

Uso de fotografias aéreas não convencionais e SIG na elaboração de mapas de risco de incêndios florestais

Cecília Félix Andrade¹;
Guido Assunção Ribeiro²;
José Marinaldo Gleriani²;
Maria Cristina Martins²;

¹Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG/IGC
Av. Antônio Carlos, 6.627 Pampulha – 31270-901 – Pampulha – Belo Horizonte – MG
cissandrade@yahoo.com.br

Universidade Federal de Viçosa – UFV/DEF
Av. P.H. Rolfs s/n, campus UFV – 36570-000 – Viçosa - MG
gribeiro@ufv.br; gleriani@ufv.br; maria.cristina@ufv.br

Abstract. This study aims to identify areas susceptible to forest fires in the Station for Research, Training and Environmental Education Mata do Paraíso and its surroundings. The station is located north of the Zona da Mata Mineira, which is inserted in the domain of the Atlantic Forest, MG, Brazil. The work was based on the use of Geographic Information System (GIS) and aerial photos unconventional. The total area studied was 895.86 ha. Of this total, 584.07 ha is occupied by agriculture and pasture. This last class, were 548.40 ha of pasture, composing 61.21% of the total area. This category is represented by a fuel material of small size and therefore high power ignition, highlighting the vulnerability of the area to fire. Among the 6.32 kilometers of fuel break, had 4.72 kilometers of forest regeneration from the outside and 1.60 km of pasture, alternating between one and another type of land use along its length. Approximately 20% of the fuel break that borders the pasture has slopes greater than 30 degrees; 61% slope between 16 and 30 degrees and 19% between 0 and 15 degrees. The map generated was considered an important tool for planning of fire prevention in the study area, for use in environmental education work with the neighborhood residents and visitors to the station, and for the management of fire in the region. The map can also be used as a tool for decision making by identifying areas with different degrees of vulnerability to fire.

Palavras – chave: áreas susceptíveis forest fires, Mata do Paraíso, vulnerability map, slope áreas susceptíveis para incêndios florestais, Mata do Paraíso, mapa de vulnerabilidade, declividade.

Introdução

Os incêndios florestais têm sido nos últimos tempos, uma das maiores preocupações para os administradores de florestas plantadas ou de áreas protegidas. Os incêndios ocorrem quando alguns fatores associados à combustão e à propagação do fogo tornam-se favoráveis à ignição e ao espalhamento das chamas (Gilciano et al., 2002).

Esses fatores, principalmente os climáticos e o tipo físico do material combustível, variam ao longo do tempo e do espaço, trazendo inquietações aos responsáveis pelos serviços de proteção das empresas que trabalham diretamente com plantios comerciais, unidades de conservação, áreas de preservação permanente etc. (Gilciano et al., 2002).

Há muitos estudos e técnicas para prevenção e combate aos incêndios, porém poucos trabalhos têm sido desenvolvidos com relação ao planejamento estratégico no sentido de aumentar a eficácia das ações de proteção dos recursos naturais. Neste contexto, a determinação das áreas vulneráveis à ocorrência de fogo é indispensável para auxiliar o desenvolvimento dos trabalhos nas diferentes fases da proteção contra os incêndios.

As técnicas de geoprocessamento, dentre elas os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), permitem obter informações rápidas e precisas, contribuindo para a análise da área em estudo no menor tempo possível exigido para a proteção contra os incêndios. Além disso, contribuem com a organização das ações de prevenção, reduzindo o tempo para o primeiro

ataque e garantindo a segurança das operações. O SIG permite a geração e manipulação de um banco de dados digitais para a geração de produtos cartográficos. No caso dos incêndios florestais, o SIG pode associar as variáveis que integram os fatores determinantes do comportamento do fogo como a vegetação, o relevo e o clima e, conseqüentemente, a sua propagação, fornecendo subsídios para auxiliar nas tomadas de decisão com maior rapidez.

No presente trabalhos, as técnicas de geoprocessamento, a exemplo do Sistema de Informação Geográfica, foram utilizados nas etapas de coleta, tratamento e análise de dados espaciais para a classificação da área de estudo quanto à vulnerabilidade à ocorrência de incêndios.

