

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

VERIDIANA RODRIGUES DA CUNHA SILVA

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DE FOCOS DE CALOR, OCORRÊNCIAS DE  
FOGO E ATUAÇÃO DE BRIGADA DE INCÊNDIO EM NOVO SANTO ANTÔNIO

– MT

CURITIBA

2015

VERIDIANA RODRIGUES DA CUNHA SILVA

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DE FOCOS DE CALOR, OCORRÊNCIAS DE  
FOGO E ATUAÇÃO DE BRIGADA DE INCÊNDIO EM NOVO SANTO ANTÔNIO  
– MT

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso especialização em Projetos Sustentáveis, Mudanças Climáticas e Gestão Corporativa De Carbono do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, como requisito para obtenção do título de especialista.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Ângela Maria Klein Hentz

CURITIBA

2015

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Novo Santo Antônio, MT, destacado em laranja. Fonte: Google Maps, 2014. ....	3
Figura 2: Distribuição espacial dos focos de calor em Novo Santo Antônio: na letra a os focos registrados em 2007, na letra b os focos de 2008, na letra c têm-se os registros para o ano de 2009 e por fim, na letra d, os focos captados em 2010 ....	8
Figura 3: na letra e os focos obtidos em 2011, na letra f para 2012 e, por fim, na letra g os focos captados em 2013 no município. ....	9
Figura 4: Registros de Ocorrências de Incêndio em NSA, 2010-2013. ....	10

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: : Focos de calor para Novo Santo Antônio (NSA) e para o Mato Grosso (MT) para os anos de antes da instalação da brigada e no ano de instalação (de 2007 a 2009). .....	6
Tabela 2: Focos de calor para (NSA) e para o Mato Grosso (MT) para os anos posteriores à instalação da brigada (2010 até 2013). .....	6
Tabela 3: Registro dos combates realizados pela Brigada Aliança em Novo Santo Antônio de 2010 a 2013. ....	11
Tabela 4: Dados de área queimada por ano e densidade da biomassa impactada multiplicada pelo valor 9,4 t/ha para o Cerrado <i>sensu stricto</i> . .....	12
Tabela 5: Valores de Referência de GEEs emitidos pela queima de biomassa do Cerrado, segundo publicação do Ministério de Ciência e Tecnologia .....	12
Tabela 6: Estimativa de GEEs emitidos nas áreas queimadas em Novo Santo Antônio por ano. ....	13

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	3
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	6
4. CONCLUSÕES .....	15
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	16

# **ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DE FOCOS DE CALOR, OCORRÊNCIAS DE FOGO E ATUAÇÃO DE BRIGADA DE INCÊNDIO EM NOVO SANTO ANTÔNIO**

**– MT**

Veridiana Rodrigues da Cunha Silva<sup>1</sup>

Orientadora: Ângela Maria Klein Hentz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Geógrafa pela Universidade Federal de Uberlândia. Rua Bernardo Cupertino, 705, apt. 1701, Uberlândia, MG. vracs88@gmail.com, 62 8334-3940.

<sup>2</sup> Engenheira Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria, Mestranda do Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná. Av. Lothário Meissner, 3400 – Jardim Botânico, Curitiba – PR, Brasil, angelakhentz@gmail.com, 41 3360-4264.

## **RESUMO**

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a atuação de uma brigada de incêndios mantida pela organização Aliança da Terra contra incêndios florestais, no município de Novo Santo Antônio, MT, e analisar se a mesma está contribuindo beneficentemente para a diminuição da emissão de gases do efeito estufa (GEEs), que ocorre durante a combustão do material vegetal. Para tanto utilizou-se de um sistema de informação geográfica, no qual foi possível analisar espacial e temporalmente a atuação da brigada, a presença de focos de calor e ocorrências de fogo no município de interesse. Os dados analisados demonstram participação média de 1,11% nos focos de calor do estado do Mato Grosso, com uma média de 475 focos ao ano para o período analisado. Nesse período, as ocorrências de fogo registradas somaram 1.271,15 km<sup>2</sup> de área atingida, o equivalente 203.218,03 ton de CO<sub>2</sub> eq. em gases de efeito estufa (CH<sub>4</sub>, CO e N<sub>2</sub>O). Os resultados obtidos demonstram que não houve redução de focos na região.

