



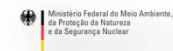
# Monitoramento de Queimadas e Incêndios na Região do Parque Estadual do Jalapão em 2011, 2012 e 2013

Resultados Preliminares  
Abril de 2014



Prevenção, Controle e Monitoramento de  
Queimadas Irregulares e  
Incêndios Florestais no Cerrado

Em nome do



da República Federal da Alemanha

**PIETRO DE ALMEIDA CÂNDIDO**

**MAPAS DAS CICATRIZES DE QUEIMADAS E INCÊNDIOS NA  
REGIÃO DO PARQUE ESTADUAL DO JALAPÃO EM 2011, 2012 e  
2013**

Mapas e figuras georreferenciadas contendo cicatrizes de incêndios e queimadas dos anos 2011, 2012 e 2013, referentes à quarta etapa do termo de referência PN 11.9035.4-001.00, contrato GIZ 83151538, desenvolvido no INPE.

São José dos Campos, abril de 2014.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	5
2. ÁREA DE ESTUDO .....	6
3. SENSORES UTILIZADOS.....	7
4. ANO DE 2011 .....	8
5. ANO DE 2012 .....	10
6. ANO DE 2013 .....	12
7. LEVANTAMENTO TEMPORAL .....	14
8. CONCLUSÕES PRELIMINARES.....	15

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Área de estudo .....	6
Figura 2: Mapa de cicatrizes de queimadas em 2011 .....	9
Figura 3: Mapa de cicatrizes de queimadas no ano de 2012 .....	11
Figura 4: Mapa de cicatrizes de queimadas de 2013 .....	13

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Cenas disponíveis para o mapeamento de 2011 e resultados dos períodos analisados .....	8
Tabela 2: Resultados do mapeamento de área queimada em 2011 .....	8
Tabela 3: Cenas disponíveis para o mapeamento de 2012 e resultados dos períodos analisados .....	10
Tabela 4: Resultados do mapeamento do ano de 2012.....	10
Tabela 5: Cenas disponíveis para o mapeamento de 2013 e resultados dos períodos analisados .....	12
Tabela 6: Resultados do mapeamento do ano de 2013.....	12
Tabela 7: Análise histórica do mapeamento de áreas queimadas na região do PES do Jalapão	14

## **1. INTRODUÇÃO**

O presente relatório refere-se à quarta de cinco etapas do Termo de Referência PN 11.9035.4-001.00, contrato GIZ 83151538, vigente de 01 de setembro de 2013 a 31 de maio de 2014, cujo objetivo é o de dar continuidade à produção de dados de área queimada na região do Jalapão com a análise de imagens de média resolução (30 metros), apoiando os desenvolvimentos que o INPE está realizando no Projeto GIZ-MMA “Prevenção, controle e monitoramento de queimadas e incêndios florestais no Cerrado”.

As fases do presente contrato se dividem em: 1) mapas e figuras georreferenciados contendo queimadas de 2007, 2008 e 2009; 2) arquivos digitais inseridos na base de dados de validação, 3) texto descritivo das atividades realizadas, relatando o método, os resultados e arquivamento dos dados gerados de 2007, 2008 e 2009; 4) mapas e figuras georreferenciados contendo queimadas de 2011, 2012 e 2013; e 5) texto descritivo das atividades realizadas, relatando o método, os resultados e arquivamento dos dados gerados de 2011, 2012 e 2013.

A partir dos objetivos expostos, segue mapas georreferenciados dos anos de 2011, 2012 e 2013; posteriormente, será apresentada a integração destes novos dados com os levantamentos realizados por este TdR (2007, 2008 e 2009) e por contratos antecedentes com a GIZ para os anos de 2004, 2005, 2006 e 2010, os quais foram reprocessados com a metodologia atual.

## 2. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é a Região do Jalapão, localizado na porção setentrional do Brasil Central, e abriga as maiores unidades de conservação do bioma Cerrado. A pressão sobre a região em termos de desmatamentos, queimadas e incêndios florestais vem crescendo ao longo dos últimos anos. Durante o severo período de seca em 2010, foram registrados, na área de abrangência do Corredor Ecológico, aproximadamente, 60% de todos os focos de incêndios e queimadas do Cerrado (INPE 2013). A localização remota e as precárias condições de operação das brigadas de incêndios nos municípios e nas unidades de conservação comprometeram o combate efetivo dos incêndios e queimadas.

