

## **Análise da detecção e ocorrência de queimadas em áreas urbanas e entorno**

Gustavo Maximiano Junqueira Lazzarini <sup>1</sup>

Luiz Carlos Costa Ferreira <sup>2</sup>

Maryelle Ferreira Garcia Felicíssimo <sup>2</sup>

Lawrence Nóbrega de Oliveira <sup>1,3</sup>

Marcos Vinícius Giongo Alves <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA  
Superintendência no Tocantins – Núcleo de Geoprocessamento  
Av. Teotônio Segurado, 402 Sul, conjunto 1, lote 6-A, 77021-622, Palmas – TO, Brasil  
gmjlazzarini@bol.com.br; eng.lawrencenobrega@gmail.com

<sup>2</sup> Coordenadoria Estadual de Defesa Civil no Tocantins – CEDEC/TO  
103 Sul, rua SO 11, lote 19, 77015-034, Palmas – TO, Brasil  
luizccarlos@gmail.com; monitoramento.dc@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade Federal do Tocantins – UFT  
Campus Universitário de Gurupi  
Rua Badejós, chácaras 69/72, lote 7, 77402-970, CxP. 66, Gurupi – TO, Brasil  
giongo@mail.uft.edu.br

**Abstract.** Wildfires cause damage on environment, human healthy and public or private property. Hotspots are the main way to monitor the occurrence of fire and burned areas in Brazil. However, they present limitations that can disturb the real incidence of fire in some places. This study analyzed the events of fires faced by teams of firefighters in green areas of some cities from Tocantins State and their relationship to hotspots detected by several sensors during the 2012 year. Data from 346 faced fire reports showed the occurrence of 1,42 events/km<sup>2</sup> in urban areas. In distances until 9 km from the fire events were registered 950 hotspots from 17 sensors, being 40% of them from AQUA\_M-T and TERRA\_M-T. The analysis regarding fire and hotspot happening in the same day revealed that only 7,8% of the fires could be detected by any sensor that register hotspots, even when we consider distances until 9 km between the both. Nevertheless, others 89,5% of intersections between fires and hotspots were happened, but in interval-times longer than 2 days. Those results highlight the impracticability to use hotspots as fire monitoring tool in urban areas and the great potential to make mistakes when they are employed satellite images with long interval-time to validate hotspots and burned areas.

**Palavras-chave:** hotspots, wildfire, focos de calor, incêndios florestais, validação.

### **1. Introdução**

O IBAMA (2010) definiu como incêndios florestais todo tipo de fogo sem controle incidente sobre vegetação. Eles podem ocorrer tanto em áreas rurais, quanto em áreas urbanas, como em parques, terrenos baldios e áreas não edificadas das cidades. Dentre as consequências, estão empobrecimento do solo, destruição de vegetação, erosão, relacionam-se com alterações na composição química da atmosfera (Crutzen e Andreae, 1990), bem como causam danos à saúde humana (Ribeiro e Assunção, 2002). Também podem ocasionar outros danos ao patrimônio público e privados (ICMBio, 2007), tais quais, destruição de equipamentos de infraestrutura, residências e mesmo perda de vidas humanas.

A incidência das queimadas é mais concentrada no período compreendido entre os meses de agosto e novembro (Justino et al., 2002; Sismanoglu et al., 2002), o que favorece o uso de sensores óticos no monitoramento (Setzer et al., 1992).

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) disponibiliza dados de focos de calor oriundos de satélites polares e geoestacionários, desde 1987 (Setzer et al., 1992). Esses e

outros dados relativos a incêndios florestais podem ser analisados em sistemas de informações geográficas (Vetorazzi e Ferraz, 1998), de forma a contribuir para melhor direcionar as ações de prevenção e combate de queimadas, pois tratam-se de ferramentas capazes de aprofundar o conhecimento territorial e contribuir para o aprimoramento de seu monitoramento, planejamento e gestão (Gomes, 2006).

Este trabalho analisou a ocorrência de incêndios em áreas eminentemente urbanas e sua detecção por sensores remotos. Dados de focos de calor foram cruzados com dados de ocorrências de incêndios registradas em campo e combatidas por grupamentos de alguns municípios do estado do Tocantins designados para tanto.