**Palavras-Chave:** Incêndios florestais, emissões de gases de efeito estufa, Cerrado.

# SPACE AND TIME ANALYSIS OF HOTSPOTS, FIRE OCCURRENCES AND FIRE BRIGADE PERFORMANCE IN NOVO SANTO ANTÔNIO – MT

Veridiana Rodrigues da Cunha Silva<sup>1</sup>

Orientadora: Ângela Maria Klein Hentz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> BSc in Geography from Universidade Federal de Uberlândia. Rua Bernardo Cupertino, 705, apt. 1701, Uberlândia, MG. vracs88@gmail.com, 62 8334-3940.

<sup>2</sup> Forest Engineer from Universidade Federal de Santa Maria, Masters' Student of Programa de Forest Engineering Graduate Program at Universidade Federal do Paraná. Av. Lothário Meissner, 3400 – Jardim Botânico, Curitiba – PR, Brasil, angelakhentz@gmail.com, 41 3360-4264.

## ABSTRACT

This study's goal was to evaluate the performance of a wildfire brigade maintained by Aliança da Terra in the municipality of Novo Santo Antonio, Mato Grosso, and analyze whether it is beneficially contributing to the reduction of the emission of greenhouse gases (GHGs), which occurs during combustion of the vegetable material. For this, a geographic information system was used, in which it was possible to analyze the spatial and temporal performance of the brigade, the presence of hotspots and fire occurrences in the county of interest. The data demonstrate an average share of 1.11% of hotspots in the state of Mato Grosso, and an average of 475 hotspots per year for the studied period. During this period, recorded fire occurrences totaled 1271,15km<sup>2</sup> of afflicted area, equivalent to 203.218,03 ton of CO<sub>2</sub> eq. of Greenhouse Gases (CH<sub>4</sub>, CO e N<sub>2</sub>O). The results show that there was no reduction of hotspots in the region.

**Keywords:** Wildfires, Greenhouse Gas emissions, Savannah biome.

## 1. INTRODUÇÃO

As preocupações com as mudanças climáticas e o aquecimento global são tópicos recorrentes desde a realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, ocorrida no Rio de Janeiro em 1992, ocasião em que foi criada a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC). A UNFCCC é o órgão diretamente ligado à Organização das Nações Unidas (ONU) responsável por regulamentar junto aos países signatários as metas e meios para mitigar o problema. Nesse sentido, os países signatários se comprometeram a formular estratégias no intuito de proteger o sistema climático para as gerações presente e futuras (BRASIL, 2014). No entanto, o país é um grande emissor de gases de efeito estufa (GEEs): 75% de suas emissões líquidas advêm de práticas de desmatamento e degradação de ambientes florestais (BRASIL, 2006), o que ocorre pela conversão dos mesmos em áreas produtivas.

O fogo, ferramenta antiga, e muito valiosa quando bem utilizada, desempenha importante papel no sustento e sobrevivência de diversas populações, sendo correntemente usado em práticas agrícolas (MISTRY, BIZERRIL, 2011). No entanto, se mal empregado, o fogo pode sair do controle e se tornar inimigo comum de agricultores, indígenas e ambientalistas, acabando por tornar-se um incêndio florestal, entrando para a equação das emissões de gases de efeito estufa com um impacto negativo.

Entende-se por incêndio florestal todo fogo de livre propagação, sob influência do clima, relevo e vegetação, ocorrendo com frequência nos períodos mais secos, de julho a outubro (DIAS, 2007), enquanto que queimadas podem ser definidas como o uso do fogo sob condições controladas para fins agrícolas.

Convém ressaltar os impactos negativos das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEEs), processo que ocorre por duas vias quando há queima de biomassa vegetal: emissões de fato pela combustão da biomassa, e emissões por desmatamento e degradação, contribuindo significativamente para a emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), monóxido de carbono (CO) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) em grandes quantidades (FEARNSIDE *et al.*, 2013).



O estado do Mato Grosso é um grande contribuinte das emissões de GEEs no Brasil: sozinho responde por 30% de todo o desmatamento no bioma amazônico (SEMA, 2009). No ano de 2013, por exemplo, o estado do Mato Grosso apresentou um total de 17.823 focos ativos de fogo, dos 115.520 registrados no Brasil (INPE, 2014), ou seja, 11,3% do total nacional. Dados como esse exemplificam a participação do estado, que requer atenção especial, pois é susceptível à expansão da fronteira agrícola indiscriminada, que segundo a EMBRAPA (2002) tem ocorrido no território brasileiro sem um planejamento apoiado em estudos de impacto ambiental.