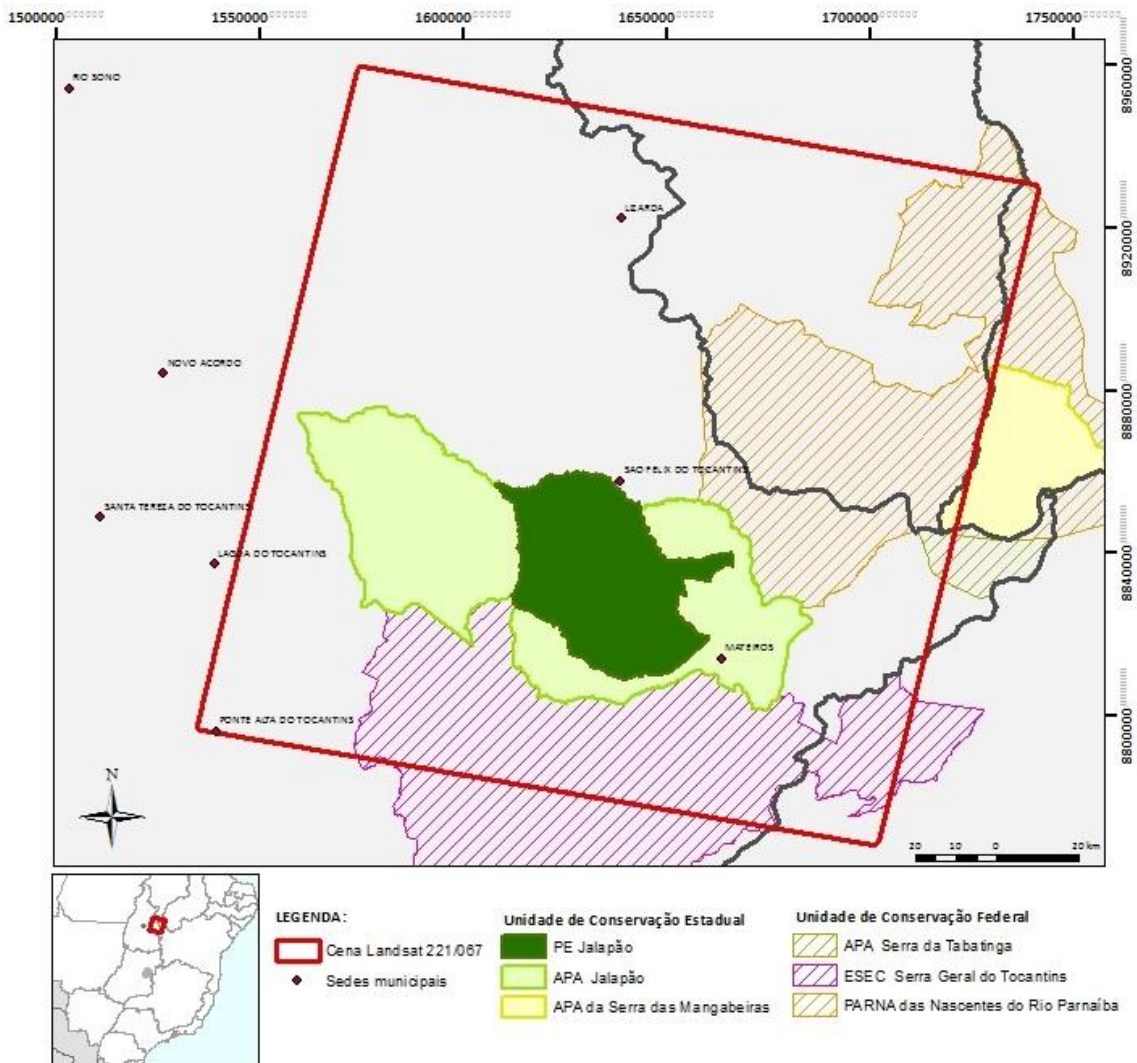


Figura 1: Área de estudo

O retângulo envolvente da cena órbita/ponto 221/067 cobre as Unidades de Conservação Federal APA Serra da Tabatinga, ESEC Serra Geral do Tocantins e PARNA das Nascentes do Rio Parnaíba, além das Unidades de Conservação Estaduais APA Serra das Mangabeiras do Estado de Piauí, APA Jalapão e o Parque Estadual do Jalapão, ambas no Tocantins.

