possui média próxima a 21,7°C e o mês mais frio (julho), 16,1°C.

Com a utilização de gráficos, os dados climatológicos foram comparados com as ocorrências de incêndios afim de analisar a influência dos mesmos sobre os eventos.

4.3. Resultados e Discussão

Ao se analisar a relação entre a insolação, ou a quantidade de horas de brilho solar, e as ocorrências de incêndios (Figura 4.1), observa-se que quanto maior a exposição ao Sol, maior a quantidade de ocorrências. A intensidade da insolação está intimamente ligada à umidade do ar, visto que o ar quando mais seco menor a

quantidade de nuvens formadas. A insolação está ligada também à radiação do Sol, quanto maior o tempo exposto à luz solar, maior o tempo de exposição à sua radiação. De acordo com Torres *et al.* (2009) a exposição do combustível à insolação provoca a evaporação, acelerando sua secagem.

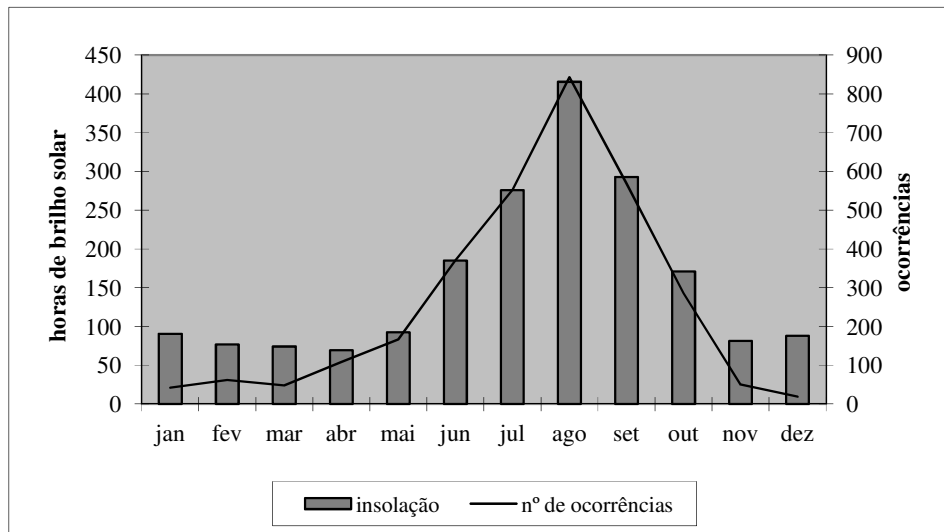


Figura 4.1 – Relação entre o número de ocorrências e a insolação
Figure 4.1 – Relationship between the number of occurrences and the heatstroke

Observando a Figura 4.2 nota-se a influência da umidade relativa do ar na quantidade de ocorrências. Para Nunes (2005), a umidade atmosférica é um elemento decisivo nos incêndios florestais, tendo efeito direto na inflamabilidade dos combustíveis florestais, havendo uma troca constante de umidade entre a atmosfera e os combustíveis mortos. O material seco absorve água de uma atmosfera úmida e libera quando o ar está seco. A quantidade de umidade que o material morto pode absorver e reter do ar depende, basicamente, da umidade relativa do ar. Durante períodos extremamente secos, a baixa umidade pode, inclusive, afetar o conteúdo de umidade do material vivo.

A relação entre a precipitação e o número de ocorrências (Figura 4.3) mostra que a quantidade de chuva afeta diretamente no número de incêndios florestais. Segundo Nunes (2005) apesar de ser um fator limitante tanto na ignição quanto na propagação do fogo, o efeito da precipitação muitas vezes é subestimado, talvez pela grande evidência de sua influência sobre os incêndios.

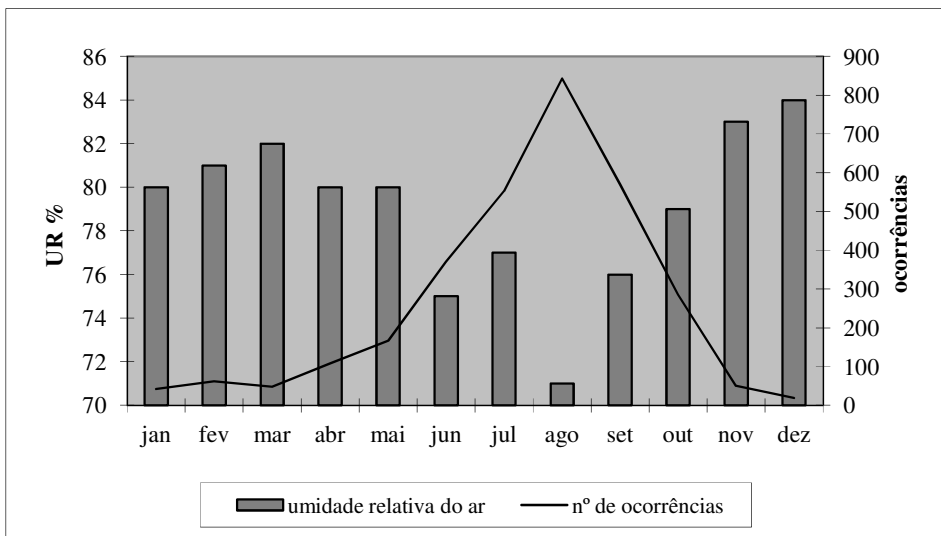


Figura 4.2 – Relação entre o número de ocorrências e a umidade relativa do ar
 Figure 4.2 – Relationship between the number of occurrences and the relative humidity of the air

