



Ministério da  
**Ciência, Tecnologia  
e Inovação**



sid.inpe.br/mtc-m19/2012/01.06.18.18-NTC

**RELATÓRIO DE VALIDAÇÃO DE 31 FOCOS DE  
QUEIMA DE VEGETAÇÃO DETECTADOS COM  
SATÉLITES PELO INPE DE JANEIRO A AGOSTO/2011,  
EM RELAÇÃO À VISTORIA DO IBAMA/PREVFOGO  
NO INÍCIO DE AGOSTO/2011 NOS MUNICÍPIOS DE  
BOM JESUS DE GOIÁS, CACHOEIRA DOURADA E  
ITUMBIARA, SUDESTE DE GOIÁS**

Alberto Waingort Setzer  
Fabiano Morelli  
Pedro Augusto Lagden de Souza

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3B5SHG2>>

INPE  
São José dos Campos  
2012

**PUBLICADO POR:**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Gabinete do Diretor (GB)

Serviço de Informação e Documentação (SID)

Caixa Postal 515 - CEP 12.245-970

São José dos Campos - SP - Brasil

Tel.:(012) 3208-6923/6921

Fax: (012) 3208-6919

E-mail: pubtc@sid.inpe.br

**CONSELHO DE EDITORAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA PRODUÇÃO INTELLECTUAL DO INPE (RE/DIR-204):****Presidente:**

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

**Membros:**

Dr. Antonio Fernando Bertachini de Almeida Prado - Coordenação Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE)

Dr<sup>a</sup> Inez Staciarini Batista - Coordenação Ciências Espaciais e Atmosféricas (CEA)

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação Observação da Terra (OBT)

Dr. Germano de Souza Kienbaum - Centro de Tecnologias Especiais (CTE)

Dr. Manoel Alonso Gan - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPT)

Dr<sup>a</sup> Maria do Carmo de Andrade Nono - Conselho de Pós-Graduação

Dr. Plínio Carlos Alvalá - Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CST)

**BIBLIOTECA DIGITAL:**

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação de Observação da Terra (OBT)

**REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA:**

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Yolanda Ribeiro da Silva Souza - Serviço de Informação e Documentação (SID)

**EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:**

Vivéca Sant´Ana Lemos - Serviço de Informação e Documentação (SID)



Ministério da  
**Ciência, Tecnologia  
e Inovação**



sid.inpe.br/mtc-m19/2012/01.06.18.18-NTC

**RELATÓRIO DE VALIDAÇÃO DE 31 FOCOS DE  
QUEIMA DE VEGETAÇÃO DETECTADOS COM  
SATÉLITES PELO INPE DE JANEIRO A AGOSTO/2011,  
EM RELAÇÃO À VISTORIA DO IBAMA/PREVFOGO  
NO INÍCIO DE AGOSTO/2011 NOS MUNICÍPIOS DE  
BOM JESUS DE GOIÁS, CACHOEIRA DOURADA E  
ITUMBIARA, SUDESTE DE GOIÁS**

Alberto Waingort Setzer  
Fabiano Morelli  
Pedro Augusto Lagden de Souza

URL do documento original:  
<<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3B5SHG2>>

INPE  
São José dos Campos  
2012





MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

*Relatório de validação de 31 focos de queima de vegetação detectados com satélites pelo INPE de Janeiro a Agosto/2011, em relação à vistoria do IBAMA/PREVFOGO no início de Agosto/2011 nos municípios de Bom Jesus de Goiás, Cachoeira Dourada e Itumbiara, sudeste de Goiás.*



Monitoramento de Focos  
**QUEIMADAS**

São José dos Campos, 07 de Dezembro de 2011



***Técnicos da equipe de monitoramento de queimadas por satélites do INPE que elaboraram este relatório:***

**Alberto Setzer**, PhD, Coordenador.

**Fabiano Morelli**, Doutor, Analista/Pesquisador.

**Pedro Augusto Lagden de Souza**, Analista de Sistemas/Controle.

***Índice***

<b><i>Sumário Executivo</i></b> .....	3
<b><i>Histórico</i></b> .....	4
<b><i>Análise das datas específicas</i></b> .....	5
A) 21/Janeiro/2011.....	7
B) 09/Abril/2011.....	8
C) 27/Maio/2011.....	10
D) 14/Junho/2011.....	12
E) 24/Junho/2011.....	12
F) 12/Julho/2011.....	13
G) 15/Julho/2011.....	15
H) 16/Julho/2011.....	17
I) 20/Julho/2011.....	18
J) 21/Julho/2011.....	19
K) 25/Julho/2011.....	20
L) 28/Julho/2011.....	21
M) 01/Agosto/2011.....	22
<b><i>Conclusão</i></b> .....	23
<b><i>ANEXO I - Ofício No.131 PREVFOGO</i></b> .....	24

## *Sumário Executivo*

Na primeira semana de agosto/2011 o IBAMA/PREVFOGO realizou vistorias de campo em três municípios no sudeste de Goiás para conferir detecções de focos de queima de vegetação indicados pelos satélites do sistema de monitoramento do INPE. Foram vistoriados 31 focos em 13 eventos de um ou mais focos, ocorridos de 21/janeiro a 01/agosto2011. Em nenhum dos locais examinados o PREVFOGO encontrou evidências de fogo na vegetação. Todos os 13 eventos foram em áreas agrícolas de uso intensivo do solo. As informações das vistorias não vieram acompanhadas de fotografias e coordenadas de GPS para identificar o tipo de vegetação, o uso e ocupação do solo, o próprio contexto espacial dos eventos, ou confirmar a localização dos pontos vistoriados.

Nas avaliações pela equipe do INPE, considerou-se a proximidade de focos detectados por diferentes satélites, a sobreposição destes com plumas de fumaça próximas aos focos nas datas das detecções, a existência de cicatrizes de queimadas nas imagens dos dias dos eventos, e o uso do solo conforme as imagens de alta resolução disponíveis no aplicativo GoogleMaps na Internet. A análise foi visual, sobrepondo-se as latitudes e longitudes dos focos com imagens MODIS de 250 metros de resolução, e com imagens de 30 metros de resolução do satélite Landsat.

As análises dos casos de 24/Junho, 12, 16 e 28/Julho/2011 comprovaram com certeza absoluta a ocorrência de queimadas nos locais onde a vistoria do PREVFOGO relatou a condição “sem queima”. Os demais nove eventos apresentam graus diferentes de evidência das queimadas ocorridas, e em nenhum deles houve qualquer indicação de uma eventual falsa detecção dos satélites.

A diferença entre os resultados opostos da vistoria do PREVFOGO e das detecções de focos do INPE é explicada como decorrente de três limitações nos procedimentos do PREVFOGO: 1) a verificação em campo ocorreu vários meses ou semanas após a detecção do fogo, favorecendo o desaparecimento dos vestígios da queima com a lavagem das cinzas pelas chuvas e a recuperação da vegetação; 2) os 31 focos selecionados para validação ocorreram todos em áreas de agricultura intensiva, com canaviais e pastagens, com alterações constantes da cobertura do solo, reforçando a necessidade de uma vistoria imediata à detecção, e; 3) não foi levada em conta a imprecisão espacial da localização dos focos pelos satélites, que é de cerca de 1 km, podendo chegar até 5 km.

Nos trabalhos futuros de vistoria do PREVFOGO deverão ser previstos registros fotográficos e de GPS, e exames espaciais mais amplos no entorno das coordenadas dos focos, quando possível com helicóptero, e poucos dias após a detecção do fogo na vegetação pelos satélites do sistema do INPE. Tais procedimentos permitirão validações mais consistentes, por sua vez subsidiando o INPE na melhora das suas técnicas de detecção de queimadas e incêndios.