### 3. SENSORES UTILIZADOS

A seleção de imagens foi realizada a partir da área útil disponível para mapeamento em cada cena, tendo sido selecionadas as com menos de 10% de cobertura de nuvens; também foram considerados ruídos e deslocamentos. A busca pelas cenas abrangeu todos os meses dos três anos.

As imagens utilizadas para o mapeamento do ano de 2011 foram as do Satélite Landsat-5, sensor *Thematic Mapper* de média resolução espacial (30 metros), com 16 dias de resolução temporal, e resolução radiométrica de 8 *bits*; o sensor contém 7 bandas em sua resolução espectral sendo as mais importantes para o presente mapeamento, o infravermelho médio (banda 5, de 1.55 a 1.75  $\mu\text{m}$ ), infravermelho próximo (banda 4, de 0,76 a 0,90  $\mu\text{m}$ ) e o vermelho (banda 3, de 0,63 a 0,69  $\mu\text{m}$ ).

As imagens Landsat-TM são distribuídas pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) e pela Divisão de Geração de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (DGI-INPE). Este sensor foi lançado no dia 1º de março de 1984 e foi oficialmente desativado no dia 5 de junho de 2013, entretanto, a última imagem disponível que abrange a região do Jalapão é de 13 de novembro de 2011, ano em que começou os problemas de imageamento do sensor.

Sem imagens do Landsat-5 para o ano de 2012 foi necessário utilizar outro sensor de média resolução com imagens disponíveis para a região estudada. A alternativa foi utilizar o sensor indiano LISS-3 acoplado ao satélite Resourcesat. Sua resolução espacial é de 23 metros, com 24 dias de resolução temporal e resolução radiométrica de 7 *bits*. O sensor capta 4 faixas do eletromagnético sendo o verde (0,52 a 0,59  $\mu\text{m}$ ), vermelho (0,62 a 0,68  $\mu\text{m}$ ), infravermelho próximo (0,77 a 0,86  $\mu\text{m}$ ) e o infravermelho médio (1.55 a 1.70  $\mu\text{m}$ ). Estas imagens são disponibilizadas pela Divisão de Geração de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (DGI-INPE).

No ano de 2013 foram utilizadas as imagens do novo sensor do USGS e NASA, lançado pelo satélite Landsat-8 no dia 11 de fevereiro de 2013. O sensor orbital de média resolução denominado OLI (*Operational Land Imager*) tem características semelhantes ao TM, entretanto contendo evoluções do sistema sensor. A resolução espacial e temporal se mantém. Há evolução na resolução radiométrica, passando de 8 para 16 *bits*, e na resolução espectral que constam agora com 11 bandas, as utilizadas para a identificação das cicatrizes de queima forma: o infravermelho médio longo (banda 7, de 2,11 a 2,29  $\mu\text{m}$ ); infravermelho médio curto (banda 6, de 1.57 a 1.65  $\mu\text{m}$ ), infravermelho próximo (banda 5, de 0,85 a 0,88  $\mu\text{m}$ ) e o vermelho (banda 4, de 0,64 a 0,67  $\mu\text{m}$ ).



#### 4. ANO DE 2011

Foram utilizadas cenas Landsat-TM disponíveis para o mapeamento do ano de 2011 nas plataformas USGS e INPE-DGI. Observam-se os resultados detalhados do presente estudo na tabela 1 a seguir.

**Tabela 1: Cenas disponíveis para o mapeamento de 2011 e resultados dos períodos analisados**

<b>Data</b> (aaaammdd)	<b>Satélite/Sensor</b>	<b>Provedor</b>	<b>Cicatrices</b> No.polígonos	<b>Área</b> km <sup>2</sup>	<b>Porcentagem</b> %	<b>Focos</b> Quantidade
<b>20110606</b>	Landsat 5 - TM	USGS	-	-	-	-
<b>20110809</b>	Landsat 5 - TM	USGS	1500	2150	34	615
<b>20110915</b>	Landsat 5 - TM	INPE - DGI	1294	1930	31	718
<b>20111028</b>	Landsat 5 - TM	USGS	2155	2210	35	388

As 4 cenas analisadas, dado a disponibilidade de imagens aptas ao mapeamento, abrangeram o início de junho ao fim de outubro totalizando 144 dias, demonstram as dificuldades do mapeamento na região. Entre as cenas de 15 de setembro a 28 de outubro se obteve a maior área queimada do período sendo 35% do total. O mapeamento resultou em uma área queimada de 6290 km<sup>2</sup>, ocupando 23% do total da região analisada – ver Tabela 2.