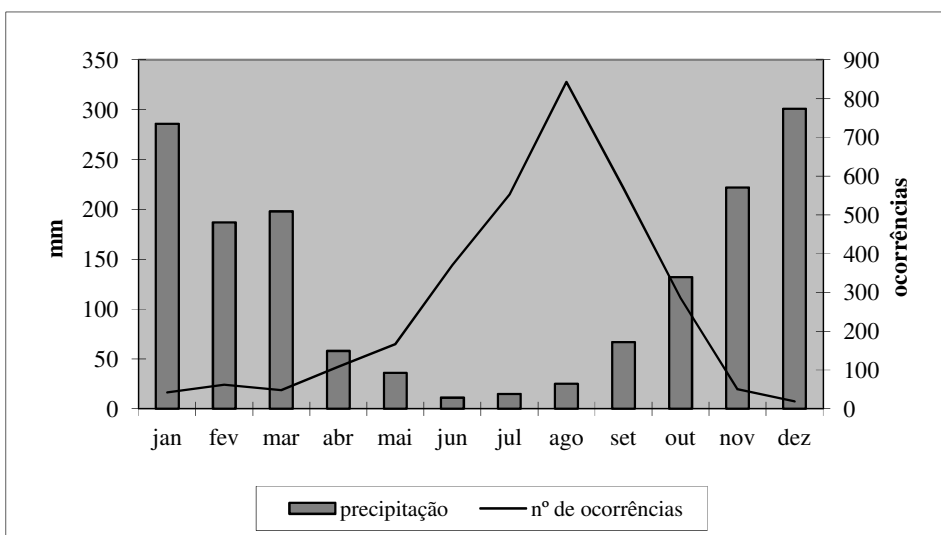


Figura 4.3 – Relação entre o número de ocorrências e a precipitação
 Figure 4.3 – Relationship between the number of occurrences and the rain

De acordo com Torres *et al.* (2011) a ocorrência dos incêndios está associada aos períodos sem chuva. Longos períodos de estiagem afetam o potencial de propagação dos incêndios de diversas maneiras, principalmente pela secagem progressiva do material combustível morto, podendo inclusive afetar o teor de umidade da vegetação verde. Isto aumenta a probabilidade de ignição e a facilidade de propagação do incêndio.

A Figura 4.4 mostra a relação entre a evaporação e as ocorrências de incêndios florestais. De acordo com a mesma, os períodos de maior evaporação coincidem com os de maior número de ocorrências. A evaporação influi no grau de secagem do combustível, já que a mesma significa a perda de umidade pelo vegetal, quanto maior for a evaporação, maior e mais rápida será a secagem do material, consequentemente, maior o perigo de fogo (TORRES *et al.*, 2011).

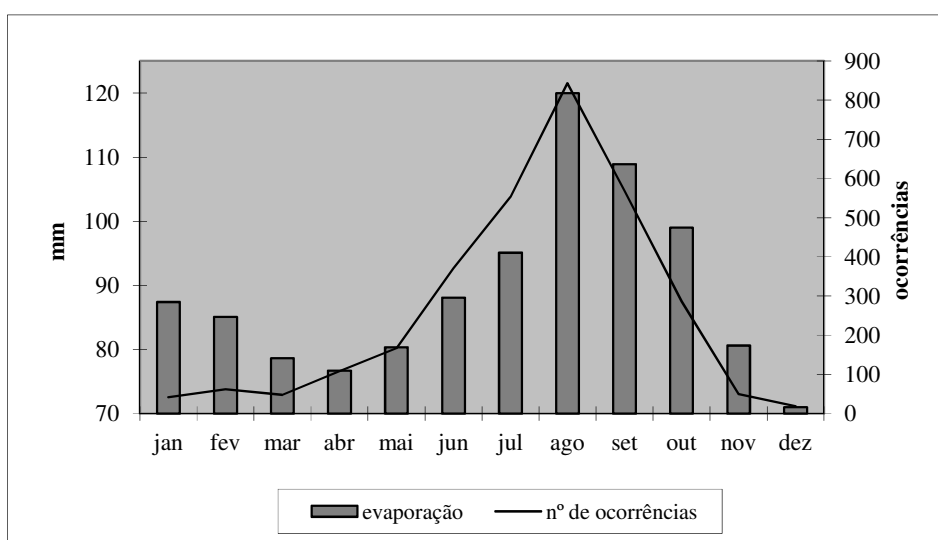


Figura 4.4 – Relação entre o número de ocorrências e a evaporação
Figure 4.4 – Relationship between the number of occurrences and the evaporation

Ao se analisar a condição de déficit hídrico (Figura 4.5), subtraindo os valores de evaporação dos valores de precipitação (P-EVAP), observa-se que quando o valor da evaporação é maior que o da precipitação ($P-EVAP < 0$), há um aumento significativo das ocorrências de incêndios. Nestas condições o material combustível perde mais umidade do que ganha, favorecendo a ignição e propagação do fogo.

Nota-se que, com a exceção do mês de Outubro, em todos os meses em que o valor de P-EVAP foi positivo, foram observados menos de 63 incêndios ao mês, com média de 44,2 ocorrências/mês. Por outro lado, nos meses em que P-EVAP foi negativo, o número mínimo de ocorrências ao mês foi de 108 com média de 435,17 ocorrências/mês.

