

SISTEMA DE SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO NO CAMBATE DE INCÊNDIOS NO ESTADO DO PARANÁ

FLAVIO DEPPE¹
EDUARDO VEDOR DE PAULA¹

¹Instituto Tecnológico SIMEPAR
Centro Politécnico da UFPR
Caixa Postal 19100 – 81531-990 – Curitiba - PR, Brasil
(deppe, eduardo)@simepar.br

Abstract. The aim of this work is the development of a fire decision support system for the State of Paraná, Brazil. The work was carried out in conjunction between SIMEPAR Institute of Technology and Christian Albrechts University, Germany. The system called FIRES (Fire Identification and Response System), is based upon a GIS customized according to specific needs of firefight. The system offers several tools including data input, visualization, database, hot spot and data analysis, nearest road network, tabular data output. The use FIRES reduces the response time for firefight as well as produces vital fire information and data when they are needed. Due to its architecture, the system can be adapted to other areas and characterized as a robust and low cost fire decision support system.

Keywords: Decision Support System, firefight, GIS.

1. Introdução

Incêndios podem se constituir em fenômenos naturais, no entanto, a susceptibilidade das florestas a incêndios está aumentando. Isto não é somente causado por ações antrópicas, mas também causado por efeitos de aquecimento global e mudanças climáticas (por exemplo El Niño). O controle eficiente e economicamente viável de incêndios é necessário para minimizar o número de casualidades, perdas econômicas e degradação ambiental. Incêndios possuem a vantagem de serem previstos e controlados, quando comparados com a maior parte dos desastres geológicos e meteorológicos. Diversos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) incorporados a sistemas de tomadas de decisão, foram desenvolvidos para a previsão e controle de incêndios. Sistemas holísticos, os quais incluem todas as aplicações possíveis, são caros e geralmente necessitam informações que não estão disponíveis em função de falta de equipamentos ou recursos financeiros (Schoppenhorts, 2002).

A maioria dos sistemas de tomada de decisão utilizam imagens de satélites para a detecção de focos de calor e para a caracterização do vigor vegetativo. Imagens de satélites oferecem cobertura regular de grandes e remotas áreas, a um baixo custo. Desvantagens referem-se a baixa resolução espacial e a dificuldade de penetrar em densas coberturas de nuvens.

O objetivo deste trabalho consistiu no desenvolvimento de um sistema de tomada de decisão para incêndios para o Estado do Paraná, em conjunto com o Instituto Meteorológico SIMEPAR e a Christian Albrechts University (Schoppenhorts, 2002). O sistema denominado FIRES (*Fire Identification and Response System*), é baseado em plataforma de SIG, customizada de acordo com os requerimentos específicos necessários para o combate a incêndios. O sistema oferece ferramentas de importação de dados, visualização, análise de focos de calor, banco de dados, determinação de estruturas de combate mais próximas aos incêndios, etc. A utilização do FIRES reduz significativamente o tempo de resposta e disponibiliza informações quando elas são necessárias. O FIRES pode ser adaptado para outras áreas, sendo um robusto sistema de tomada de decisão para incêndio a baixo custo.

2. Procedimentos Metodológicos

O conjunto de dados utilizado no sistema foi organizado em um SIG (Sistema de Informações Geográficas), no qual é integrado por meio da interface desenvolvida especificamente para a composição de dados e visualização do Sistema de Tomada de Decisões denominado por FIRES. Sendo assim, o mencionado sistema corresponde a uma customização do software *ArcView GIS 3.2* e de suas extensões *Spatial Analyst* e *Network Analyst*.

O FIRES combina a habilidade de cruzar e compor informações em diferentes *layers* com a facilidade de gerar informações estratégicas. Aumenta em muito a capacidade de identificar como falso alarme os focos de calor detectados pelo sistema de sensoriamento remoto (imagens NOAA/AVHRR). Por exemplo, comparando-se a informação da localização dos focos de calor com o estado de vegetação, índices de risco de incêndio florestal e rodovias, pode-se avaliar com maior critério se determinado foco trata-se, ou não, de um caso de incêndio.

A **Figura 1** apresenta a barra de menu do FIRES com as opções disponíveis. As opções destacadas em vermelho são disponíveis originalmente no *ArcView GIS 3.2*. Os ícones destacados em azul foram customizados para o aplicativo.

