

## Detecção remota e mapeamento dos focos de calor no Território de Identidade da Chapada Diamantina- Bahia

Débora Paula de Andrade Oliveira<sup>1</sup>

Luana Jéssica Souza Santos<sup>1</sup>

Pedro Henrique Vieira Cândido<sup>1</sup>

Meirilane Rodrigues Maia<sup>1</sup>

Edvaldo Oliveira <sup>1</sup>

Odair Lemos Lacerda<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB

Estrada do Bem Querer, km 4, Caixa Postal 95. Vitória da Conquista – BA, CEP: 45083-900.

{deborapaulageografia, llaannaa2, pedrovieirac03, meire.rmaia, edvaldocartografia,  
prof.odairlemos} @gmail.com

Abstract. Geotechnology is used in diverse segments of society. That being said, environmental analysis conducted under the scope of geotechnologies make possible for a more integrated diagnosis of certain territories, especially in monitoring of large areas. The purpose of this study was to map the spatial distribution of hot focal spots in the Chapada Diamantina's identity territory, between the years of 2011 and 2014. The methodological plan includes a primary discussion of theory fundamentals, parallel to the structuring of the cartographic project. The hot focal data were obtained at the INPE website, through the BDQueimadas database. The data processing was done in the QGIS. Four maps were elaborated, with the distribution and quantification of the hot focal spots in 2011 to 2014. The area included in this study suffers from severe wildfires in the dry months of the year, leading to provoke intense damages to the environmental dynamics. A total of 483 spots were identifies, being that 92.6% occurred in the years of 2011 and 2012. An analysis of the mapping and the evolution of the focal spots through time demonstrate positive correlation with the responses of fire combat, prevention and supervision organs. The contribution of entities such as INPE, which provide daily information of hot spot occurrences through satellite detection, and help with prevention with historical maps and future wildfire risk maps. Hopefully the results of this study may contribute in environmental planning, in the sense that it may spread light on the potencial use of geotechnology monitoring.

Palavras-chave: Geotechnology; Hot Spots; Chapada Diamantina, Geotecnologia; Focos de calor; Chapada Diamantina.

### 1. Introdução

O Geoprocessamento tem sido utilizado em diversos segmentos da sociedade, tais como o Planejamento Urbano, as Atividades Agrícolas, as Telecomunicações e, sobretudo, nos Estudos Ambientais. A Análise Ambiental sob o prisma das Geotecnologias tem possibilitado um diagnóstico mais integrado das características socioambientais de determinado território, sobretudo no monitoramento ambiental de grandes áreas.

Essa tecnologia consiste no uso de ferramentas computacionais para tratamento e análise de dados geográficos, ou seja, dados que possuem alguma variável locacional (EMBRAPA, 2014). Assim, o conjunto dessas ferramentas, pode ser integrado em Sistemas de Informação Geográfica (SIGs ou GIS na sigla em inglês), em que é possível “[...] analisar e cruzar dados oriundos de diversas fontes, facilitando a extração de informação e a tomada de decisão” (EMBRAPA, 94, p.100).

Dessa forma, a perspectiva moderna de gestão do território, implica em que as ações de planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço devem estar inclusas nas análises das diversas variáveis do ambiente e na relação intrínseca que se estabelece entre a sociedade e a natureza.

Assim, os avanços dessas tecnologias, aliados a um número cada vez maior de satélites e sensores, além da ampliação da capacidade de processamento e armazenamento de dados geográficos veem contribuindo para uma maior utilização dessas ferramentas na análise e gestão dos territórios. Os dados de sensores remotos e os sistemas de informações geográficas que acerca de vinte anos eram de uso restrito, hoje são ferramentas de uso livre, com disponibilização gratuita na rede mundial de computadores.

As ferramentas do Sensoriamento Remoto têm sido largamente empregadas para estudos dessa natureza, tais como o monitoramento do desmatamento e da extração mineral, entre outros recursos naturais. Nesse contexto, os avanços do Sensoriamento Remoto no mapeamento e monitoramento dos recursos naturais podem em muito, contribuir com seu manejo e preservação. Assim, compreende-se que o conhecimento das causas, comportamento e recorrências de queimadas são dados importantes para o plano de prevenção e gestão de incêndios.