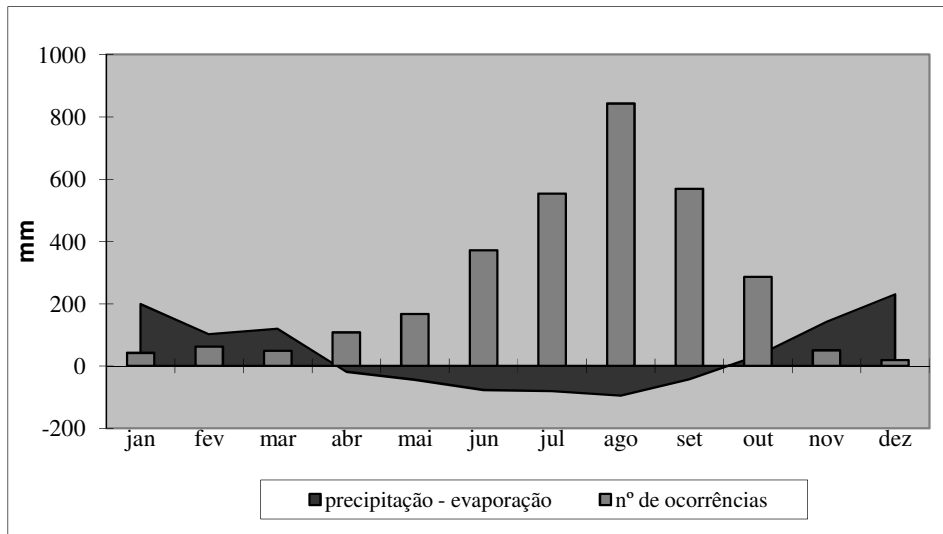


Figura 4.5 – Relação entre o número de ocorrências e P-EVAP
 Figure 4.5 – Relationship between the number of occurrences and P-EVAP

A fuga desta regra pelo mês de Outubro pode ser explicada pela Figura 4.6, onde apesar do valor mensal positivo de P-EVAP, o mesmo se dá a partir da 2ª quinzena, concentrando as ocorrências de incêndios florestais, sobretudo, nos 15 primeiros dias do mês. Além deste fator, as primeiras chuvas tendem a ter um efeito inferior ao efeito da mesma quando acumulada por um período maior de tempo (TORRES *et al.*, 2009).

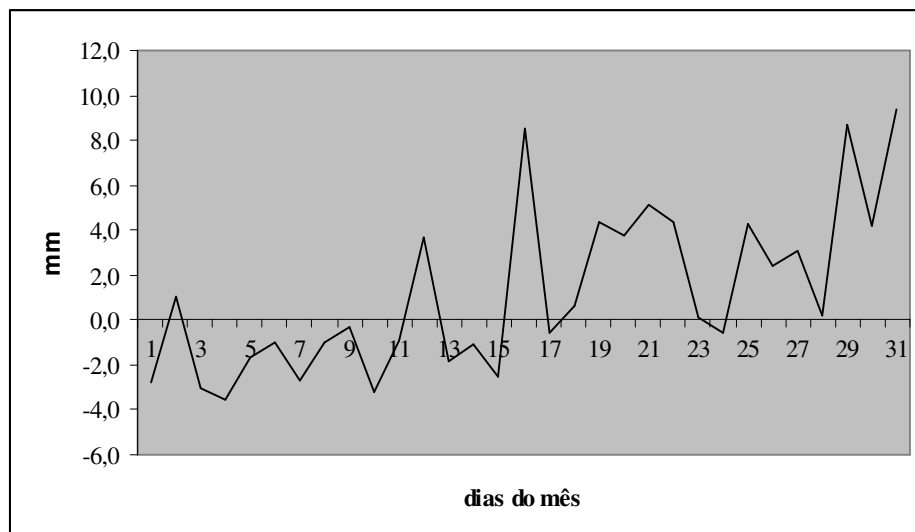


Figura 4.6 – P-EVAP médios diários do mês de Outubro
 Figure 4.6 – P-EVAP medium diaries of the October month

O mês de outubro é o período em que ocorre, na maioria das regiões com regime similar ao da área de estudo, a inversão da situação crítica para a situação menos favorável ao fogo. Embora haja ocorrência de precipitações significativas em outubro ainda há déficit hídrico que permite a ocorrência de fogo.

A influência do vento sobre a ocorrência de fogo foi feita com base na direção e na velocidade. Quanto à direção do vento, a análise foi feita a partir da relação com a exposição da vertente onde ocorreu o fogo (Figura 4.7). As vertentes que recebem os ventos diários preferenciais diretamente estão mais sujeitas a incêndios.. Quando a direção preferencial do vento é Norte (N), as vertentes voltadas para o N apresentam maior número de ocorrências. Quando a direção do vento é Sul (S), as vertentes voltadas para o S têm maior número de ocorrências, quando é Oeste (W) as vertentes com essa exposição têm mais ocorrências e quando é Leste (E) as vertentes voltadas para o N e para o E têm mais riscos de ocorrências de incêndios.