## **2. Materiais e métodos**

### **2.1 Ocorrências de incêndios**

No Tocantins, há grupamentos de brigadistas de combate a incêndios florestais em diversas instituições. Os relatórios de ocorrências de incêndios combatidos elaborados por algumas dessas instituições são encaminhados para a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil, onde esses dados são armazenados na forma de informação geoespacial. Assim, ficam disponíveis em formato shapefile informações como data e local onde foram combatidos incêndios. Esses dados foram utilizados como referência de campo na análise do registro de focos de calor (FC), pois representavam ocorrências confirmadas de incêndios.

A maioria das ocorrências analisadas foi oriunda de grupamentos municipais de combate a incêndios. Para compreensão da localização desses dados, fez-se o cruzamento deles com a delimitação das áreas urbanas do Tocantins, segundo dados da Secretaria Estadual de Planejamento.

### **2.2 Focos de calor**

Foram utilizados os FC de todas as plataformas disponíveis em formato shapefile no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), para o período entre 1º de janeiro de 2012 e 31 de dezembro de 2012 no estado do Tocantins (INPE, 2013). O download foi realizado em 27/11/2013.

As análises foram feitas utilizando-se todos os FC cujos pixels representativos de 9 km fizessem intersecção com as coordenadas das ocorrências de incêndios. Esse dimensionamento foi escolhido devido aos possíveis erros de localização associados à resolução espacial de alguns sensores.

### **2.3 Intersecção dos FC com os incêndios combatidos**

Para cada FC foram criados 9 polígonos quadrados cujas coordenadas centrais eram as mesmas dos respectivos FC. O tamanho desses quadrados foi de 1 x 1 km a 9 x 9 km, de forma a representar a projeção de pixels registrados por sensores com resolução espacial entre 1 e 9 km.

A acurácia dos FC foi analisada através da intersecção desses polígonos quadrados representativos de pixels com os pontos constantes dos relatórios de combate a incêndios. Empregaram-se ferramentas de intersecção dos softwares ArcGIS 9.1 licenciado para o IBAMA e ArcGIS 10.2 licenciado para o Governo do Estado do Tocantins.

Em complemento, os FC foram reanalisados de acordo com a diferença temporal na qual as intersecções ocorreram, segundo as categorias a seguir: FC e ocorrências de mesma data; FC e ocorrências com intervalo de 1 dia, representando véspera e dia seguinte; FC e ocorrências com intervalos de 2 a 15 dias, cujo intuito foi identificar erros ocasionados por procedimentos de validação que utilizam imagens de sensores cujo período de revisita é de 16 dias, a exemplo das plataformas Landsat; FC e ocorrências com intervalos de 16 a 23 dias,

cujo intuito foi identificar erros ocasionados por procedimentos de validação que utilizam imagens de sensores cujo período de revisita é de 24 dias, a exemplo das plataformas CBERS e Resourcesat; FC e ocorrências detectados com intervalos maiores que 24 dias, para classificar os remanescentes.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 Ocorrências de combate a incêndios e FC próximos

Foram coletados dados de relatórios de 346 ocorrências de combate a incêndios florestais registradas entre 05/06/2012 e 21/10/2012, provenientes de grupamentos de brigadistas de 6 municípios (Araguaína, Gurupi, Palmas, Paraíso do Tocantins, Porto Nacional e Talismã), em sua maioria de bombeiros militares. O cruzamento com dados vetoriais de áreas urbanas mostrou que, desse total, 219 ocorrências foram atendidas nesse tipo de área. Outras 121 ocorrências estavam localizadas num raio de até 1 km de entorno das áreas urbanas. A considerar que essas áreas urbanas cobrem 154 km<sup>2</sup> e esse entorno 299 km<sup>2</sup>, foram confirmadas 1,42 queimadas/km<sup>2</sup> na área urbana e 0,40 no seu entorno. Esses resultados são discrepantes em relação aos apontamentos feitos por Lazzarini et al. (2012), em sua análise sobre FC/1.000 km<sup>2</sup> para esses mesmos tipos de ocupação do solo. Na ocasião, o autor encontrou 25 e 30 FC/1.000 km<sup>2</sup> respectivamente em áreas urbanas e no seu entorno. Contudo, a discrepância maior não reside na inversão das áreas mais afetadas, e sim na quantidade efetiva de queimadas ocorridas. A se considerar espaços com as mesmas dimensões daquele estudo, os presentes resultados mostram 1.420 queimadas/1.000 km<sup>2</sup>, valor esse mais de 50 vezes maior do que os 25 FC/1.000 km<sup>2</sup> registrados em áreas urbanas. Isso mostra que, pelo menos em áreas urbanas, onde os incêndios são mais restritos devido à menor quantidade de vegetação passível de queima e à maior quantidade de barreiras à propagação, os FC não são bons indicadores da ocorrência de queimadas.

