

# Controle de Qualidade nas Detecções Orbitais de Queimadas

Pedro A. L. de Souza, Alberto W. Setzer, Cintia P. de Freitas, Luiz E. Maurano,  
Fabiano Morelli e Raffi A. Sismanoglu

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE  
Rodovia Pres. Dutra Km39 – C. Paulista – SP – Brasil,  
email: [pedro.lagden@cptec.inpe.br](mailto:pedro.lagden@cptec.inpe.br)

## ABSTRACT

This paper summarizes the basic procedures used in the quality control of INPE's operational system that monitors vegetation fires in satellite images (<http://queimadas.cptec.inpe.br>). Over 100 images from various polar and geostationary satellites are daily processed for fire pixels in different systems. Program scripts check the actual recording of the images and the generation of subproducts. Visual inspection of each AVHRR/NOAA image is needed for their navigation using control points, and to remove false detections caused by transmission and reception noise. The correspondence of fires in near-simultaneous images of different satellites is also examined to identify navigation errors and algorithm misdetection. Such procedures minimize the product errors for the thousands of registered users of the system.

**Palavras-chave:** Queimadas, Incêndios florestais, imagens de satélites.

## INTRODUÇÃO

Desde meados da década de 1980 o INPE vem aperfeiçoando seu sistema de detecção de focos de queimadas e incêndios florestais em imagens de satélites. Os focos de queima (ou “focos de calor”) são obtidos nas imagens termais na faixa de 3,7 um a 4 um dos satélites de órbita polar NOAA (AVHRR), TERRA e AQUA (MODIS), e dos geoestacionários GOES (IMAGER) e MSG (SEVIRI) recebidas pelo INPE, sendo divulgados em sistemas de informações geográficas com a página internet Queimadas (<http://queimadas.cptec.inpe.br>). Usuários especiais, com necessidades operacionais, recebem os dados via FTP em cerca de 20 minutos após a recepção das imagens; os mesmos dados são acessados pelo público na internet, no máximo três horas depois.

Cada satélite de órbita polar produz pelo menos um conjunto de imagens por dia, e os geoestacionários geram algumas por hora, sendo que no total o INPE processa mais de 100 imagens por dia, especificamente para detectar focos de queima da vegetação. Todo País e grande parte da América do Sul são cobertos por estas imagens, combinando-se as recepções das estações do INPE em Cachoeira Paulista, SP e Cuiabá, MT.

Entretanto, existem dificuldades nos processamentos. Eventualmente, imagens não são gravadas pelas estações receptoras por motivos técnicos e operacionais, e ocorrem imagens ruidosas por falhas nos sensores e na recepção. E o próprio processamento das imagens e geração dos dados é sujeito a falhas: humanas na interação manual com os programas de ajuste geográfico das imagens AVHRR/NOAA, ou nos algoritmos de identificação dos focos em casos de reflexão solar. Para que os dados cheguem aos usuários com a menor ocorrência possível de erros, o INPE diariamente controla sua qualidade, minimizando falhas. O objetivo deste trabalho é mostrar sucintamente como é feito este controle, e sua importância na geração dos diversos produtos disponíveis os usuários.

## PROCEDIMENTOS

As imagens usadas no processo de detecção de queimadas são gravadas nas estações de recepção do INPE em Cachoeira Paulista, SP e Cuiabá, MT. A informação para a identificação de queimadas e incêndios está essencialmente na banda termal 3,7 um a 4 um.

No caso das imagens AVHRR/NOAA, após a separação em seus canais componentes, é feita a “navegação”, ou seja, seu ajuste geográfico a partir da identificação visual de pontos de controle pré-definidos em locais de feições geográficas identificáveis nas imagens; são utilizadas confluências de rios, ilhas, barragens, etc. Nos casos do GOES, MSG, TERRA e AQUA, o ajuste é automático, feito pelo pacote de processamento da própria estação receptora. Estes pontos de controle estão indicados pelos pequenos círculos vermelhos na Figura 2 (lado esquerdo).