**Tabela 2: Resultados do mapeamento de área queimada em 2011**

<b>Ano</b>	<b>Período</b> (mmdd)	<b>Dias</b>	<b>Cenas</b>	<b>Cicatrices</b> No.polígonos	<b>Área</b> km <sup>2</sup>	<b>Porcentagem</b> %	<b>Focos</b> Quantidade
<b>2007</b>	0606 - 1028	144	4	4949	6290	23	1721

A distribuição espacial das cicatrizes correspondentes em 2011 podem ser analisadas no mapa apresentado a seguir (Figura 2).

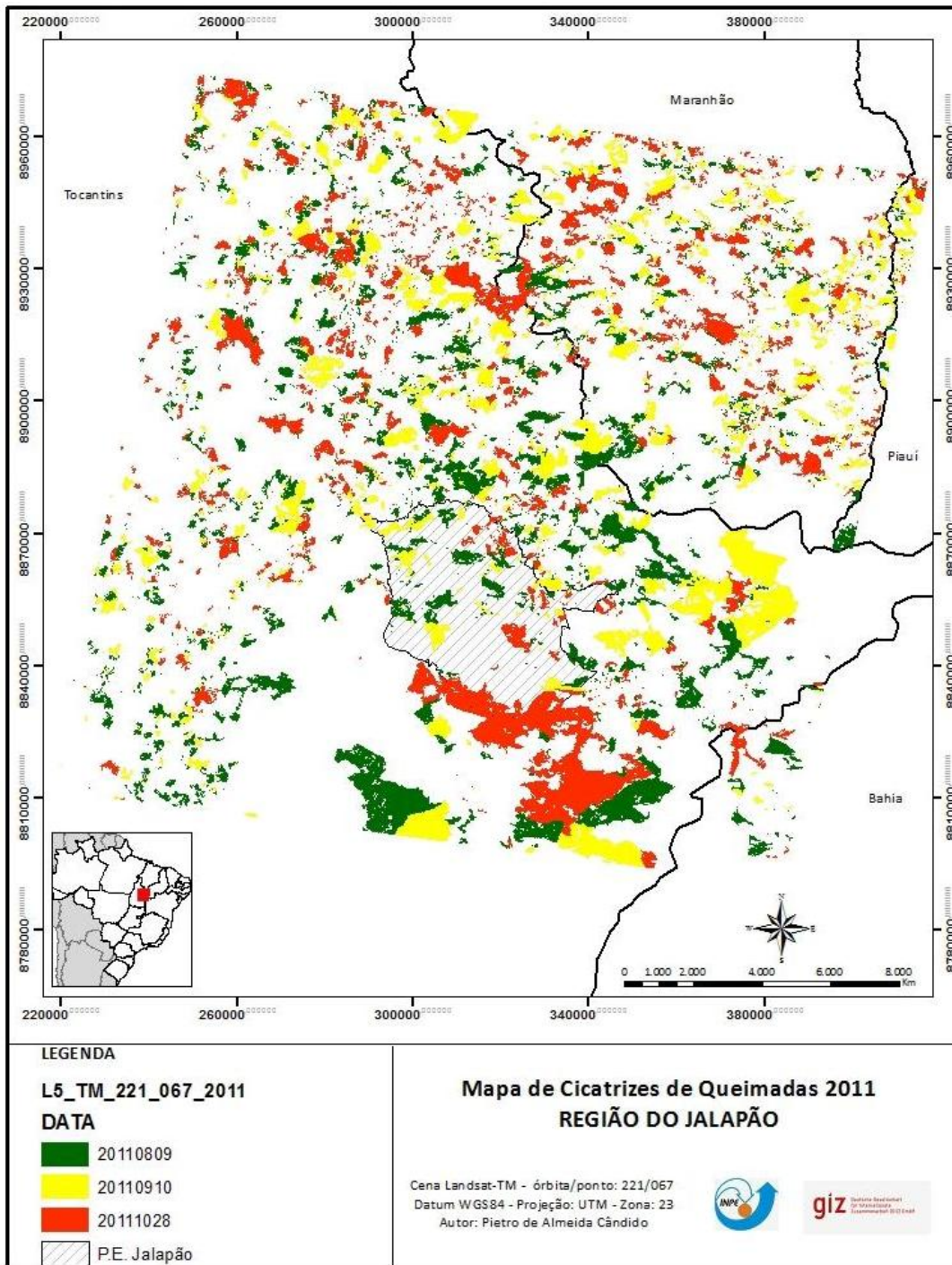


Figura 2: Mapa de cicatrizes de queimadas em 2011

## 5. ANO DE 2012

Em 2012 foram processadas 4 cenas do satélite Resourcesat, sensor LISS-3 – ver tabela 3. A área total analisada, neste caso específico, diminui de 27636 km<sup>2</sup> para 22595 km<sup>2</sup>, dado o tamanho das cenas LISS-3 (141 x 141 km) limitando a abrangência da área estudada para datas únicas.

**Tabela 3: Cenas disponíveis para o mapeamento de 2012 e resultados dos períodos analisados**

Data (aaaammdd)	Satélite/Sensor	Provedor	Cicatrizes No.polígonos	Área km <sup>2</sup>	Porcentagem %	Focos Quantidade
<b>20120705</b>	Resourcesat – LISS3	INPE - DGI	-	-	-	-
<b>20120729</b>	Resourcesat – LISS3	INPE - DGI	1035	1090	21	292
<b>20120822</b>	Resourcesat – LISS3	INPE - DGI	847	1520	29	388
<b>20120915</b>	Resourcesat – LISS3	INPE - DGI	877	2625	50	561

No período analisado constatou-se 2759 cicatrizes de queima totalizando 5235 km<sup>2</sup>, equivalendo a 23% do total da área estudada – ver Tabela 4. A quantidade de focos (satélite de referencia) chegou ao valor de 1241 durante os 72 dias de mapeados.

**Tabela 4: Resultados do mapeamento do ano de 2012**

Ano	Período (mmdd)	Dias	Cenas	Cicatrizes No.polígonos	Área km <sup>2</sup>	Porcentagem %	Focos Quantidade
<b>2008</b>	0705 - 0915	72	4	2759	5235	23	1241

Na Figura 3, pode-se observar-se as grandes cicatrizes de queima que chegaram a atingir o Parque Estadual do Jalapão.