O SIG é uma ferramenta que integra várias técnicas de geoprocessamento, com vistas a gerar produtos cartográficos como tabelas, mapas, gráficos que representam, de forma fidedigna, os fatos e fenômenos do mundo real. Segundo Vetorazzi e Ferraz (1998), os SIGs podem ser utilizados para a geração de mapas estratégicos de combate ao fogo, como a localização de estradas, de corpos d'água, de núcleos urbanos e na obtenção de mapas de riscos de incêndios, ou seja, mapas que mostram regiões com maior ou menor probabilidade de ocorrência de incêndios.

Vetorazzi e Ferraz (1998) afirmam, ainda, que os Sistemas de Informações Geográficas podem ser utilizados eficientemente no mapeamento de riscos de incêndios. A capacidade de análise de dados espacialmente referenciados e a apresentação dos resultados em diferentes formas gráficas torna esta ferramenta adequada para o atendimento dos objetivos da proteção florestal, especialmente os incêndios florestais.

Os mapas de risco ou de vulnerabilidade a incêndios florestais são usualmente baseados no tipo de material combustível o qual está associado a diferentes graus de inflamabilidade, dependendo de suas características como tamanho das partículas, arranjo, continuidade, umidade e local de ocorrência. As variáveis climáticas, por outro lado, apesar de influenciar diretamente o grau de vulnerabilidade de uma área ao fogo, são de difícil uso nos mapeamentos de risco uma vez que o clima varia acentuadamente no espaço e no tempo. Ao longo de um dia, por exemplo, a umidade relativa, que afeta diretamente a ignição, pode reduzir-se a menos de um terço de seu valor máximo observado. Entretanto, modelos mais sofisticados podem ser construídos para indicar a vulnerabilidade ao fogo, desde que exista dispositivo para captar tais informações com suas variações ao longo do dia, como estações meteorológicas automáticas.

Esse trabalho teve como objetivo principal identificar as áreas vulneráveis aos incêndios florestais no entorno da Estação de Pesquisa, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso, Viçosa, MG, a partir de fotografias aéreas não-convencionais e de mapas digitais do relevo e da vegetação, empregando o Sistema de Informação Geográfica para o estabelecimento das classes de vulnerabilidade ao fogo.

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Área de estudo

A Estação de Pesquisa, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso, fragmento inserido no domínio da Mata Atlântica, está localizada no município Viçosa, MG, Brasil. A área está situada entre as latitudes de 20° 41' 20'' S a 20° 49' 35'' S e as longitudes de 42° 49' 36'' WGr a 42° 54' 27'' WGr. A sua altitude média é de 650 metros e possui uma área de 193,00 hectares (Dias & Cardoso, 1995).

Quando a estação passou para a responsabilidade da Universidade Federal de Viçosa – UFV, cessou a retirada de madeira e diminuíram as caçadas, mas as invasões de gado na área de capim-gordura, embora diminuíssem, continuaram até cerca de sete anos atrás, quando

também foi feito um aceiro com trator, delimitando-se o perímetro da área pertencente a UFV. Ainda assim, um incêndio atingiu pequena parte da área em 1999 (Ribon, 2005).

O clima na região é do tipo Cwb (Köppen), mesotérmico com verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos. A temperatura média anual é de 21,8° C e a precipitação pluviométrica média anual de 1314,20 mm (Castro et al., 1983). A vegetação da estação é composta por trechos de Floresta Estacional Semidecidual (Veloso et al., 1991) compondo um mosaico de diferentes estágios sucessionais e pequenas áreas de brejo (Silva Júnior et al., 2004). Os fragmentos adjacentes à estação totalizam 400,00 ha intercalados por pastagem natural composta principalmente por *Melinis minutiflora*, pastagem manejada de *Braquiaria decumbens* e pequenas áreas de culturas anuais e perenes.

2.2. Banco de dados

Para o diagnóstico das áreas suscetíveis a incêndios florestais, no entorno da Estação de Pesquisa, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso, foram elaborados produtos temáticos–cartográficos em escala de 1:5.000 compatível com o planejamento desejado. Estes produtos foram elaborados com a utilização de aerofotos não convencionais a cores.