As 346 queimadas confirmadas pelos combates a incêndios intersectaram os pixels representativos de 9 km de 950 FC gerados durante todo o ano 2012. Esses FC estavam distribuídos quantitativamente conforme a Fig. 1.

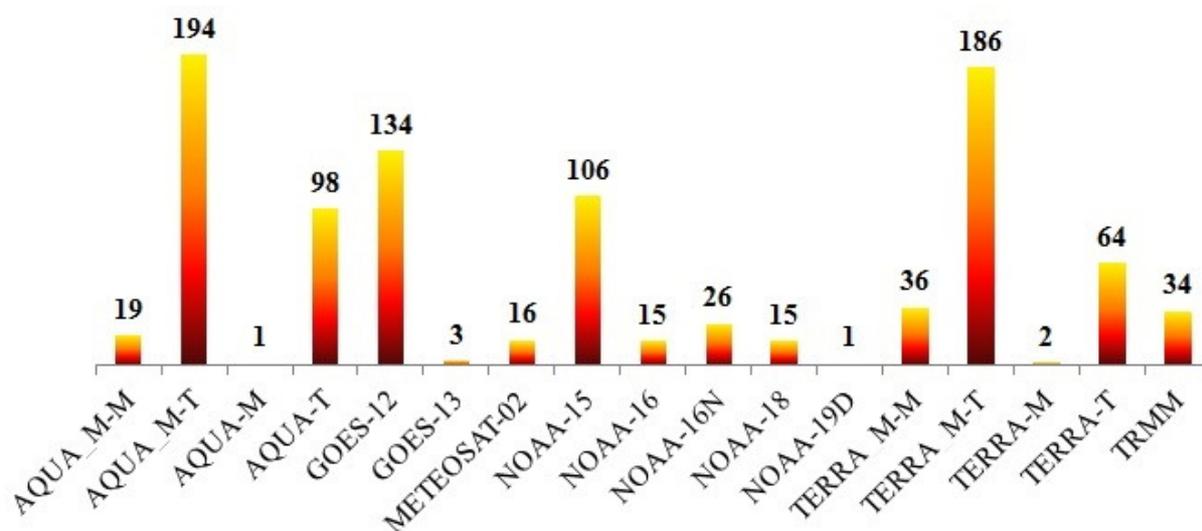


Fig. 1 – Quantidade de FC detectados por cada plataforma em 2012 cujos pixels representativos de 9 km intersectaram com as ocorrências de combate a incêndios

Observa-se que mais de 40% dos FC em questão foram gerados por AQUA\_M-T e TERRA\_M-T. Adicionados a eles os FC de AQUA-T, GOES-12 E NOAA-15, essa proporção sobe para mais de 75%.

A Fig. 2 mostra a evolução acumulada da quantidade de FC e ocorrências de combate a incêndio em 2012. Observa-se que a curva dos combates a incêndios teve sua inflexão ascendente ocorrendo anteriormente à da curva de FC, indicando que as atividades de combate a incêndio foram mobilizadas anteriormente ao início do período mais críticos de detecção de FC. Contudo, a fase de crescimento exponencial dos combates foi menos intensa, indicando que o crescimento nas detecções de FC não pode ser acompanhado na mesma medida pelos combates. Esses resultados reforçam o mês de setembro como o mais crítico (Justino et al., 2002; Sismanoglu et al., 2002), informação essa que possivelmente já vem sendo utilizada no planejamento das ações de combate e prevenção.