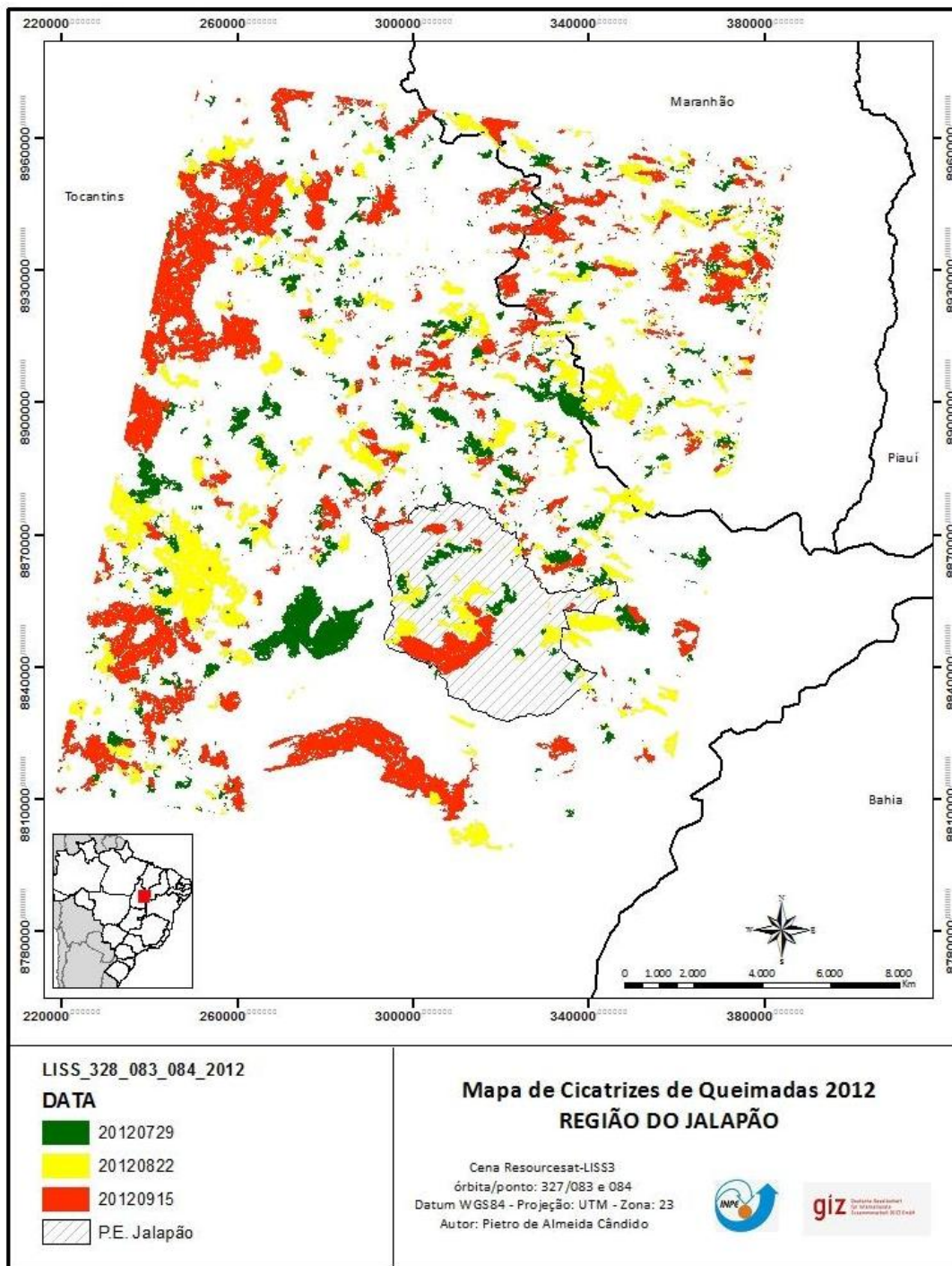


Figura 3: Mapa de cicatrizes de queimadas no ano de 2012

## 6. ANO DE 2013

O mapeamento do ano de 2013 constou com sete cenas de 11 de julho à 15 de setembro, sendo 96 dias cobertos – ver Tabela 5. O período de 29 de julho a 30 de agosto representam 43% da área total queimada, com 488 focos em 1868 polígonos de queimada.

**Tabela 5: Cenas disponíveis para o mapeamento de 2013 e resultados dos períodos analisados**

<b>Data</b> (aaaammdd)	<b>Satélite/Sensor</b>	<b>Provedor</b>	<b>Cicatrices</b> No.polígonos	<b>Área</b> km <sup>2</sup>	<b>Porcentagem</b> %	<b>Focos</b> Quantidade
<b>20130611</b>	Landsat 8 - OLI	USGS	-	-	-	-
<b>20130627</b>	Landsat 8 - OLI	USGS	940	450	11	141
<b>20130713</b>	Landsat 8 - OLI	USGS	1019	590	14	174
<b>20130729</b>	Landsat 8 - OLI	USGS	961	670	16	161
<b>20130814</b>	Landsat 8 - OLI	USGS	955	880	21	188
<b>20130830</b>	Landsat 8 - OLI	USGS	913	910	22	200
<b>20130915</b>	Landsat 8 - OLI	USGS	997	720	17	136

Na Tabela 6 pode-se constatar que em dezesseis por cento da área estudada ocorreu a presença de cicatrizes de queimadas, sendo 4350 km<sup>2</sup>.

**Tabela 6: Resultados do mapeamento do ano de 2013**

<b>Ano</b>	<b>Período</b> (mmdd)	<b>Dias</b>	<b>Cenas</b>	<b>Cicatrices</b> No.polígonos	<b>Área</b> km <sup>2</sup>	<b>Porcentagem</b> %	<b>Focos</b> Quantidade
2013	0611 - 0915	96	7	5787	4220	15	1000

A distribuição espacial das cicatrizes correspondentes em 2013 pode ser analisada no mapa apresentado na Figura 4.