É nessa perspectiva que as técnicas de Sensoriamento Remoto, aliadas a outras Geotecnologias, como o Geoprocessamento e os Sistemas de Informações Geográficas permitem o monitoramento de focos de calor e estratégias para o subsídio de planejamento no combate aos incêndios, de forma eficiente e organizada (PINHEIRO et al, 2014). Dessa forma, a pesquisa teve como propósito mapear a distribuição espacial dos focos de calor no Território de Identidade da Chapada Diamantina entre os anos de 2011 até 2014.

Assim, o propósito da pesquisa consiste também em contribuir para as ações de planejamento ambiental, de modo a evidenciar as potencialidades da utilização das Geotecnologias no monitoramento e prevenção dos incêndios florestais na Bahia.

Nessa direção, o artigo apresenta a seguinte organização: a priori, são expostas algumas balizas teóricas que nortearam o desenvolvimento do estudo. No tópico seguinte, apresenta a metodologia de trabalho adotada para a realização da pesquisa. Posteriormente, segue a análise dos resultados obtidos e, por fim, são tecidas algumas considerações sobre a consecução da pesquisa.

## **2. Metodologia**

A metodologia de trabalho adotada para o desenvolvimento da pesquisa foi dividida em quatro fases. A priori delimitou-se a área de estudo para mapeamento do Território de Identidade da Chapada Diamantina, formada por 23 municípios, conforme pode ser observado na figura 1.