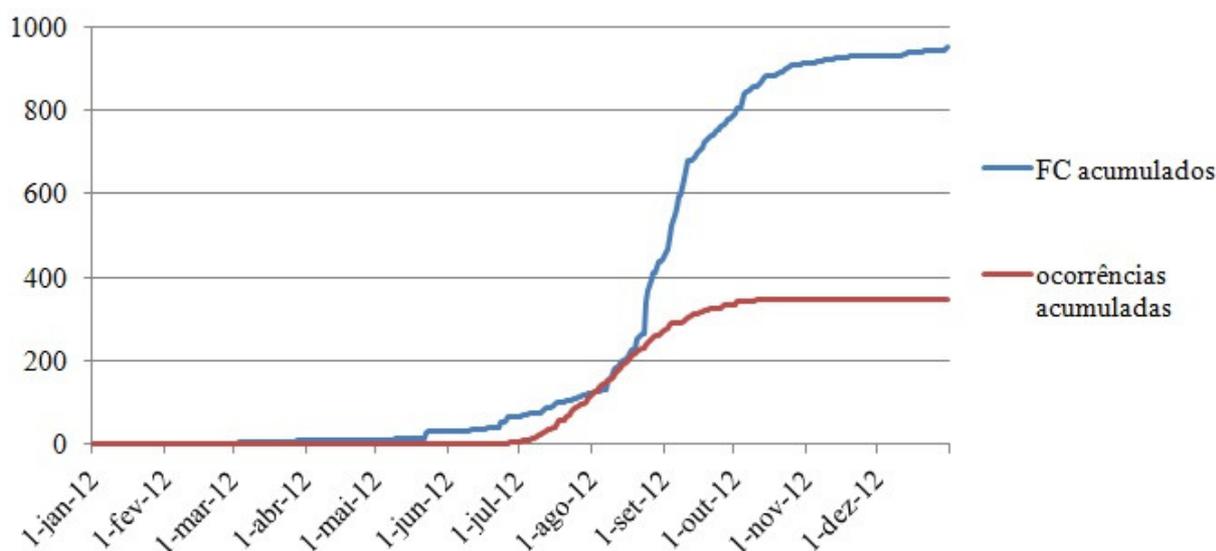


Fig. 2 – Evolução acumulada da quantidade de FC e ocorrências de combate a incêndios em 2012 na região de estudo

### 3.2 Intersecções entre ocorrências de combate a incêndios e FC

O cruzamento dos 950 FC com as 346 ocorrências de incêndios florestais resultaram em 1289 intersecções, cuja distribuição dentro dos pixels representativos de 1 a 9 km e cujos intervalos temporais são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Distribuição das intersecções entre FC e ocorrências de incêndios florestais conforme intervalo de tempo e tamanho representativo dos pixels

Intervalo (dias) entre o FC e a ocorrência	Tamanho representativo do pixel (km)									Total
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
0	19	25	11	8	9	3	12	2	2	91
1	5	2	4	0	4	6	8	5	2	36
2 a 15	24	27	15	23	36	35	29	26	24	239
16 a 23	6	18	14	27	28	28	38	32	35	226
> 23	67	71	56	84	83	60	74	102	100	697
Total	121	143	100	142	160	132	161	167	163	1289

Esses dados mostram que em média 7,5% das intersecções (Tabela 2) correspondem informações congruentes, onde um FC é confirmado em campo por uma queimada que ocorreu no mesmo dia.

Uma pequena parte das interações (2,9%) ocorreu com 1 dia de diferença entre os eventos. Cabe ressaltar que essas interações com 1 dia de diferença também poderiam corresponder à realidade de campo, visto que poderiam referir-se a queimadas iniciadas no dia anterior ao do combate e terminadas antes do horário de coleta de dados pelos satélites do dia seguinte. Também englobariam o oposto, de queimadas cujo combate persistiu até o dia seguinte e que ainda foram captadas pelo sensor nesse dia seguinte.

