

# MONITORAMENTO DE FOCOS DE INCÊNDIO E ÁREAS QUEIMADAS COM A UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO

Daniel Carvalho Granemann - (UTFPR-PB) [granemann@utfpr.edu.br](mailto:granemann@utfpr.edu.br)  
Gerson Luiz Carneiro - BIOPRODUÇÃO - (UTFPR-PG) [simaocarneiro@creapr.org.br](mailto:simaocarneiro@creapr.org.br)

**Resumo** - Atualmente, o sensoriamento remoto, aliado aos sistemas de informações geográficas, tornou-se necessário e essencial para a identificação de queimadas florestais em nível mundial, uma vez que possibilita a obtenção de dados precisos e confiáveis. Tendo em vista que a prevenção contra incêndios deve ser constante, este artigo apresenta algumas aplicações do sensoriamento remoto por órgãos governamentais, defesa civil e corpos de bombeiros, como ferramenta para a antecipação dos riscos e o controle de focos de incêndio em áreas de vegetação.

**Palavras-chave:** incêndio, florestas, sensoriamento remoto.

## MONITORING OF OUTBREAKS OF FIRE AND BURNED AREAS WITH THE USE OF REMOTE SENSING IMAGES

**Summary** - Currently, remote sensing, coupled with geographic information systems, it has become necessary and essential for the detection of forest fires worldwide, because it allows obtaining accurate and reliable. Given that fire prevention must be constant, this paper presents some applications of remote sensing by government agencies, civil defense and fire brigades, as a tool for risk anticipation and control of fires in areas of vegetation.

**Keywords:** fire, forest, remote sensing.

### 1. INTRODUÇÃO

A proteção de florestas contra incêndios deve ser um trabalho contínuo, uma vez que constituem perigo constante. Assim, a prevenção deve ser praticada constantemente, a fim de evitar que o incêndio atinja proporções incontroláveis, incorrendo em perdas de vidas e danos patrimoniais.

Neste sentido, o Sensoriamento Remoto (SR) tem papel fundamental, uma vez que possibilita estudar o ambiente terrestre através das interações entre a radiação eletromagnética e substâncias componentes do planeta Terra, considerando o comportamento espectral de cada alvo para a interpretação dos fenômenos.

Sensoriamento Remoto é o termo que define o conjunto de técnicas destinadas à obtenção de informações sobre objetos e fenômenos que ocorrem na superfície terrestre, sem que haja contato físico entre eles, utilizando sensores a bordo de satélites para a aquisição dessas informações.

Assim, de acordo com a energia absorvida, refletida e transmitida por cada objeto é possível observar as suas alterações através do tempo, utilizando as imagens provenientes dos sensores remotos para estudar fenômenos ambientais, como por exemplo, previsão do tempo, erosão e escorregamento de encostas, desmatamento, detecção e monitoramento de focos de incêndio e áreas queimadas, entre outros.

Dessa forma, este artigo tem por objetivo demonstrar a aplicação do sensoriamento remoto

por órgãos governamentais, defesa civil e corpos de bombeiros, como ferramenta para a antecipação dos riscos e o controle de focos de incêndio em áreas de vegetação.

## 2. DETECÇÃO E MONITORAMENTO DE FOCOS DE INCÊNDIO E ÁREAS DE QUEIMADAS

Nas últimas décadas tem aumentado as áreas de queimadas no Brasil, em virtude do aumento da ocupação do seu território, ocasionando a perda de biodiversidade, o aumento do efeito estufa, a destruição dos microorganismos e conseqüente perda da fertilidade do solo, além da poluição do ar, aumentando a ocorrência de doenças respiratórias.

A importância da detecção e monitoramento de queimadas está além do problema do desmatamento, implicando em modificações climáticas, ecológicas e ambientais diversas.

Com o avanço tecnológico tornou-se possível utilizar imagens de satélites, obtidas a partir de sensores remotos a bordo de satélites, para detectar e localizar, em tempo real, focos de incêndio. O Brasil investe em tecnologias que permitem o monitoramento e controle dos focos de calor em tempo recorde, sendo de grande auxílio no combate às queimadas.