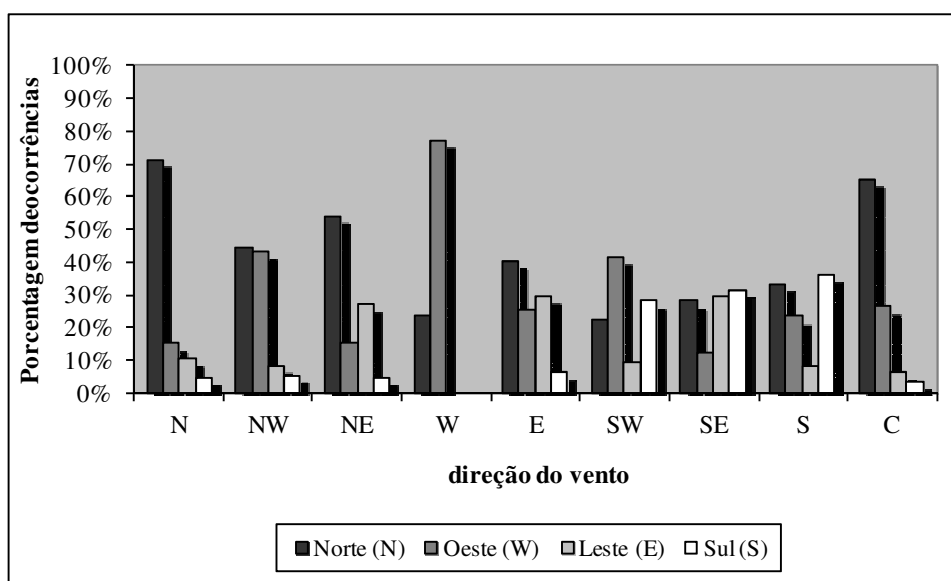


Figura 4.7 – Vertente da ocorrência de acordo com a direção do vento
 Figure 4.7 – Slope of the occurrence in agreement with the direction of the wind

A análise da influência da velocidade do vento sobre as ocorrências (Figura 4.8) foi feita levando-se em consideração os meses de maior índice de incêndios (Abril à Outubro). No verão a instabilidade atmosférica, caracterizada por maiores velocidades dos ventos, influenciaria nesta relação além do que as ocorrências de incêndios são bem menores devido a alta precipitação.

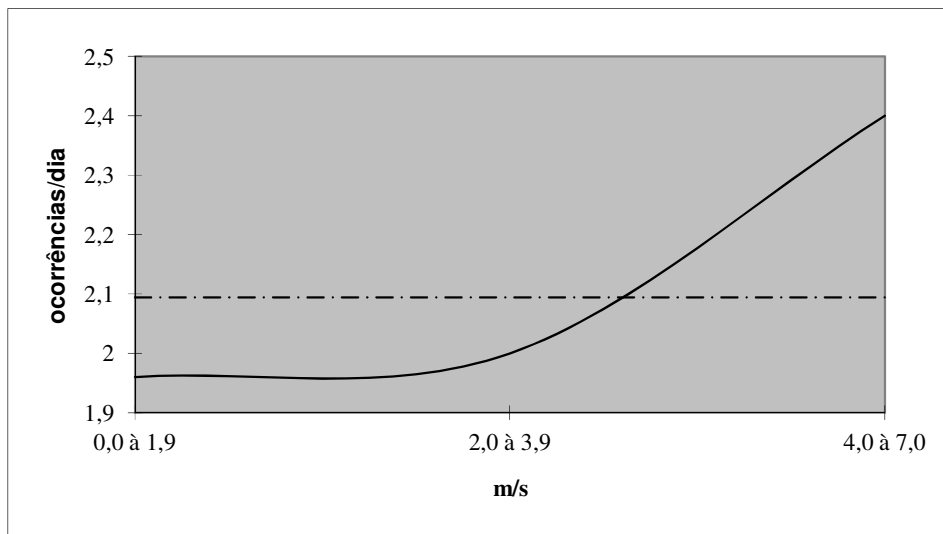


Figura 4.8 – Relação entre ocorrências/dia e velocidade do vento (Abril a Outubro)

Figure 4.8 – Relationship among occurrences/day and wind speed (April to October)

De acordo com os resultados, no período de Abril à Outubro, a média de ocorrências é de 2,09 incêndios por dia. Nos dias em que a velocidade do vento está menor que 1,9 m/s, esta média cai para 1,96 incêndios; quando está entre 2,0 e 3,9 m/s a média é de 1,99 ocorrências por dia e quando a velocidade está na faixa entre 4 e 7 m/s a média de incêndios por dia sobe para 2,4. Durante o período não foram registradas velocidades do vento superiores à 7,0 m/s. Embora na prática sabe-se que o vento é um fator complicador durante a fase de combate, pode-se observar por meio desses resultados que mesmo sutilmente ele influencia as ocorrências, por potencializar qualquer tipo de foco inicial e por contribuir com o ressecamento do material combustível.

4.4. Conclusões

Os elementos climáticos desempenharam um papel fundamental sobre os incêndios florestais, sobretudo no que se refere à sazonalidade. Os dados apresentados explicam o porquê das ocorrências de incêndios acontecerem em sua maioria no período do inverno e começo da primavera. Esta época do ano é caracterizada por maior índice de insolação e de evaporação e menores índices de umidade relativa do ar e precipitação. Todos estes fatores contribuem para a

secagem do material combustível, favorecendo a ignição e propagação do fogo. O vento também demonstrou ser um fator que influencia as ocorrências, porque aumenta a evaporação e conseqüente secagem do material, facilita a propagação do fogo, direcionando as chamas e espalhando faíscas e aumenta o suprimento de oxigênio durante a combustão.

O conhecimento das interações entre os fatores meteorológicos e a incidência de incêndios mostrou-se uma importante ferramenta no conhecimento do evento, visando, se não a eliminação, a amenização de seus efeitos deletérios para o ambiente.

4.5. Referências Bibliográficas

MAGALHAES, S. R. de; LIMA, G. S. e RIBEIRO, G. A. (2012) Avaliação dos incêndios florestais ocorridos no Parque Nacional da Serra da Canastra - Minas Gerais. **CERNE**, Lavras, v. 18, n. 1, p. 135-141.

NUNES, J. R. S. (2005) **FMA+ - Um novo índice de perigo de incêndios florestais para o Estado do Paraná – Brasil**. Curitiba: UFPR, 2005. 150p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

NUNES, J. R. S. *et al.* (2008) Relação entre a qualidade da paisagem e o risco de incêndios florestais. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 1, p.145-154.