## *Histórico*

O sistema de monitoramento de focos de queima de vegetação do INPE com imagens de satélites resultou de uma iniciativa conjunta com o antigo IBDF (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal) em meados da década de 1980, e que no final da mesma foi incorporado ao IBAMA/MMA. Em particular, os programas PREVFOGO, iniciado em 1989, e PROARCO que atuou de 1998 a 2008, ambos do IBAMA, sempre tiveram interação com o sistema de focos do INPE, inclusive apoiando e orientando sua estrutura desde 1998 como parte do Programa FLORESCER; em 2007, após sua constituição, o ICMBio/MMA, responsável pelo controle e manejo do fogo nas unidades de conservação nacionais, também passou a utilizar regularmente os produtos de focos gerados pelo INPE.

De interesse comum aos usuários dos focos detectados por satélites, como PREVFOGO e ICMBio, assim como ao INPE, provedor das informações em tempo quase-real, é fundamental a validação das detecções por meio de trabalhos de campo. Estes levantamentos são feitos ocasionalmente entre estas instituições, permitindo quantificar a confiabilidade dos dados, e fornecendo insumos para a melhoria das técnicas que o INPE vem desenvolvendo ao longo dos anos.

Como parte da interação entre o PREVFOGO e o INPE, identificou-se nova possibilidade de validar as detecções de focos obtidos pelos satélites por meio de vistorias de campo realizadas durante a primeira semana de agosto/2011 por equipes do PREVFOGO em três municípios no sudeste do Estado de Goiás - ver Anexo 1.

Neste contexto, **este relatório tem por objetivo descrever os resultados desta iniciativa de comparação de detecções de focos do INPE por satélites com resultados de campo do PREVFOGO, na qual foram analisados 31 focos de 13 eventos distintos de detecções entre janeiro e agosto/2011.**

Por parte do PREVFOGO foram utilizados os relatos produzidos pelo funcionário Sr. Manoel Alves Barbosa Neto, Gerente Estadual para Goiás, com base nas constatações de sua equipe durante a primeira semana de agosto/2011, nos municípios goianos de Bom Jesus do Goiás, Cachoeira Dourada e Itumbiara. No INPE, foram analisadas as detecções de focos das ~200 imagens geradas diariamente pelos onze satélites atualmente empregados no monitoramento ([www.dpi.inpe.br/proarco](http://www.dpi.inpe.br/proarco)), assim como imagens de baixa resolução espacial (250 metros) do sensor MODIS/AQUA e de média resolução (30 metros) do sensor TM/Landsat. Informações detalhadas dos produtos do INPE e publicações pertinentes encontram-se em [www.inpe.br/queimadas](http://www.inpe.br/queimadas).



### *Análise das datas específicas*

Nesta análise, os 31 focos vistoriados pelo PREVFOGO foram separados em 13 conjuntos, pois em alguns casos vários focos correspondem ao mesmo local e apresentam poucas horas de diferença no seu registro por satélites diferentes. As áreas de concentração destes 13 eventos no sudeste de Goiás, nos municípios de Bom Jesus de Goiás, Cachoeira Dourada e Itumbiara, cerca de 180 km ao sul de Goiânia, e próximos à divisa de Minas Gerais, estão indicadas na Figura 1.

Todos os 31 focos escolhidos pelo PREVFOGO ocorreram em áreas de cultivo agrícola intenso, inclusive com canaviais, e de pastagens, como pode ser visto nos dois exemplos da Figura 2. A informação do que foi constatado em campo está reproduzida sempre na célula final da tabela que caracteriza os focos; são os textos como, por exemplo, “pasto seco sem queima” ou “área de plantio de cana sem queima”, e estas foram as únicas informações de campo recebidas pelo INPE referentes aos pontos vistoriados.

Nas tabelas com os dados dos focos, na coluna satélite, ocorrem duas possibilidades para o AQUA e o TERRA. Se logo após o nome do satélite aparece a letra “M”, quer dizer que o dado foi gerado pela Universidade de Maryland em conjunto com a NASA, ambos nos EUA; sem a letra “M”, o dado foi gerado pelo INPE com seu próprio algoritmo. A acurácia espacial das detecções de focos de queima depende do tamanho do píxel no qual o foco se encontra, lembrando que seu valor nominal é ~1 km x ~1 km para os satélites NOAA, TERRA e AQUA, e ~4 km x ~4 km para os geostacionários GOES-12 e METEOSAT-2. Devido à geometria de imageamento, estes valores podem chegar a ~5 km x ~2 km nos NOAAs, TERRA e AQUA, a ~5 km x ~5 km no GOES-12, e a ~7 km x ~5 km no METEOSAT-2. Estes valores, que correspondem à imprecisão mínima esperada, têm de ser obrigatoriamente levados em conta quando é feita a validação em campo dos focos detectados por meio destes satélites.

A Tabela 1 apresenta o resultado de uma avaliação da acurácia de focos detectados pelo INPE com base em levantamentos de campo, realizada por um usuário externo, o Instituto Florestal de Minas Gerais, comparando a distância de 183 focos com as respectivas cicatrizes. Constatou-se que 69% de todos os focos estavam à distância de até 1 km das cicatrizes das queimadas, ou seja, com acurácia melhor que a dimensão do menor píxel do monitoramento nas imagens AVHRR/NOAA e MODIS/AQUA ou TERRA, no nadir. Quase a totalidade, ou seja, 97% dos focos estavam a uma distância máxima de 4 km, o que representa um píxel GOES no nadir.

Tabela 1 - Frequência dos focos de calor por classes de distância, frequência relativa e frequência acumulada total (Fonte: Pereira, Allan, 2009. Dissertação de mestrado, UFLA, [http://queimadas.cptec.inpe.br/~rqueimadas/material3os/detec\\_valida\\_mg.html](http://queimadas.cptec.inpe.br/~rqueimadas/material3os/detec_valida_mg.html)).

Focos de calor	Classes de distância (km)						
	0	1	2	3	4	8	9
AQUA	18	33	9	2	0	1	1
MMODIS-01D	28	16	0	0	0	0	0
TERRA	3	6	4	1	1	0	0
NOAA-15	1	8	9	11	2	0	0
NOAA-16	0	1	1	0	0	2	1
NOAA-18	0	2	2	0	0	0	0
GOES-10	3	5	2	2	3	0	0
METEOSAT-02	0	2	1	2	0	0	0
Total de Focos	53	73	28	18	6	3	2
% relativa	29	40	15	10	3	2	1
% acumulada	<b>29</b>	<b>69</b>	<b>84</b>	<b>94</b>	<b>97</b>	<b>99</b>	<b>100</b>

Nas imagens MODIS usadas na avaliação visual, quando não houve evidência clara de uma superfície queimada nas proximidades dos focos detectados, foi analisada a imagem termal original dos satélites que gerou os focos. Em todos estes casos constatou-se uma anomalia da temperatura entre os píxeis de queimadas e seus vizinhos, indicando probabilidade muito alta da ocorrência de fogo.