Na página do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (<http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas>) podem-se obter informações em tempo quase real dos principais focos de calor detectados nas últimas horas. Na FIGURA 1 são apresentados os principais focos de incêndios na região sudoeste do Paraná, no período de 21/06/2008 e 21/06/2009.

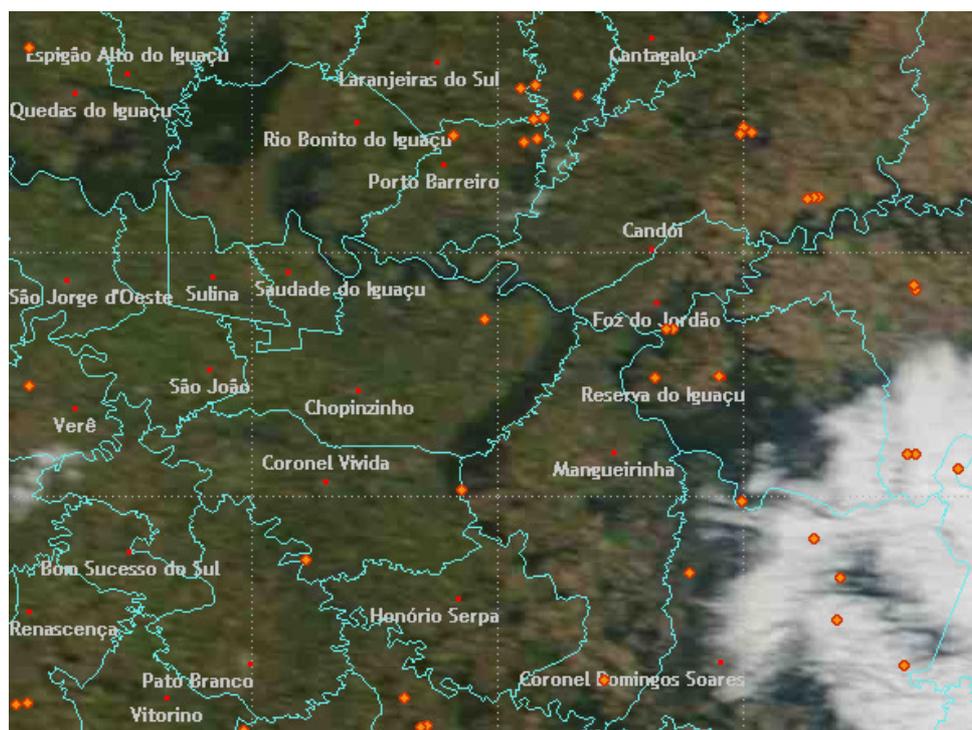


Figura 1. Focos de Incêndio - Região Sudoeste do Paraná

Fonte: <http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas>

De acordo com FLORENZANO (2007), estima-se que no Brasil ocorrem anualmente mais de 300 000 queimadas, as quais são detectadas desde a década de 80 por pesquisadores do INPE, sendo que a partir de 1998 este trabalho passou a ser realizado em conjunto com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), através do

Programa de Monitoramento de Queimadas e Prevenção e Controle de Incêndios Florestais no Arco do Desflorestamento da Amazônia (PROARCO).

Além do Brasil, este programa abrange países como a Bolívia, Paraguai e Peru. As informações sobre queimadas são obtidas pelos satélites meteorológicos geostacionários da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) e *Geostationary Satellite Server* (GOES), as quais estão disponíveis na página do INPE, em <http://www.cptec.inpe.br/queimadas/apresentacao.htm>. Na FIGURA 2 apresenta-se o mapa de risco de incêndio no Brasil, no período de fevereiro a junho de 2009, obtidas por meio do satélite NOAA. Mais informações sobre áreas com risco de incêndio podem ser obtidas em <http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/#>.