As aerofotos foram obtidas pelo Núcleo de Estudos de Planejamento e Uso da Terra (NEPUT), da Universidade Federal de Viçosa, em 2003, com o uso de uma aeronave CESSNA 182- Skylane, adaptada com duas câmeras *Hasselblad* – modelo 553 ELX, munidas de objetivas Zeiss Distagon de 50 mm.

A elaboração do plano de vôo foi realizado com o auxílio do programa GPS *TrakMaker Professional*, recobrimo o perímetro da área estudada. Os pontos de controle dentro e nas imediações da área de estudo foram coletados com a utilização de um GPS geodésico. Essa malha de pontos de controle foi devidamente processada de acordo com as normas topográficas e com o rigor de correções diferenciais da ciência geodésica.

Após o processo de correção da base vetorial, esses pontos foram introduzidos no *software* MicroStation Descartes e cada imagem rasterizada foi importada para o mesmo *software* onde foram georreferenciadas.

As faixas de vôo tiveram recobrimento longitudinal de 60 % e 40 % na lateral, com altura de vôo de 3000 metros acima do plano de referência de 200 metros. Cada aerofoto recobre uma área de cerca de 10,89 km².

As aerofotos foram ampliadas e copiadas em papel mate no tamanho de 22 x 22 cm, na escala de 1: 5000. Essas cópias foram rasterizadas (300 dpi) em scanner *Hewlett-Packard* 5300 C.

Após o georreferenciamento das imagens, o mosaico foi confeccionado utilizando-se o *software* *MicroStation Descartes*. Esta etapa consistiu em verificar a sobreposição das imagens contíguas, em eliminar as áreas onde não houve a devida sobreposição (ajuste), em verificar a consistência com a base vetorial e por fim, em realizar o *merge* ou junção das imagens.

A partir de fotografias aéreas e dos mosaicos, elaborou-se o mapa da área de estudo em 3 classes de declividade conforme mostrado na Tabela 1, para o posterior cruzamento com os diferentes usos do solo. Os quantitativos e os percentuais de cada classe de uso do solo foram determinados para cada classe de altitude. O mapa de vulnerabilidade da Mata do Paraíso, inserida na área de estudo, foi confeccionado a partir do cruzamento entre o mapa de declividade e o mapa de uso e cobertura do solo.

Tabela 1. Classes de declividade

Classes	Declividade (graus)
I	0 – 15
II	16 – 30
III	> 30

2.3. Variáveis associadas ao risco de incêndio

O incêndio florestal ocorre sob uma condição ambiental propícia para a combustão, principalmente de clima e de material combustível, a partir um agente de ignição. Entretanto, as variáveis climáticas variam em curto espaço de tempo, dificultando o mapeamento de pequenas áreas. Assim, o presente trabalho baseou-se no tipo de vegetação e na topografia, representada pela declividade, da área de estudo. Embora as formações vegetais e o uso da terra também se alteram ao longo do tempo, tais mudanças não são tão rápidas como o clima, permitindo a confecção de mapas os quais podem ser atualizados quando as mudanças ocorrerem.

Com os mosaicos confeccionados a partir de fotografias aéreas não convencionais e com o auxílio do *ArcGIS* versão 9.2 foram identificados, digitalizados e armazenados todos os tipos de uso da terra no entorno da Estação de Pesquisa, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso encontrados em uma área de amortecimento (*buffer*) de 400 m a partir dos limites da estação e o conjunto de fragmentos agregados a ela.

A partir do mapa de cobertura e uso do solo, foi feito o cruzamento do mapa de vegetação com o modelo de elevação do terreno, associando o tipo de material combustível com a declividade e classificando as áreas nos seguintes grupos de risco de incêndios:

Tabela. 2. Classes de vulnerabilidade aos incêndios florestais para confecção do mapa de risco de fogo, com base na declividade e uso e cobertura do solo.