Da necessidade de preparação contra a ocorrência de incêndios, apresentam-se as brigadas florestais, as quais se configuram como elementos de combate e prevenção às ocorrências de fogo e são de extrema importância em regiões isoladas como Novo Santo Antônio, já que a presença de brigadistas treinados melhora a qualidade das ações iniciais de combate aos focos de incêndio, e evita que o fogo atinja grandes dimensões, causando maiores danos ao ambiente (SILVA *et al.*, 2003). Embora incomuns no Brasil, as brigadas civis e voluntárias são bastante difundidas nos Estados Unidos e em outros países, e são treinadas por órgãos oficiais como Corpos de Bombeiros, contribuindo principalmente para maior agilidade no combate ao fogo.

A partir da necessidade de combate direto ao fogo em propriedades rurais e áreas adjacentes, a organização Aliança da Terra criou a sua própria brigada de incêndio em 2009, em Novo Santo Antônio, Mato Grosso. A Brigada Aliança atua no combate e prevenção de incêndios durante a estação seca, e devido a sua importância na região suas atividades receberam destaque no documentário *Thoughest Place to Be a Firefighter* (“O lugar mais difícil para ser um bombeiro” em tradução livre), produzido pela emissora britânica BBC em 2013.

Diante deste cenário, o objetivo do presente trabalho foi conduzir uma análise espaço-temporal de focos de calor e ocorrências de fogo no município de Novo Santo Antônio, Mato Grosso, e avaliar a contribuição dessas ocorrências para a emissão de GEEs, de 2007 (anterior à instalação da brigada) a 2013 (após alguns anos de atuação consolidada), bem como acerca da atuação da Brigada na redução dessas emissões.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O município de Novo Santo Antônio está localizado no Nordeste do Mato Grosso (12° 17' 24" S 50° 58' 04" O), às margens do Rio das Mortes, principal tributário do Rio Araguaia. O município possui uma população de 2.232 habitantes (IBGE, 2013), e área de 4.393,796 km<sup>2</sup>, resultando em baixa densidade demográfica, de 0,46 habitantes/km<sup>2</sup> (IBGE, 2011).



Figura 1: Novo Santo Antônio, MT, destacado em laranja. Fonte: Google Maps, 2014.

O bioma predominante do município é o Cerrado, o clima é do tipo Cw segundo a classificação de Köppen, o qual se configura como quente e úmido, com estação seca bem definida (SEMA, 2007). Novo Santo Antônio está em uma área com predominância de plintossolos, os quais possuem elevadas concentrações de plintita, além de ferro e alumínio, o que resulta em um solo ressecado (ICMBio, 2013), e, portanto, com facilidade em acumular e conduzir calor. Em relação ao relevo, o município pertence à formação formações Planície do Bananal e Depressão do Araguaia, com altitudes baixas, de até 240m (SEMA, 2007). Por fim, é válido destacar sua importância em termos de conservação

ambiental, já que abriga o Parque Estadual do Araguaia, o maior parque estadual do Mato Grosso, com 230.000 ha, e também o Refúgio da Vida Silvestre Corixão da Mata Azul.

A Aliança da Terra, criadora e responsável pela brigada de incêndios em Novo Santo Antônio, é uma instituição que nasceu no campo e trabalha com produtores rurais comprometidos com o conceito *Produzindo Certo*, que promove um ambiente rural produtivo aliado à responsabilidade social e correta gestão dos recursos naturais. Fundada em 2004, atua como uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP), nos termos da Lei nº 9.790 de março de 1999, para a defesa e conservação do meio ambiente, e promoção do desenvolvimento sustentável no Brasil.

Para observar a atuação da Brigada Aliança foram elaborados mapas com o auxílio de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) e técnicas de Geoprocessamento, as quais permitiram a análise dos dados de forma espacializada para os diversos anos analisados. Foram utilizados arquivos vetoriais de focos de calor obtidos diretamente do Portal do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) em formato vetorial (*shapefile*), capturados a partir do satélite NOAA15 para os anos de estudo, de 2007 a 2013. Esses dados foram comparados à média geral do Estado do Mato Grosso, de modo a possibilitar uma melhor compreensão da participação do município em relação ao estado. Para este fim, considerou-se como foco de calor “o registro de calor captado na superfície do solo pelo sensor de um satélite, que capta e registra qualquer temperatura acima de 47°C” (IBAMA, 2011).