Outros 92,5% das interações poderiam ser considerados falsos positivos, visto que os FC não correspondem a incêndios ocorridos no mesmo dia. Isso reforça que grande parte das queimadas ocorridas em áreas urbanas e entorno não são passíveis de detecção pelos métodos atualmente disponibilizados de geração de FC. Ademais, mostra que as áreas queimadas oriundas de imageamentos realizados com intervalos de revisita maiores do que 2 dias não poderiam ser utilizadas na validação de FC, pois incrementariam grandes percentuais de erros de comissão. Dessa forma, esses erros de comissão poderiam estar presentes em vários trabalhos, como Pereira et al. (2012) e Piromal et al. (2008), que utilizam imagens de sensores cujo intervalo de revisita é 16 dias, a exemplos das plataformas Landsat, e de 24 dias, caso das plataformas Resourcesat e CBERS. Isso significa que esses intervalos de revisita acumulam áreas queimadas que validariam erroneamente os FC gerados no mesmo período. Contudo, destaca-se que esses mesmo trabalhos verificaram que a identificação de áreas menores que 100 ha apresentam limitação de identificação por FC. Isso reforça que áreas menores são pouco confiáveis para a confirmação de FC, e reitera a necessidade de dados terrestres para avaliar o desempenho das ferramentas de sensoriamento remoto (Razafimpanilo et al., 1995).

Tabela 2 – Porcentagem das intersecções entre FC e ocorrências de incêndios florestais conforme intervalo de tempo e tamanho representativo do pixel

Diferença temporal da intersecção (dias)	Tamanho representativo do pixel (km)									Média
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
nenhuma	15,7	17,5	11,0	5,6	5,6	2,3	7,5	1,2	1,2	7,5
maior que 1	84,3	82,5	89,0	94,4	94,4	97,7	92,5	98,8	98,8	92,5
maior que 2	80,2	81,1	85,0	94,4	91,9	93,2	87,6	95,8	97,5	89,5

Nas comparações do teste de Wilcoxon Pareado houve diferença significativa ( $p < 0,01$ ) entre as interações que representariam a realidade de campo e as que não representariam, tanto quando se consideram como corretas apenas as interações do mesmo dia, quanto quando se adicionam a elas as interações cujo intervalo é de 1 dia de diferença.

### 3.3 Incêndios detectados pelos FC

Dos 346 incêndios confirmados pelos relatórios de ocorrências de combate, apenas 27 (7,8%) puderam ser correlacionados com algum FC do mesmo dia, a se considerar todos os tamanhos representativos de pixels aqui estudados (Tabela 3). Os incêndios que tiveram FC registrados com 1 dia de diferença foram 13 (3,8%), que acumulados com os incêndios detectados no mesmo dia do FC, totalizariam 34 (9,8%). A se considerar que esses incêndios tenham sido a causa do registro dos FC, tem-se que entre 90,2 e 92,2% dos incêndios que ocorrem em áreas urbanas e entorno são omitidos pelos sistemas disponíveis atualmente. Há de se destacar que incêndios de pequenas proporções, encerrados antes ou iniciados depois da passagem dos satélites não são detectados (Setzer, 1993; Setzer et al., 1992). Apenas queimadas com no mínimo 900m<sup>2</sup> podem ser detectadas no sensor AVHRR (Antunes, 2000). Esses resultados podem levar ao entendimento de que as queimadas em áreas urbanas

normalmente não atingem grandes proporções, bem como se encerram e/ou são combatidas rapidamente.

Tabela 3 – Incêndios detectados pelos FC dos mesmos dias ou com 1 dias de diferença, nos diferentes tamanhos representativos dos pixels

Intervalo entre o incêndio e o FC	Tamanho representativo do pixel (km)									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
mesmo dia	16	12	6	5	3	2	6	1	2	27
um dia de diferença	4	2	4	0	4	2	4	1	2	13
<i>Total acumulado</i>	<i>19</i>	<i>14</i>	<i>9</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>3</i>	<i>9</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>34</i>

### 3.4 Intersecções por satélite

As 1.289 intersecções entre os FC e as ocorrências de incêndios estiveram distribuídas pelos diversos satélites conforme Tabela 4. Observa-se que mais de 77% das intersecções envolveram os satélites AQUA\_M-T, TERRA\_M-T, GOES-12, NOAA-15 e AQUA-T.