Classe	Declividade (graus)	Uso do solo
I	0 – 30	Fragmento florestal + área agrícola
II	0 – 15	Pastagem
	> 30	Fragmento florestal + área agrícola
III	16 – 30	Pastagem
IV	> 30	Pastagem

3. Resultados e Discussões

A Figura 1 mostra a distribuição do uso do solo na área de estudo, destacando a Mata do Paraíso, por se enquadrar em uma única tipologia, os fragmentos adjacentes e o *buffer* de 400 m a partir desse conjunto de floresta. A delimitação da área de estudo, que inclui o *buffer*, foi feita automaticamente com o emprego do *ArcGIS*, versão 9.0.

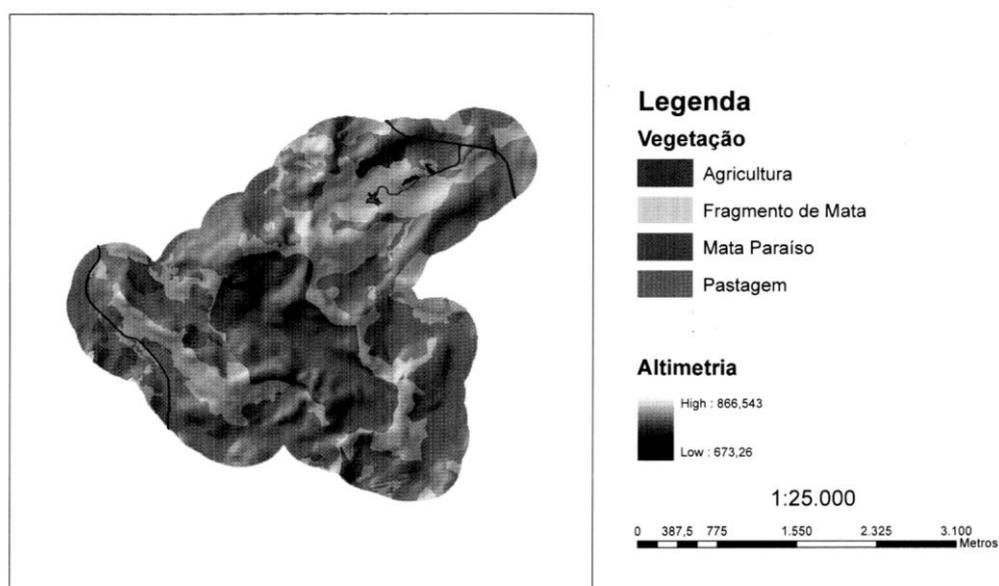


Figura 1. Localização da Mata do Paraíso, área de estudo com o uso da terra existente no entorno da mata..

A área compreendida pelo estudo totalizou 895,86 ha, distribuídos em três classes de uso do solo, conforme mostrado na Tabela 3. Dessa área total, 65,29 % são ocupados por agricultura e pastagem e 34,80 % por mata em avançado estado de regeneração. Apesar de ser uma região considerada privilegiada, em relação à existência de cobertura florestal nativa, observa-se uma predominância do uso do solo para atividades agrícolas e pecuárias. O percentual dessas duas últimas categorias seria ainda maior se a área da Mata do Paraíso, que é um maciço contínuo de cobertura florestal, com uso especial voltado para pesquisa e extensão, for excluída desse cálculo. Considerando apenas a região do entorno da estação, com os respectivos usos da terra, esse percentual chegaria a 83,10 %.

Tabela 3. Classes de uso do solo e respectiva área em hectares.

Classes de uso solo	Área (ha)	Percentual em relação ao total	Percentual excluindo a Mata do Paraíso ¹
Cobertura Florestal	311,79	34,80	19,69 ²
Agricultura	35,67	3,98	4,90
Pastagem	548,40	61,21	75,41
Total	895,86	100,00	100,00

¹ Percentual em relação à área total do entorno de 726,76 ha.

² Percentual da classe cobertura florestal, excluída a Mata do Paraíso, perfazendo um total de 143,19 ha.

A estação Mata do Paraíso é uma área coberta por vegetação arbórea, está sobre administração e vigilância constantes e, portanto, a probabilidade de ocorrência de incêndio, originado em seu interior, é muito pequena. O mesmo não pode ser afirmado com relação aos riscos de fogo originados na região de entorno, tendo em vista as ocorrências observadas no passado e o grande potencial de risco, uma vez que 78,02 % da área de entorno são de pastagens.