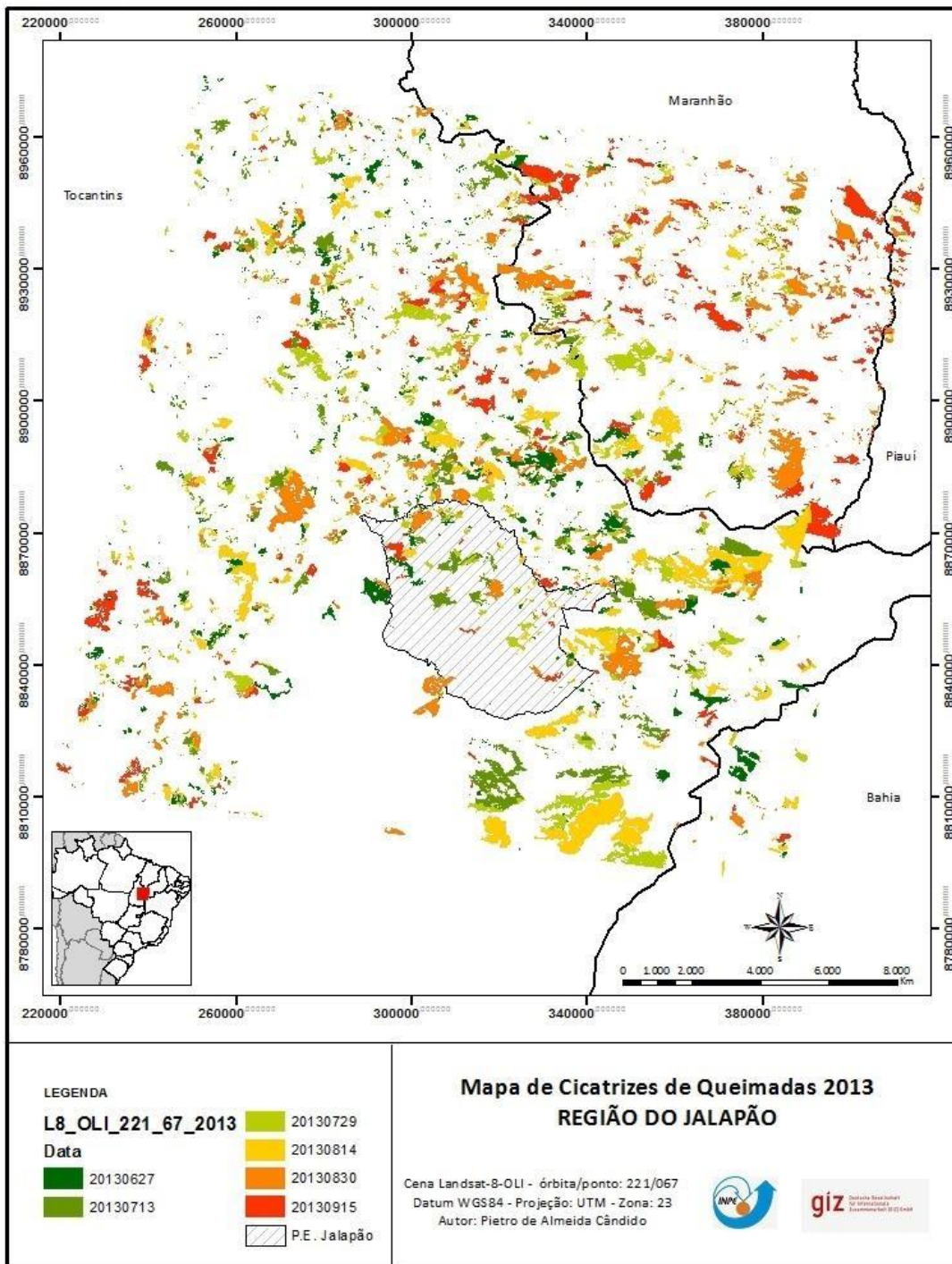


Figura 4: Mapa de cicatrizes de queimadas de 2013

## 7. LEVANTAMENTO TEMPORAL

Uma base de dados com levantamento temporal de cicatrizes de queimadas consistente propicia a geração de informações e análises para compreender a dinâmica do fogo na região de estudo, além de permitir que gestores públicos responsáveis pela execução das políticas ambientais direcionem ações de preservação dos remanescentes florestais.

