

## Mapeamento de índice de risco de incêndio para a Região da Grande Vitória/ES, utilizando imagens do satélite LANDSAT para o ano de 2002

Maria Aparecida Batista Dalcumune<sup>1,2</sup>  
Alexandre Rosa dos Santos<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Espírito Santo – UFES  
29060-970 - Vitória - ES, Brasil

<sup>2</sup>cidabd@ig.com.br

<sup>3</sup>alexsantos@npd.ufes.br

**Abstract.** This work seeks to show the potentiality of use of the Geographical Information Systems (GIS) and Remote Sensing Remote (RS), in the planning of actions for prevention and combat to fires in forest fragments, through the generation of the map of fire risk for Region of Great Vitória (RGV), composed by the municipal districts of Cariacica, Serra, Viana, Vila Velha and Vitória, that are located approximately among the parallel ones (20° 07' 44" e 20° 20' 17" S Gr) and meridians (40°18'26" e 40°17'42" W Gr), in the scale of 1:50.000. As final products, use maps and occupation of the soil were generated, vegetation, steepness, exhibition, distance of urban areas, altitude and, above all, index of fire risk for RGV, proving the efficiency of GIS and RS to manipulate environmental data.

**Keywords:** geographical information systems, remote sensing, fires.

**Resumo.** Este trabalho visa mostrar a potencialidade de uso dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e Sensoriamento Remoto (SR), no planejamento de ações para prevenção e combate a incêndios em fragmentos florestais, por meio da geração do mapa de risco de incêndio para Região da Grande Vitória (RGV), composta pelos municípios de Cariacica, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória, que estão localizadas aproximadamente entre os paralelos (20° 07' 44" e 20° 20' 17" S Gr) e meridianos (40°18'26" e 40°17'42" W Gr), na escala de 1:50.000. Como produtos finais, foram gerados mapas de uso e ocupação do solo, vegetação, declividade, exposição, distância de áreas urbanas, altitude e, sobretudo, índice de risco de incêndio para a RGV, comprovando a eficiência dos SIGs e SR para manipular dados ambientais.

**Palavras-chave:** sistemas de informações geográficas, sensoriamento remoto, incêndios.

## **1. Introdução**

Na atualidade, com a intensificação das pressões antrópicas sobre o meio ambiente, observa-se um processo de substituição das paisagens naturais por outros usos do solo e a conversão das áreas com cobertura florestal em fragmentos florestais, causando problemas ao meio ambiente e, em muitos casos, afetando a disponibilidade de recursos naturais importantes à população de uma região. Neste contexto, os incêndios têm sido um dos principais agentes de degradação de fragmentos florestais, tanto pela destruição direta das áreas afetadas, como também pelo efeito de pequenos focos que ocorrem nas bordas do fragmento, alterando significativamente a sua dinâmica.

Quando um pequeno foco não é controlado imediatamente, o incêndio é estabelecido e seu combate é dificultado por vários fatores, como tamanho do fragmento; falta de recursos próprios de combate; demora em detecção; falta de acessos adequados, dentre outros. Apesar dos avanços tecnológicos dos recursos voltados para o combate aos incêndios a maior eficiência destes depende de um planejamento estratégico para utilizá-los. Neste contexto a determinação do risco de incêndios a partir dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e Sensoriamento Remoto tem sido um instrumento viável para auxiliar o planejamento da prevenção e combate.

Com as informações oferecidas pelos mapas de risco de incêndios gerados a partir do SIG, varias medidas podem ser tomadas, como maior vigilância nas áreas de riscos, restrição do acesso a estes locais, construções de aceiros preventivos e reorganização das praticas de manejo (corte, desbaste e limpeza). Também podem ser tomadas medidas de auxílio ao combate, como construção de estradas de acesso rápido aos locais de risco e alocação dos recursos de combates em pontos estratégicos (JRC, 2000).

## **2. Objetivo**

O objetivo deste trabalho é mostrar a potencialidade de uso dos Sistemas de Informações Geográficas e Sensoriamento Remoto, no planejamento de ações para prevenção e combate a incêndios em fragmentos florestais, por meio da geração do mapa de risco de incêndio.