Logo após o ajuste geográfico, mantendo-se a projeção satélite original, é feita nas imagens a detecção dos focos de queima, selecionando-se os píxeis (elementos de resolução) com maior temperatura, e que em geral saturam o sensor do canal 3,7 um a 4 um; canais adicionais são usados para eliminar falsas detecções, sendo que cada tipo de sensor possui seu próprio algoritmo.

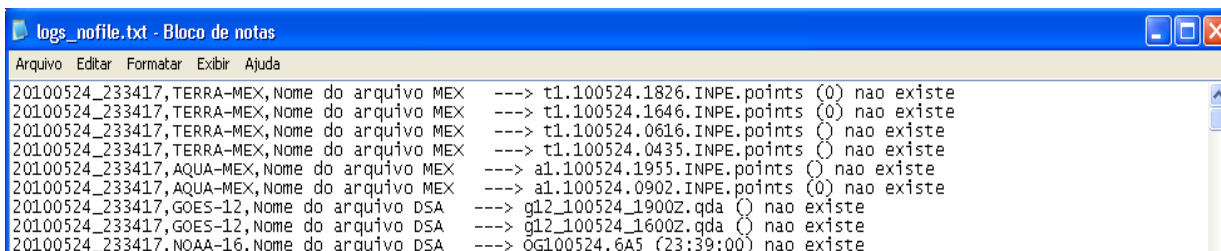
Com o processo de detecção finalizado, são gerados automaticamente inúmeros arquivos para apresentação nas páginas internet, para usuários especiais com necessidades operacionais, para outros pesquisadores que desenvolvem produtos próprios, etc. Estes dados são geralmente em formato texto e binário, ou na forma final de figuras, tabelas, emails de alerta e relatórios.

Para minimizar erros e os dados provenientes nestas operações é feito um controle de qualidade em todas as fases do processo, desde a ingestão dos dados brutos até os produtos finais.

## RESULTADOS

Na redução de falhas no processo de detecção de queimadas, seguem-se as seguintes etapas rotineiras:

1) Ausência de imagens. São comparadas diariamente de forma automática as tabelas de previsão nominal de recepções de imagens da DSA, com a existência dos arquivos de Queimadas efetivamente gerados. Por meio das discrepâncias detectadas, como indicado, por exemplo, na Figura 1, são identificados e solucionados os problemas que impediram o aproveitamento de todas as informações disponíveis. Quando a falha é no processamento de imagens existentes, as mesmas são novamente processadas, e os arquivos de dados são gerados e enviados com o retardo decorrente.



```
logs_nofile.txt - Bloco de notas
Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda
20100524_233417, TERRA-MEX, Nome do arquivo MEX ----> t1.100524.1826.INPE.points (0) nao existe
20100524_233417, TERRA-MEX, Nome do arquivo MEX ----> t1.100524.1646.INPE.points (0) nao existe
20100524_233417, TERRA-MEX, Nome do arquivo MEX ----> t1.100524.0616.INPE.points (0) nao existe
20100524_233417, TERRA-MEX, Nome do arquivo MEX ----> t1.100524.0435.INPE.points (0) nao existe
20100524_233417, AQUA-MEX, Nome do arquivo MEX ----> a1.100524.1955.INPE.points (0) nao existe
20100524_233417, AQUA-MEX, Nome do arquivo MEX ----> a1.100524.0902.INPE.points (0) nao existe
20100524_233417, GOES-12, Nome do arquivo DSA ----> g12_100524_1900Z.qda (0) nao existe
20100524_233417, GOES-12, Nome do arquivo DSA ----> g12_100524_1600Z.qda (0) nao existe
20100524_233417, NOAA-16, Nome do arquivo DSA ----> QG100524.6A5 (23:39:00) nao existe
```

Figura 1. Exemplo da constatação de arquivos de imagens faltantes no processo.