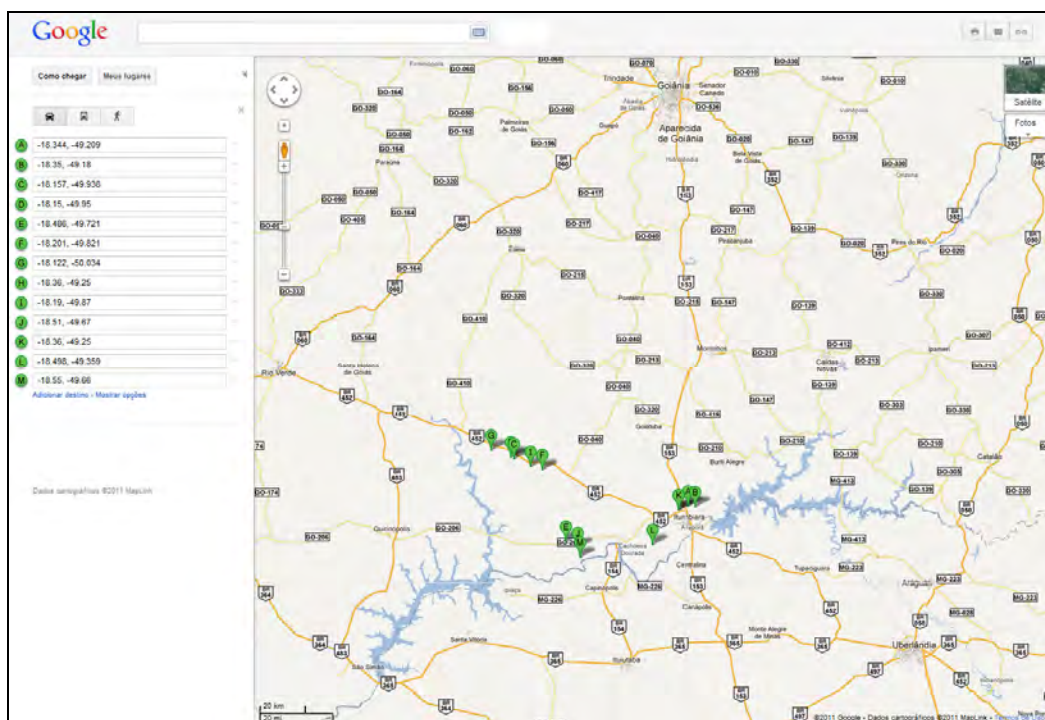


Figura 1. Localização dos 13 eventos de detecção de focos de queima de vegetação detectados por satélites e vistoriados pelo PREVFOGO no sudeste de Goiás, no início de Agosto/2011; elaborada com o aplicativo <http://maps.google.com.br>.



**Figura 2.1.** Eventos de 21/Janeiro (A), 09/Abril (B) e 25/Julho/2011 (K), poucos km ao norte de Itumbiara, GO, em região de uso intenso do solo para agricultura, vistoriados pelo PREVFOGO; figura elaborada com <http://maps.google.com.br>, nov/2011.



**Figura 2.2.** Eventos de 24/Junho (E), 21/Julho (J) e 01/Agosto/2011 (M), ~20 km a leste de Cachoeira Dourada, GO, em região de uso intenso do solo para agricultura, vistoriados pelo PREVFOGO; figura elaborada com <http://maps.google.com.br>, nov/2011.

### *A) 21/Janeiro/2011.*

Id	Lat	Lon	Data	Hora TMG	Satélite	Município	Bioma	Observação PREVFOGO "In Loco"
S182038O49123220110121133000	-18,344	-49,209	20110121	13:30	TERRA_M-T	Itumbiara, GO	Cerrado	pasto seco sem queima

No dia 21/janeiro/2011 foi detectado um único foco pelo satélite TERRA na área vistoriada pelo PREVFOGO, o qual está indicado na imagem da Figura 3, e muito próximo de uma mancha escura, interpretada como sendo a cicatriz de uma queimada. No aplicativo GoogleMaps – ver Figura 2.2 - percebe-se que a região é de uso agrícola intenso e quase contínuo, com algumas pastagens e preparo mecanizado de solo, ambiente este que comumente envolve o uso de queimadas. Considerando também que a vistoria PREVFOGO ocorreu seis meses após a detecção do INPE, assumiu-se este foco como válido.



**Figura 3 – Imagem MODIS do dia 21/jan/2011, com um foco de queima TERRA-M-T.**

### ***B) 09/Abril/2011***

<b>Id</b>	<b>Lat</b>	<b>Lon</b>	<b>Data</b>	<b>Hora TMG</b>	<b>Satélite</b>	<b>Município</b>	<b>Bioma</b>	<b>Observação PREVFOGO “In Loco”</b>
S182100049104820110409120000	-18,35	-49,18	20110409	22:30	METEOSAT-02	Itumbiara, GO	Cerrado	Solo exposto - área preparada para plantio agrícola sem registro de queima

A Figura 4 apresenta o único foco detectado neste caso de vistoria do PREVFOGO, e que por ser de horário noturno (22:30 TMG), não tem possibilidade de ser falso, ou seja, causado por reflexo solar em corpos d’água. Como a detecção foi do METEOSAT-02, pela distorção geométrica natural do imageamento, o píxel na região tem cerca de 7 km x2 km, pois o satélite encontra-se sobre a linha do equador, na longitude aproximada de zero graus.

No aplicativo GoogleMaps –ver Figura 2.1– a região se apresenta como de uso agrícola intenso, sujeito ao preparo mecanizado de solo, e com poucos remanescentes de mata, onde o uso do fogo é empregado para eliminar restos de colheitas e no preparo de novos plantios; o mesmo se comprova na Figura 5, que mostra a área com maior ampliação. Foi também examinada uma cena Landsat do dia seguinte ao foco, ou seja, de 10/abril/2011, na qual se constataram algumas cicatrizes recentes de queimadas dentro da área de abrangência do píxel, reforçando a possibilidade de uma

detecção correta; entretanto, devido à resolução espacial grosseira do píxel, não há como identificar qual foi a queimada detectada, ou se mais de uma foram detectadas simultaneamente.

Ademais, a vistoria PREVFOGO ocorreu quatro meses após a detecção, e o preparo do solo tende a apagar vestígios de queima de restos de colheitas anteriores. Neste caso, não há qualquer elemento que comprometa a detecção de fogo gerada pelo INPE.



**Figura 4 – Imagem MODIS do dia 09/abr/2011, com um foco de queima METEOSAT-2.**

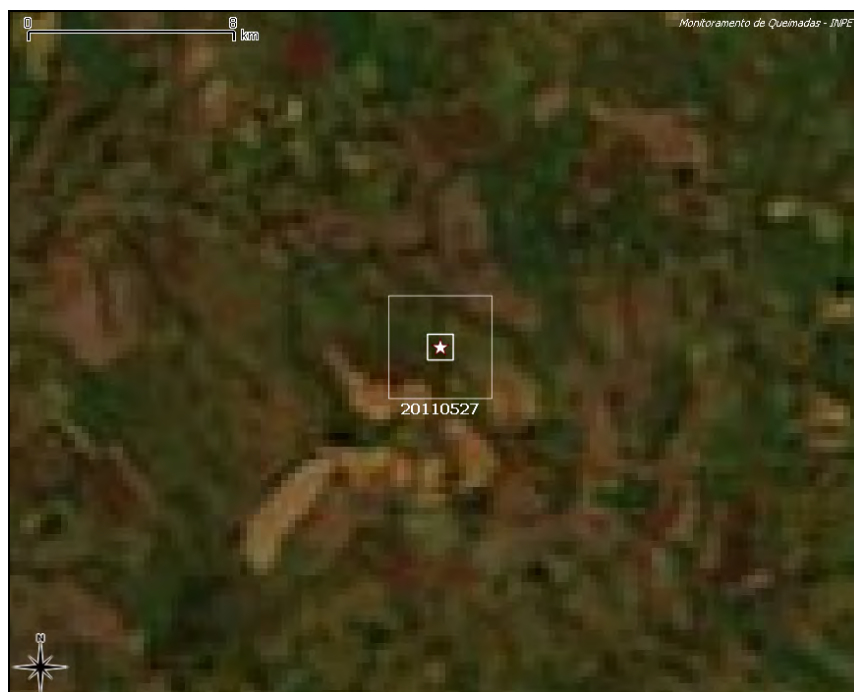


**Figura 5 – Imagem Extraída do GoogleMaps, indicando o foco de queima METEOSAT-2 em 09/abril/2011 no centro de dois quadrados com 1 km x 1 km e 4 km x 4 km.**

### C) 27/Maio/2011

Id	Lat	Lon	Data	Hora TMG	Satelite	Município	Bioma	Observação PREVFOGO "In Loco"
S180924O49561820110527225400	-18,157	-49,938	20110527	22:54	NOAA-16	Bom Jesus de Goiás, GO	Cerrado	pasto seco sem queima

A Figura 6 apresenta um foco cuja detecção foi considerada válida, pois sua localização encontra-se sem uma região com várias cicatrizes de queimadas nas proximidades (que são identificadas nas imagens como manchas de cor marrom). Nesta figura não se observa fumaça, pois este foco foi detectado pelo satélite NOAA-16 em uma passagem noturna, posterior ao imageamento do satélite AQUA que serviu como pano de fundo para esta ilustração.