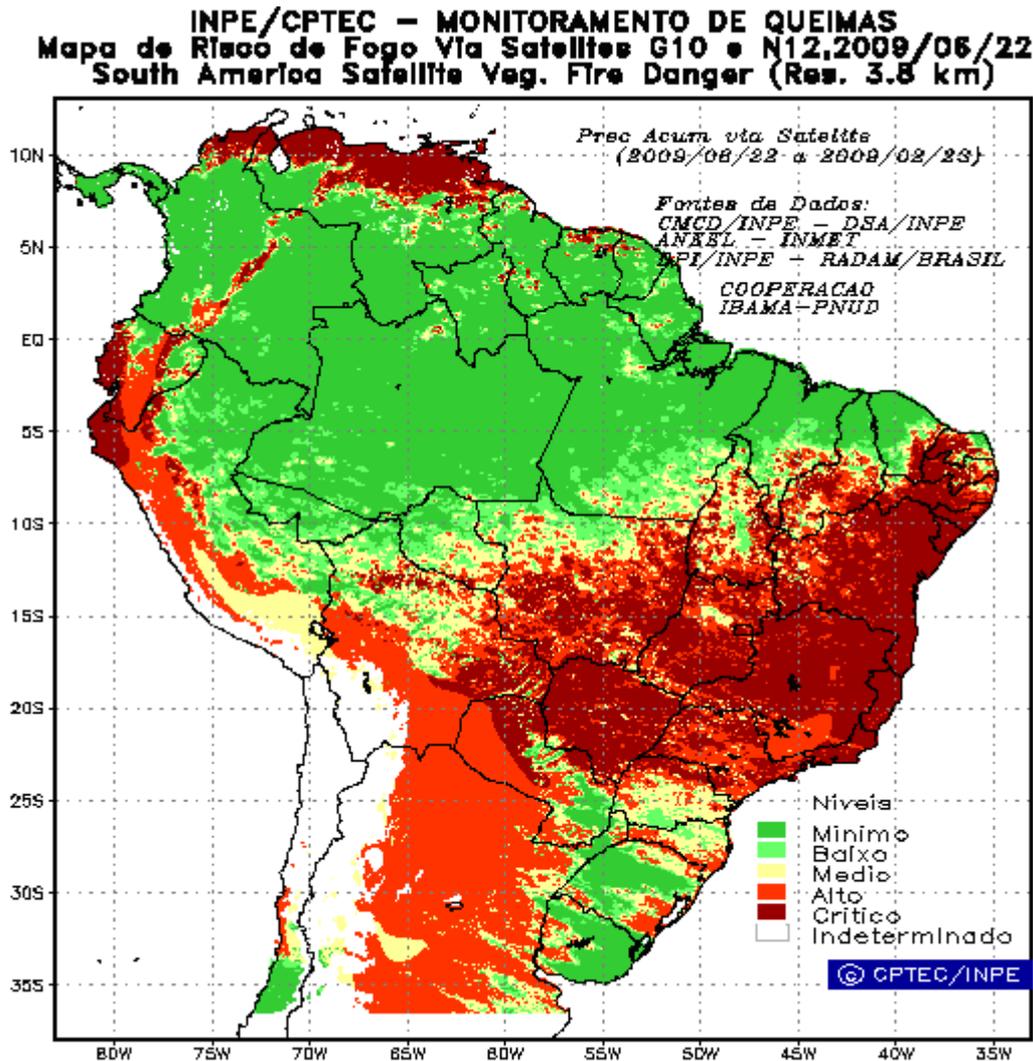


Figura 2. Mapa de risco de incêndio no Brasil

Fonte: <http://satelite.cptec.inpe.br/secas/>

### 3. CONTROLE AMBIENTAL ATRAVÉS DE IMAGENS DE SATÉLITE

No ano de 2005, entre 19 de setembro e 15 de outubro, registrou-se a maior ocorrência de incêndios florestais no Estado do Acre (DE ALBUQUERQUE et al., 2007).

Neste sentido, as imagens de satélite tiveram importante contribuição, subsidiando a Defesa Civil e Corpo de Bombeiros no combate ao incêndio, pois devido à grande extensão das queimadas e dificuldades de acesso a estas, tornou-se impossível a identificação em campo das áreas de

incêndio.