Os dados foram então filtrados para abranger somente a área de estudo, utilizando o *software* ArcGis, versão 9.3. O *software* retornou todas as ocorrências do município de Novo Santo Antônio, procedimento repetido para todos os anos abordados neste estudo. Além dos focos de calor, utilizou-se um *shapefile* com a delimitação da área do município, e um terceiro *shapefile* com a localização da base da brigada.

Também se utilizou arquivos vetoriais de ocorrências de fogo, os quais foram criados a partir da coleta das coordenadas em campo, procedimento realizado pela Brigada Aliança em cada atuação, ocasião em que a extensão dos danos também foi calculada, percorrendo e registrando o perímetro das áreas

queimadas após o término dos combates. No entanto, houve ocasiões de combate, mas sem o cálculo posterior da área atingida, casos em que a informação está em branco propositalmente. Complementarmente, foi realizada extensa pesquisa e consulta bibliográfica sobre o assunto para fundamentação e desenvolvimento do trabalho.

Por fim, para calcular a estimativa de biomassa queimada no Cerrado e as consequentes emissões de GEEs utilizou-se como referência o estudo conduzido pelo Ministério de Ciência e Tecnologia, publicado em 2006: *Emissões De Gases De Efeito Estufa Da Queima De Biomassa No Cerrado Não-Antrópico Utilizando Dados Orbitais*. Utilizando os valores de referência apresentados no estudo, foi feita uma relação matemática da área de Cerrado afetada por queimadas no município através das ocorrências atendidas pela Brigada Aliança.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o processamento de dados, foi possível verificar a quantidade de focos no município estudado. Na Tabela 1 é possível observar o número de focos de calor em Novo Santo Antônio (NSA) e no estado do Mato Grosso (MT), dois anos antes da instalação da brigada (2007 e 2008), e o ano em que esta foi instalada (2009). Também é indicada a participação do município em relação ao total de focos de calor apresentados pelo estado e a média geral para o período indicado (% NSA). Na Tabela 2 observam-se estes mesmos dados, mas quatro anos após a instalação da brigada (2013), e as figuras de 2 a 3 ilustram a distribuição espacial dos focos para os anos avaliados.

**Tabela 1: Focos de calor para Novo Santo Antônio (NSA) e para o Mato Grosso (MT) para os anos de antes da instalação da brigada e no ano de instalação (de 2007 a 2009).**

Local	Antes da Brigada		Ano da instalação	Total
	2007	2008	2009	
<b>MT</b>	51.295	20.033	13.094	84.422
<b>NSA</b>	73	47	25	145
<b>% NSA</b>	0,14%	0,23%	0,19%	0,17%

Fonte: Adaptado do INPE (2008).

No ano de 2007 foram registrados 73 focos de calor, e 47 focos no ano de 2008, representando respectivamente 0,14% e 0,23% de participação nos focos de calor do estado do Mato Grosso. No ano de instalação da Brigada Aliança em 2009 foram registrados 25 focos de calor, o correspondente a 0,19% de participação em relação ao estado.

**Tabela 2: Focos de calor para (NSA) e para o Mato Grosso (MT) para os anos posteriores à instalação da brigada (2010 até 2013).**

Local	Após a instalação da brigada				Total	Média
	2010	2011	2012	2013		
<b>MT</b>	46.936	15.970	26.017	17.823	106.746	42.698
<b>NSA</b>	806	52	325	5	1.188	475
<b>% NSA</b>	1,72%	0,33%	1,25%	0,03%	1,11%	1,11%

Fonte: INPE.

Os anos de 2010 e 2012 apresentaram aumento considerável nos registros de focos de calor, não apenas em Novo Santo Antônio ou em Mato Grosso, mas no Brasil como um todo, reflexo do fenômeno *El Niño Oscilação Sul*, sendo definido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2014) como um fenômeno atmosférico-oceânico no qual ocorre um aquecimento anormal das águas superficiais no oceano Pacífico Tropical, que pode afetar o clima regional e global.