**Figura 6 – Imagem MODIS do dia 27/maio/2011, com um foco de queima NOAA-16 indicado no centro de dois quadrados com 1 km x 1 km e 4 km x 4 km.**

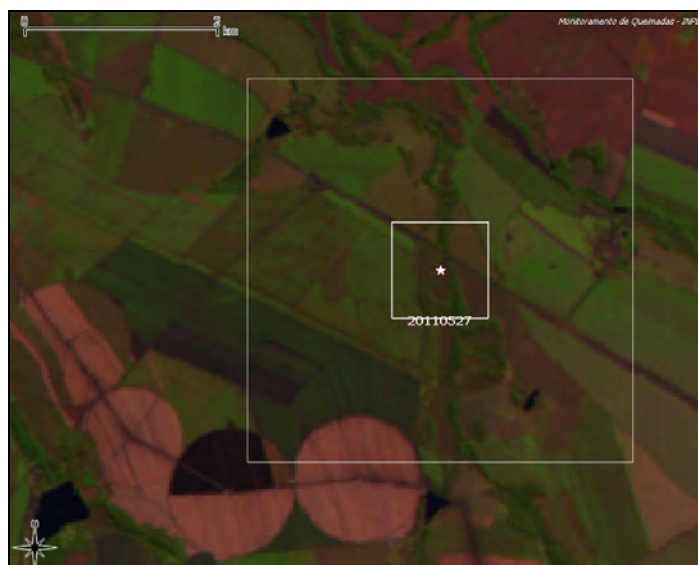
Imagens noturnas são sempre as mais confiáveis nas detecções de focos, pois nelas é impossível ocorrerem reflexos solares em corpos d'água e solos expostos; estes reflexos podem raramente invalidar uma detecção diurna. Também se deve considerar que a vistoria PREVFOGO constatou ser esta uma área de pastagem, e assim, pelas práticas tradicionais na pecuária, espera-se o uso do fogo para renovação da vegetação, cabendo reforçar que os vestígios de fogo possivelmente desapareceram nos dois meses decorridos até a vistoria.

Outro aspecto neste caso, é que no aplicativo GoogleMaps a região é notadamente de uso intenso para agricultura (Figura 7), com preparo mecanizado do solo e colheitas anuais; considerando o tamanho do píxel NOAA-16 e as imprecisões de navegação normais no processamento, o foco também pode ter sido relacionado ao manejo do solo, e nestas condições, o uso do fogo também é comum para eliminar restos de colheitas anteriores antes de uma nova aração.



**Figura 7 – Imagem Extraída do GoogleMaps com um foco de queima NOAA-16 do dia 27/maio/2011, indicado no centro de dois quadrados com 1 km x 1 km e 4 km x 4 km.**

Adicionalmente, na Figura 8 nota-se uma cicatriz de queimada em área de plantação irrigada por pivô central, no limite do retângulo que representa um possível deslocamento do píxel NOAA.

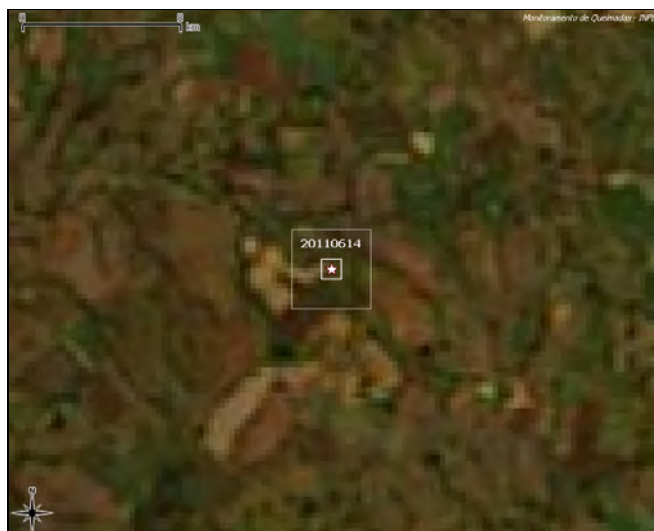


**Figura 8 – Imagem LANDSAT-5/TM do dia 28/maio/2011, um dia após a detecção do foco de queima em 27/maio/2011 pelo satélite NOAA-16; notar a coincidência das detecções com a área recém-queimada definida pelo tom cinza-escuro, com sua proximidade dentro da acurácia espacial prevista.**

**D) 14/Junho/2011**

Id	Lat	Lon	Data	Hora TMG	Satelite	Município	Observação PREVFOGO "In Loco"
S180859O49570020110614224124	-18,15	-49,95	20110614	22:41	NOAA-16	Bom Jesus de Goiás, GO	solo exposto área preparada para plantio agrícola sem registro de queima

O foco de 14/junho/2011 indicado na Figura 9, e na Figura 2.2 como "D", também foi considerado válido. Por ter sido detectado a apenas 1,5 km do anterior, "C", de 27/maio/2011, e pelo mesmo satélite, em horário noturno, aplicam-se, portanto, as mesmas interpretações do foco anterior.



**Figura 9 – Imagem MODIS do dia 14/junho/2011, com o foco de queima NOAA-16 no centro de um quadrado de 04 km x 04 km.**

**E) 24/Junho/2011**

Id	Lat	Lon	Data	Hora TMG	Satélite	Município	Bioma	Observação PREVFOGO "In Loco"
S182754O49413520110624140136	-18,465	-49,693	20110624	1401	TERRA-T	Cachoeira Dourada, GO	Mata Atlântica	pasto seco sem queima
S182824O49414120110624140136	-18,473	-49,695	20110624	1401	TERRA-T	Cachoeira Dourada, GO	Mata Atlântica	pasto seco sem queima
S182858O49444920110624140500	-18,483	-49,747	20110624	1405	TERRA_M-T	Cachoeira Dourada, GO	Mata Atlântica	área de plantio de cana sem queima
S182909O49431520110624140500	-18,486	-49,721	20110624	1405	TERRA_M-T	Cachoeira Dourada, GO	Mata Atlântica	área de plantio de cana sem queima
S182819O49450720110624140500	-18,472	-49,752	20110624	1405	TERRA_M-T	Cachoeira Dourada, GO	Mata Atlântica	área de plantio de cana sem queima

Este é um caso que particularmente documenta as falhas da vistoria efetuada pelo PREVFOGO. Conforme observado na Figura 7.1, no dia 24/junho/2011 foram indicados 5 focos pelo satélite TERRA, utilizando-se 2 algoritmos diferentes (2 focos INPE e 3 NASA), além de se



constatar na imagem MODIS a pluma de fumaça originando-se inequivocamente nos focos. Desta forma, consideraram-se estas detecções como válidas. Cabe também mencionar que no aplicativo GoogleMaps, o local, ao contrario do que foi relatado na vistoria PREVFOGO como “área de plantio de cana sem queima”, apresenta evidências da prática de queimadas no processo produtivo local (Figura 10.2).



**Figura 10.1 – Imagem MODIS do dia 24/jun/2011, com cinco focos de queima TERRA-M-T e TERRA-T, comprovando a queimada por meio da pluma de fumaça que se origina nos próprios focos.**



**Figura 10.2 – Detalhe da área do caso “E” de 24/jun/2011, no qual a imagem GoogleMaps de setembro/2008 mostra uma área queimada de ~36 ha nos locais de vários dos focos detectados pelo satélite.**

### ***F) 12/Julho/2011***

<b>Id</b>	<b>Lat</b>	<b>Lon</b>	<b>Data</b>	<b>Hora TMG</b>	<b>Satélite</b>	<b>Município</b>	<b>Bioma</b>	<b>Observação PREVFOGO “In Loco”</b>
S181347049502420110712120000	-18,230	-49,840	20110712	134500	GOES-12	Bom Jesus de Goiás, GO	Cerrado	pasto seco sem queima
S181207049485720110712135500	-18,202	-49,816	20110712	135500	TERRA_M-T	Bom Jesus de Goiás, GO	Cerrado	área de plantio de cana sem queima
S181203049491520110712135500	-18,201	-49,821	20110712	135500	TERRA_M-T	Bom Jesus de Goiás, GO	Cerrado	área de plantio de cana sem queima
S181136049500020110712163806	-18,193	-49,833	20110712	163806	AQUA-T	Bom Jesus de Goiás, GO	Cerrado	pasto seco sem queima
S181147049510020110712163806	-18,197	-49,850	20110712	163806	AQUA-T	Bom Jesus de Goiás, GO	Cerrado	pasto seco sem queima
S181218049505420110712163806	-18,205	-49,848	20110712	163806	AQUA-T	Bom Jesus de Goiás, GO	Cerrado	pasto seco sem queima
S181247049504820110712163806	-18,213	-49,847	20110712	163806	AQUA-T	Bom Jesus de Goiás, GO	Cerrado	pasto seco sem queima