De acordo com os autores, o uso do SR para auxiliar a prevenção e combate ao incêndio florestal de 2005 iniciou-se devido ao agravamento do desastre, obrigando os membros da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC) a buscar apoio técnico para obter informações detalhadas das previsões da situação naquele instante. Assim, foram contatados técnicos do Instituto de Meio Ambiente do Estado do Acre (IMAC) e Fundação de Tecnologia do Estado do Acre (FUNTAC), que trabalhavam com SR, auxiliados por pesquisadores da Universidade Federal do Acre (UFAC), Centro de Pesquisa Woods Hole (WHRC), INPE e Universidade de Maryland, Estados Unidos.

As principais ferramentas de SR que foram utilizadas são apresentadas no QUADRO 1.

Quadro 1. Produtos de sensoriamento remoto usados pela defesa civil do Acre durante o incêndio de 2005

Produto	Uso	Acesso	Frequência
Focos de Calor	Localização de queimadas	<a href="http://www.cptec.inpe.br/queimadas">www.cptec.inpe.br/queimadas</a>	Diária
	Análise histórica	<a href="http://www.dpi.inpe.br/">http://www.dpi.inpe.br/</a>	Semanal
Previsão do Tempo	Previsão de chuvas, ventos e friagens	<a href="http://www.cptec.inpe.br/queimadas">www.cptec.inpe.br/queimadas</a>	Diária
Risco de Fogo	Priorização de combate	<a href="http://www.cptec.inpe.br/queimadas">www.cptec.inpe.br/queimadas</a>	Diária
Fumaça/Emissões	Monitorar a saúde humana	<a href="http://www.cptec.inpe.br/~poluimg/novo/actual/index_as_mp.shtml">http://www.cptec.inpe.br/~poluimg/novo/actual/index_as_mp.shtml</a>	Diária
Hidroestimador	Distribuição de chuvas	<a href="http://satelite.cptec.inpe.br/htmldocs/precipitacao/novo/precipitacao_novo.htm">http://satelite.cptec.inpe.br/htmldocs/precipitacao/novo/precipitacao_novo.htm</a>	Diária
Imagens MODIS	Fumaça e queimadas	<a href="http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/subsets/?AERONET_Rio_Branco">http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/subsets/?AERONET_Rio_Branco</a>	Diária
Imagens CBERS 2	Áreas queimadas	<a href="http://www.dgi.inpe.br/CDSR/">http://www.dgi.inpe.br/CDSR/</a>	Mensal

Fonte: Adaptado de DE ALBUQUERQUE et al. (2007)

De acordo com DE ALBUQUERQUE et al.(2007), a parceria obteve bons resultados, tanto que após o acontecimento inesperado das queimadas a CEDEC ficou em estado de alerta para futuros desastres da mesma natureza. Assim, os órgãos que estavam diretamente envolvidos no combate ao fogo organizaram-se ainda mais, formando comitês e grupos de trabalhos com a finalidade de realizar estudos avançados e atualizados, tendo como base a utilização do SR voltado à prevenção de queimadas que poderiam acontecer no ano seguinte.

No Estado do Paraná são desenvolvidos estudos semelhantes, visando a prevenção de incêndio em áreas florestais. Conforme estudos, a maioria dos incêndios ocorre geralmente entre os meses de maio e setembro, período em que os índices pluviométricos são baixos. Assim, considerando-se o risco de incêndio florestal no Estado, obtido em função da chuva diária e umidade relativa do ar, trabalhos são realizados com a finalidade de se comparar focos de calor detectados pelo sensor remoto *Advanced Very High Resolution Radiometer* (AVHRR), a bordo do satélite NOAA 12 (MARTINI, DEPPE e LOHMANN, 2007). De acordo com os autores, até o mês de outubro de 2006, foram registrados 1876 focos de calor no Paraná (FIGURA 3), que comparado ao mesmo período de 2005, apresentou aumento de 70%.