NUNES J. R. S.; SOARES, R. V. E., e BATISTA, A. C. (2006) FMA+ - Um novo índice de perigo de incêndios florestais para o Estado do Paraná, Brasil. Curitiba: **Floresta**, Curitiba, v.36, n.1, p.75-91.

SILVA, V. F. da *et al.* (2005) Impacto do fogo no componente arbóreo de uma floresta estacional semidecídua no município de Ibituruna, MG, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, São Paulo, v. 19, n. 4, p.701-716.

TORRES, F. T. P. *et al.* (2009) Relações entre incêndios em vegetação e elementos meteorológicos na cidade de Juiz de Fora, MG. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 24, p.379-389.

TORRES, F. T. P. *et al.* (2010) Determinação do período mais propício às ocorrências de incêndios em vegetação na área urbana de Juiz de Fora, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.2, p.297-303.

TORRES, F. T. P. *et al.* (2011) Correlações entre os elementos meteorológicos e as ocorrências de incêndios florestais na área urbana de Juiz de Fora, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.1, p.143-150.

Conclusões Gerais

Apesar da maioria dos estudos, sobre as ocorrências de incêndios, focar em unidades de conservação ou empreendimentos florestais, é de suma importância a análise dos eventos nos centros urbanos por conta do contingente populacional nas áreas de risco. Esta maior vulnerabilidade às ocorrências justifica o levantamento dos elementos que mais favorecem os episódios de incêndios.

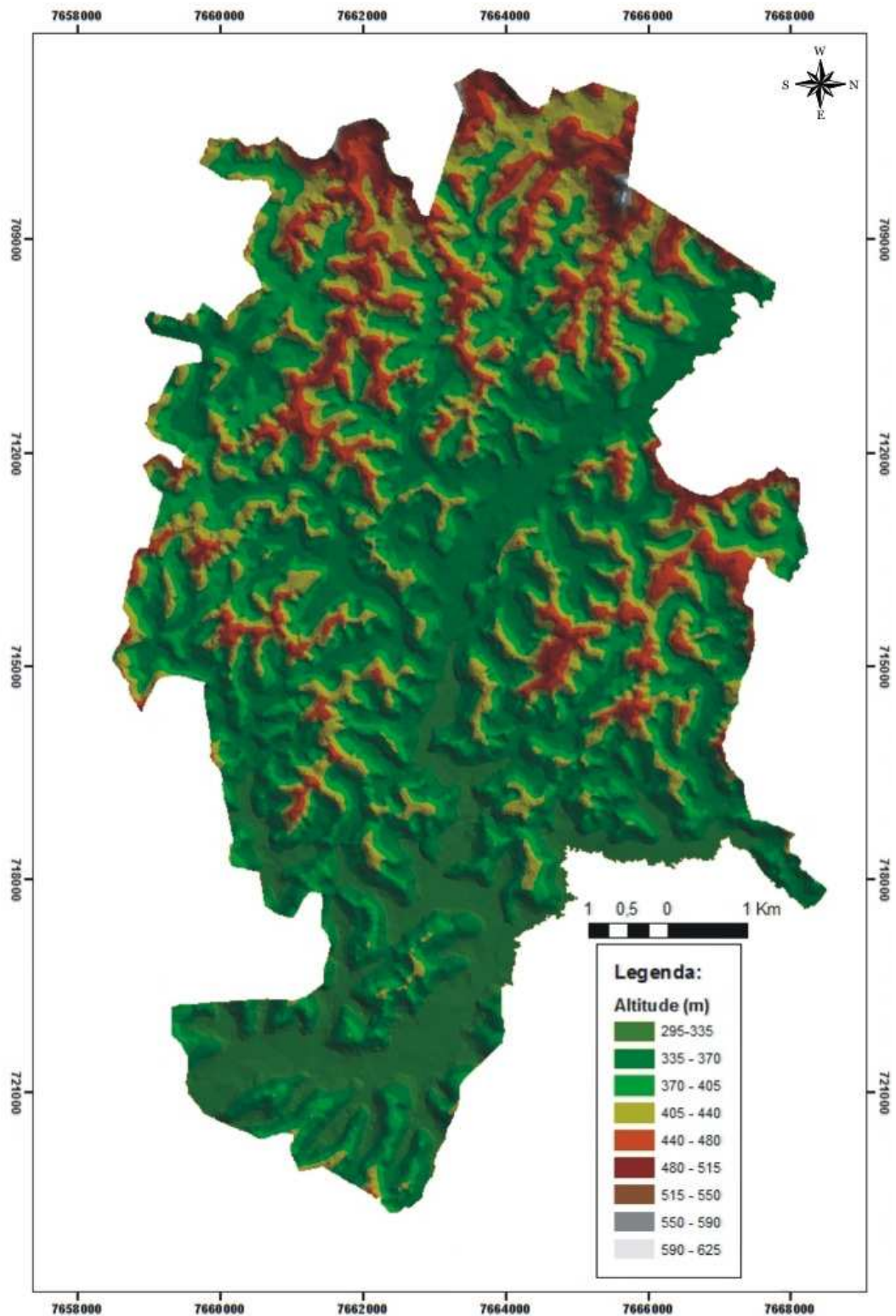
Nos artigos apresentados, foi possível identificar, quantificar e classificar os fatores do ambiente que imprimem maior risco de incêndio em vegetação nas áreas de estudo. A identificação e análise destes fatores possibilitam um melhor manejo das ações de prevenção e combate, sendo importante para a diminuição dos danos causados pelos eventos.