A queimada ou a queima controlada, utilizada para renovação de pastagem, é a principal causa de incêndios florestais no Brasil (Ribeiro e Bonfim, 2000). Por outro lado, áreas com pastagem tornam-se mais suscetíveis ao fogo em relação às outras classes de uso solo por causa da estrutura do material combustível. As pastagens são compostas basicamente por gramíneas e plantas herbáceas, caracterizando-se por um material combustível formado por

partículas de pequenas dimensões. Esse tipo de material perde ou absorve umidade muito rapidamente, tornando-se vulnerável ao fogo em curto espaço de tempo quando houver pouca entrada de água no sistema solo/troposfera.

O fogo nessa região é utilizado como ferramenta para limpeza do terreno, para fins agrícolas e para renovação da pastagem. Esta atividade é, muitas vezes, realizada de forma inadequada e por descuido ou negligência, termina por escapar ao controle, ocasionando os incêndios. Perda da qualidade da fauna, do solo, das pastagens em longo prazo, desvalorização do material lenhoso e poluição atmosférica são os principais efeitos causados por incêndios florestais, alterando o ecossistema, na maioria das vezes de forma negativa (Soares, 1985; Ribeiro e Couto, 1998).

O dano dos incêndios originado da ação antrópica é muito maior em relação aos danos causados por incêndio de origem natural, uma vez que em ambos os casos as condições climáticas é que irão determinar o comportamento do fogo. A grande diferença entre um e outro caso está no regime de queima. As causas naturais, dentre outros fatores, têm periodicidade muito maior em relação aos incêndios provocados pelo homem, que usa o fogo sob a justificativa de ser uma ferramenta prática e de baixo custo no processo de manejo da terra (IEF, 2005).

As características do material combustível influenciam diretamente a propagação do fogo. De acordo com Soares (1985), material combustível é qualquer material orgânico, vivo ou morto, no solo, sobre o solo ou acima dele capaz de entrar em ignição e queimar. Entre as características que contribuem para a propagação do fogo, o tamanho das partículas do material combustível tem importância fundamental. Nesse estudo, a pastagem representa o material mais perigoso por causa das dimensões das partículas comparado às demais classes de cobertura do solo.

Outro fator ambiental que influencia o comportamento do fogo é o relevo. O fogo se propaga mais rapidamente quanto maior for o grau de declividade do terreno. A inclinação aproxima as chamas do material combustível imediatamente à frente da linha de fogo, acelerando a ignição por desidratar e pré-aquecer o material combustível mais rapidamente (Ribeiro e Bonfim, 2000). O comportamento do fogo nessa situação associado aos movimentos convectivos do ar, em que o ar quente se eleva e o ar frio ocupa o espaço vazio formado, suprindo de oxigênio a zona de combustão, faz com que a linha de frente percorra com maior velocidade quanto mais inclinado for o terreno.

A Tabela 4 mostra a área de cada classe de uso do solo por intervalos de altitude do terreno, evidenciando que os fragmentos florestais e as pastagens estão distribuídos por todas as classes de altitude. A agricultura tem uma tendência de se localizar nas partes mais baixas do terreno.

Tabela 4. Área (ha) de cada classe de uso do solo e de cada classe de altitude.

Classes de uso solo	Classes de altitude (m)					Total
	680-716	717-752	753-788	789-824	824-860	
Cobertura Florestal	33,92	110,34	84,53	62,88	20,12	311,79
Agricultura	13,30	13,71	8,55	0,11	0,00	35,67
Pastagem	131,20	258,91	105,34	33,02	19,93	548,40
Total	178,42	382,96	198,42	96,01	40,05	895,86

Considerando a Mata do Paraíso como uma unidade destinada à conservação da biodiversidade, onde são realizadas inúmeras pesquisas e trabalhos de extensão voltados para a educação ambiental, pode-se dizer que a estação está bem protegida pelos diversos fragmentos existentes em seu entorno. Tais fragmentos acabam funcionando como um amortecimento de impactos, principalmente o fogo e a caça.