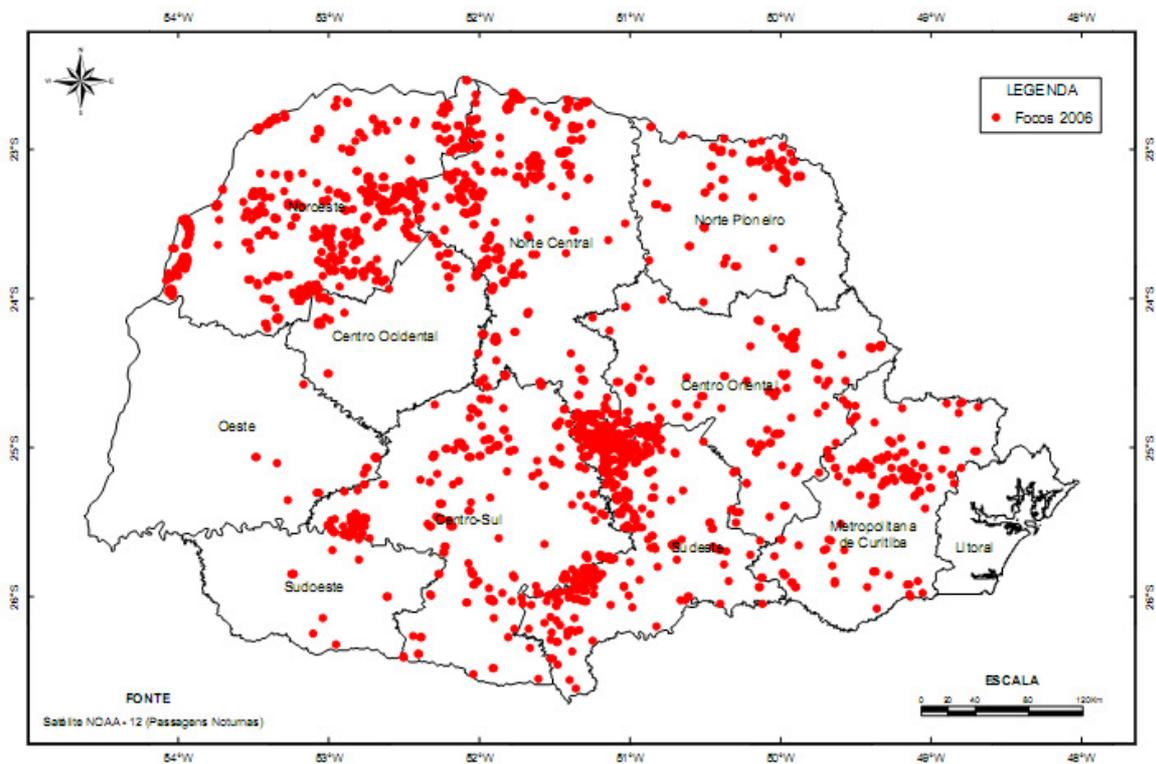


Figura 3. Focos de calor no estado do Paraná – janeiro a outubro de 2006  
 Fonte: MARTINI, DEPPE e LOHMANN (2007)

Em relação ao combate a incêndios florestais, atualmente o Corpo de Bombeiros do Paraná faz uso de imagens de sensores remotos, que possibilitam a localização dos focos de incêndio, bem como as áreas com maior risco de incêndio florestal no estado (FIGURA 4).