A determinação temporal e espacial dos incêndios em vegetação, favorece o estabelecimento de políticas de prevenção mais eficientes, diminuindo gastos de recursos e aumentando as condições de segurança em seu combate.

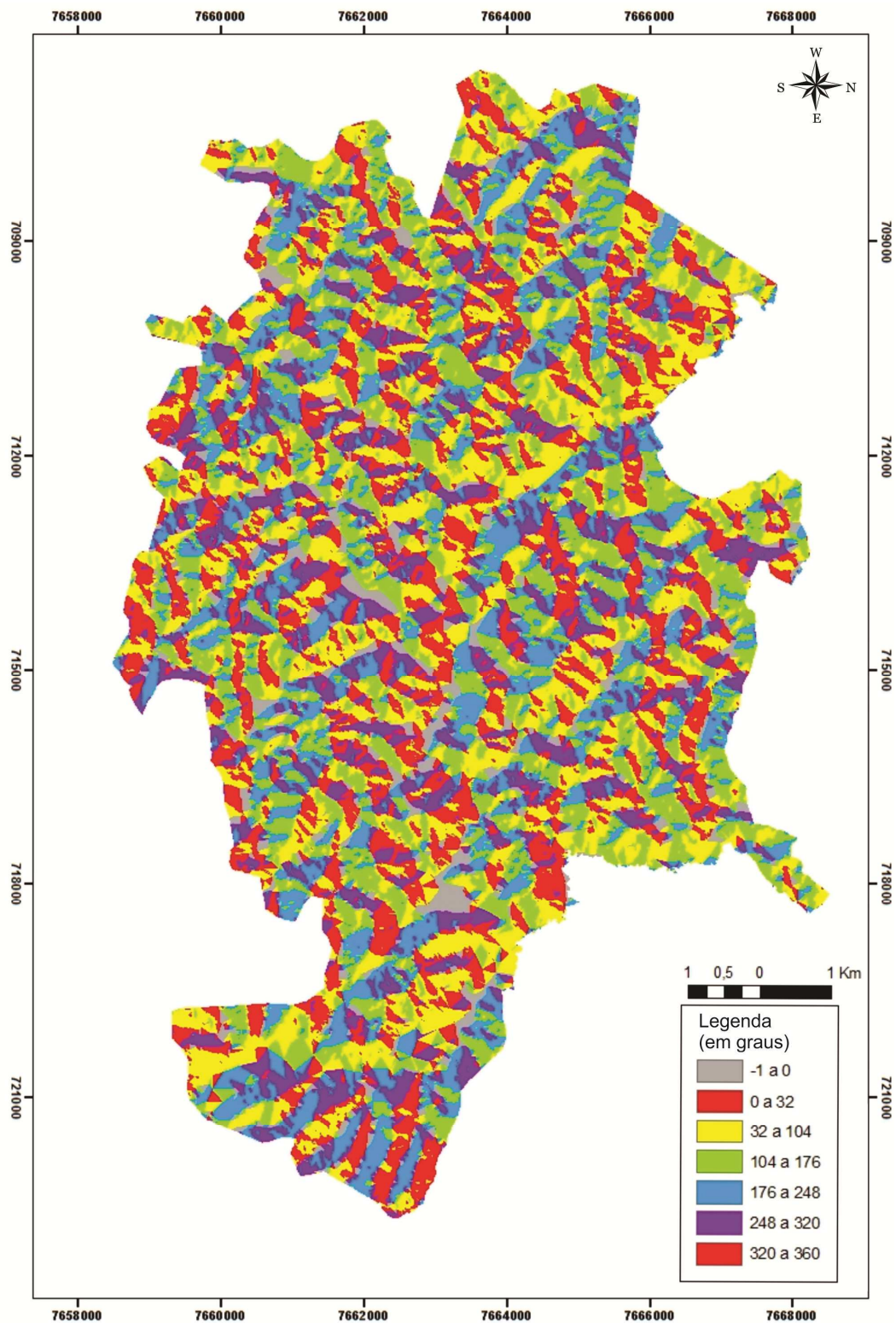
Apesar da influência do meio, sobretudo a topografia, elementos do clima e material combustível, foi constatado que sem a ignição não adianta o estabelecimento do cenário propício aos eventos, o contrário também foi observado, panoramas não tão favoráveis apresentaram ocorrências devido a ação antrópica. O fator que mais influencia no início do incêndio é a presença humana na malha viária e infraestrutura urbana, fato comprovado pelo maior número de ocorrências em locais de maior fluxo de pessoas.

A proteção contra os efeitos do fogo começa com a prevenção. A melhor maneira de combater um incêndio é evitar que ele ocorra. Considerando que a grande maioria dos incêndios em vegetação é provocada por ação antrópica, eles são, em sua maior parte, teoricamente evitáveis.