Tabela 4 – Distribuição das intersecções entre FC e ocorrências de incêndios, conforme tamanho representativo dos pixels e satélites registradores

Satélite	Tamanho representativo do pixel (km)									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
AQUA_M-M	1	3	2	2	4	1	3	2	5	23
AQUA_M-T	32	44	23	23	29	24	31	33	38	277
AQUA-M	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
AQUA-T	21	19	14	9	23	17	16	6	18	143
GOES-12	28	17	5	21	16	11	25	32	20	175
GOES-13	0	0	0	0	1	0	1	1	0	3
METEOSAT-02	1	1	1	2	6	0	0	0	6	17
NOAA-15	8	14	7	22	22	22	23	25	9	152
NOAA-16	0	3	0	2	2	3	0	2	3	15
NOAA-16N	0	1	8	11	3	4	1	2	6	36
NOAA-18	1	3	1	2	5	1	0	0	4	17
NOAA-19D	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
TERRA_M-M	3	1	7	6	4	7	9	9	3	49
TERRA_M-T	19	27	19	28	30	27	32	32	38	252
TERRA-M	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
TERRA-T	5	7	6	10	7	10	13	12	6	76
TRMM	1	3	7	4	6	5	6	11	7	50
<i>Total acumulado</i>	<i>121</i>	<i>143</i>	<i>100</i>	<i>142</i>	<i>160</i>	<i>132</i>	<i>161</i>	<i>167</i>	<i>163</i>	<i>1.289</i>

A Tabela 5 mostra as intersecções correspondentes a FC e ocorrências de incêndios que ocorreram no mesmo dia, as com 1 dia de diferença, e as com mais de 1 dia de diferença, para os 5 satélites mais representativos. Observa-se os sensores em questão apresentaram no 83,7% ou mais de registros que não representam a detecção precisa de incêndios, por apresentarem intervalos de 2 ou mais dias entre o FC e a ocorrência do incêndio no campo. TERRA\_M-T e AQUA\_M-T tiveram a maior capacidade de registro correto das queimadas, respectivamente com 9,9 e 9,0% de coincidência temporal exata, e com 6,3 e 2,5% com diferença temporal de 1 dia.

Tabela 5 – Quantidade de intersecções entre FC e ocorrências de incêndios, conforme diferentes tamanhos representativos de pixels, satélites registradores e diferença temporal

Satélite	Coincidência temporal	Tamanho representativo do pixel (km)									% total por satélite
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
AQUA_M-T	mesmo dia	8	9	4	1	2	0	0	0	1	9,0
	+/- 1 dia	1	1	1	0	0	2	1	1	0	2,5
	>1 dia	23	34	18	22	27	22	30	32	37	88,4

AQUA-T	mesmo dia	1	3	3	0	1	0	0	0	0	5,6
	+/- 1 dia	1	0	0	0	0	1	1	0	0	2,1
	>1 dia	19	16	11	9	22	16	15	6	18	92,3
GOES-12	mesmo dia	0	1	0	0	0	0	4	2	0	4,0
	+/- 1 dia	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,6
	>1 dia	28	16	5	21	16	11	20	30	20	95,4
NOAA-15	mesmo dia	0	1	0	0	0	0	2	0	0	2,0
	+/- 1 dia	2	0	2	0	2	0	1	0	0	4,6
	>1 dia	6	13	5	22	20	22	20	25	9	93,4
TERRA_M-T	mesmo dia	7	6	3	4	2	1	2	0	0	9,9
	+/- 1 dia	0	1	1	0	2	3	4	4	1	6,3
	>1 dia	12	20	15	24	26	23	26	28	37	83,7

#### 4. Considerações finais

Apesar de os focos de calor serem uma das poucas ferramentas amplamente difundidas para o monitoramento de queimadas e incêndios, eles não mostraram viabilidade de uso para avaliação dos eventos que ocorrem em áreas urbanas e no entorno. Uma proporção muito grande dos eventos não é detectada, o que subestima a real dimensão dos problemas oriundos da combustão da vegetação nas cidades.