Este é outro exemplo em que a vistoria do PREVFOGO é contrariada por evidências claras. Conforme observado na Figura 8.1 a), em 12/julho/2011, em um intervalo de três horas foram detectados sete focos pelos satélites TERRA, AQUA e GOES-12, e neste caso todos praticamente no

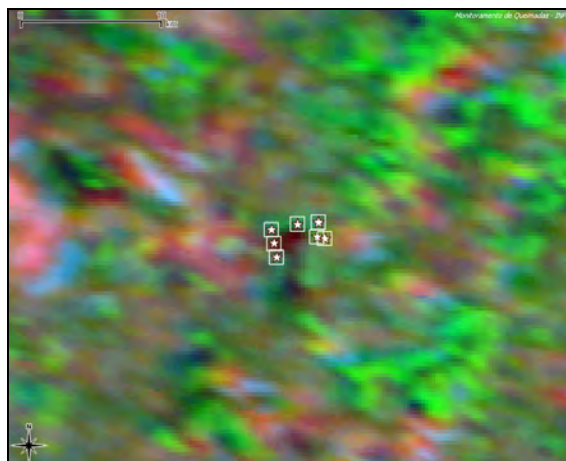
mesmo local, sob uma pluma de fumaça que aparece na imagem MODIS indicando o uso do fogo na área em questão no período dos imageamentos.

Todos estes focos foram considerados como válidos, sendo altamente improvável que três satélites diferentes detectem o mesmo evento de maneira errônea. Nesta análise, deve-se considerar ainda que, pelo aplicativo GoogleMaps, a região é de agricultura intensiva, com canaviais e algumas pastagens; desta forma, o tamanho dos píxeis MODIS TERRA e AQUA, e os GOES-12, com resoluções nominais de ~1 km e ~4 km, respectivamente, podem se referir a áreas não visitadas pela equipe de campo, e/ou que um mês após as detecções a evidência do fogo tenha sido obliterada no preparo de plantios.

Outra prova da avaliação errônea do PREVFOGO, que relatou o evento como sendo “área de plantio de cana sem queima”, pode ser constatada na Figura 12 com a imagem Landsat-5 de 15/07/2011, e na Figura 11.1 b) do dia 13/07/2011 obtida pelo satélite TERRA, na qual se identifica com clareza e certeza a cicatriz da queimada e os focos detectados pelos satélites.