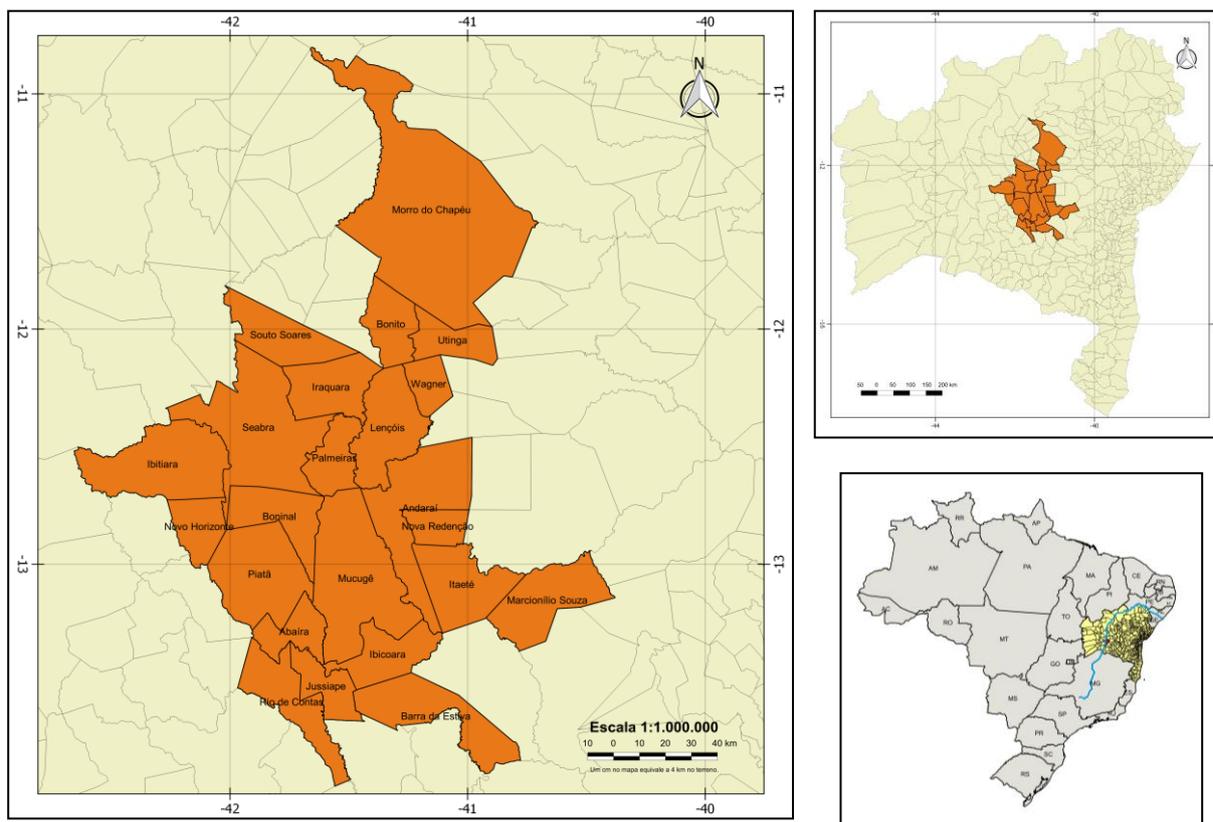


Figura 1. Localização da área de estudo, Território de Identidade Chapada Diamantina, 2015.  
 Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

A segunda fase remete a aquisição dos dados geográficos e estruturação do projeto cartográfico no Sistema de Informação Geográfica no software QGIS versão 2.8. Foram utilizadas as seguintes bases cartográficas vetoriais: divisão municipal do Estado da Bahia, disponível pela Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia - SEI (2015); as bases com as Unidades de conservação, disponibilizadas pelo Ministério de Meio Ambiente - MMA (2015) e os dados dos focos de calor, com geometria pontual, obtidas do geoprocessamento do satélite NOAA 15 manhã e noite, entre os anos de 2011 e 2014, disponibilizados pelo BDQueimadas - Banco de Dados de Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

A fase três corresponde ao geoprocessamento dos dados relativos aos focos de calor ~~foi~~ com base no algoritmo de *Kernel*. O mapa de *Kernel* foi reclassificado em 5 classes de densidade: 1- Muito baixa; 2- Baixa; 3- Média; 4- Alta; 5- Muito alta, e disposto na formatação em *pseudo-cor*. A partir da informação do pixel, elaborou-se a tabela com a quantidade de focos de calor para os anos de estudados, associado ao mês de ocorrências de focos e aos municípios. Por fim, na fase quatro, foram elaborados quatro mapas, com a evolução dos focos de calor entre os anos 2010 a 2014 com a espacialização dos focos na área de estudo.

#### 4. Resultados e Discussão

A utilização das técnicas de sensoriamento remoto para o monitoramento dos ambientes terrestres tem favorecido as ações de combate aos focos de incêndios florestais. Nesse contexto, Florenzano discute como o geoprocessamento de imagens orbitais pode

contribuir para a realização de análises ambientais, a partir da interpretação das diferentes características das imagens. Para a autora:

As imagens de satélite podem ser utilizadas no estudo e no monitoramento de vários objetos e fenômenos da superfície terrestre. A partir da interpretação de diferentes tipos de imagens, é possível fazer a previsão do tempo, estudar fenômenos oceânicos, detectar e monitorar furacões, inundações, queimadas e desflorestamentos, estimar safras agrícolas e gerar vários tipos de mapas, entre outras aplicações (FLORENZANO, 2008, p.40).

Nesse estudo, foram utilizados os dados processados do satélite da série NOAA (National Oceanic Atmospheric Administration), que entrou em operação na órbita terrestre na década 1970 e posteriormente foram lançados mais catorze satélites, além das sondas e dos imageadores. De acordo com informações da EMBRAPA (2015), esta série de satélites gera diariamente observações globais de padrões meteorológicos e condições ambientais, na forma de dados quantitativos. Tais informações são a base para estudos de monitoramento de queimadas, de acompanhamento da atividade fotossintética, de previsão meteorológica detalhada, de zoneamentos agroclimáticos, de estudos de comportamento térmico de paisagens e de mapeamento de secas e inundações etc.