No entanto, os anos de 2011 e 2013 apresentaram redução de focos, sendo importante destacar o ano de 2013, com apenas cinco focos no município todo. O ano de 2012 não apresentou tal comportamento, com mais de 325 focos de calor registrados. As figuras 2 e 3 representam espacialmente os focos de calor registrados no município em 2007 e 2008 respectivamente. Ao leste encontra-se o Parque Estadual do Araguaia e na porção centro-oeste do município está localizada a área mais urbanizada e que apresentou maior concentração de focos. Os anos de 2009 e 2010 não se assemelharam na distribuição dos focos, especialmente 2010 que foi influenciado pelo *El Niño*, e provocou elevado aumento nos registros de foco de calor.

No entanto, o *El Niño* não é o único responsável. Para justificar os registros de focos é preciso observar características inerentes ao próprio solo, classificado como plintossolo, que se caracteriza como sendo raso, com elevadas quantidades de ferro (elemento condutor de calor), resistente à percolação de água, e com tendência à perda de água, fatores que podem contribuir para o aumento da temperatura do mesmo. Já nos anos seguintes, houve uma significativa redução no registro de focos de calor em relação ao ano de 2010, se apresentando inclusive mais dispersos.

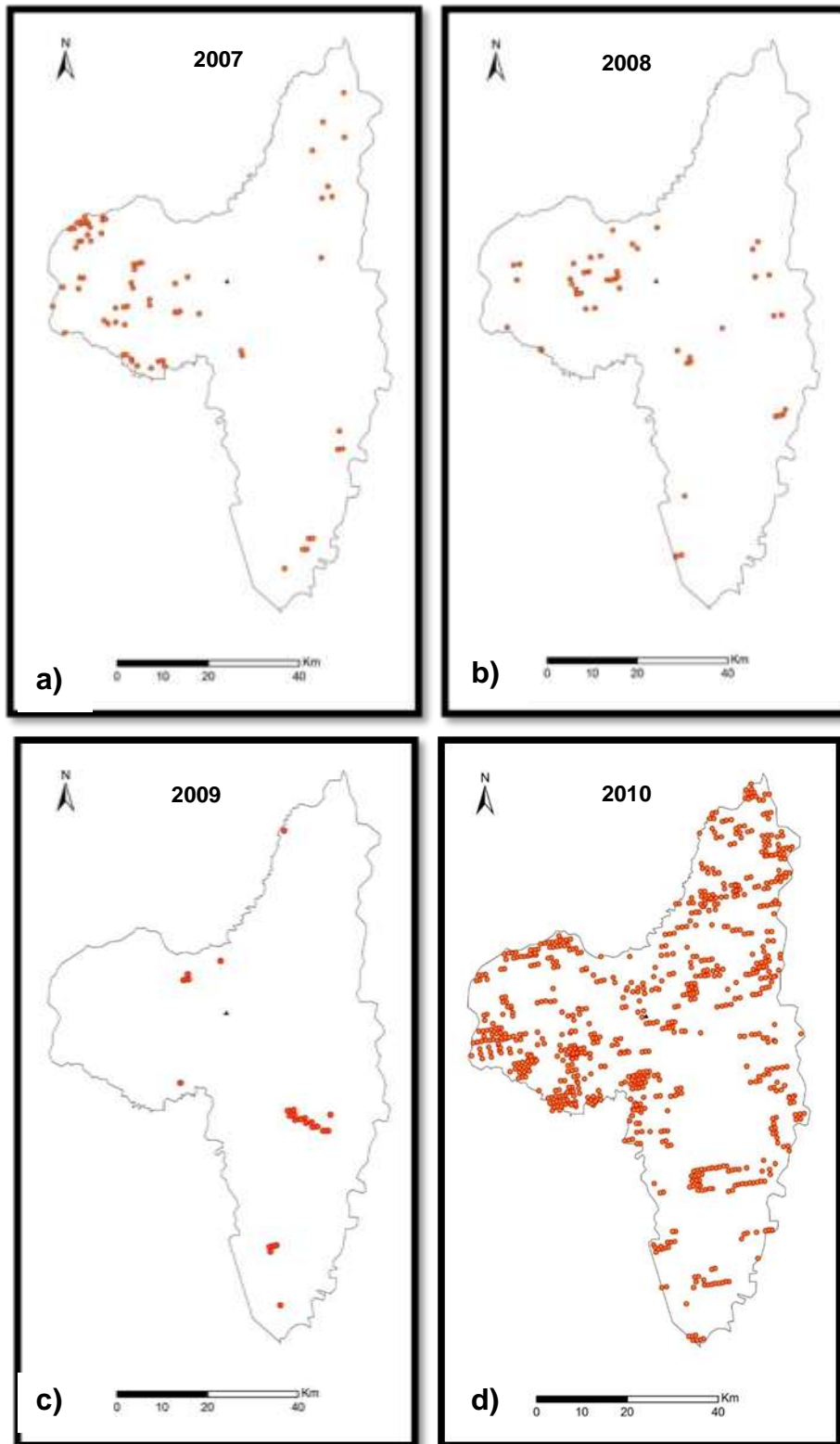


Figura 2: Distribuição espacial dos focos de calor em Novo Santo Antônio. A) focos registrados em 2007, B) focos registrados em 2008, C) focos registrados para o ano de 2009, D) focos captados em 2010

Continuando a representação espacial de focos, tem-se:

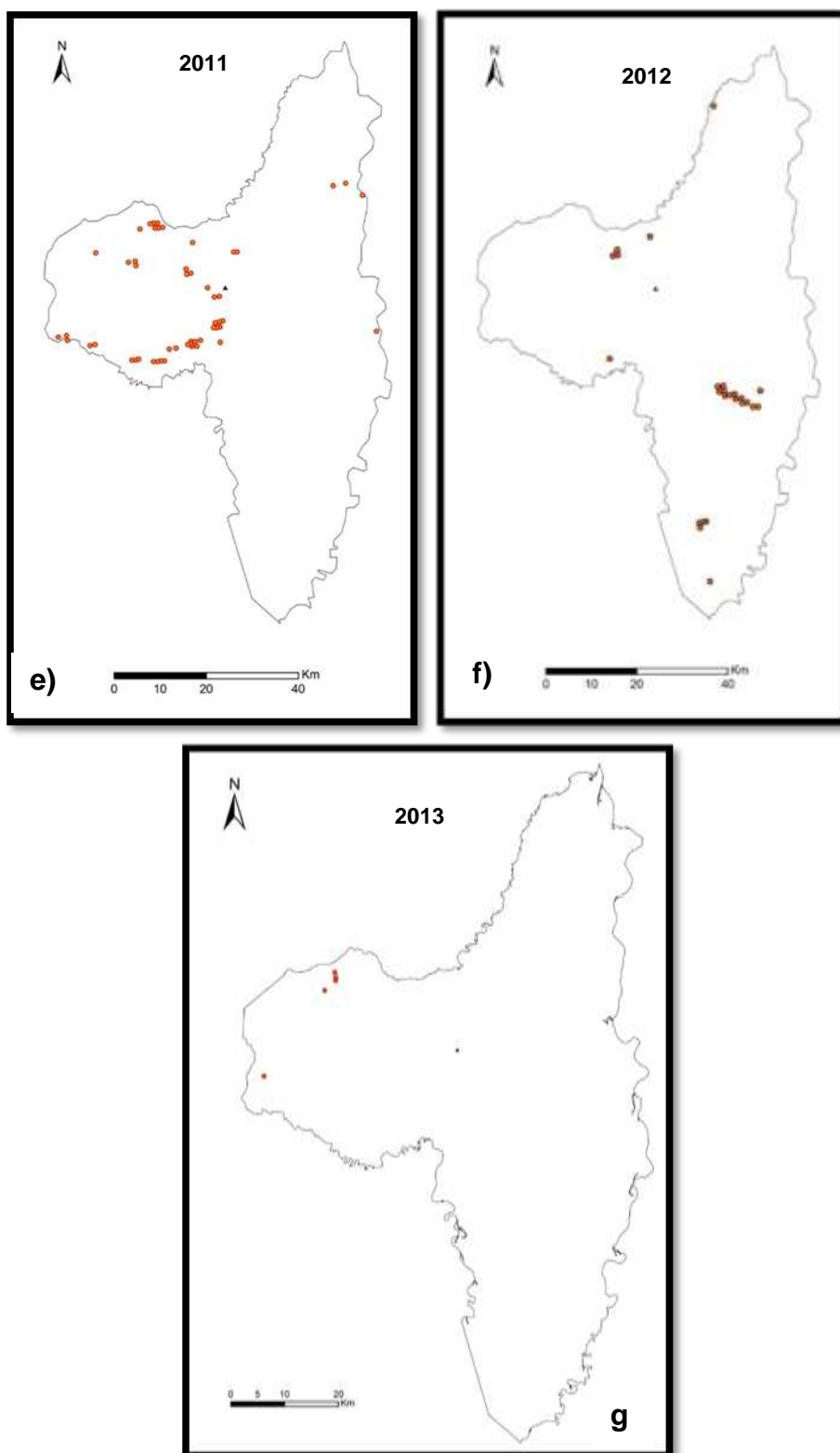


Figura 3: Distribuição espacial dos focos de calor em Novo Santo Antônio. E) focos em 2011, F) focos registrados em 2012 e, G) focos captados em 2013.



