

## **Brigadas do Prevfogo em municípios críticos: uso de tecnologia geoespacial na seleção de municípios**

Alexandre Santos Avelino<sup>1</sup>  
Erika Regina Prado do Nascimento<sup>1</sup>  
Ana Maria Canut Cunha<sup>1</sup>  
José Lázaro de Araújo Filho<sup>1</sup>  
Elmo Monteiro da Silva Junior<sup>1</sup>  
José Carlos Mendes de Morais<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA  
Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais – Prevfogo  
SCEN Trecho 2, Ed. Sede, Bloco C, Cx. Postal 09870, CEP 70818-900 – Brasília, DF  
{alexandre.avelino, erika.nascimento, ana.cunha, jose.lazaro, elmo.silva-junior,  
jose.morais}@ibama.gov.br

### **Abstract.**

Forest fires are among the most damaging event in the environment. Especially in low tolerance to fire ecosystems, such events cause effects that can lead to loss of biodiversity in remnants of native vegetation. The prevention manuals indicate, among other actions, that the implementation of prevention and combat brigades allows the reduction of magnitude forest fire, contributing to biodiversity conservation. Since 2001, Ibama/Prevfogo trains, selects and hires firefighters to protect threatened areas. In 2008, to extend the activity to the critical municipalities, through the program “Prevfogo brigades in critic municipalities”, Prevfogo had used geospatial tools to perform a selection of locales supported by brigades. The objective criteria involved the lifting of hotspots in areas of remnant native vegetation, protected areas and indigenous lands. Through an algebraic formula, it was possible to weigh these factors and, therefore, give transparency to the performance of prevent and combat teams that component of such federal program. This paper aims at sharing with the scientific community the technical criteria that selected municipalities covered by the program. The main conclusion is that the use of remote sensing and space technologies allow greater precision in the formulation of public policies on the environment and transparency in decision-making by public managers.

**Palavras-chave:** incêndios florestais, prevenção e combate, focos de calor, municípios críticos.

### **1. Introdução**

Frequentes no período de estiagem em diversas regiões do país, queimadas e incêndios florestais estão, assim como o desmatamento, entre os eventos mais danosos ao meio ambiente. Os conhecidos efeitos nocivos no solo, na vegetação e na fauna (Soares e Batista, 2007) propiciaram que fossem envidados esforços por parte do poder público no sentido de proporcionar maior controle sobre o fogo no Brasil. As estratégias de combate a tais incidentes são variadas, boa parte delas descrita em manuais de prevenção e combate aos incêndios florestais (Soares e Batista, 1997; Myers, 2006; Ibama, 2010a). Entretanto, ao se analisar sob a ótica das políticas públicas, todas as estratégias apresentam um complicador comum: as dimensões continentais do Brasil, que impedem o atendimento uniforme e eficaz em todo o país. Nesse contexto, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama, segue até o presente como única instituição pública a desenvolver ações de prevenção e combate aos incêndios florestais em todo o território nacional. A atuação é desenvolvida por meio do Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais – Prevfogo, centro especializado no tema.

Desde 2001, o Prevfogo realiza a contratação temporária de brigadas para atuação local em áreas ameaçadas por incêndios florestais. Inicialmente em unidades de conservação federais, a estratégia de implantação de brigadas logrou resultados positivos (Ibama, 2009 e 2010b) ao permitir resposta rápida e especializada onde até então se observava a propagação

de incêndios por dias e até meses. Desde 2008, o Prevfogo desenvolve o programa *Brigadas do Prevfogo em municípios críticos*, que visa promover ações de prevenção e combate a incêndios florestais em municípios notadamente ameaçados por tais eventos. Naquele ano, foram selecionados por critérios objetivos 31 municípios localizados nos domínios da Amazônia Legal, estabelecendo atuação em cinco estados da federação. No ano de 2009, o programa passou a contemplar 63 municípios brasileiros, sendo que vários deles nos biomas Caatinga e Pantanal, ampliando a atuação para dez unidades da federação. Durante o ano de 2010, a quantidade de municípios apoiados por brigadas foi de 86, abrangendo quatorze estados.