A partir do geoprocessamento dos dados do satélite NOAA 15 (manhã e noite) foi possível mapear os focos de calor em todo o Território de Identidade da Chapada Diamantina, entre os anos de 2011 a 2014, a quantificação dos focos pode ser observada na tabela 01.

Tabela 1. Quantificação dos focos de calor entre os anos de 2011 a 2014 no Território de Identidade da Chapada Diamantina.

<i>Ano</i>	<i>Quantificação dos focos de calor</i>	<i>(%)</i>
<b>2011</b>	168	34,8
<b>2012</b>	279	57,8
<b>2013</b>	26	5,4
<b>2014</b>	10	2,1
<b>Total</b>	<b>483</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

Foram identificados 483 focos de calor em toda a área do Território de Identidade. Nos anos de 2011 e 2012 foram registrados os mais elevados índices de focos de calor na área de estudo, totalizando 446 focos, com percentual de 92,6%. De acordo com as pesquisas desenvolvidas pelo INPE (2012) a alta ocorrência de incêndios nesses anos se deu em função da estiagem que atingiu toda a região semiárida do Estado da Bahia. A tabela 2 apresenta a distribuição mensal dos focos durante os meses dos anos acima referidos:

Tabela 2. Quantificação mensal e anual dos focos de calor no Território de Identidade da Chapada Diamantina em 2015.

Ano/mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Sub-Total
2011	-	4	4	-	-	4	8	8	35	90	11	2	166
2012	10	10	9	4	7	4	3	12	26	159	5	31	280
2013	2	1	-	3	-	2	-	2	11	5	-	-	26
2014	-	-	-	-	1	-	-	-	1	9	-	-	11
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>22</b>	<b>82</b>	<b>263</b>	<b>16</b>	<b>33</b>	<b>483</b>

Fonte: Adaptado do INPE, 2015.

Foi possível constatar também que os meses mais críticos de incidência de focos de calor foram de setembro e outubro, devido à escassez de chuva e, conseqüentemente, baixos índices de umidade, que favorecem a propagação desses focos.

Nesse contexto, destaca-se a pesquisa realizada por Pinheiro et al (2014) em que também foi constatado que o mês de outubro se mostrou como mais crítico dos meses para os anos de 2008, 2010 e 2012 na mesorregião região Oeste Baiano, atribuindo como causa aspectos similares ao que foi verificado no presente estudo, tais como o atraso do período de chuvas, baixa umidade e altas temperaturas, favorecendo a ocorrência de queimadas.

A partir da análise e do processamento dos dados em plataforma SIG foram produzidos quatro mapas temáticos com a utilização do algoritmo de *Kernel* e a ferramenta de interpolação das geometrias. A leitura dos mapas (Figura 2) permite identificar a distribuição espacial dos focos de calor, detectadas pelo sensor orbital entre os anos de 2011 a 2014.

O mapa da espacialização dos focos de calor foi produzido a partir da densidade dos focos (geometria pontual), resultante da interpolação destes, pelo método de *Kernel*. Nesse sentido, nas áreas em amarelo claro, observa-se intervalo entre zero a uma ocorrência de focos de calor, tal densidade é classificada como muito baixa. Nas áreas laranja claro representa a densidade baixa. As áreas laranja médio são identificadas como de densidade média, distribuída de forma irregular, mas presente em todas as partes do mapa.

Observou-se que os municípios com proximidades nas densidades mais altas para cada ano conforme resultado apresentado na Figura 2 aponta o município de Ibitiara como recorrente em todos os anos. A densidade alta em vermelho e em forma de “ilhas” demonstra a recorrência de focos de calor na área e está geralmente associada à densidade média nas proximidades. A densidade muito alta caracterizada na cor vermelho escuro, revela áreas menores, mas com grande quantidade de focos concentrados. Normalmente são áreas com extensas cicatrizes de queimadas (PINHEIRO et al, 2014). Ainda de acordo com o autor as mudanças ocorridas na paisagem, devido às áreas queimadas, são influenciadas pelas alterações meteorológicas, além das práticas da sociedade, sobretudo, pela atividade agrícola. Essas queimadas interferem no ciclo ecológico da flora e fauna, provocando impactos negativos ao ambiente, muitas vezes irreversíveis.