A configuração da Mata do Paraíso compreende uma bacia geográfica de 193,00 ha cujos limites se dão pelo divisor de águas da bacia. Todo o perímetro é delimitado fisicamente por um aceiro. Para melhor caracterizar a área quanto a vulnerabilidade ao fogo toda a extensão do seu perímetro foi medida, dividindo a extensão total de acordo com as diferentes classes de uso de solo.

Pode-se observar, também, que a maior parte do perímetro da Mata que tem pastagem do lado externo (1,2936 km dos 1,5960 km) ocorreu nas duas últimas classes, ou seja, acima de 15 graus de declividade. A associação entre a pastagem, que em princípio é um material combustível de alta inflamabilidade e a declividade acentuada, resulta em alta vulnerabilidade ao fogo.

Conforme já comentado anteriormente, as áreas com pastagens são as mais suscetíveis ao fogo e podem funcionar como um agente de dispersão dos incêndios, vindo de locais distantes. Entretanto, no presente estudo, apenas 25% da extensão do aceiro que faz divisa com a Mata do Paraíso possui pastagem do lado externo à mata (Tabela 5). Desta classe de uso de solo, a maior parte se encontra nas classes de declividade de 16-30 graus ao longo do aceiro, indicando que são áreas de alta vulnerabilidade a fogo. A classe “agricultura” não consta neste quadro, por não haver nenhuma porção dessa classe em contato com a Mata do Paraíso.

Tabela 5. Extensão (km) do aceiro que faz divisa com a Mata do Paraíso, nas respectivas classes de declividade.

Classes de uso solo	Classes de declividade (graus)			Total
	0 - 15	16 - 30	> 30	
Cobertura Florestal	0,69	1,71	2,32	4,72
Pastagem	0,30	0,97	0,32	1,60
Total	0,99	2,69	2,64	6,32

A Figura 2 mostra o mapa de vulnerabilidade a fogo. O mapa representa a combinação do tipo de uso do solo e a declividade, considerando três classes (Tabela 2).

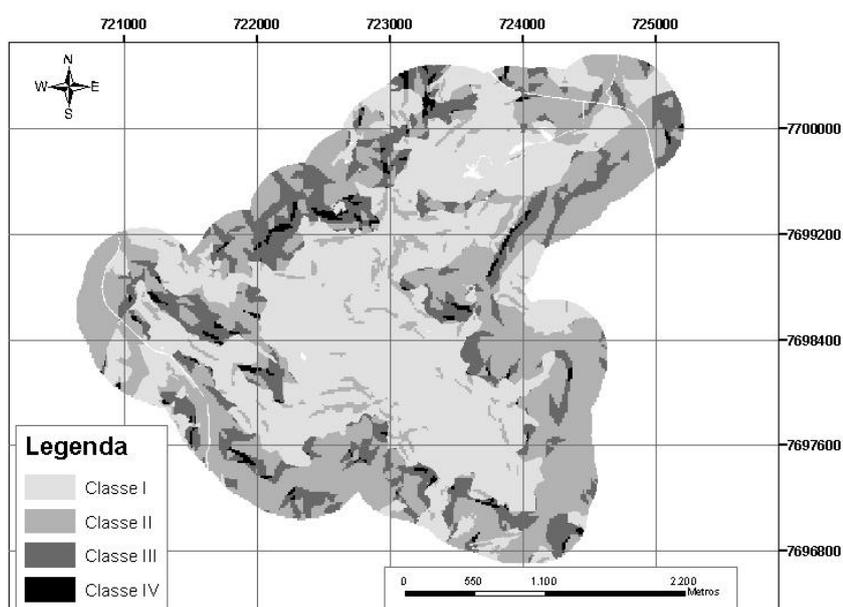


Figura 2. Mapa de áreas vulneráveis ao fogo no entorno da Mata do Paraíso.

Pode-se observar pela Figura 2 que a área da Mata do Paraíso está quase que totalmente dentro da Classe I de vulnerabilidade a fogo, constituindo-se em uma região de baixo risco. Isso se explica pelo fato de que praticamente toda área tem cobertura de solo composta por fragmento florestal e, pela classificação utilizada, esse tipo de cobertura está presente em no máximo na Classe II de vulnerabilidade.