Desde o início do programa, a grande demanda por ações desse tipo tornou imperativa a priorização de áreas apoiadas por brigadas. Tanto para o levantamento de histórico de fogo como para a espacialização de áreas prioritárias para conservação, a equipe do centro especializado lançou mão de ferramentas de geoprocessamento, conhecidas por fornecerem informações rápidas e detalhadas aos tomadores de decisão (Setzer et al., 2004). Além disso, ao se optar por selecionar os municípios por meio de critérios objetivos, garantiu-se transparência e precisão na definição de áreas críticas. Assim, o emprego de ferramentas geoespaciais foi fundamental em razão da agilidade de processamento e da disponibilidade de dados atuais e uniformes para o Brasil.

O presente trabalho tem como objetivo compartilhar com a comunidade científica os critérios técnicos que selecionaram os municípios abrangidos pelo referido programa.

## **2. Metodologia de Trabalho**

Foram utilizados focos de calor dos anos entre 2005 e 2009, disponibilizados pelo Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE, em <http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas>, observando-se sempre quantidade e espacialização de focos, além das áreas de remanescentes de vegetação nativa dos biomas disponíveis até fevereiro de 2010. A espacialização dos focos de calor indicou a prioridade de distribuição de equipes pelos estados e municípios brasileiros. O cruzamento das informações geográficas foi realizado por processamentos do programa ESRI ArcGis 9.1<sup>®</sup>.

### **2.1. Seleção dos estados**

A seleção dos estados envolvidos nas ações do programa se baseou na detecção de focos de calor em remanescentes de cada bioma e de cada unidade federativa. Tal cruzamento permitiu que fossem escolhidos, para as ações no ano de 2010, municípios distribuídos pelos seguintes estados, conforme ilustrado na Figura 1: Amazonas, Amapá, Bahia, Ceará, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Piauí, Rondônia, Roraima e Tocantins. Pela contagem de focos de calor, apenas os municípios dentro do bioma Mata Atlântica não são contemplados, em razão do total desmatado no referido bioma. Sendo assim, seus municípios foram selecionados por critérios específicos.

Alguns critérios visaram tão somente preservar a continuidade do programa. Assim, também com base na contagem de focos de calor em remanescentes do bioma, foram selecionados municípios em estados onde já transcorriam ações do programa nos anos anteriores. Além disso, para preservar a regularidade de atuação entre as Coordenações Estaduais do Prevfogo, foi fixado um valor mínimo de 3 e máximo de 12 municípios a serem abrangidos pelo programa, evitando, respectivamente, esvaziamento ou sobrecarga de funções dos Coordenadores Estaduais envolvidos no projeto.