## **3. Metodologia**

Para realização do trabalho empregou-se imagens TM / LANDSAT de dezembro de 2002, à qual foi processada no Sistema de Informação Geográfica (SIG) Idrisi3.2. O georeferenciamento das imagens foi realizada a partir da seleção de pontos de controle nas cartas topográficas que compreendem a Região da Grande Vitória (RGV), composta pelos municípios de Cariacica, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória, que estão localizadas aproximadamente entre os paralelos (20° 07' 44'' e 20° 20' 17'' S Gr) e meridianos (40°18'26'' e 40°17'42'' W Gr), na escala de 1:50.000 (IBGE, 1975).

### **3.1. Classificação Supervisionada**

O princípio de classificação supervisionada é baseado no uso de algoritmos para se determinar os pixels (células) que representam valores de reflexão característicos para uma determinada classe. A classificação supervisionada é a mais utilizada na análise quantitativa dos dados de sensoriamento remoto (EASTMAN, 1999).

As etapas utilizadas na classificação supervisionada foram:

a) Definição das classes de uso e ocupação do solo a serem trabalhadas para o mapeamento, onde cada atributo recebeu uma numeração correspondente sendo:

- 1- Água
- 2- Florestas

- 3- Área urbana construída
  - 4- Mangue
  - 5- Solo exposto
  - 6- Sombra
- b) Geração do mapa vetorial das amostras de treinamento. Este processo permitiu a digitalização em tela das classes citadas anteriormente baseado em trabalho de campo, fotointerpretação de imagens aéreas e análise de cartas topográficas.
  - c) Aplicação da técnica de classificação supervisionada utilizando-se diferentes métodos científicos para efeito de comparação como: Paralelepípedo, Mínima Distância e Máxima Verossimilhança.
  - d) Aplicação da técnica de filtragem visando à homogeneização dos resultados obtidos na etapa anterior.

Visando facilitar a interpretação dos resultados, o Mapa de Uso e Ocupação do Solo da RGV foi fragmentado por meio dos limites municipais.

### 3.2. Risco de Incêndio

Após a definição do mapa de uso e ocupação do solo foram consideradas cinco variáveis importantes para o estudo de risco de incêndio na RGV: Vegetação, declividade, distância a estradas e zonas urbanas, exposição e altitude. Estas foram introduzidas no estudo por meio do SIG, a partir de planos de informações, nos quais a variável é representada espacialmente. Todos os mapas foram gerados a partir de imagens de satélites TM / LANDSAT 7 (bandas 1, 2, 3, 4) de dezembro de 2002, que cobrem 185 km X 185 km com resolução espacial de 30 m X 30 m. Cada plano de informação recebeu um coeficiente de acordo com sua importância para o risco de incêndio, na escala de 1 a 3 conforme **Tabela 1**. O critério adotado para distribuição de todos os pesos e coeficientes foi baseado em trabalhos realizados por CHUVIECO & CONGALTON (1989).

A combinação destas variáveis para a elaboração de um mapa de índice de risco de incêndio foi expressa pela seguinte equação, proposta por CHUVIECO & CONGALTON (1989):

$$IRI = 100V + 30D + 10EXP + 5DEAU + 2A \quad (1)$$

Em que, *IRI*, *V*, *D*, *EXP*, *DEAU* e *A*, representam respectivamente o índice de risco de incêndio, a vegetação, o declive, a exposição, as distâncias a estradas e áreas urbanas e a altitude.

A integração destas variáveis por meio desta equação possibilitou a definição de classes de índices de risco de incêndio para a RGV, cada variável representou um nível diferente de informação geográfica e de acordo com sua importância relativa para o aumento ou decréscimo do risco de incêndio, estes divididos em níveis baixo, médio e elevado representados pelos coeficientes de 1, 2, 3 respectivamente (FERRAZ & VETTORAZZI, 1998).

A **Figura 1** mostra o fluxograma com as principais etapas para elaboração dos Mapas Temáticos Intermediários, Uso e Ocupação do Solo, Vegetação, Declividade, Exposição, Distância de Estradas e Zonas Urbanas, Altitude e o mapa final de Índice de Risco de Incêndio.

Tabela 1. Classes, níveis de risco e coeficientes.