A partir do término do presente Termo de Referência, constará no banco de dados do grupo de queimadas do INPE o levantamento histórico das queimadas ocorridas na região do Jalapão, a partir de 2004 até o ano de 2013 – ver Tabela 7.

É possível que os dados de áreas queimadas sejam levemente modificados até o final de todos os processos pré-estabelecidos no presente Termo de Referência. Isso, devido aos critérios de Controle de Qualidade, cujas principais etapas para a modificação da classificação de algumas cicatrizes passarão por Auditoria Interna e Externa, além da análise em campo de áreas de conflito e dúvidas nas respostas apresentadas na interpretação.

**Tabela 7: Análise histórica do mapeamento de áreas queimadas na região do PES do Jalapão**

<b>Ano</b>	<b>Período (mmdd)</b>	<b>Dias</b>	<b>Cenas</b>	<b>Cicatrizes No.polígonos</b>	<b>Área km<sup>2</sup></b>	<b>Porcentagem %</b>	<b>Focos</b>
<b>2004</b>	0502 - 0906	127	7	8.220	4.910	18	1.267
<b>2005</b>	0707 - 0909	64	5	5.081	3.490	13	823
<b>2006</b>	0523 - 0928	128	7	8.797	5.696	21	1.077
<b>2007</b>	0526 - 1001	128	8	8.375	8.824	32	1.872
<b>2008</b>	0613 - 0917	95	5	4.380	3.275	12	574
<b>2009</b>	0702 - 1023	114	4	7.353	4.350	16	901
<b>2010</b>	0603 - 0923	111	7	7.428	8.937	32	2.275
<b>2011</b>	0606 - 1028	144	4	4.949	6.288	23	1.721
<b>2012</b>	0705 - 0915	72	4	2.759	5.234	23	1.241
<b>2013</b>	0611 - 0915	96	7	5.787	4.219	15	1.000
<b>Média</b>	-	-	-	<b>6.215</b>	<b>55.223</b>	<b>21</b>	<b>1.299</b>

Nota: dados de 2004, 2005, 2006 e 2010 obtidos dos relatórios anteriores deste projeto MA-GIZ, e corrigidos com a metodologia aprimorada para os anos 2007, 2008, 2009, 2011, 2012 e 2013.

Na comparação da área queimada durante o período de 2004 a 2013 deve-se considerar a quantidade de cenas disponíveis e a abrangência dos dias mapeados. O imageamento dos satélites Landsat-5 / 8 e Resoucesat-1 ocorrem entre 16 e 24 dias, totalizando em média 22 imagens por ano; entretanto, a interferência de nuvens e ruídos fazem com que as imagens com mínima qualidade para o mapeamento sejam reduzidas, e com isso a abrangência temporal do mapeamento de cada ano não é constante. A limitação na análise temporal resultante de períodos e de números de imagens diferentes para cada ano, pode ser

minimizada por meio das séries de focos de fogo ativo produzidas pelo INPE, como se pretende fazer nas publicações que irão decorrer deste TdR.

A partir dos dados apresentados, é possível avaliar as médias de diferentes dados. A área que sofreu queima teve média de 5.533 km<sup>2</sup> ao ano, distribuídos em média de 6215 cicatrizes, este total ocupa 21% do retângulo envolvente da região analisada. O INPE teve como média 1299 focos de calor detectados entre os períodos analisados.

## **8. CONCLUSÕES PRELIMINARES**

Conforme este relatório inicial, as etapas previstas no TdR estão sendo conduzidas como previsto, e foram produzidos os mapas de queimadas para os anos de 2007, 2008, 2009, 2011, 2012 e 2013 na região do Parque Estadual do Jalapão.

Os mapas de áreas queimadas de 2004, 2005, 2006 e 2010, fruto de TdR anterior da GIZ, foram reprocessados com o método melhorado que foi empregado nos anos de 2007, 2008, 2009, 2011, 2012 e 2013 permitindo a combinação de todos estes anos em uma base regular e consistente.

Mantido o cronograma do TdR, ao seu final deverão ser entregues os produtos previstos, com a qualidade e formato esperados e necessários para as publicações científicas e técnicas que irão decorrer do Projeto MMA-GIZ Jalapão.