

Utilização de dados de temperatura de superfície, precipitação e umidade para a identificação e monitoramento de incêndios em tempo quase real

Flavio Deppe¹
Marciel Lohmann¹
Luisnei Martini¹
Carlos Meneghette¹

¹Instituto Tecnológico SIMEPAR
Caixa Postal 19100 – 81531-990 – Curitiba - PR, Brasil
{deppe, marciel, luisnei, carlosrb}@simepar.br

Abstract. In this work, land surface temperature, precipitation and air humidity, are incorporated in near real time, in a system used for fire identification and monitoring. Precipitation data, as well as the numbers of days without rain and air humidity data, are used in a daily basis, to produce and map the Fire Risk Index. Land surface temperature, extracted from AVHRR/NOAA images, are used to produce the hot spots. In addition, also territorial and logistic data are used. Therefore, the system presents an innovation due to the use of near real time information and data, high temporal resolution, medium spatial resolution, and regional coverage. Results include the demonstration, in an operational basis, of fire monitoring in Ilha Grande National Park, Brazil, in near real time. The fire was detected since its beginning and the 236 hot spots were monitored and mapped with success in the subsequent days.

Palavras-chave: Remote Sensing meteorological variables, surface temperature, forest fires, Sensoriamento Remoto, variáveis meteorológicas, temperatura de superfície, incêndios florestais.

1. Introdução

A ocorrência de incêndios florestais constitui-se em uma preocupação que mobiliza esforços e recursos dos setores público e privado nas operações de prevenção e combate. As condições meteorológicas, quando caracterizadas por períodos de estiagem e aliadas a baixa umidade relativa do ar, favorecem a disseminação e propagação de incêndios (Deppe et al., 2004). Visando a prevenção de incêndios florestais, bem como o aumento da eficiência do combate ao fogo na hipótese de ocorrência de incêndio, uma ação multi-institucional vem sendo desenvolvida com sucesso no estado do Paraná. O governo do estado do Paraná através do Decreto 4.223 (14 de abril de 1998), o qual entre outras medidas, criou o Plano Estadual de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais para o Estado do Paraná, denominado MATA VIVA. Este Plano visa a prevenção e o combate de incêndios florestais mediante a articulação de órgãos públicos, iniciativa privada, mídia e segmentos organizados da sociedade, sob a coordenação da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil.

O presente trabalho aborda um sistema de monitoramento de incêndios em tempo quase real, bem como um sistema de suporte a tomada de decisão para a prevenção e combate de incêndios. O sistema foi desenvolvido pelo SIMEPAR e a Christian Albrechts University, o qual é baseado em plataforma de SIG customizada para atender demandas e requerimentos específicos para atividades de monitoramento e combate de incêndios. Pereira et al. (2004) e De Souza et al. (2004), abordam os avanços tecnológicos relacionados ao monitoramento de incêndios no INPE/CPTEC, bem como descrevem a situação do monitoramento na América do Sul. Destaca-se aqui os diversos produtos operacionais gerados pelo INPE/CPTEC, os quais incluem a detecção de focos de calor a partir de imagens dos sensores NOAA/AVHRR, TERRA/MODIS e AQUA, e GOES. Outra característica do sistema se refere a cobertura de

detecção que inclui toda a América do Sul, e a possibilidade de consultar focos de calor históricos e seus atributos.

Para demonstrar a utilização do sistema em tempo quase real, utilizou-se o incêndio ocorrido no Parque Nacional de Ilha Grande, o qual possui uma área de aproximadamente 78.875 Ha. O parque está localizado na divisa dos estados do Paraná e Mato Grosso do Sul, nos municípios de Guaíra, Altônia, São Jorge do Patrocínio, Vila Alta e Icaraima, no Paraná e Mundo Novo, Eldorado, Naviraí e Itaquiraí no Mato Grosso do Sul. O acesso à região Norte da unidade (sede), é realizado através da PR-498 (Vila Alta-Porto Figueira), continuação da PR-485 ou da BR-487. Seguindo do eixo Londrina/Maringá até Umuarama, e em direção a Vila Alta e Icaraima. Para a região Sul, pela BR-272 ou BRs 467/163, pelo eixo Cascavel/Toledo até Guaíra. O acesso à unidade também pode ser feito através do estado do Mato Grosso do Sul e por via fluvial.