**Figura 11.1 a) – Imagem MODIS do dia 12/julho/2011, com oito focos de queima TERRA-M-T, AQUA-T e GOES-12.**



**Figura 11.1 b) – Imagem MODIS do dia 13/julho/2011, com oito focos de queima TERRA-M-T, AQUA-T e GOES-12.**

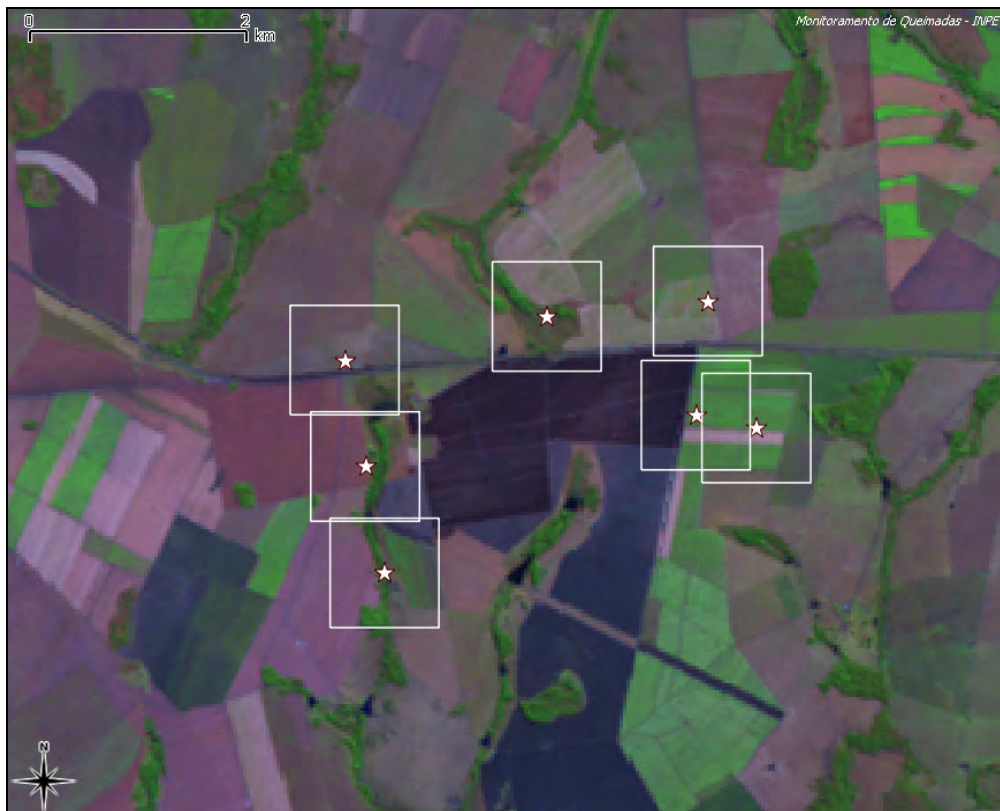


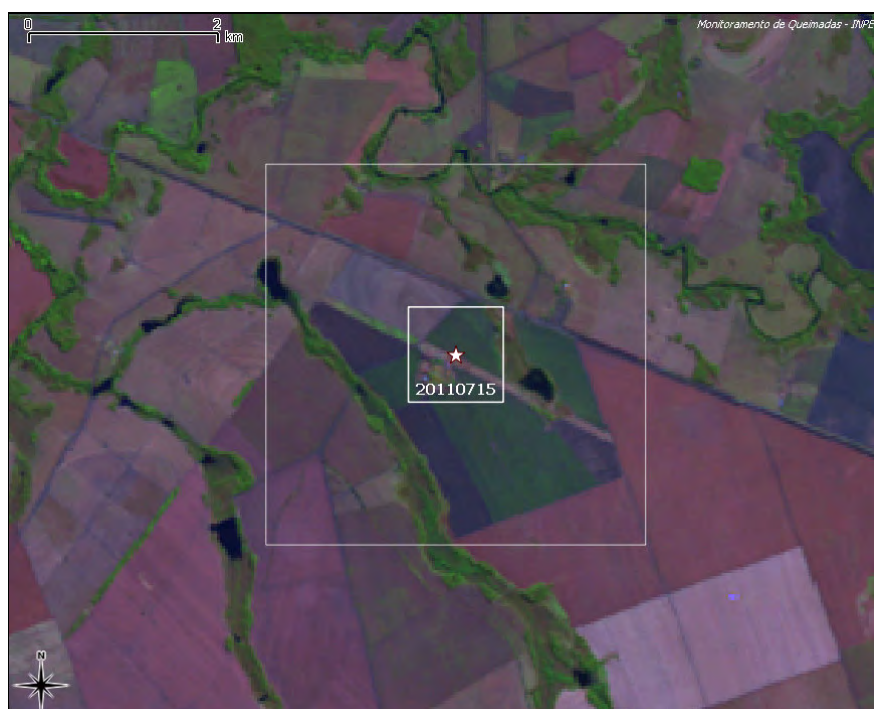
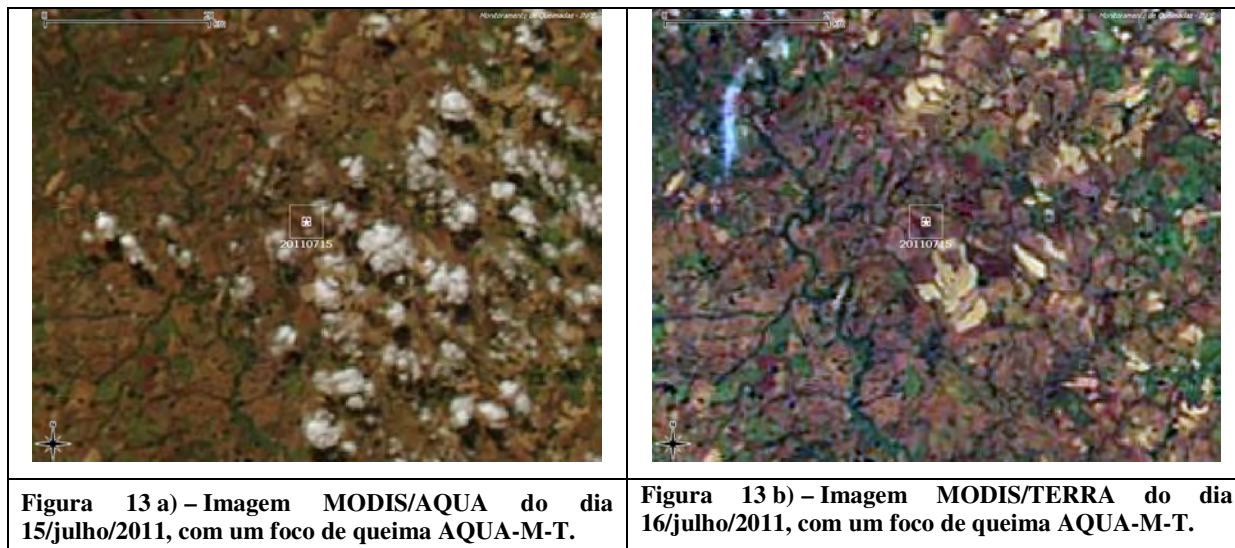
Figura 12 - Imagem LANDSAT-5/TM do dia 15/julho/2011, três dias após a detecção dos oito focos queima em 12/julho/2011 pelos satélites TERRA-M-T, AQUA-T e GOES-12; notar a coincidência das detecções com a área recém-queimada definida pelo tom cinza-escuro, ou sua proximidade dentro da acurácia espacial prevista.

### G) 15/Julho/2011

Id	Lat	Lon	Data	Hora TMG	Satélite	Município	Bioma	Observação PREVFOGO "In Loco"
S180719050020220110715171000	-18,122	-50,034	20110715	17:10	AQUA_M-T	Bom Jesus de Goiás, GO	Cerrado	área de plantio de cana sem queima

Este foco ocorreu em uma região com várias nuvens na imagem MODIS/AQUA que permitiu sua detecção em 15/julho/2011, impedindo a identificação de superfícies queimadas nas proximidades – ver Figura 13 a). Por ser esta uma área de plantio de cana segundo a vistoria de campo PREVFOGO, o que também se confirma na Imagem Landsat 5 do dia 15/julho/2011 apresentada na Figura 14, a ocorrência de queimas para a colheita manual ou de resíduos da colheita mecanizada, é perfeitamente possível e esperada nesta situação.

Na Figura 13b), obtida pelo satélite TERRA no dia posterior à detecção do foco, verifica-se uma mancha mais escura coincidente com o apresentado na imagem Landsat da Figura 14.



A vistoria PREVFOGO ocorreu três semanas após a detecção do satélite, o que deve ter dificultado a identificação dos resíduos de queima, principalmente se houve preparo do solo seguido à queima. A análise da imagem termal indicou ausência de ruídos, alta temperatura para o píxel do foco, e processamento normal, fatos estes que somado às evidências apresentadas eliminam qualquer possibilidade de falha da detecção pelo sistema do INPE.

### H) 16/Julho/2011

Id	Lat	Lon	Data	Hora TMG	Satélite	Município	Bioma	Observação PREVFOGO "In Loco"
S182136O49150020110716120000	-18,36	-49,25	20110716	15:30	GOES-12	Itumbiara, GO	Cerrado	solo exposto área preparada para plantio agrícola sem registro de queima

A vistoria PREVFOGO para a detecção do dia 16/julho/2011 refere-se a um único foco, detectado pelo satélite GOES-12. Na imagem MODIS correspondente –ver Figura 15– nota-se que sua localização está muito próxima de uma mancha escura com possível característica de queimadas. Por meio do aplicativo GoogleMaps, constata-se que a região é de uso agrícola intensivo em várias propriedades, inclusive com canaviais – ver Figura 2.2, ponto “K” que coincide com o “H”. O “solo exposto/área preparada para plantio” pode perfeitamente se referir a um solo arado onde uma queimada de preparo de plantio ocorreu nas três semanas entre a data da detecção e a vistoria. Na figura, o buffer apresentado tem um raio de 500 metros para permitir a interpretação de um entorno do foco de 1 km. Tomando o raio como uma referência de escala estima-se que a distância do foco até a cicatriz seja de ~4 km o que seria aceitável para um foco GOES. Este caso também apresenta duas limitações de vistoria comuns nos anteriores: a decorrência de um período considerável (três semanas) entre a detecção e a vistoria, e; abrangência espacial apenas pontual, sem vistoriar um círculo de pelo menos 4 km ao redor das coordenadas do foco. Desta forma considerou-se este foco como uma detecção válida.