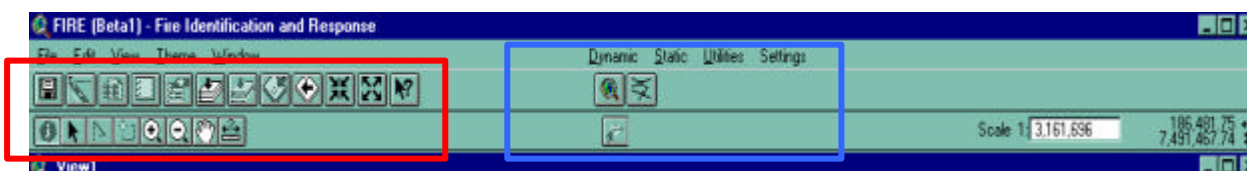


Figura 1 Barra de menu do FIRES

Os dados carregados em ambiente FIRES encontram-se listados na **Tabela 1**, sendo estes classificados como estáticos ou dinâmicos. Os dados estáticos correspondem bases cartográficas, localização de entidades administrativas e imagens de satélite que dispensam constante atualização, ao passo que os dados dinâmicos sofrem atualização diária, garantindo o dinamismo e a alta resolução temporal do sistema.

Tabela 1 – Dados carregados no FIRES	
<i>Dado</i>	<i>Tipo</i>
Focos de Calor	Dinâmico
Estado da Vegetação	Dinâmico
Índice de Risco de Incêndio	Dinâmico
Contorno do Estado do Paraná	Estático
Divisões Municipais	Estático
Sedes Municipais	Estático
Malha Viária	Estático
Rede Hidrográfica	Estático
Linhas de Transmissão de Energia Elétrica	Estático
Imagens LANDSAT-TM	Estático
Topografia – USGS	Estático
Vegetação – USGS	Estático
Unidades de Conservação	Estático
Grupamentos do Corpo de Bombeiros	Estático
Escritórios do Instituto Ambiental do Paraná	Estático
Postos Polícias Florestal, Rodoviárias Estadual e Federal	Estático

4. Resultados

Ao executar o FIRES, o usuário tem acesso ao menu inicial apresentado na **Figura 1** onde se encontram as opções de acesso aos dados e demais ferramentas. Em um ambiente operacional o procedimento consiste, em primeiro lugar, na verificação de ocorrência de focos de calor¹ durante última passagem do satélite. Caso tenha ocorrido a detecção, a etapa seguinte consiste na eliminação, por meio do cruzamento de informações, dos focos identificados como alarme falso. A estratégia de ações e procedimentos seguintes dependerão em grande parte do sucesso desta operação.

Na **Figura 2** é apresentado um cruzamento de informações onde se visualiza a localização de focos de calor, sobrepostos ao índice de vegetação, à malha viária principal do Paraná e à localização de Grupamentos do Corpo de Bombeiros, conforme legenda. Ao selecionar-se um determinado foco, suas coordenadas geográficas (latitude e longitude) e outros dados são apresentados em uma janela de diálogo (canto inferior direito da **Figura 2**). Quanto menor o valor do índice de vegetação que se encontra na escala do lado esquerdo da **Figura 2**, maior será o estado combustibilidade da vegetação.