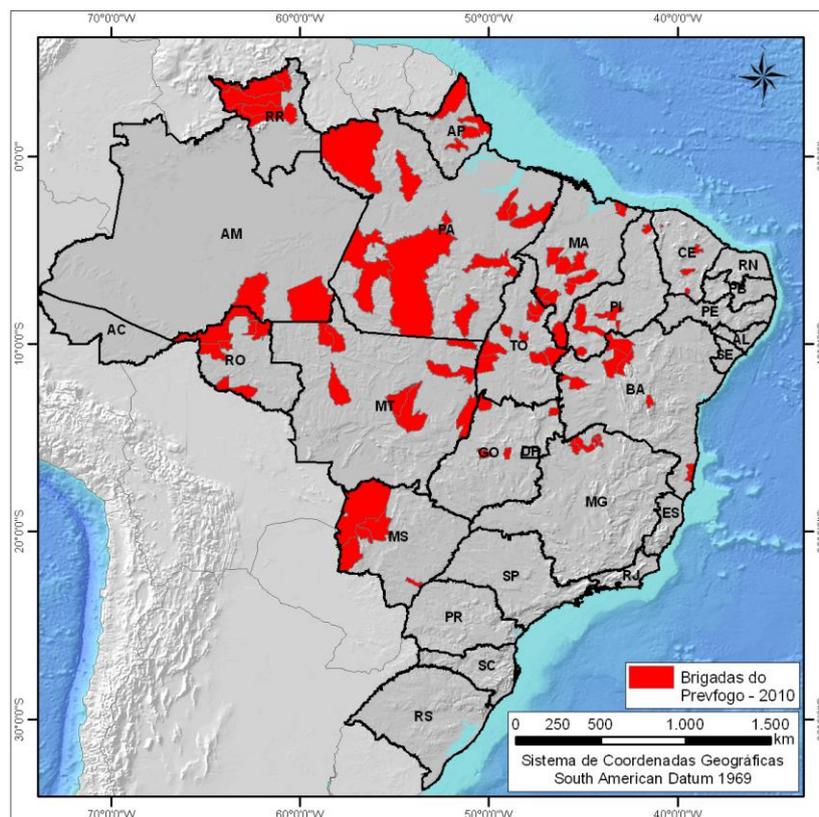


Figura 1. Mapa dos municípios envolvidos no programa de Brigadas do Prevfogo em municípios críticos.

## 2.1. Seleção dos municípios

A determinação de municípios ameaçados pela ocorrência de incêndios e prática de queimadas partiu basicamente de parâmetros utilizados na seleção dos estados: contagem e espacialização de focos de calor em remanescentes de áreas nativas. Porém, foi executado refinamento com cobertura por áreas protegidas, o que permitiu maior precisão na seleção. Isso foi possível pela adição de arquivos \*.shp de Terras Indígenas e de Unidades de Conservação Federais e Estaduais às análises. Embora considerados em conjunto na feição “áreas nativas” durante a seleção de estados, aqui a quantificação de áreas protegidas cumpre o papel de apontar indiretamente a relevância ambiental dos ecossistemas do município. Como exemplo, município que não compreende qualquer área protegida poderia ser preterido em relação a outro com parte de sua extensão territorial inserida nestas categorias.

Com o ranqueamento da quantidade de focos de calor em remanescentes de áreas nativas, foi obtida uma nota para cada um desses quesitos. Estes se apresentam como índices, ou seja, uma classificação entre os demais municípios do mesmo estado. Para isso, foram adotados temas, representados pelos seguintes índices: Remanescentes (R), Terras Indígenas (TI), UC Proteção Integral (PI) e UC Uso Sustentável (US). A partir da contagem acumulada de focos de calor detectados no período escolhido, para cada tema, foi realizado um ordenamento dos municípios quanto à detecção de focos em remanescentes de vegetação nativa. Ao município com o menor número de focos detectados é atribuída nota 1, ao subsequente nota 2 e assim sucessivamente até aquele com a maior contagem do número de focos. Aos municípios sem qualquer detecção de focos de calor foi atribuída nota zero. Portanto, a posição do município na classificação indica suas notas *R*, *TI*, *PI* e *US*.

Por fim, para cada tema foi atribuído um peso específico que busca expressar a relevância ecológica comumente encontrada em cada área. Como resultado, a soma de todos os temas e

seus respectivos pesos, definem o denominado Índice de Prioridade – IP, conforme a Equação 1:

$$IP = \Sigma(R*3,PI*3,TI*2,US*1) \quad (1)$$

### 3. Resultados e Discussão

A Tabela 1 exibe o resultado do processo de seleção, totalizando uma proposta de atuação em 86 municípios.

Tabela 1. Municípios selecionados para atuação do programa em 2010 de acordo com os critérios técnicos.