2. Materiais e Métodos

O sistema utiliza variáveis meteorológicas de precipitação e umidade relativa do ar, coletadas nas estações meteorológicas automáticas do SIMEPAR, para a geração diária do Risco de Incêndio Florestal (RIF) (Soares, 1998). Também utiliza imagens diárias de temperatura da superfície capturadas pelos sensores AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer), a bordo dos satélites NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), para a extração e geração de focos de calor. Também utiliza imagens diárias de reflectância da superfície para a geração de IVDN (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), bem como dados físico territoriais e logísticos. O sistema oferece ferramentas para: (i) importação de dados, (ii) visualização, (iii) análise de focos de calor, (iv) acesso a base de dados, (v) determinação de estruturas de combate mais próximas aos incêndios, (vi) definição de melhores rotas, (vii) saída de dados, dentre outros. As informações de focos de calor, risco de incêndio e IVDN (estado da vegetação), são incorporadas em tempo quase real e a utilização do sistema reduz o tempo de resposta para o combate a incêndios. O conjunto de dados utilizado foi organizado em plataforma de SIG e os planos de informação (layers) são integrados por meio de uma interface desenvolvida especificamente para a sobreposição de dados, visualização e análise.

Os dados e informações são classificados como dinâmicos e estáticos. Os primeiros correspondem a focos de calor, Risco de Incêndio Florestal e IVDN. Os estáticos correspondem a dados sobre a caracterização físico-territorial, entidades administrativas e dados logísticos, imagens de satélite Landsat e MODIS (hidrografia, malha viária, malha municipal, unidades de conservação, postos polícias Florestal, Rodoviária Estadual e Federal, grupamentos do corpo de bombeiro e regionais, escritórios do Instituto Ambiental do Paraná e regionais). Os dados dinâmicos sofrem atualização diária, garantindo o dinamismo e a alta resolução temporal do sistema.

As imagens AVHRR/NOAA, convertidas em parâmetros físicos de temperatura de brilho das Bandas 3 (1,58 a 1,64 μm) e Banda 4 (10,30 a 11,30 μm), são utilizadas para a geração dos focos de calor. São adotados métodos condicionantes pré-definidos e calibrados para o estado do Paraná (Kaufman et al., 1990, Arino et al., 1993, Kennedy et al., 1993). O estado da vegetação é caracterizado através de imagens de IVDN (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), geradas a partir da utilização das reflectâncias das Bandas 1 (0,58 a 0,68 μm) e 2 (0,72 a 1,00 μm). A **Figura 1** ilustra a cobertura de imagens AVHRR/NOAA 18, capturadas no dia 03 de maio de 2006.

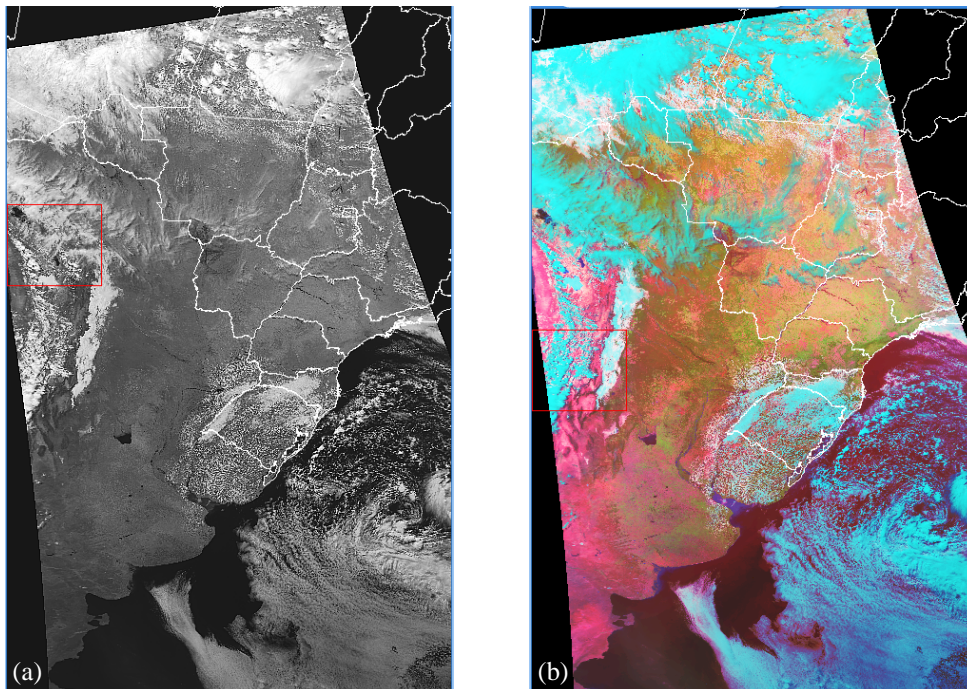


Figura 1. Imagens AVHRR/NOAA 18, (03/Maio/2006, (17:37h, UTC), (a) Banda 3, (b) RGB (Bandas 3,2,1)