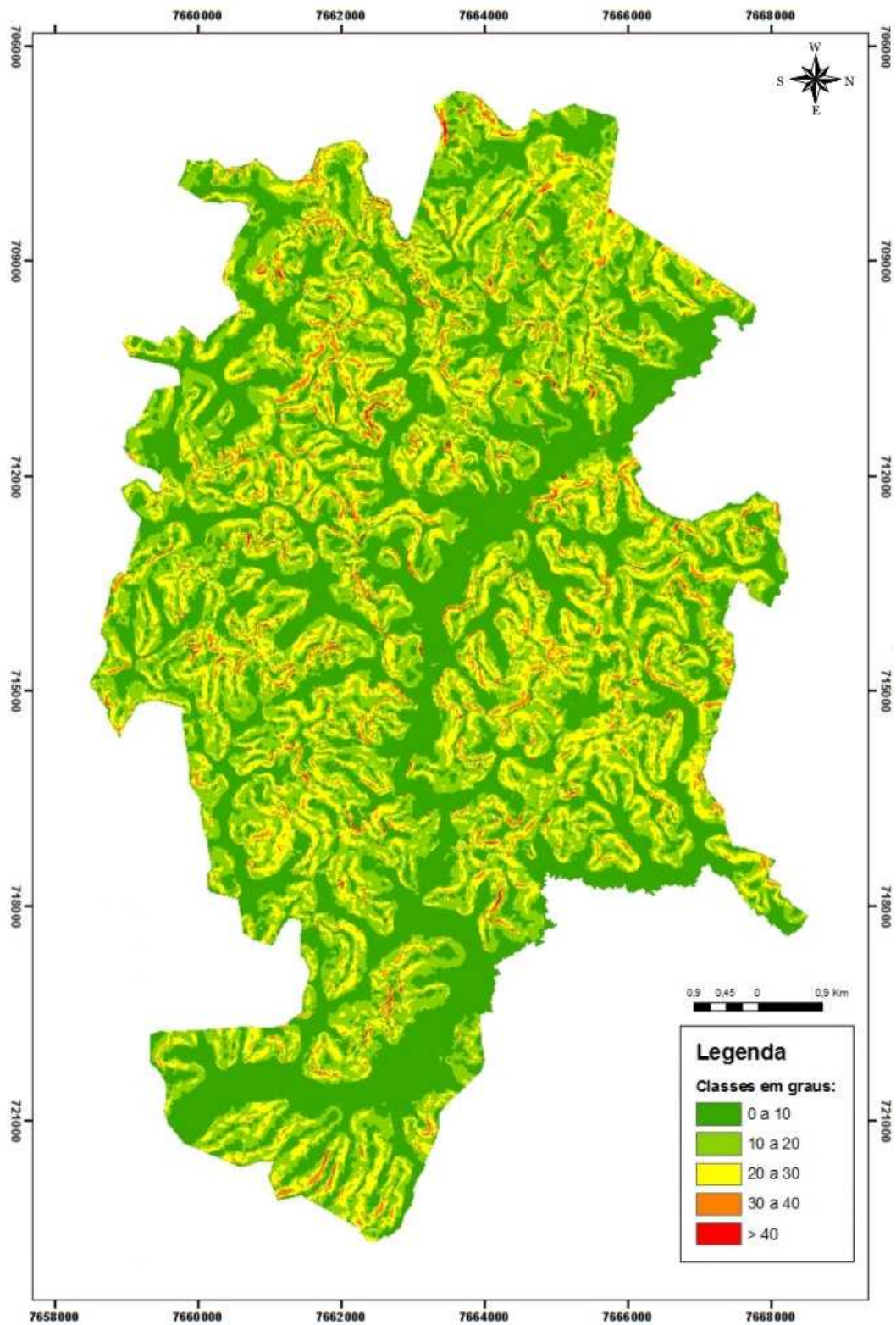
ANEXOS



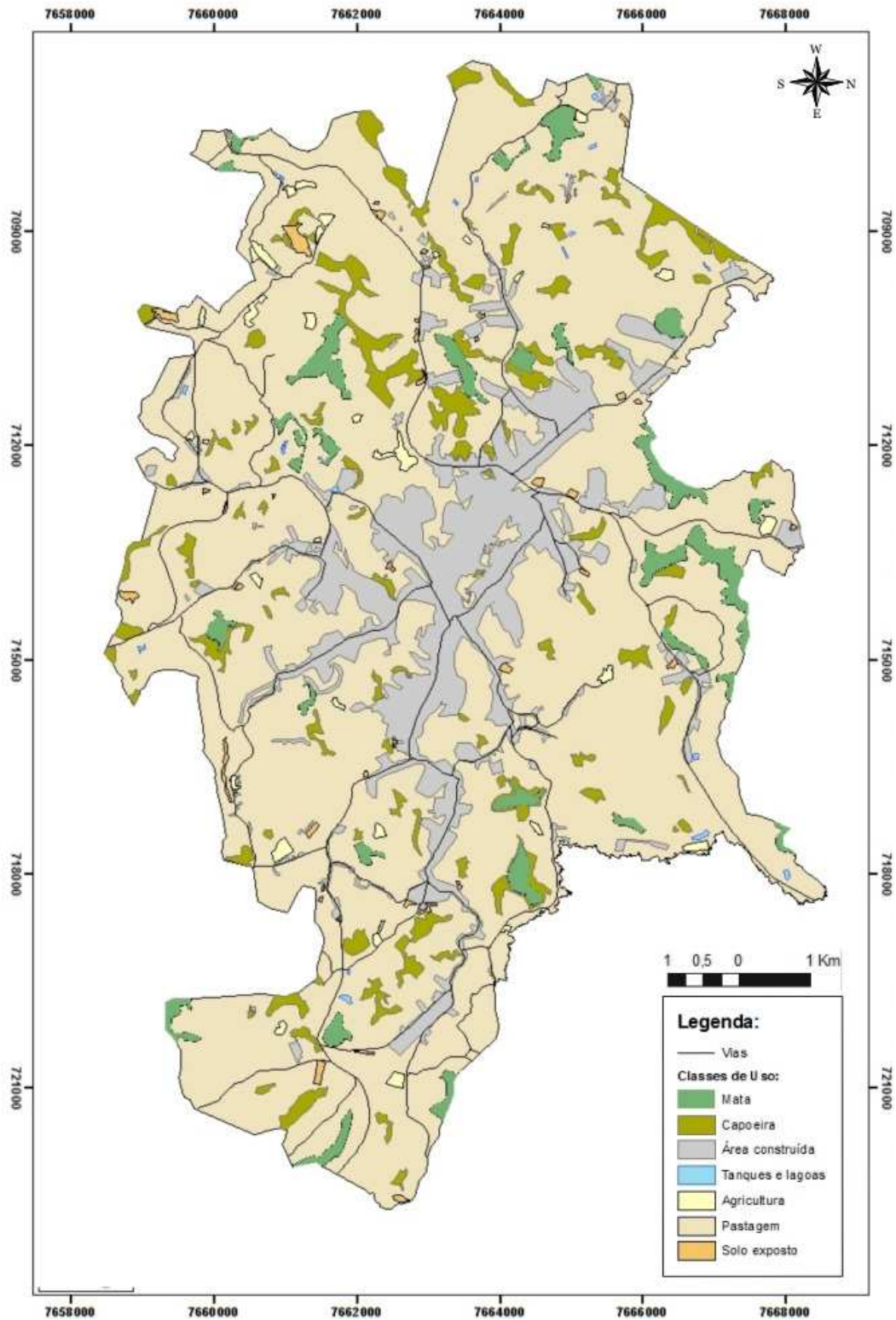
Anexo 1 - Cartograma de modelo digital de elevação do perímetro urbano de Ubá (MG)