2) Existência de focos espúrios e falta de focos nas imagens. Devido a ruídos de transmissão nos satélites da série NOAA, bem como na recepção de suas imagens na DSA,

ocorre a presença de ruídos que são confundidos com focos de queima pelo algoritmo de detecção. Neste caso, a inspeção visual da imagem e dos focos é feita pelo Operador durante o processamento inicial das imagens, e em casos extremos são encontradas situações como a apresentada na Figura 2. Nota-se que no sul do estado do RS e no norte do PA e AM existem ruídos na imagem e que os mesmos resultaram em centenas de falsos focos de queima.

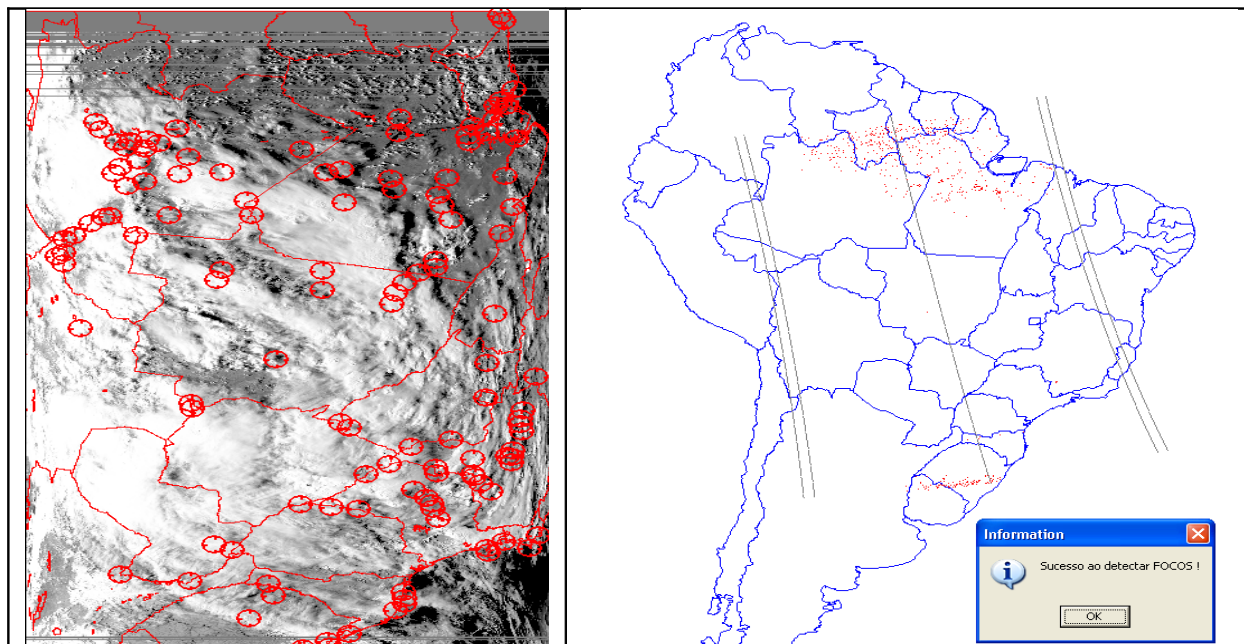


Figura 2. Imagem NOAA-15/AVHRR de 03/12/2009, com linhas de ruído no extremo norte e sul (esquerda), e o produto com falsas detecções (direita) que são removidos após inspeção visual da imagem e do mapa. Os círculos vermelhos indicam as opções de pontos de controle.

Verificado este tipo de erro, é imediatamente feito o reprocessamento com a mesma imagem bruta, eliminando-se os focos espúrios e encaminhando aos usuários arquivos corretos.