Os índices de vegetação caracterizam o vigor vegetativo e conseqüentemente a potencialidade de combustão. O índice de Risco e/ou Perigo de Incêndio Florestal (RIF) se refere ao Índice de Monte Alegre (Soares, 1998, Pezzopane et al., 2001), o qual é produzido a partir de variáveis meteorológicas (precipitação, umidade relativa do ar, número de dias sem precipitação). O RIF reflete as condições meteorológicas relacionadas a ignição de incêndios e a sua propagação. Em função de utilizar umidade relativa do ar, o RIF é gerado diariamente no horário das 13:00 horas, período este onde a umidade relativa do ar atinge o seu menor valor. A **Figura 2** ilustra a distribuição espacial das estações meteorológicas do SIMEPAR.

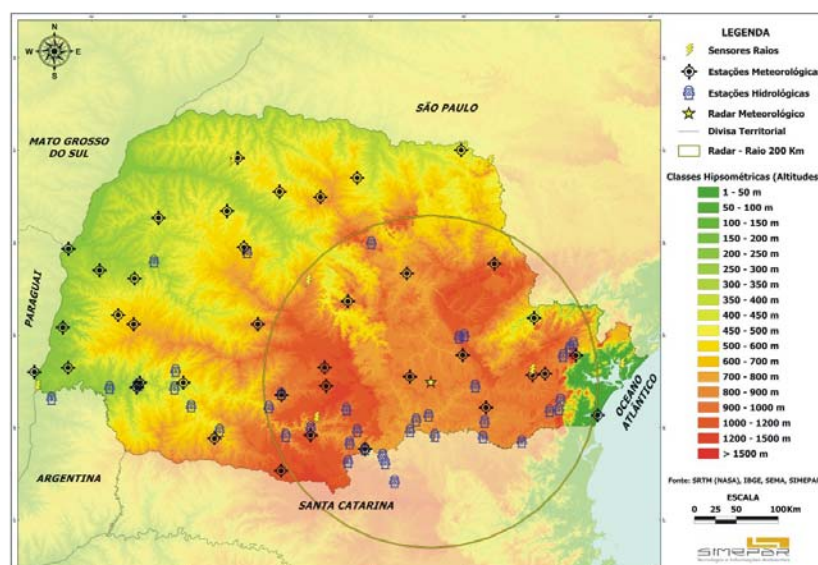


Figura 2. Estações meteorológicas telemétricas do Instituto Tecnológico SIMEPAR

O sistema combina a habilidade de cruzar e compor informações em diferentes layers com a facilidade de gerar informações estratégicas. Sendo assim, aumenta em muito a capacidade de identificar como falso alarme os focos de calor detectados pelas imagens AVHRR/NOAA. Por exemplo, comparando-se a informação da localização dos focos de calor com o estado de vegetação (IVDN), índices de Risco de Incêndio Florestal (RIF) e suas localizações, pode-se avaliar criteriosamente se os mesmos representam ou incêndios (**Figura 3**). Vinculados a determinados layers ainda existem informações logísticas que podem ser consultadas, como: (i) telefones, e-mails, corpo efetivo, caracterização de veículos dos Grupamentos do Corpo de Bombeiros, (ii), idem para os escritórios regionais do Instituto Ambiental do Paraná (IAP) e Postos da Polícia Florestal (PR), (iii) nome das rodovias, (iv) nome dos rios, (v) tipo de unidade de conservação, (vi) municípios, dentre outras.