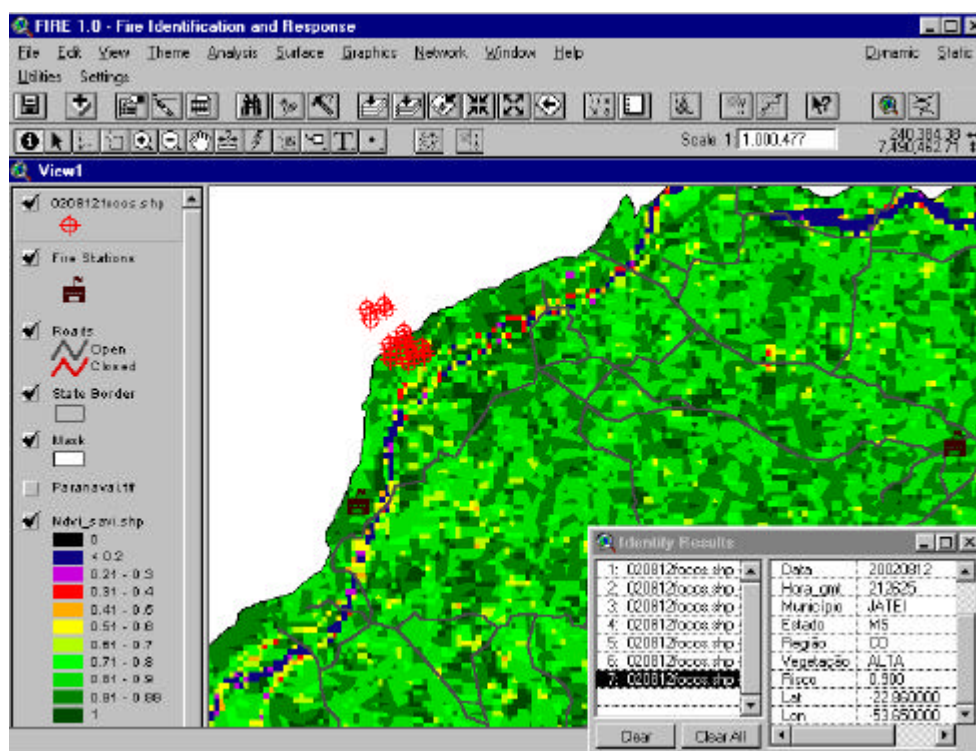


Figura 2 Tela do FIRES com sobreposição de temas e janela de diálogo

Outra camada de informação cuja atualização é diária corresponde ao índice de risco de incêndio. Tal índice é calculado a partir dos valores de temperatura média e umidade do ar para cada estação meteorológica do SIMEPAR (Zaicovski, 2000), os valores pontuais são interpolados e espacializados no ambiente de trabalho podendo ser sobrepostos às demais camadas de informações, conforme **Figura 3**.

Além das visualizações do índice de vegetação e dos focos de calor, o SIG em desenvolvimento no SIMEPAR permite o cruzamento dessas informações com dados

¹ Informações detalhadas sobre a detecção de focos de calor podem ser encontradas em Arino *et al.*, 1993, Kennedy *et al.*, 1993, Randriambelo *et al.*, 1998, Minko *et al.*, 1998 e Justice *et al.*, 1996.

fisiográficos e logísticos que evidentemente servem de suporte para definição de estratégias e planos de ação para o combate imediato ao incêndio.

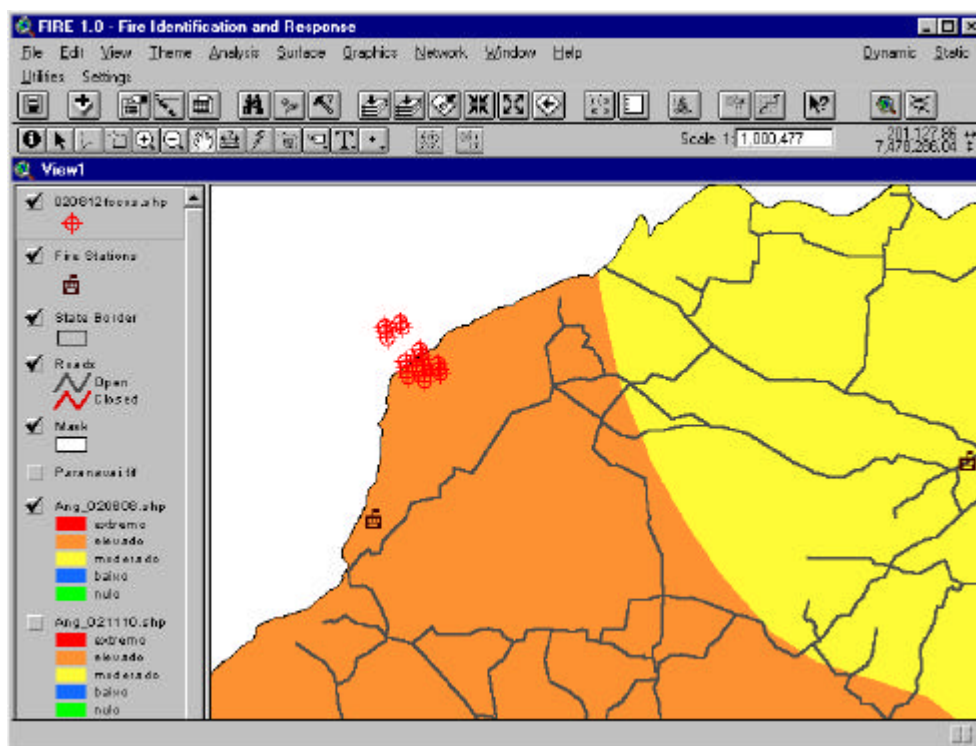


Figura 3 Tela do FIRES com o índice de risco de incêndio sobreposto a outros temas

Os dados fisiográficos abrangem a rede hidrográfica, as unidades de conservação ambiental e as cenas das imagens LANDSAT-TM que cobrem o estado do Paraná, bem como as bases de relevo e de cobertura vegetal, tendo estas últimas resolução espacial de um quilômetro. Os dados logísticos, por sua vez, consistem em mapas da malha viária principal e secundária do Estado, e informações sobre recursos humanos e materiais disponíveis nas unidades dos organismos estaduais e federais que estão envolvidos na preservação dos recursos naturais.