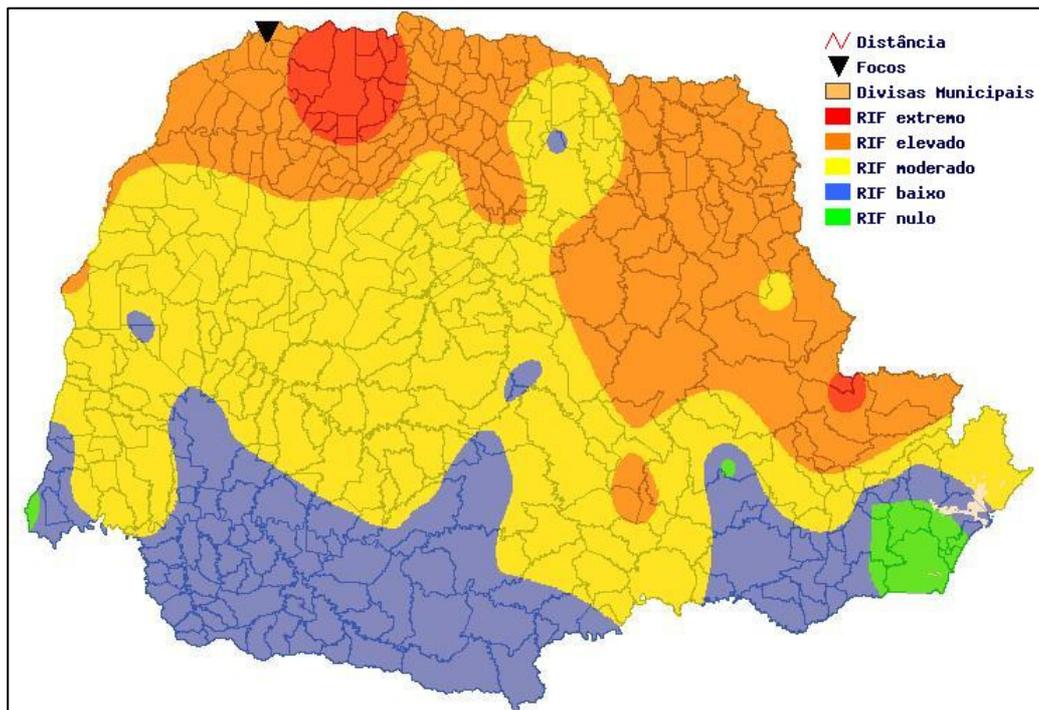


Figura 4. Monitoramento via satélite de incêndios e estado da vegetação.  
 Fonte: <http://200.189.113.82/maps/server/samifs/>

Este mapa permite a interação do usuário com o sistema, onde podem ser visualizadas as divisas municipais, rodovias, hidrografia, unidades de conservação florestal, bem como o risco de incêndio em cada município. Mais detalhes podem ser obtidos em <http://200.189.113.82/mapserver/samifs/>.

#### 4. SISTEMA NACIONAL DE PREVENÇÃO E COMBATE AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS

Devido à intensidade das queimadas e incêndios florestais, originados tanto por fenômenos naturais quanto pelo Homem, em 10 de abril de 1989, o governo federal criou o Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (PREVFOGO), através do Decreto 97635, que atribui ao IBAMA a competência de coordenar as ações necessárias à organização, implementação e operacionalização das atividades relacionadas à educação, pesquisa, prevenção, controle e combate aos incêndios florestais e queimadas. (RAMOS, 1995).

De acordo com o autor, o plano de ação do PREVFOGO está subdividido em cinco programas: Prevenção, Controle, Combate, Pesquisa e Treinamento. No programa Prevenção encontra-se o monitoramento meteorológico, estruturado levando-se em conta a rede de estações meteorológicas operadas pelo Departamento Nacional de Meteorologia (DNMET), em convênio com o IBAMA.

O programa Controle visa o estabelecimento de sistemas para a detecção de focos de incêndio e de autorização e controle de queimadas, contemplando o monitoramento via satélite junto ao Centro Nacional de Monitoramento e Controle de Incêndios Florestais (CNMC) do PREVFOGO. A identificação dos focos é realizada por meio de sensores térmicos AVHRR do satélite meteorológico da série NOAA-11, cujo período de revisita é de seis horas, orbitando a 800 quilômetros de altitude. Os dados são recebidos pelo INPE, que processa e retransmite as informações ao CNMC em Brasília, onde são processadas, gerando relatórios e mapas, nos quais são identificados e localizados os focos de incêndio, bem como a intensidade com que estes ocorrem.

Conforme dados obtidos pelo INPE, no período de junho a novembro, são rotineiras as queimadas praticadas na preparação do solo para a agricultura, que junto com a seca no período são as principais causas do alastramento do fogo nas matas do país. Por exemplo, na TABELA 1 apresenta-se a evolução dos focos de incêndio no Estado do Paraná, de 2000 a 2003.