Classes originais	Nível de risco incêndio	Coeficientes
<b>Vegetação ( peso 100 )</b>		
Agrícola	Baixo	1
Cobertura vegetal pastagem	Médio	2
	Elevado	3
<b>Declividade ( peso 30 )</b>		
< 12%	Baixo	1
12 - 40%	Médio	2
> 40%	Elevado	3
<b>Exposição ( peso 10 )</b>		
Sul	Baixo	1
Sudeste	Baixo	1
Sudoeste	Baixo	1
Leste	Médio	2
Oeste	Médio	2
Norte	Elevado	3
Nordeste	Elevado	3
Noroeste	Elevado	3
<b>Distância as estradas Zonas urbanas ( peso 5 )</b>		
Fora da área envolvente	Baixo	1
Dentro da área envolvente	Elevado	3
<b>Altitude ( peso 2 )</b>		
<375 m	Médio	2
375 -900 m	Elevado	3
>900 m	Baixo	1

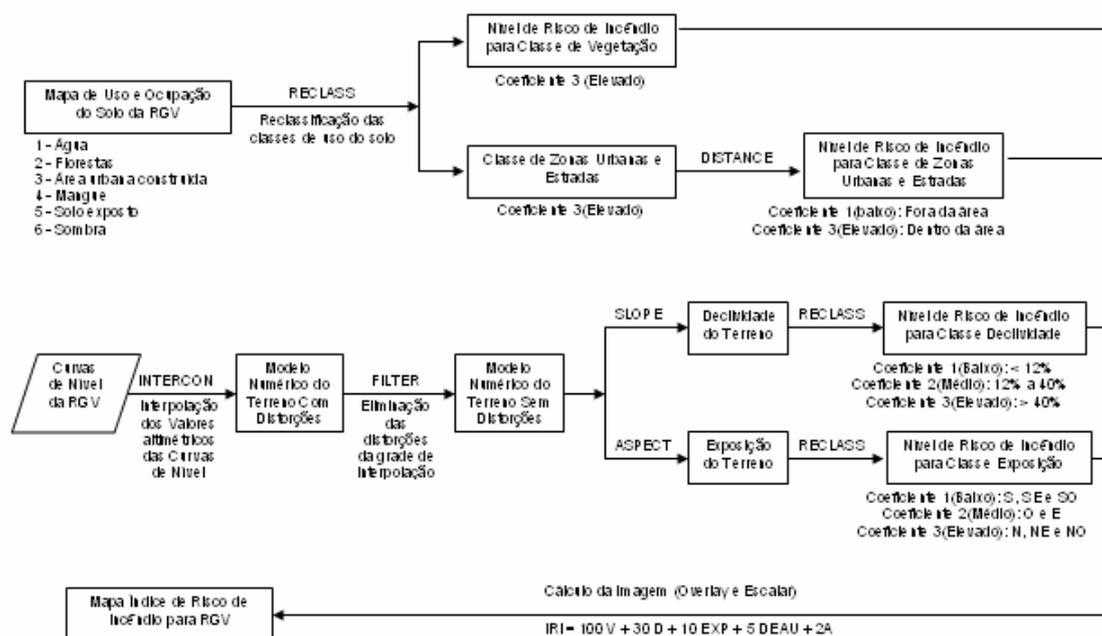


Figura 1. Fluxograma com as principais etapas para elaboração do Mapa de Risco Incêndio para a RGV.

## 5. Resultados e discussão

Para a realização deste estudo foi necessário, primeiramente, elaborar um mapa temático de Uso e Ocupação de Solo para se conhecer efetivamente a realidade da ocupação do solo dos municípios de Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória que compõem a Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) (**Figura 2**).

As **Figuras 3, 4, 5, 6, 7 e 8** mostram os mapas temáticos de Vegetação, Declividade, Distância a Estradas e Zonas Urbanas, Exposição, Altitude e Risco de Incêndio para a região da Grande Vitória.

O mapa Risco de Incêndio permite uma análise rápida da situação de risco para tomada de decisão em relação à prevenção e combate a incêndios. A visão integrada torna-se importante pela dificuldade em se identificar regiões de risco pela análise isolada de cada fator, principalmente em grandes áreas com diversidades de fatores de risco.

Em análise aos resultados encontrados verifica-se que a integração dos mapas temáticos de classes de Vegetação; Declividade; Distância a Estradas e Zonas Urbanas, Exposição e Altitude agrupados em um único mapa de Índice de Risco de Incêndio permite uma visão global dos principais fatores que influenciam na degradação de fragmentos vegetais e em análise associada ao mapa de Uso e Ocupação do Solo, possibilita o conhecimento da real dinâmica espacial da região, contribuindo na tomada de decisões como ações de prevenção a incêndios, educação ambiental, maior vigilância nas áreas de riscos identificadas, restrição do acesso a estes locais, construções de aceiros preventivos e reorganização das práticas de manejo (corte, desbaste e limpeza). Também podem ser tomadas medidas de auxílio ao combate, como construção de estradas de acesso rápido aos locais de risco e alocação dos recursos de combates em pontos estratégicos.