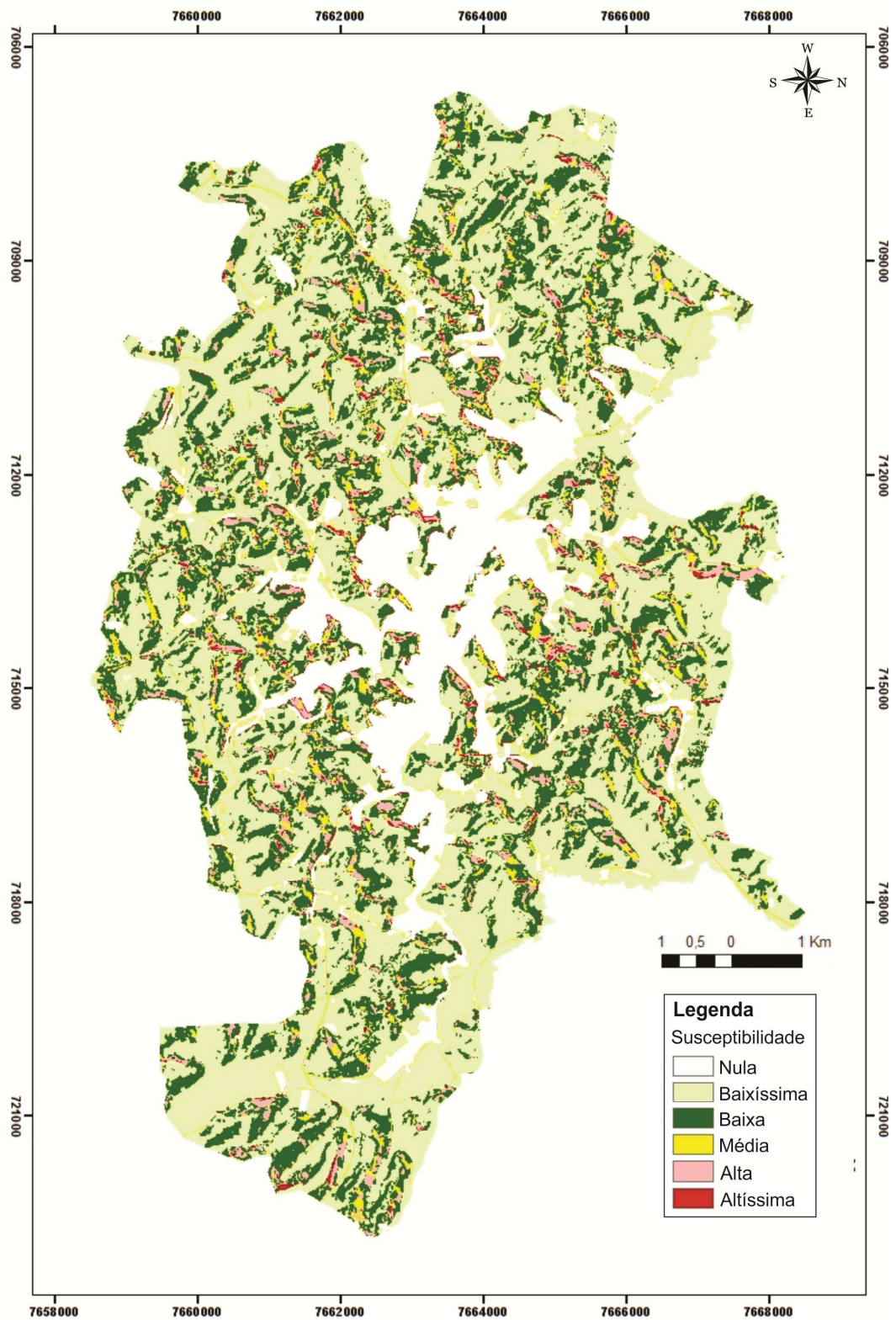
Anexo 2 - Cartograma de exposição das vertentes em relação ao Sol do perímetro urbano de Ubá (MG)



Anexo 3 - Cartograma de declividade do terreno do perímetro urbano de Ubá (MG)



Anexo 4 - Cartograma de uso do solo do perímetro urbano de Ubá (MG)



Anexo 5 - Cartograma de susceptibilidade à incêndios em vegetação no perímetro urbano de Ubá (MG)