Tabela 1. Evolução dos focos de incêndio no Paraná

<b>Ano</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
<b>Mês</b>				
Jan	34	---	47	43
Fev	9	---	24	23
Mar	---	---	19	34
Abr	---	44	94	80
Mai	---	33	65	143

---

Jun	---	54	115	157
Jul	---	137	96	193
Ago	926	370	547	501
Set	407	113	565	1446
out	18	---	237	692
nov	92	---	151	351
dez	170	---	127	140
<b>Total</b>	<b>1656</b>	<b>751</b>	<b>2087</b>	<b>3803</b>

---

Fonte: [http://ambientes.ambientebrasil.com.br/florestal/artigos/queimadas,\\_incendios\\_florestais.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/florestal/artigos/queimadas,_incendios_florestais.html)

Percebe-se que o período das secas e queimadas apresenta maior número de focos, com destaque para os meses de agosto e setembro, que respondem por 80,5% dos casos ocorridos em 2000, 64,3% em 2001, 53,3% em 2002, e 51,2% em 2003. De acordo com o INPE, a identificação dos focos é auxiliada pelo sensoriamento remoto, uma vez que ao constatar-se nos imagens é possível antecipar decisões para impedir o alastramento do incêndio.

## 5. CONCLUSÕES

Com os casos apresentados neste artigo pode-se verificar a contribuição das imagens dos satélites meteorológicos na detecção dos focos de incêndio e de áreas queimadas, subsidiando decisões de órgãos governamentais, defesa civil e corpo de bombeiros no combate ao fogo.

Atualmente, o sensoriamento remoto, aliado aos sistemas de informações geográficas, tornou-se necessário e essencial para a identificação de queimadas florestais em nível mundial, uma vez que possibilita a obtenção de dados precisos e confiáveis, permitindo elaboração de mapas de risco de incêndios em unidades de conservação, bem como a prevenção e controle de incêndios em áreas de vegetação.

## REFERÊNCIAS

**AMBIENTE BRASIL.** *Queimadas e Incêndios Florestais*. Disponível em: [http://ambientes.ambientebrasil.com.br/florestal/artigos/queimadas,\\_incendios\\_florestais.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/florestal/artigos/queimadas,_incendios_florestais.html). Acesso em: 22 jun 2009.

**CEPTEC – Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos.** *Monitoramento de Secas*. Disponível em: <http://satelite.cptec.inpe.br/secas/>. Acesso em: 22 jun 2009.

**DE ALBUQUERQUE, J. H. B.; GOMES, J. J. B.; DA COSTA, C. B.; SANTOS, C. S.; BROWN, I. F.** *Visão da Defesa Civil do Estado do Acre na Aplicação das Ferramentas de Sensoriamento Remoto para Controle e Combate às Queimadas do Ano de 2005*. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis, 2007. p. 4413 – 4420.

**FLORENZANO, T. G.** *Iniciação em Sensoriamento Remoto*. Oficina de Textos. São Paulo, 2007.

**INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.** *Banco de Dados de Queimadas*.

Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas>. Acesso em: 19 jun 2009.

**MARTINI, L. DEPPE, F.; LOHMANN, M.** *Avaliação Temporal de Focos de Calor no Estado do Paraná (1999 a 2006)*. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis, 2007. p. 4477 – 4484.

**POLÍCIA MILITAR DO PARANÁ. Comando do Corpo de Bombeiros.** *Focos de Incêndios Florestais*. Disponível em: Fonte: <http://200.189.113.82/mapserver/samifs/>. Acesso em: 21 jun 2009.

**RAMOS, P. C. M.** *Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais. I Fórum Nacional sobre Incêndios Florestais e III Reunião Conjunta IPEF/FUPEF/SIF sobre Incêndios Florestais*. Piracicaba, 1995. Disponível em: <http://www.scribd.com/doc/6957962/PCI-Prevencao-combate-incendios-florestais>. Acesso em 21 jun 2009.