Está evidente, também, que o quadrante noroeste do mapa, abrangendo o entorno da Mata do Paraíso, é a região mais vulnerável, por ter maiores áreas nas Classes III e IV e que os riscos de dispersão do fogo são maiores nessa região do que dentro da própria estação. Mesmo assim, a Mata do Paraíso não está isenta de perigo, pois uma frente de fogo vindo do lado externo e chegando em alta velocidade de propagação, pode entrar pela mata e causar os mais variados danos ao ambiente.

Na região de estudo quanto maior a altitude maior é a declividade, formando encostas íngremes cobertas por pastagens ou por fragmentos florestais em diferentes estados sucessionais e, conforme já discutido, quanto maior a declividade maior é o fator de propagação do fogo, chegando a ser 25% mais rápido em declividades superiores a 45° quando comparados a declividade de até 15° (Soares, 1985).

4 Conclusões

O resultado final obtido, representado pelo mapa de vulnerabilidade e pelas medições da área e da extensão do aceiro entre a Mata do Paraíso e a região limítrofe, pode-se concluir que no entorno da Mata do Paraíso existe um alto grau de vulnerabilidade a incêndio florestal. Os fatores topográfico, representado pela declividade, e material combustível, compreendido pelo tipo de vegetação (cobertura e uso do solo), contribuem para propagação do fogo e se encontram fortemente associados a este ambiente. A região mais vulnerável é o quadrante noroeste, onde existe maior concentração da classe IV, que representa área com pastagem e declividade superior a 30 graus.

Agradecimentos

A FAPEMIG pelo financiamento

Referências Bibliográficas

- CASTRO, P. S.; VALENTE, O. F.; COELHO, D. T.; RAMALHO, R.S. Interceptação da chuva por mata natural secundária na região de Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 7, p. 76-89, 1983.
- DIAS, H.C.T. & CARDOSO, C.A. **Precipitação interna de um fragmento de Mata Atlântica no município de Viçosa MG**: coeficiente de variação e intensidade de atmosfera. Disponível em: <http://www.cemac-ufla.com.br/trabalhospdf/trabalhos%20voluntarios/protoc%2049.pdf>. Acesso em: 07/nov/2005.
- GILCIANO, S.N.; RIBEIRO, G.A.; RIBEIRO, C.A.A.S. e SILVA, E.P. Escolha de locais para instalação de torres de detecção de incêndio com o auxílio do SIG. **Revista Árvore**. Viçosa/MG, v.26, n. 3, p.363-369. 2002.
- IEF – Instituto Estadual Florestal. Queimada não tem volta. Minas Gerais, 2005.
- RIBEIRO, G. A.; BONFIM, V. R. Incêndios florestais x queima controlada. **Revista Ação Ambiental**. Viçosa/MG: Folha de Viçosa Ltda., n. 12, p. 8-10, jun./jul., 2000.
- RIBEIRO, G.A. & COUTO, L. (ED.). **Seminário sul-americano sobre o controle de incêndios florestais**. Viçosa, MG: SIF/UFV, 1998. 345 p.
- RIBON, R. Demarcação de uma grade de trilhas no centro de pesquisas da Mata do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**. Viçosa-MG, v.29, n.1, p. 151-158. 2005.
- SILVA JÚNIOR, W.M.; MARTINS, S.V.; SILVA, A.F.; JÚNIOR, P.M. Regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas em dois trechos de uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG. **SCIENTIA FLORESTAIS**. n. 66, p- 169-179, dez. 2004.
- SOARES, R.V. Incêndios florestais: controle e uso do fogo. Curitiba-PR: **Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná**, 213p. 1985.
- VELOSO, H.P., RANGEL-FILHO, A.L. & LIMA, J.C.A. 1991. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. **Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, Rio de Janeiro.
- VETORAZZI, C.A. & FERRAZ, S.F.B. Uso de sistemas de informações geográficas aplicadas à prevenção e combate a incêndios em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, São Paulo: ESALQ/USP. V. 12, n. 32, p-11-115, dez. 1998.