Na tela do FIRES, demonstrada na **Figura 4**, está sendo visualizado um foco de calor localizado na região da Ilha Grande, noroeste do Estado do Paraná, com a utilização do recurso de *zoom*. Recurso este que torna possível a visualização aproximada do entorno de uma área com provável ocorrência de incêndio florestal. Nesta tela foram carregadas, além do foco de calor em vermelho a Imagem LANDSAT-TM com resolução espacial de 30 metros.

A **Figura 5** apresenta um recurso essencial para o combate de um suposto incêndio florestal, ou seja, quando o usuário selecionar o foco de calor poderá identificar quais os grupamentos do corpo de bombeiros, unidades do IAP, postos da polícia florestal etc. mais próximos. Obtendo-se imediatamente o menor caminho entre o foco e o grupamento de combate, bem como a respectiva distância (em km).

Com relação a **Figura 5** é cabível destacar, ainda, que na tela de diálogo aberta sobre o mapa, são disponibilizadas as informações sobre grupamento selecionado e o foco, sendo possível identificar-se o valor do índice de vegetação, da elevação do terreno e do tipo de vegetação no local onde se encontra o foco.

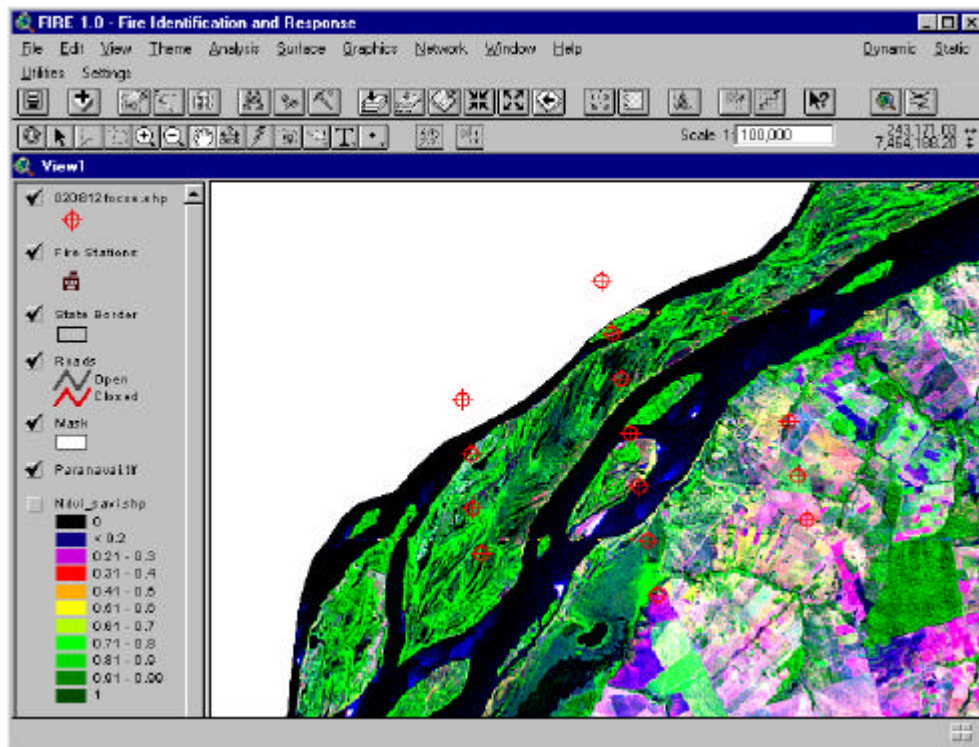


Figura 4 Tela do FIRES com focos de calor detectados e imagem LANDSAT-TM

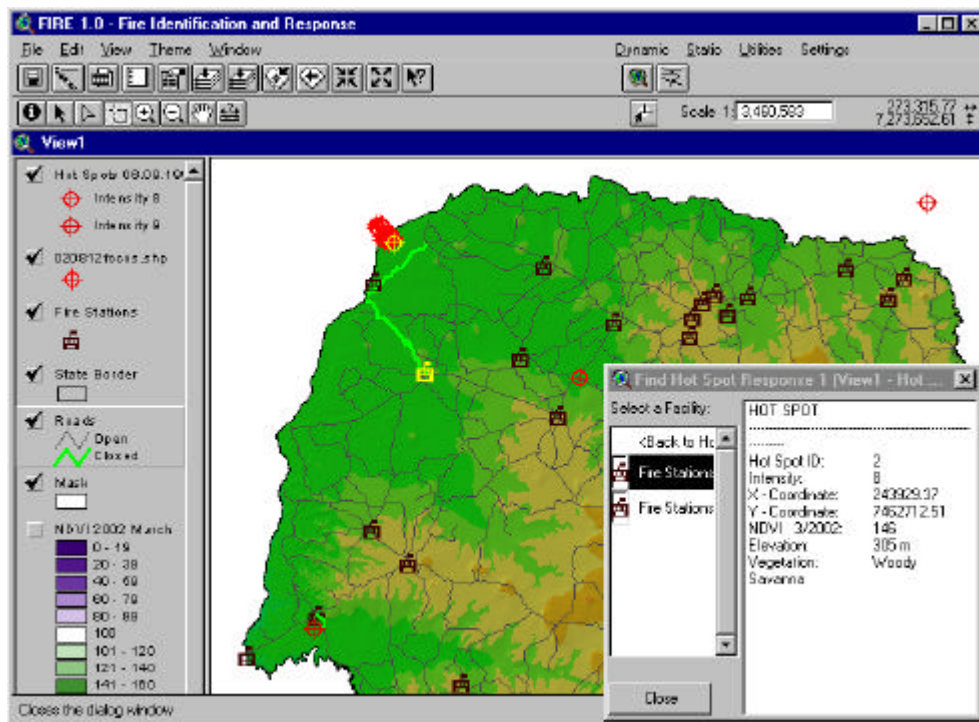


Figura 5 Tela do FIRES com unidades administrativas mais próximas, indicação da rota e o cálculo da menor distância

3. Conclusões

O sistema de tomada de decisão FIRES foi desenvolvido com uma ferramenta para avaliação de risco, detecção e combate a incêndios. De acordo com as vantagens oferecidas, bem como qualidade e conteúdo dos dados e informações produzidos, o sistema pode ser considerado como possuir uma ótima relação custo/benefício.

A utilização do FIRES permite a produção de informações vitais para a tomada de decisão com relação ao combate de incêndios, quase em tempo real, com alta resolução temporal (dados diários), e em um contexto regional. Estas são características importantes do sistema, do qual podem ser extraídas informações para subsidiar o efetivo combate a incêndios, e não somente informações sobre focos de calor ocorridos no passado.