Para mapear as ocorrências de fogo, a equipe da brigada coletou com um aparelho *GPS* portátil as coordenadas do local de queimada. Para essa análise foi elaborado apenas um mapa (Figura 4), com os dados de 2010 a 2013. No ano de 2009 foram registrados 16 combates ao fogo, mas que não tiveram sua localização geográfica registrada. Desta maneira, estão representados no mapa apenas 48 registros.

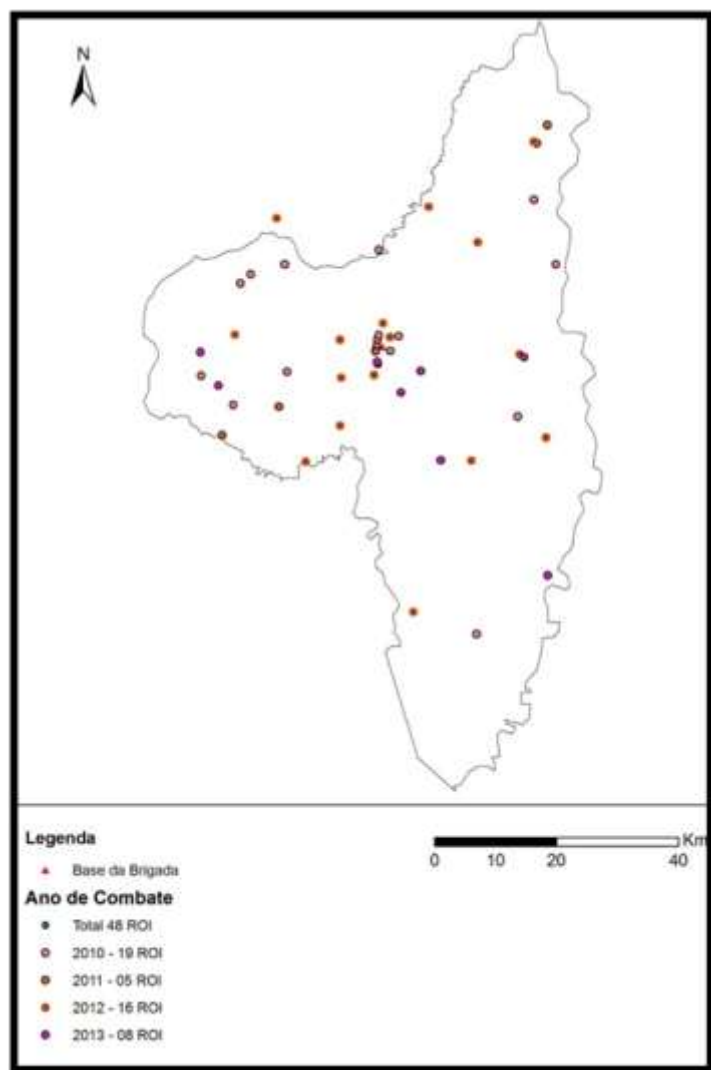


Figura 4: Registros de Ocorrências de Incêndio em Novo Santo Antônio, 2010-2013.

A tabela 3 contém os dados de hectares atingidos em eventos de fogo em Novo Santo Antônio.