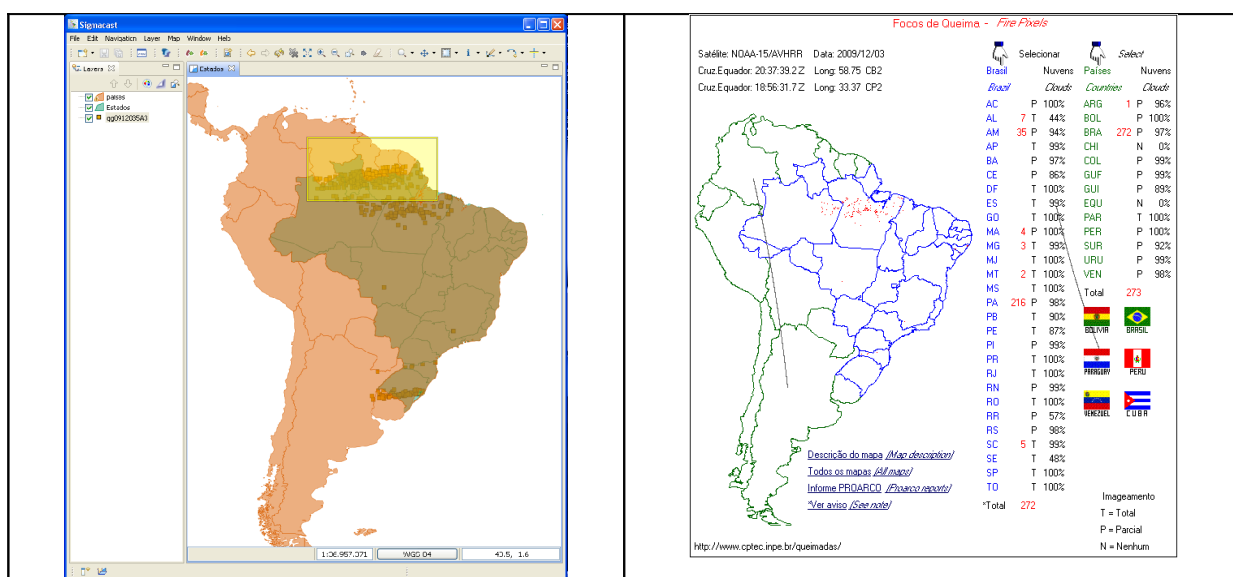


Figura 3. Eliminação de ruído no norte do Brasil com o aplicativo SigmaCast (esquerda), e o produto da detecção sem as detecções falsas devidas ao ruído(direita).

O aplicativo SigmaCast auxilia na eliminação de focos espúrios, e consequentemente no reprocessamento dos arquivos que serão gerados de forma correta pelo processamento de queimadas, como mostra a Figura 3.

Também se verifica a ocorrência de focos espúrios, derivados de reflexos de luz solar em rios, lagos e até mesmo desertos. Estes também são prontamente eliminados do banco de dados. A verificação da falta de focos nas imagens, ou seja, caso haja eliminação de focos por engano pelo operador na rotina SigmaCast (Fig3), também é feita diariamente, e consiste na comparação de localidades onde existem muitos focos de algum satélite e poucos de outro em uma imagem sem ruído.

Em certos casos, focos falsos resultam de falhas temporárias no sensor de imageamento, e um exemplo mostrando esta condição encontra-se na Figura 4, quando uma linha falsa de focos resultou, atravessando o Estado de Amazonas e a Bolívia.