Em função da customização da interface, o sistema demonstra-se de fácil operação, sendo que os dados e informações dinâmicas (risco de incêndio, focos de calor e índice de vegetação) exigem atualização diária.

Destaca-se ainda que este sistema pode ser ampliado para outras aplicações relacionadas à detecção e ao combate de acidentes e catástrofes naturais, tais como vazamento de produtos químicos e ocorrências de inundações.

Referências

- Arino, O.; Melinolte, L.; Calabresi, G. FIRES, cloud, land, water: the Ionia AVHRR CD-Browser of ESRIN. EOQ 41, ESA, ESTEC, Noordwijk. 1993.
- Justice, C. O.; Kendall, J. D.; Dowty, P. R.; Sholes, R. J. Satellite remote sensing of Fires during the safari campaign using NOAA Advanced Very High Resolution Radiometer data. *Journal of Geophysical Research*, v.101, p. 22.851-23.863, 1996.
- Kennedy, P. J.; Belward, A. S.; Gregoire, J. M. An improved approach to FIRES monitoring in West Africa using AVHRR data. *International Journal of Remote Sensing*, v. 15, p. 2235-2255, 1993.
- Minko, N. P.; Abushenko, N. A.; Koshelev, V. V. Forest FIRES detection in East Siberia forests using AVHRR/NOAA data. *SPIE Proceedings*. 1998. p. 192-200.
- Randriambelo, T.; Baldy, S.; Bessafi, M.; Petit, M.; Despinoy, M. An improved detection and characterization of active FIRESs and smoke plumes in south-eastern Africa and Madagascar. *International Journal of Remote Sensing*, v.19, p. 2623-2638, 1998.
- Schoppenhorst, J. *A fire early warning and decision support system for the state of Paraná, Brazil*. M.Sc. (Dissertation) – Christian Albrechts University, 2002, 69p.
- Zaicovski, M. B.; Guetter, A. K.; Quadro, M. F. L. de. Sistema de Monitoramento e Previsão Climática para o Risco de Incêndio Florestal (RIF) no Paraná. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, Rio de Janeiro, 2000. *Anais*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2000.