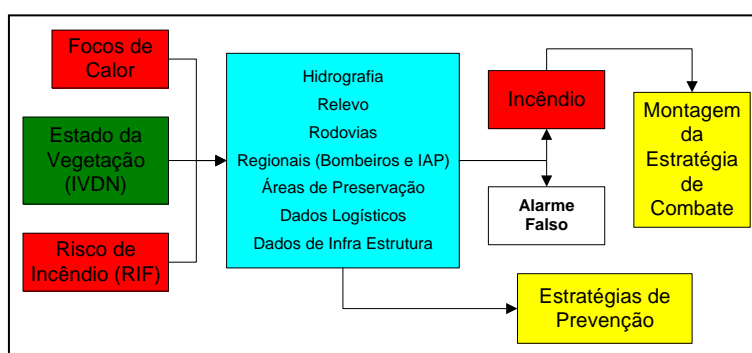


Figura 3. Fluxograma do Sistema de Suporte a Tomada de Decisão

3. Resultados e Conclusões

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

A **Figura 4** (Anexo I), apresenta telas demonstrativas de operação do sistema durante o incêndio do Parque Nacional de Ilha Grande, Brasil. Para ressaltar a caracterização dos focos de calor com as frentes de incêndios, as Figuras apresentam imagens MODIS (TERRA), como layer de base. O incêndio do Parque iniciou em 30 de abril de 2006 e finalizou em 05 de maio de 2006 e foi monitorado em tempo quase real. O **Quadro 1** e a última tela da **Figura 4** (Anexo I), ilustram a detecção dos 236 focos de calor pelos diversos satélites, bem como ilustram a distribuição temporal dos mesmos.

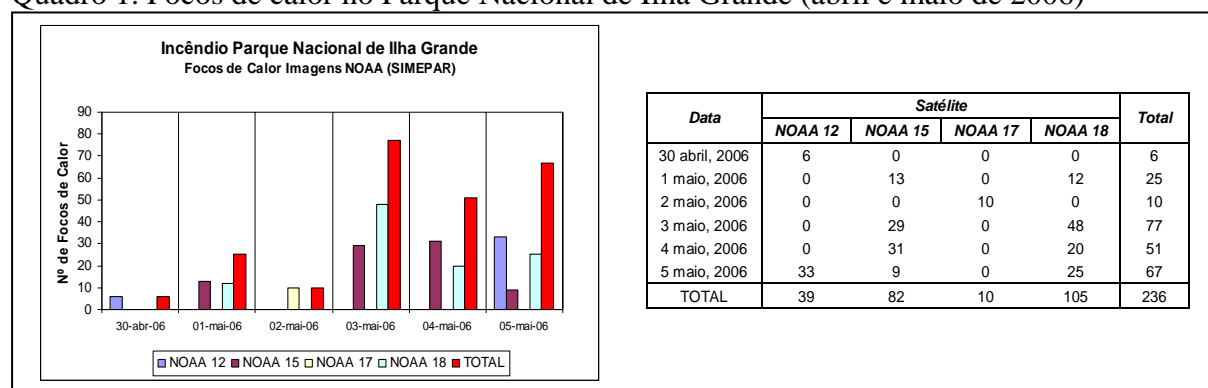
O sistema, além de disponibilizar dados e informações em tempo quase real, permite a elaboração de estratégias de combate aos incêndios. Podem ser carregados os layers com as informações logísticas (rodovias, grupamentos do corpo de bombeiros, escritórios do IAP), informações de localização (coordenadas, altitude, tipo de vegetação e IVDN). Também é possível a identificação de rotas, nomes de rodovias, verificação de menores distâncias entre os focos e o(s) grupo(s) do corpo de bombeiros próximo.

A utilização do sistema permite a produção de informações vitais para a tomada de decisão e planejamento de ações com relação ao combate de incêndios, em tempo quase real, com alta resolução temporal (dados diários), média resolução espacial 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. Os usuários principais se referem ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP) e a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC).

Salienta-se que a operacionalização do sistema em tempo quase real somente foi possível em função da infra-estrutura de monitoramento do SIMEPAR. Neste caso, as estações meteorológicas automáticas e o Sistema de Recepção de Imagens.

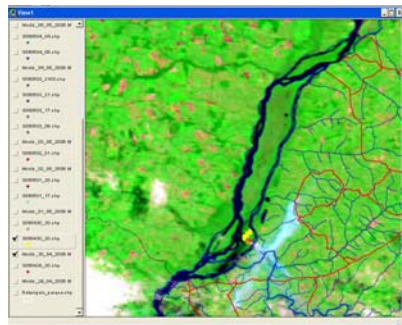
Quadro 1. Focos de calor no Parque Nacional de Ilha Grande (abril e maio de 2006)