Estado	Município	Área (hectares)	R	UC PI	TI	UC US	Nota Final
AM	Apuí	5.423.748,22	180	174	32	59	445
	Humaitá	3.306.962,19	165	114	104	49	432
AP	Oiapoque	2.262.406,28	45	27	32	0	104
	Tartarugalzinho	671.113,48	48	12	0	5	65
	Amapá	916.754,05	36	18	0	11	65
	Porto Grande	440.212,68	24	0	0	8	32
BA	Porto Seguro	240.877,83	888	1.167	788	0	2.843
	Prado	166.563,20	840	1.158	770	0	2.768
	Mucugê	248.275,71	1.116	1.182	0	0	2.298
	Barra	1.133.351,75	1.185	0	0	0	1.185
	Pilão Arcado	1.169.867,96	1.167	0	0	0	1.167
	Barreiras	789.489,88	1.149	0	0	0	1.149
	Xique-Xique	567.070,85	1.095	0	0	0	1.095
CE	Frecheirinha	18.085,84	315	519	0	0	834
	Quixadá	201.965,26	249	546	0	0	795
	Crato	100.930,49	465	0	0	182	647
	Acopiara	226.604,54	546	0	0	0	546
GO	São Miguel do Araguaia	614.385,67	717	714	482	246	2.159
	São Domingos	329.423,26	711	735	0	244	1.690
	Pirenópolis	222.779,30	597	705	0	0	1.302
	Goiás Velho	310.841,39	624	726	0	0	1.350
MA	Mirador	860.878,48	609	639	0	0	1.248
	Carolina	644.129,77	603	630	0	0	1.233
	Alto Parnaíba	1.113.326,41	597	636	0	0	1.233
	Riachão	637.171,05	612	603	0	0	1.215
	Barreirinhas	311.157,76	540	624	0	0	1.164
	S. R. das Mangabeiras	352.121,09	561	600	0	0	1.161
	Barra do Corda	787.169,97	639	0	420	0	1.059
	Amarante do Maranhão	766.825,48	630	0	426	0	1.056
	Grajaú	755.074,84	636	0	416	0	1.052
	S. Amaro do Maranhão	160.071,81	339	621	0	0	960

Tabela 1. Municípios selecionados para atuação do programa em 2010 de acordo com os critérios técnicos (*Continuação*).

Estado	Município	Área (hectares)	R	UC PI	TI	UC US	Nota Final
MG	São João das Missões	67.439,70	2.130	2.085	1.460	0	5.675
	Itacarambi	125.242,64	1.932	2.148	1.458	0	5.538
	Chapada Gaúcha	321.455,27	2.148	2.184	0	0	4.332
	Januária	669.121,50	2.160	2.160	0	0	4.320
MS	Aquidauana	1.695.861,34	210	219	144	0	573
	Porto Murtinho	1.773.326,12	213	207	146	0	566
	Corumbá	6.496.129,77	216	198	142	0	556
	Jateí	192.817,34	186	216	0	0	402
	Miranda	547.985,12	207	0	138	0	345
MT	Cocalinho	1.653.873,71	363	378	168	129	1038
	Cotriguaçu	949.541,63	402	390	234	0	1026
	Nova Ubiratã	1.269.332,58	408	387	194	0	989
	São Félix do Araguaia	1.684.745,42	390	333	246	0	969
	Nova Bandeirantes	953.061,54	411	375	0	0	786
	Brasnorte	1.595.901,38	366	0	252	0	618
	Marcelândia	1.229.384,68	369	0	230	0	599
	Confresa	579.661,23	327	0	188	0	515
	Vila Rica	743.623,14	342	0	0	0	342
PA	Altamira	15.969.375,80	411	417	278	140	1246
	Itaituba	6.203.537,37	393	411	250	136	1190
	Oriximiná	10.759.985,71	288	414	274	141	1117
	Marabá	1.509.098,44	390	384	216	124	1114
	Monte Alegre	2.170.401,71	339	390	230	134	1093
	Paragominas	1.934.088,14	387	375	236	0	998
	São Geraldo	316.778,31	240	381	224	0	845
	Cumaru do Norte	1.708.569,47	402	0	258	0	660
	Moju	909.578,85	378	0	210	0	588
	Tailândia	443.045,12	357	0	0	0	357
PI	Baixa Grande do Ribeiro	780.915,90	666	660	0	0	1326
	Bom Jesus	546.861,40	633	612	0	0	1245
	Corrente	305.074,09	609	636	0	0	1245
	Alvorada do Gurguéia	213.216,17	558	618	0	0	1176
	Canto do Buriti	441.011,32	519	657	0	0	1176
	Jurema	129.723,57	465	642	0	0	1107
	Piracuruca	237.925,59	456	621	0	0	1077

Tabela 1. Municípios selecionados para atuação do programa em 2010 de acordo com os critérios técnicos (*Continuação*).