Além da pequena capacidade de registro de queimadas nas cidades, há de se destacar os erros que podem ser induzidos pela utilização dos focos de calor sem a respectiva confirmação em campo.

Por fim, a grande quantidade de focos de calor não confirmados em campo sugere a necessidade de mais estudos, visto a existência de diversos fatores a serem esclarecidos, como: possibilidade de subatendimento das equipes de combates às ocorrências; entendimento da dinâmica de queima e registro de focos; possibilidade de erros de comissão no registro dos focos de calor.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Tocantins e à Superintendência do IBAMA no Tocantins pelo apoio no desenvolvimento dos estudos.

#### Referências bibliográficas

Crutzen, P.J.; Andreae, M.O. Biomass burning in the tropics: impact on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles. *Science*, v. 250, p. 1669-1678, 1990.

Gomes, C. Geotecnologias da informação e remodelação do espaço urbano-regional: os sistemas de informação geográfica. *Interface*, v. 3, n. 3, p. 7-28, 2006.

IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e recursos Naturais Renováveis. **Manual do brigadista**, 2010, p. 15.

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Impactos do fogo na vegetação do Planalto do Itatiaia**. Relatório técnico, 2007, 17 p.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Download dos focos de calor**. Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/>>. Acesso em: 27 nov. 2013.

Justino, F.B.; Souza, S.S.; Setzer, A. A relação entre focos de calor e condições meteorológicas no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 12, 2002, Foz do Iguaçu. *Anais...* p. 2086-2093. On-line. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/11-c89e8a4e7b3271429a0456aaa5367981.pdf>>. Acesso em: 06 ago. 2012.

Pereira, A.A.; Pereira, J.A.A.; Morelli, F.; Barros, D.A.; Acerbi Jr., F.W.; Scolforo, J.R.S. Validação de focos de calor utilizados no monitoramento orbital de queimada por meio de imagens TM. *Cerne*, v. 18, n. 2, p. 335-343,

2012.

Piromal, R.A.S.; Rivera-Lombardi, R.J.; Shimabukuro, Y.E.; Formaggio, A.R.; Krug, T. Utilização de dados MODIS para a detecção de queimadas na Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 1, p. 77-84, 2008.

Razafimpanilo, H.; Frouin, R.; Iacobellis, S.F.; Somerville, R.C.J. Methodology for estimating burned area from AVHRR reflectance data. **Remote Sensing of Environment**, v. 54, p. 273-289, 1995.

Ribeiro, H.; Assunção, J.V. Efeitos das queimadas na saúde humana. **Estudos Avançados**, v. 16, n. 44, p. 125-148, 2002.

Setzer, A.W. Operational satellite monitoring of fires in Brazil. **International Forest Fire News**, v. 9, p. 8-11, 1993.

Setzer, A.W.; Pereira, M.C.; Pereira, A.C. O uso de satélites NOAA na detecção de queimadas no Brasil. **Climanálise**, v. 7, n. 8, p. 40-53, 1992.

Sismanoglu, R.A.; Setzer, A.; Justino, F.; Lima, W.F.A. Avaliação inicial do desempenho do risco de fogo gerado no CPTEC. In Congresso Brasileiro de Meteorologia, 12, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** p. 1991-1999. On-line. Disponível em: < <http://www.cbmet.com/cbm-files/11-ff3a330a1c978afa7fb42940745768e5.pdf>>. Acesso em: 06 ago. 2012.

Tomzhinski, G.W.; Coura, P.H.F.; Fernandes, M.C. Avaliação da detecção de focos de calor por sensoriamento remoto para o Parque Nacional do Itatiaia. **Biodiversidade Brasileira**, v. 1, n. 2, p. 201-211, 2011.

Vettorazzi, C.A.; Ferraz, S.F.B. Uso de sistema de informações geográficas aplicados à prevenção e combate a incêndios em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 11-115, 1998.