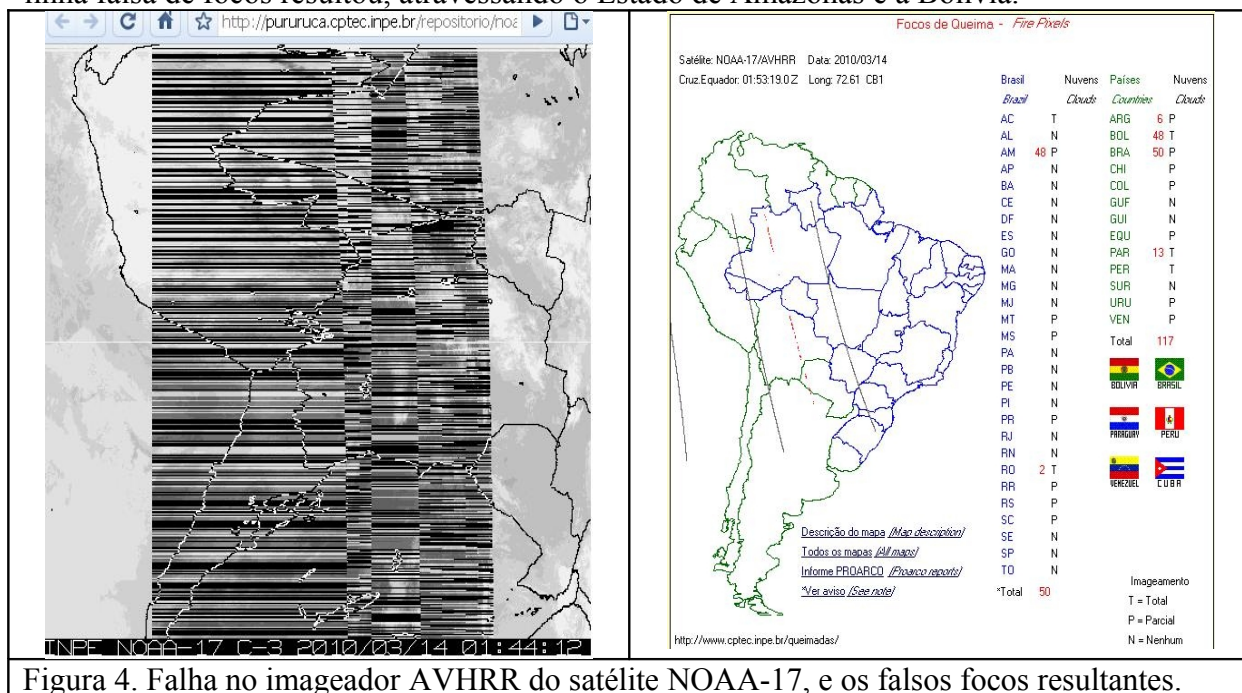


Figura 4. Falha no imageador AVHRR do satélite NOAA-17, e os falsos focos resultantes.

3) Também são verificados diariamente os principais produtos apresentados nas páginas internet de Queimadas. Eles são analisados quanto à atualização de datas e à presença de erros de processamento, que são de fundamental importância para usuários que rotineiramente acessam os produtos. Existe uma página interna na DSA com links para diretórios nas áreas de processamento, facilitando a verificação destes produtos, como mostra a Figura 5.

## CONCLUSÃO

Com os procedimentos de verificação diária dos produtos de queimadas disseminados aos usuários, procura-se melhorar a qualidade nos arquivos de saída da detecção de queimadas. Em particular, com as análises visuais, elimina-se falsos alertas de queimadas, principalmente em áreas de conservação, e são produzidos melhores resultados no que diz respeito aos mapas de risco de fogo.