A metodologia aplicada foi satisfatória na obtenção do mapa de risco de incêndio, entretanto, alguns problemas identificados ao longo do desenvolvimento do estudo, comprometeram a obtenção de um resultado mais preciso, que retratasse melhor a dinâmica espacial da Região da Grande Vitória. Dentre as dificuldades encontradas, a mais relevante foi a baixa resolução espacial da imagem LANDSAT de 30 m x 30 m. ou seja, os objetos que possuem dimensão menor que 30 m não aparecerão na imagem, isto foi significativo na elaboração dos mapas de Vegetação e no Uso e Ocupação do Solo, sendo o primeiro afetado pelo fato de não ser possível a identificação e separação das tipos de culturas agrícolas e pastagens existentes na região e o segundo pela impossibilidade de distinguir os diferentes tipos de ocupação das áreas industriais, áreas urbanas, comerciais, estradas, ferrovias, dentre outros.

Outro problema foi em relação a grande extensão da área estudada, que acabou dificultando a realização dos trabalhos de campo, não sendo suficientes para correção de possíveis distorções encontradas e para o conhecimento efetivo das áreas de fragmentos florestais, identificando o tipo de atividade desenvolvida no seu entorno. Por esse motivo, não foi possível elaborar um mapa de risco específico para as áreas de proteção ambiental, proposto inicialmente.

Também não foi possível a realização de uma análise estatística para quantificar a relação entre as áreas de maior risco apontado pelo mapa e as áreas de ocorrência de incêndios, devido à falta de registros históricos precisos.

Apesar de ter sido alcançado o objetivo proposto, este trabalho seria mais eficiente se fosse agregado a ele outras variáveis como dados meteorológicos, pluviosidade, temperatura, umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventos, dentre outros. A integração destes fatores proporcionaria um mapa de Índice de Risco de Incêndio, ainda mais preciso e eficiente.

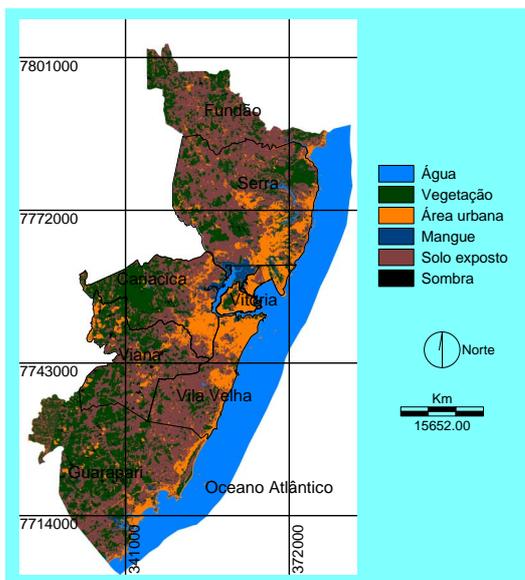


Figura 2. Uso e Ocupação do Solo para a RMGV.

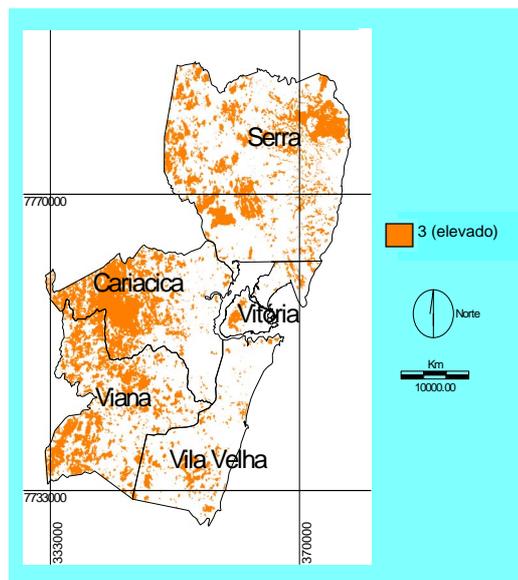


Figura 3. Classe de vegetação e seu respectivo coeficiente para os municípios da RGV.