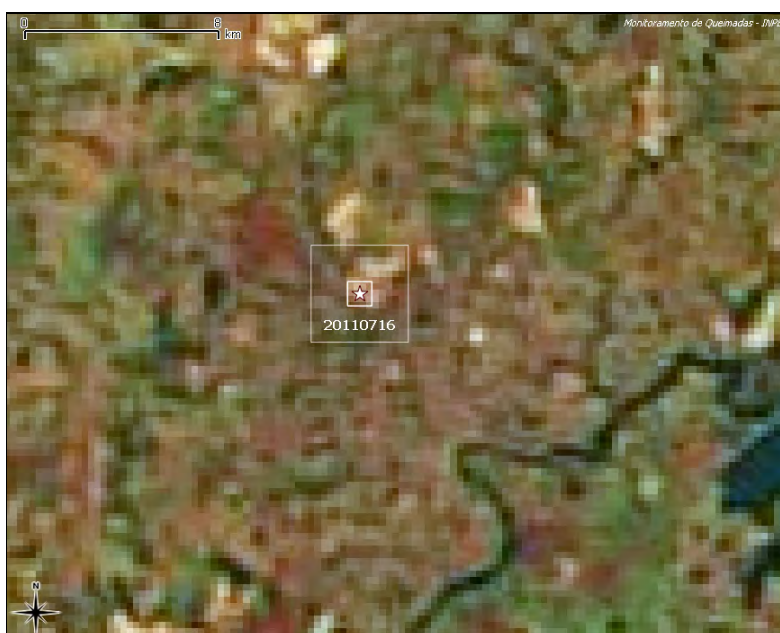


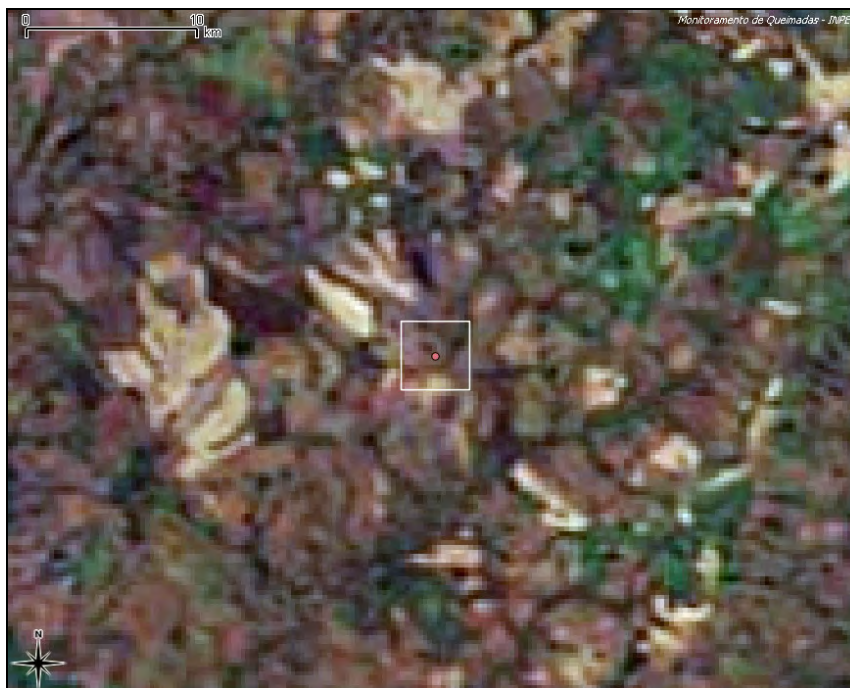
Figura 15 – Imagem MODIS do dia 16/jul/2011, com o foco de queima GOES-12 do mesmo dia no centro de um quadrado com 4 km x 4 km.

***1) 20/Julho/2011***

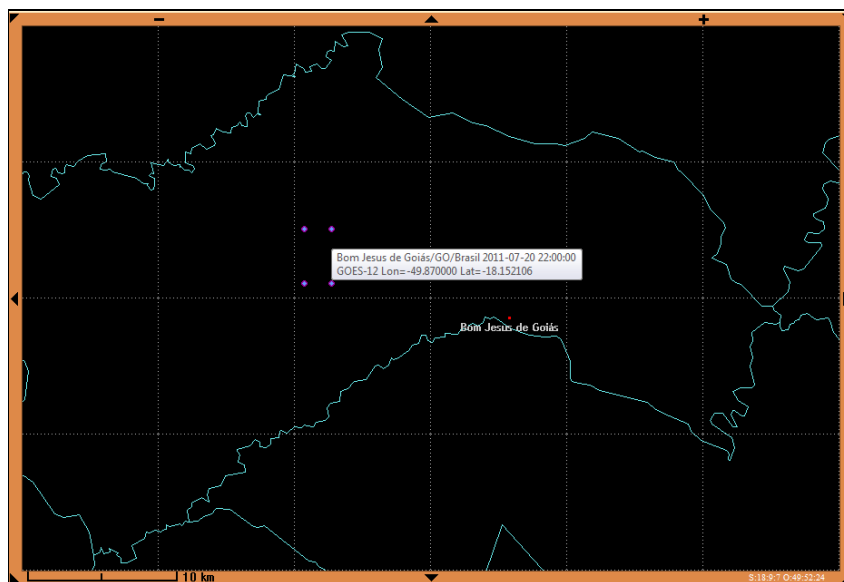
Id	Lat	Lon	Data	Hora TMG	Satelite	Município	Bioma	Observação PREVFOGO "In Loco"
S181124O49521220110720120000	-18,19	-49,87	20110720	22:00	GOES-12	Bom Jesus de Goiás, GO	Cerrado	solo exposto área preparada para plantio agrícola sem registro de queima

O contexto e a interpretação deste caso são essencialmente os mesmos do anterior, em 16/Julho/2011, e o foco foi considerado válido. Adicionalmente, 1) conforme o Banco de Focos de Queimadas do INPE, nesta mesma data e horário houve detecção de outro foco GOES-12 no píxel vizinho, e 30 minutos antes, de dois outros focos GOES-12 em píxeis vizinhos também foram detectados, confirmando o evento; 2) como se trata de detecção noturna, sem possibilidade de reflexos em corpos d'água e solos expostos, e não há ruídos na imagem na região de interesse, não há motivo para suspeitar de detecção falha.

As Figuras 16 e 17 apresentam, respectivamente, a imagem MODIS do dia 21/julho/2011 usada na interpretação visual, e os quatro focos GOES-12 do BDQ-INPE associados ao caso.



**Figura 16 – Imagem MODIS do dia 21/julho/2011, com o foco de queima GOES-12.**



**Figura 17 – Tela do BDQueimadas do INPE mostrando os quatro focos GOES de 20/julho/2011 em píxeis vizinhos na região de avaliação em questão.**

***J) 21/Julho/2011***

Id	Lat	Lon	Data	Hora TMG	Satélite	Município	Bioma	Observação PREVFOGO “In Loco”
S183036049401120110721120000	-18,51	-49,6700	20110721	204500	GOES-12	Cachoeira Dourada, GO	Mata Atlântica	pasto seco sem queima
S183036049412420110721120000	-18,51	-49,6900	20110721	211500	GOES-12	Cachoeira Dourada, GO	Mata Atlântica	pasto seco sem queima

A Figura 18 apresenta dois focos GOES-12 considerados válidos nesta análise do INPE, apesar de a vistoria PREVFOGO ter indicado o contrário. É uma situação semelhante aos casos anteriores, com detecção em horários diferentes, em período noturno favorável, em região de uso intensivo do solo e com plantio e colheita de canaviais (ver Figura 2.2), e em imagens sem ruído apresentando a resposta térmica esperada em píxeis de focos de queima de vegetação.

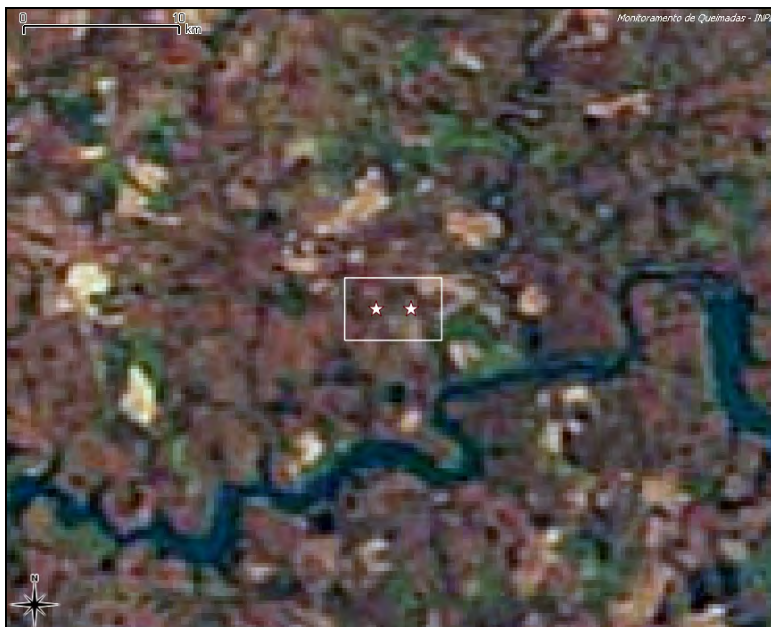


Figura 18 – Imagem MODIS do dia 21/julho/2011, com dois focos de queima GOES-12.

***K) 25/Julho/2011***

Id	Lat	Lon	Data	Hora TMG	Satélite	Município	Bioma	Observação PREVFOGO “In Loco”
S182136O49150020110725120000	-18,36	-49,25	20110725	1415	GOES-12	Itumbiara, GO	Cerrado	solo exposto área preparada para plantio agrícola sem registro de queima

O foco de 25/Julho/2011, indicado na imagem MODIS deste próprio dia, no centro da Figura 19, ocorreu no mesmo ponto que o do caso “H” de 16/julho/2011, e também no horário da tarde. As mesmas explicações do caso “H” descrito anteriormente se aplicam a este foco.



Figura 19– Imagem MODIS do dia 25/julho/2011, com o foco de queima GOES-12.