Estado	Município	Área (hectares)	R	UC PI	TI	UC US	Nota Final
RO	Porto Velho	3.409.550,68	156	141	92	52	441
	Nova Mamoré	1.007.257,47	153	144	94	44	435
	Machadinho D'Oeste	850.958,12	150	132	56	38	376
	Costa Marques	498.747,86	147	108	72	41	368
	Cujubim	386.459,15	138	0	0	49	187
	Buritis	326.549,29	141	0	0	42	183
RR	Alto Alegre	2.556.606,97	14	33	30	14	91
	Iracema	1.411.895,66	10	36	26	12	84
	Amajari	2.847.150,17	11	39	28	0	78
	Mucajá	1.275.310,06	15	0	18	13	46
	Pacaraima	802.954,40	7	0	22	0	29
	Cantá	766.450,00	13	0	4	0	17
TO	Lagoa da Confusão	1.056.617,50	148	411	276	0	835
	Pium	1.001.354,19	146	414	272	0	832
	Mateiros	959.331,93	133	417	0	0	550
	Ponte Alta do Tocantins	648.952,09	132	408	0	0	540
	Goiatins	640.835,91	147	0	274	0	421
	Tocantínia	260.199,91	145	0	270	0	415
	Itacajá	305.161,57	144	0	268	0	412
	Dois Irmãos do Tocantins	375.689,51	121	0	0	0	121

Sobre os resultados obtidos pelo *IP* e sua aplicação na seleção, há três pontos a salientar:

- Os valores de *IP* obtidos servem exclusivamente para a comparação entre municípios do mesmo estado, não sendo possível extrapolar sua aplicação como um índice em nível nacional;
- A classificação de municípios segundo valores de *IP* não considera aqueles já contemplados pelas ações do programa. Tais municípios contarão com atuação do Prevfogo, para que se evite a quebra da continuidade dos trabalhos iniciados;
- O desempate entre municípios de mesmo *IP* cabe ao Coordenador Estadual do Prevfogo, levando-se em consideração a estrutura lá existente.

#### 4. Conclusões

A compreensão da dimensão e da complexidade dos problemas causados pelos incêndios florestais e pelas queimadas fez com que a partir de 2008 tivesse a incumbência de instalar em municípios críticos brigadas com a função de prevenir e combater os incêndios florestais. Essa atividade se coaduna com as atribuições do Prevfogo que estão entre as de desenvolvimento de programas, integrados pelos diversos níveis de governo, destinados a ordenar, monitorar, prevenir e combater incêndios florestais. Para tanto as ferramentas de tecnologia geoespaciais são indispensáveis para se conseguir tais objetivos.

## Agradecimentos

Ao Instituto Brasileiro dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e ao Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (Prevfogo).

## Referências Bibliográficas

Setzer, A.W.; Pereira, J.A.R.; Maurano, L.E. Visão atual do sistema de monitoramento de fogo na América do Sul. In: Santos, J. R.; Disperatti, A.A. (Ed.) **Aplicações de geotecnologias em engenharia florestal**. Curitiba: Gabardo, 2004. p. 245-257. ISBN: 85-904724-1-8.

Myers, R. L. **Convivir com el fuego – Manteniendo los ecosistemas y los médios de subsistência mediante el Manejo Integral del Fuego**. 2006. The Nature Conservancy. 28p.

Soares, R. V.; Batista, A. C.; **Incêndios Florestais controle, efeitos e uso do fogo**. Curitiba (PR). 2007. 264 p.

Batista, R. V.; Soares, A. C.; **Manual de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais**. Curitiba: FUPEF. 1997. 50 p.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Manual do Brigadista**. Brasília: Ibama, 2010. 51p. : il. color, ; 29cm.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Relatório de ocorrências de incêndios em Unidades de Conservação Federais 2005-2008**. Prevfogo – Brasília:Ibama, 2009. 31p. ; il. color.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Perfil dos incêndios florestais acompanhados pelo Ibama**. 2010. 28p. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/prevfogo>>. Acesso em: 18.nov.2010.