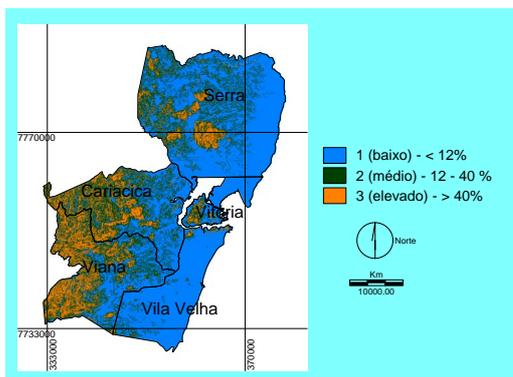


Figura 4. Classe de declividade e seus respectivos coeficientes para os municípios da RGV.

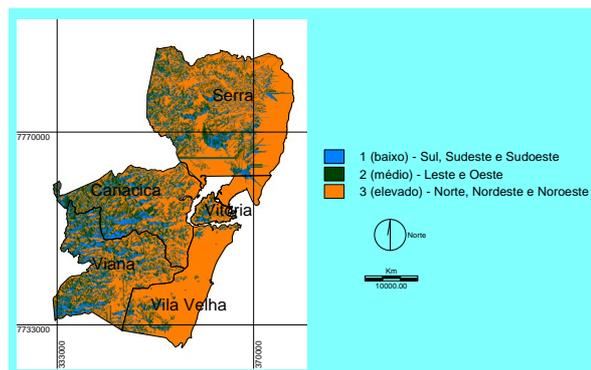


Figura 5. Classe de exposição e seus respectivos coeficientes para os municípios da RGV.

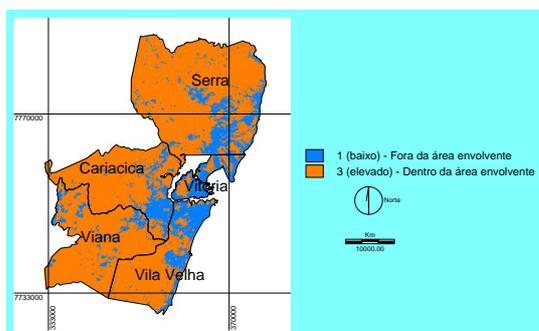


Figura 6. Classe de distância de estradas e zonas urbanas e seus respectivos pesos para os municípios da RGV.

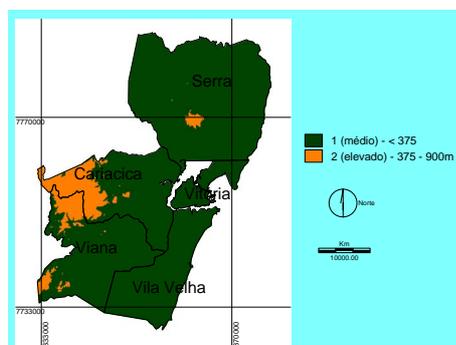


Figura 7. Classe de altitude e seus respectivos coeficientes para os municípios da RGV.