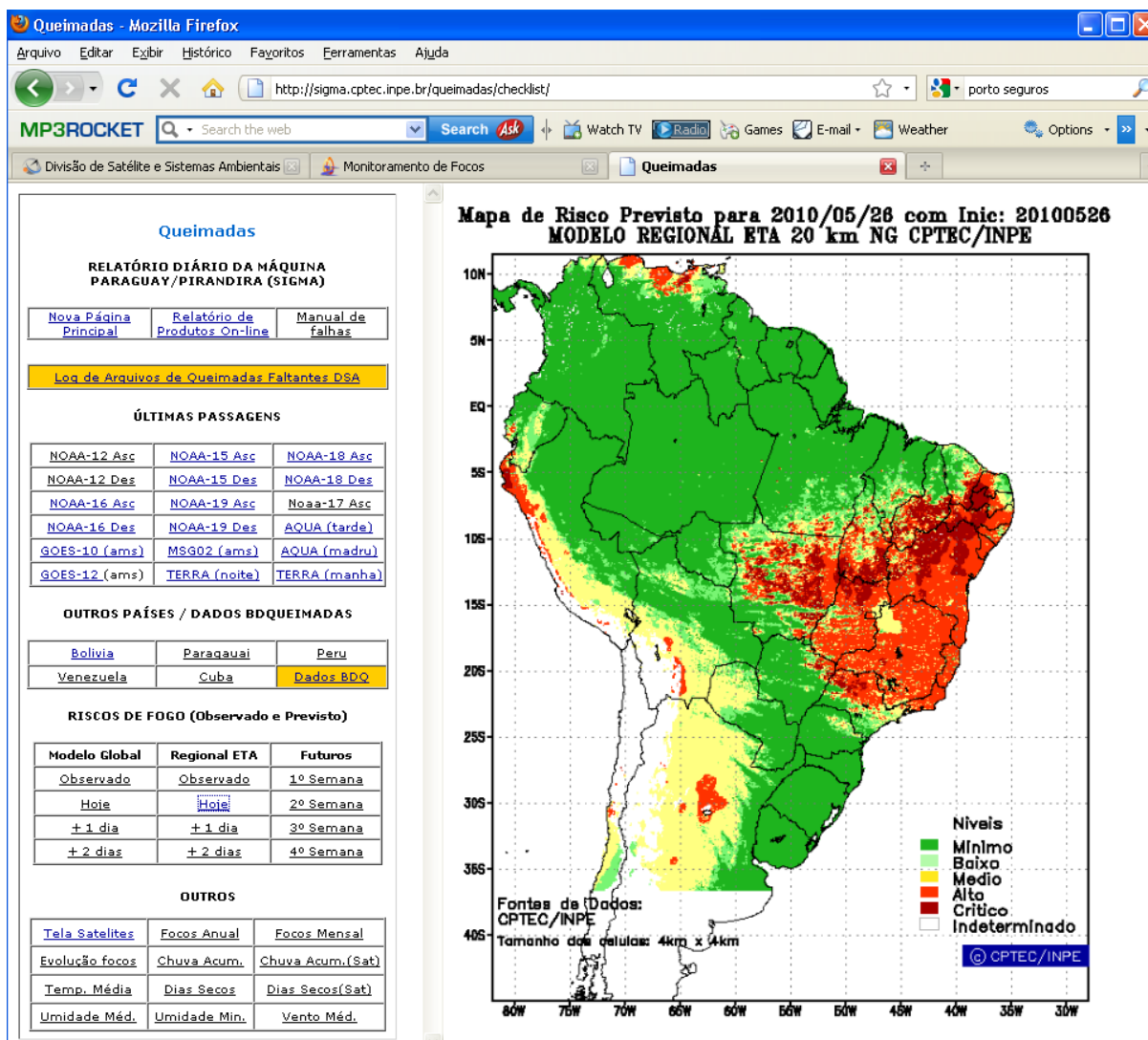


Figura 5. Página interna, com links para acompanhamento dos produtos operacionais.

## REFERÊNCIAS

INPE/DSA - Divisão de satélites Ambientais /Queimadas/ Perguntas Frequentes. Disponível em: <<http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/perguntas.html>> Acesso em: 25 Mai. 2010.

INPE/DSA - Divisão de satélites Ambientais / Laboratório Virtual/ curso\_GEONETCast2010/ em: <<http://poapem.cptec.inpe.br/moodle/file.php/4/Aula9.pdf>> Acesso em: 25 Mai. 2010

SISMANOGLU, R.A., SETZER, A.; JUSTINO, F.B. E LIMA, W.F.A. 2002. Avaliação inicial do desempenho do risco de fogo gerado no Cptec. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 12, 2002, Foz do Iguaçu, PR, **Anais**. SP: Soc. Bras. Meteorologia, 2002, p.1991-1999.

LAGDEN, P.A., SISMANOGLU, R.A. E SETZER, A.W., 2004. Melhorias no Monitoramento de Queimadas realizado no INPE. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 13, 2004, Fortaleza, CE, **Anais**. Fortaleza: Soc. Bras. Meteorologia, 2004.