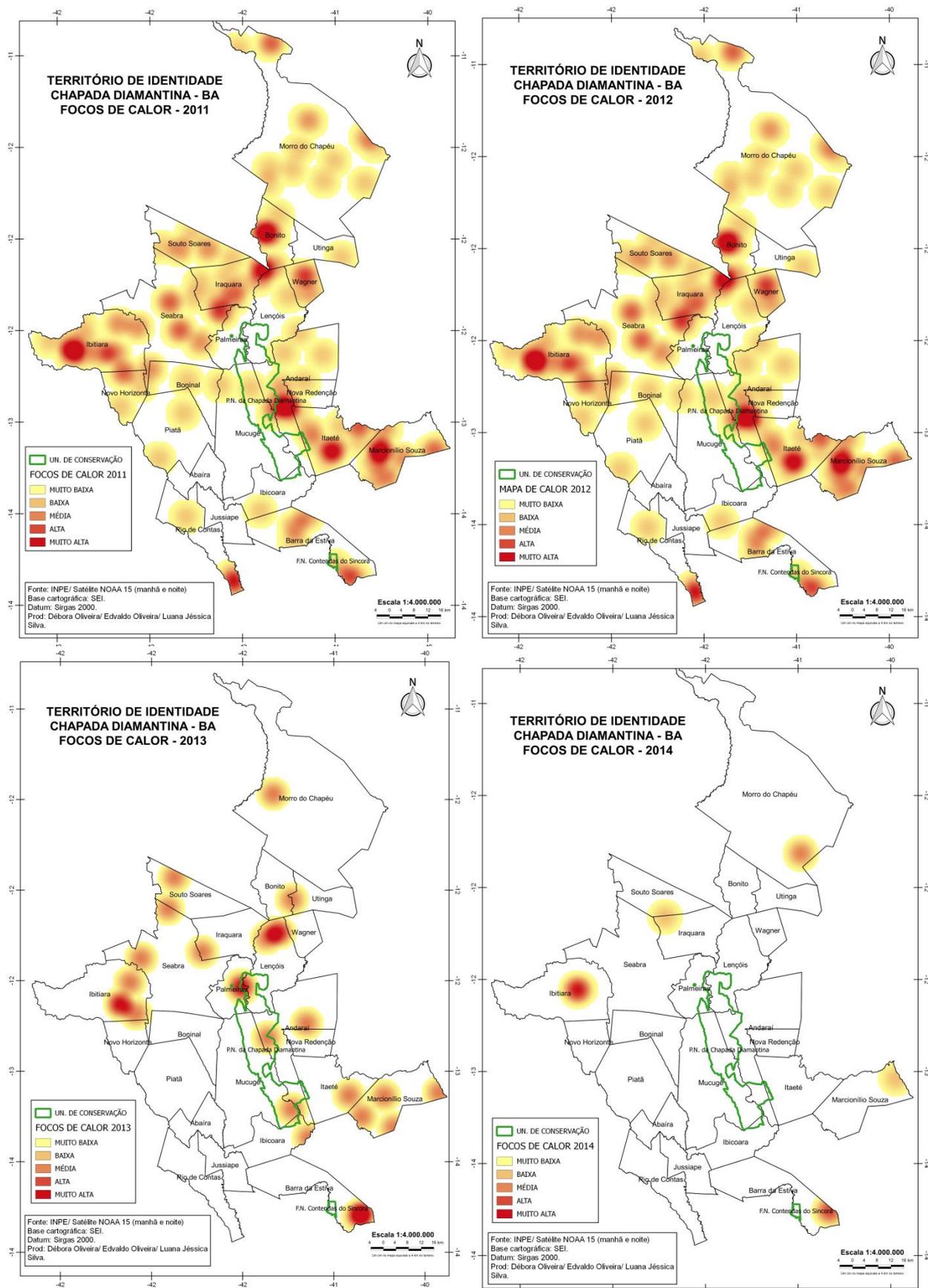


Figura 2. Evolução dos focos de calor no território de identidade da Chapada Diamantina entre os anos de 2011 a 2014.  
 Fonte: BRASIL, 2015.