### *L) 28/Julho/2011*

Id	Lat	Lon	Data	Hora TMG	Satelite	Município	Bioma	Observação PREVFOGO “in Loco”
S183300049232420110728120000	-18,55	-49,39	20110728	151500	GOES-12	Itumbiara, GO	Cerrado	area de plantio de cana sem queima
S183300049221220110728120000	-18,55	-49,37	20110728	151500	GOES-12	Itumbiara, GO	Cerrado	pasto seco sem queima
S183000049222420110728163808	-18,50	-49,373	20110728	163808	AQUA-T	Itumbiara, GO	Cerrado	pasto seco sem queima
S183030049221820110728163808	-18,508	-49,372	20110728	163808	AQUA-T	Itumbiara, GO	Cerrado	pasto seco sem queima
S182952049213220110728164000	-18,498	-49,359	20110728	164000	AQUA_M-T	Itumbiara, GO	Cerrado	pasto seco sem queima
S183000049223020110728164000	-18,500	-49,375	20110728	164000	AQUA_M-T	Itumbiara, GO	Cerrado	pasto seco sem queima

No dia 28/julho/2011 foram detectados seis focos pelos satélites TERRA, AQUA e GOES-12, todos muito próximos espacial e temporalmente, e com uma pluma de fumaça visível na imagem MODIS do mesmo dia nas cercanias, propagando-se para o sul, e indicando uma queima de maior dimensão – ver Figuras 20.1 e 20.2 Da mesma forma que nos casos dos dias 24/Junho e 12 e 16/Julho, as evidências múltiplas constatadas na análise do INPE validam estes focos, em contradição ao relato da vistoria PREVFOGO.

Este caso é aproveitado também para ilustrar um detalhe técnico de uma melhoria introduzida pelo INPE no processamento dos focos GOES-12. Identificou-se uma limitação externa ao INPE nas imagens GOES-12, provavelmente causada pelo próprio sensor imageador ou pelo enquadramento das imagens na NOAA, controladora do satélite, e que desloca todas as linhas para o sul pela distância de um píxel. A partir de 16/Setembro/2011 todas as posições dos focos GOES-12 passaram a ser corrigidas e as anteriores foram substituídas, para compensar o desvio detectado. Como consequência, aumentou a coerência entre as detecções de focos GOES-12 e a dos outros satélites. Nos focos da Figura 20.2, processados com a correção, percebe-se o resultado desta alteração, uma vez que na Figura 20.1, ainda sem a correção, os dois focos GOES-12 estão posicionados ao sul em relação às detecções do satélite AQUA.

Em termos das vistorias PREVFOGO, este aspecto da compensação não afeta os resultados, uma vez que permanece o mesmo valor na acurácia da localização, de cerca de um píxel (~5 km); ou seja, tanto antes como após a compensação, uma vistoria abrangendo um círculo de 2,5 km em torno das coordenadas dos focos GOES-12 indicadas resultaria na validação das detecções.



Figura 20.1 – Imagem MODIS do dia 28/julho/2011, com seis focos de queima AQUA-M-T ,AQUA-T e GOES-12, sendo estes últimos sem a nova compensação.



Figura 20.2 – Imagem MODIS de 28/julho/2011, com melhor coincidência entre os focos GOES-12 (com compensação) e os focos AQUA.

### M) 01/Agosto/2011

Id	Lat	Lon	Data	Hora TMG	Satélite	Município	Bioma	Observação PREVFOGO “In Loco”
S183300049393620110801120000	-18,55	-49,66	20110801	11:50	GOES-12	Cachoeira Dourada, GO	Mata Atlântica	pasto seco sem queima
S183147049393620110801120000	-18,53	-49,66	20110801	15:45	METEOSAT-02	Cachoeira Dourada, GO	Mata Atlântica	pasto seco sem queima

A Figura 21 apresenta dois focos considerados válidos, ao contrário da vistoria do PREVFOGO, pois são de satélites diferentes no mesmo local, e com o intervalo relativamente curto de quatro horas de diferença. A área, conforme a imagens GoogleMaps da Figura 2.2 (próximo à sua margem inferior), apresenta uso intenso e variado do solo, com preparo de semeaduras e com colheitas. Como nesta área o píxel GOES-12 tem acurácia ~5 km, e o METEOSAT ~7 km, entende-se que a equipe de vistoria não percorreu a área total na qual o fogo ocorreu.

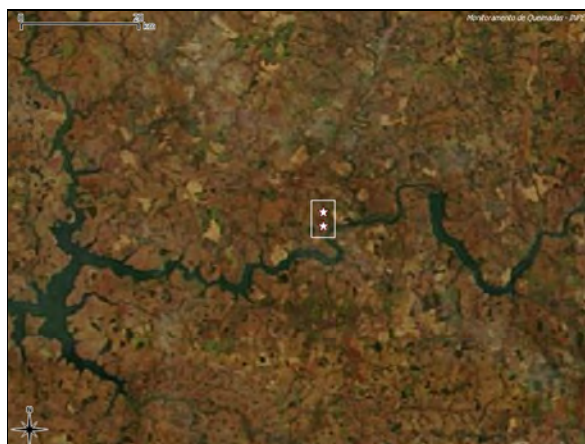


Figura 21 – Imagem MODIS do dia 01/08/2011, com dois focos de queima GOES-12 e METEOSAT-2.

## ***Conclusão***

Dos 31 focos em 13 eventos que a equipe de campo do PREVFOGO indicou em suas vistorias de campo como detecções falsas dos satélites, todos foram considerados pelo INPE como acertos de detecção. As razões para as discrepâncias com os relatos do PREVFOGO nestes eventos incluem: vistoria do local, semanas ou meses depois do fogo, após a recuperação da vegetação ou mudança da cobertura do solo; falha na localização geográfica dos pontos; falta de verificação espacial mais abrangente, uma vez que podem ocorrer desvios de alguns quilômetros pelo tamanho dos píxeis em alguns casos de maior distorção ou de imprecisão nas equações que calculam as coordenadas geográficas.

A falta de fotografias, relatos, e de registros de GPS pelo PREVFOGO documentando os locais visitados, juntamente com as razões indicadas no parágrafo acima, impedem a utilização dos dados de campo na melhoria dos produtos operacionais, bem como em outras ações que possam favorecer outras atividades similares das equipes de combate e fiscalização.

Nos trabalhos futuros de vistoria do PREVFOGO, sugere-se que nestes deverão ser previstos registros fotográficos e de GPS com descrição das observações, assim como exames espaciais mais abrangentes, e no máximo alguns dias após a detecção do fogo na vegetação pelo sistema do INPE. Tais procedimentos trarão resultados que irão permitir ao PREVFOGO utilizar mais eficientemente as informações do monitoramento do INPE, e ao INPE melhorar seu sistema de detecção de queimadas e incêndios para melhor atender a comunidade de usuários.

Neste mesmo contexto, os usuários PREVFOGO dos produtos do sistema de monitoramento do INPE deveriam receber um treinamento básico, com um módulo prático, no qual seriam abordadas as características e limitações do sistema.



## **ANEXO I - Ofício No.131 PREVFOGO**



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE  
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS  
RENOVÁVEIS – IBAMA**

Ofício Nº 131/PREVFOGO/2011

Brasília - DF, 28 de outubro de 2011.

Ao: Sr. Alberto Waingort Setzer  
Pesquisador titular do CPTEC/INPE

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro de Previsão de Tempo e Estudos  
Climáticos - CPTEC.  
Av. dos Astronautas, 1758 - Meteorologia, sala 15  
Jardim da Granja  
CEP: 12227-010 - São José dos Campos, SP - Brasil - Caixa-Postal: 515

**Assunto:** Solicitação de estudo sobre detecção de focos de calor no município de  
Itumbiara/GO

Prezado Senhor,

1. Entre os meses de julho e agosto de 2011, foram detectados focos de calor nos municípios de Itumbiara, Bom Jesus de Goiás e Cachoeira Dourada, ambos no estado do Goiás. Em agosto de 2011 foi realizada vistoria pela Coordenação Estadual de Goiás nestes locais, e não foram constatadas cicatrizes de fogo.
2. Assim, solicitamos a análise de focos nesses locais, no referido período. Segue em anexo a lista dos pontos contendo as coordenadas das vistorias realizadas.

Atenciosamente,

  
José Carlos Mendes de Moraes  
Chefe de Centro Especializado – Prevfogo