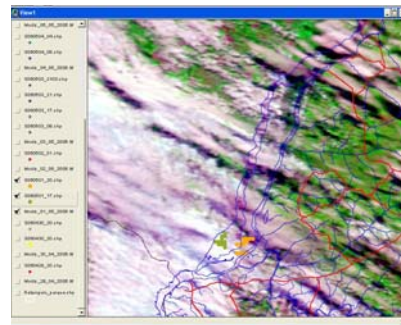
4. Referências

- Arino, O.; Melinotte, L.; Calabresi, G. Fires, Cloud, Land, Water. Ionia AVHRR CD-Browser of ESRIN. EOQ 41, ESA, ESTEC, Noordwijk, 1993.
- De Souza, P. A. L.; Sismanoglu, R. A.; Longo, K. M.; Maurano, L. E.; Recuero, F. S.; Setzer, A. W.; Yoshida, M. C. Avanços no Monitoramento de queimadas realizado no INPE. In: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, SBMET, Agosto de 2003, Fortaleza, CE, **Anais...**, Fortaleza, 2004.
- Deppe, F.; Meneghette, C. R.; Vosgerau, J. Comparação de Índice de RIF com focos de calor no estado do Paraná. **Revista Floresta**, v. 34, 2004.
- Kaufman, Y. J.; Tucker, C. J.; Fung, I. Remote Sensing of Biomass Burning in the Tropics. **Journal of Geophysical Research**, v. 95, n. D7, p. 9927 – 9939, 1990.
- 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.
- Pereira, J. A. R.; Setzer, A.; Maurano, L.E. Visão atual do sistema de monitoramento de fogo na América do Sul. In: VI Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas aplicados à Engenharia Florestal. Curitiba, Outubro de 2004. **Anais...**, Curitiba, 2004, p. 245-254.
- Pezzopane, J. E. M.; Neto, S. N. de O.; Vilela, M. de F. Risco de Incêndios em função da característica do clima, relevo e cobertura do solo. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 161-168, 2001.
- Soares, R. V. Desempenho da "Fórmula de Monte Alegre", Índice Brasileiro de Perigo de Incêndios Florestais. **Revista Cerne**, v. 4, n. 1, p. 087-099, 1998.
- Zaicovski, M. B.; Guetter, A. K.; Quadro, M. F. L. de. Sistema de Monitoramento e Previsão Climática para o RIF no Paraná. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, Rio de Janeiro, 2000. **Anais...**, Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2000.

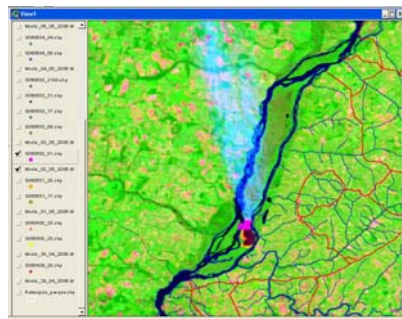
Anexo I



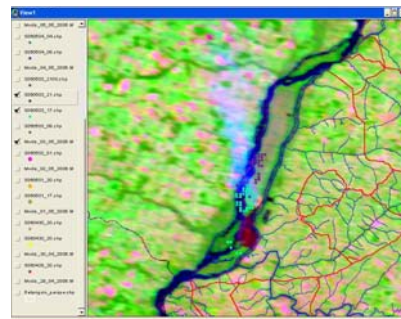
30 de abril de 2006



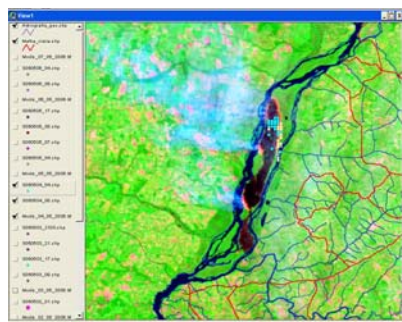
01 de maio de 2006



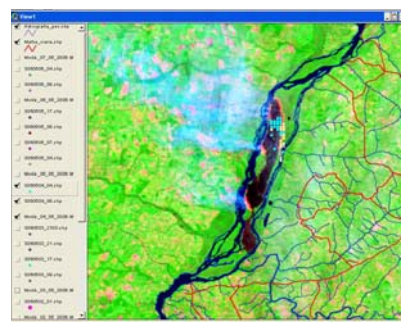
02 de maio de 2006



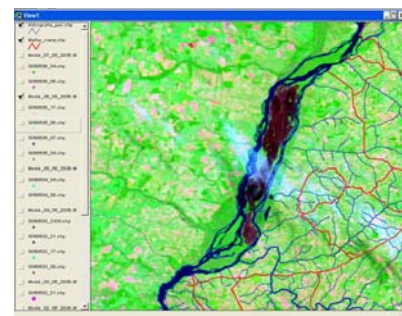
03 de maio de 2006



04 de maio de 2006



05 de maio de 2006



06 de maio de 2006



30 de abril a 05 de maio de 2006

Figura 4. Telas do sistema ilustrando o monitoramento do incêndio do Parque Nacional de Ilha Grande, em tempo quase real (de 30 de abril de 2006 a 06 de maio de 2006)