A análise do mapeamento demonstra correlação positiva com as ações de fiscalização e respostas dos órgãos de combate, prevenção e fiscalização de incêndios por intermédio da evolução dos focos de calor. Assim, com a contribuição de entidades como o INPE, que fornece informações diárias de ocorrências de focos de calor a partir do uso de satélites detectores e auxilia na prevenção com mapas históricos e mapas de risco de incêndios futuros. Nesse contexto, tornam-se evidentes os benefícios da tecnologia espacial para a sociedade, com a utilização de dados orbitais, uma vez que as informações obtidas dão subsídios a órgãos de planejamento do território a ao uso sustentável dos ambientes e dos recursos naturais.

## 5. Considerações Finais

A utilização das técnicas de Sensoriamento Remoto e de Sistema de Informações Geográficas torna possível um maior conhecimento da dinâmica ambiental do território, viabilizando, assim, uma análise mais integrada de suas características e também seu monitoramento.

No presente estudo, o monitoramento dos focos de calor do Território de Identidade da Chapada Diamantina viabilizou a quantificação para o mapeamento, em que foi possível identificar, no território, as áreas com maior incidência, sendo nas proximidades dos municípios de Ibitiara, Wagner, Bonito, Andaraí, Itaetê, Marcolino Souza, Iraquara e Rio de Contas (2011 e 2012); Lençóis, Palmeira, Ibitiara e Contendas do Sincorá (2013); Ibitiara e Contendas do Sincorá (2014). Em 2012 houve maior porcentagem de ocorrência de focos de calor, além disso, constatou-se que setembro e outubro foi o período em que esse fenômeno se agravou.

As conclusões indicam que a aplicação do algoritmo de *Kernel* possibilita uma análise precisa da incidência e proliferação dos focos de calor nos territórios constituindo-se numa metodologia viável para análise, planejamento e execução de combate e preservação da natureza.

## Agradecimentos

Agradecemos ao Grupo de Pesquisa Análise Planejamento e Gestão Territorial (APLAGET-CNPq), ao laboratório de Cartografia e Fotointerpretação (LabCart-UESB), ao Laboratório de Geografia Física (LAGEF-UESB) e ao Laboratório de Geotecnologias (UESB) pelo suporte na realização dessa pesquisa.

## Referências

BAHIA, Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. Disponível em <[http://www.sei.ba.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2396&Itemid=728](http://www.sei.ba.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2396&Itemid=728)>. Acesso em: 20 abr. 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Banco de dados Unidades de Conservação. Disponível em: <<http://www.mapa.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>>. Acesso em: 21 abr.2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Satélite NOAA. Disponível em: <http://www.zeeppa.cnpm.embrapa.br/ppa/satelite/noaa.html#>> Acesso em 01 de setembro de 2015.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Os Satélites e Suas Aplicações**. São José dos Campos: SPSindCT, 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Banco de dados Queimadas: monitoramento de Focos. Disponível em:<<http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/>>. Acessado em: 21 abr. 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Clipping: Bahia sofre com estiagem e focos de incêndios e vê ameaça paraíso turístico. Gestão de Comunicação Institucional (GCI). 2012. Disponível em:<<http://www.inpe.br/noticias/namidia/img/clip04042012.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2015.

PINHEIRO, P. S.; BORGES, E. F. Quantificação e análise da distribuição espacial dos focos de calor na sub-bacia do Rio Grande-BA. In: SIMPÓSIO DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO – GEONORDESTE, 18-21, 2014, Aracaju. **Anais eletrônicos...** Disponível em: [www.resgeo.com.br/geonordeste2014/anais/doc/pdfs/101.pdf](http://www.resgeo.com.br/geonordeste2014/anais/doc/pdfs/101.pdf). Acesso em: 20 abr. 2015.