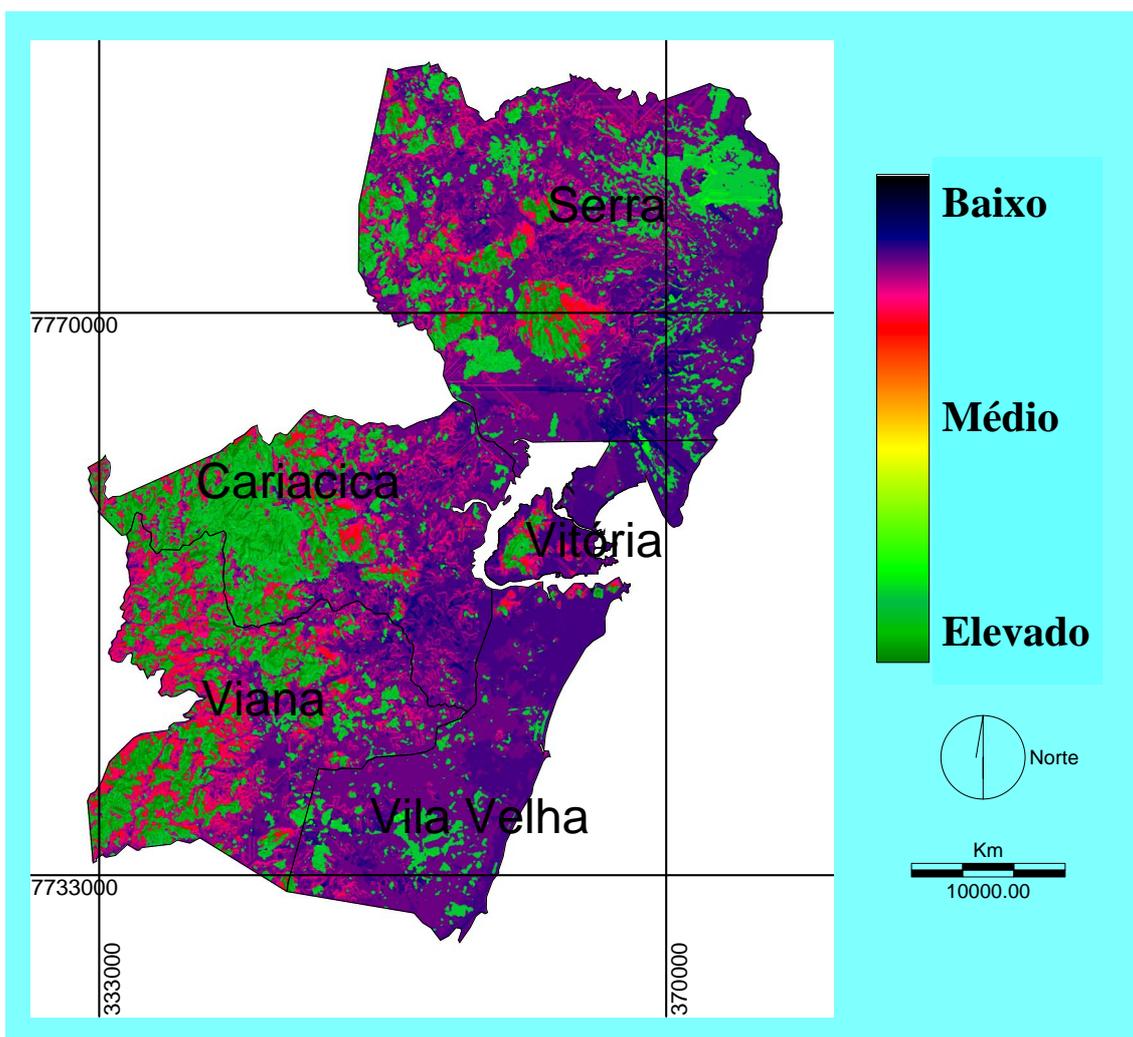


Figura 8. Mapa de Índice de Risco de Incêndio para os municípios da RGV.

## 6. Conclusões

A visita a campo permitiu a constatação de que a região de estudo possui problemas ambientais que podem contribuir para a ocorrência de incêndios, devido à pressão antrópica exercida pelo núcleo urbano dos municípios que fazem parte da RGV.

A integração dos mapas temáticos em um único mapa de Índice de Risco de Incêndio permitiu uma visão global dos principais fatores que influenciam na degradação de fragmentos vegetais, possibilitando o conhecimento da real dinâmica espacial da região, contribuindo na tomada de decisões como ações de prevenção a incêndios, educação ambiental, maior vigilância nas áreas de riscos identificadas, restrição do acesso a estes locais, construções de aceiros preventivos e reorganização das praticas de manejo (corte, desbaste e limpeza).

A metodologia desenvolvida no presente trabalho, por sua facilidade de execução, permite sua replicação em diferentes áreas de interesse, a partir de informações geográficas básicas que, manipuladas adequadamente, resultam num consistente banco de dados digitais georeferenciados.

## Referências

CHUVIECO, E.; CONGALTON, R. G. **Application of Remote Sensing and Geographic Information Systems to Forest Fire Hazard Mapping**. Remote Sensing of Environment, 29, 1989, p. 147-159.

EASTMAN, J. R. **IDRISI for Windows: User's guide**. Massachusetts: Clark University, 1999. 367 p.

FERRAZ, S.F.B. VETTORAZZI, C. A. **Mapeamento de risco de incêndio florestais por meio de sistema de informações geográficas (SIG)**. Scientia Florestalis, (53): 1998. 39 -43.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), **Cartas topográfica de 1975**.

JOINT RESEARCH CENTER (JRC). **Pilot Projects on Forest Fires**. [on - line]: <http://natural-hazards.aris.sai.jrc.it/fires/>, april 12<sup>th</sup> 2002, 2001.