**Tabela 3: Registro dos combates realizados pela Brigada Aliança em Novo Santo Antônio de 2010 a 2013.**

<b>Data inicial do combate</b>	<b>Impacto do Fogo (ha)</b>	<b>Data inicial do combate</b>	<b>Impacto do Fogo (ha)</b>
21/06/2010	1.059	05/07/2012	170
29/06/2010	-	06/08/2012	2.965
04/07/2010	20	29/08/2012	46.000
10/07/2010	2	31/08/2012	80
21/07/2010	400	02/09/2012	24.000
23/07/2010	180	08/09/2012	42.000
31/07/2010	200	12/09/2012	150
10/08/2010	5	13/09/2012	-
14/08/2010	50	15/09/2012	80
16/08/2010	1.440	17/09/2012	1.500
29/08/2010	30	19/09/2012	5
18/08/2010	3	26/09/2012	850
07/09/2010	15	27/09/2012	200
13/09/2010	16	04/10/2012	150
18/09/2010	10	05/10/2012	50
19/09/2010	440	07/10/2012	8
21/09/2010	12	05/09/2013	624
14/10/2010	200	12/09/2013	60
28/08/2011	391	22/09/2013	-
24/09/2011	600	23/09/2013	30
28/09/2011	2.155	25/09/2013	30
07/10/2011	61	27/09/2013	81
13/10/2011	145	29/09/2013	68
02/07/2012	500	13/10/2013	80
<b>Subtotal</b>	<b>7.935</b>	<b>Subtotal</b>	<b>119.181</b>
<b>Total de hectares afetados</b>			<b>127.115</b>

A Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima, vinculada ao Ministério de Ciência e Tecnologia publicou em 2006 o *Relatório de Emissões de Gases de Efeito Estufa da Queima de Biomassa no Cerrado Não-Antrópico*

Utilizando *Dados Orbitais*, apresentando valores da densidade de biomassa do Cerrado e as emissões por queima do bioma.

Neste relatório foi publicado que a densidade da biomassa do cerrado brasileiro (combustível fino), estimada por meio de dados orbitais, é de 7,2 t/ha para fitofisionomia de campos a 9,4 t/ha para o cerrado *sensu stricto* (BRASIL, 2006). Tomando esse estudo como base foi possível chegar aos valores de biomassa impactada nas queimadas registradas no município de Novo Santo Antônio, como ilustra a Tabela 4. A Brigada chegou aos dados de extensão dos danos percorrendo as áreas atingidas após o término dos combates, medindo a área.

**Tabela 4: Dados de área queimada por ano e densidade da biomassa impactada multiplicada pelo valor 9,4 t/ha para o Cerrado *sensu stricto*.**

<b>Ano</b>	<b>Área queimada (em km<sup>2</sup>)</b>	<b>Biomassa que sofreu combustão (t)</b>
<b>2010</b>	40,82	38.371
<b>2011</b>	33,52	31.509
<b>2012</b>	1.187,08	1.115.855
<b>2013</b>	9,73	9.146
<b>Total Geral</b>	<b>1.271,15</b>	<b>1.194.881</b>

O *Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa* estimou também a quantidade de gases de efeito estufa liberados na queima de biomassa do bioma Cerrado todo, o equivalente a 197.602,0 km<sup>2</sup>, valores apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5: Valores de Referência de GEEs emitidos pela queima de biomassa do Cerrado, segundo publicação do Ministério de Ciência e Tecnologia (Fonte: BRASIL, 2006).**

<b>Estimativa da área total queimada de Cerrado (197.602 km<sup>2</sup>)</b>	<b>Gg</b>	<b>Ton</b>	<b>CO<sub>2</sub> eq. (ton)</b>
<b>CH<sub>4</sub></b>	306,00	306.000,00	7.650.000,00
<b>CO</b>	8.036,00	8.036.000,00	12.616.520,00
<b>N<sub>2</sub>O</b>	3,80	38.000,00	11.324.000,00

Fonte: Adaptado de BRASIL, 2006.

Como ilustra a Tabela 6, mesmo em pequenas áreas atingidas, a quantidade de gases de efeito estufa liberados para a atmosfera é relevante, principalmente para o ano de 2012, que apresentou uma área queimada mais extensa, com a distribuição espacial das ocorrências de fogo ilustradas na Figura 4 por ano. A partir disso foi possível estimar a quantidade de GEEs emitidos em Novo Santo Antônio, como ilustra a Tabela 6.

**Tabela 6: Estimativa de GEEs emitidos nas áreas queimadas em Novo Santo Antônio por ano.**

Ano	Ocorrências	Área queimada (em km <sup>2</sup> )	GEEs emitidos em NSA			Total ton CO <sub>2</sub> eq.
			CH <sub>4</sub> (CO <sub>2</sub> eq.)	CO (CO <sub>2</sub> eq.)	N <sub>2</sub> O (CO <sub>2</sub> eq.)	
2009	16*	-	-	-	-	-
2010	19	40,82	1.580,31	2.606,28	2.339,28	<b>6.525,87</b>
2011	5	33,52	1.297,70	2.140,19	1.920,93	<b>5.358,82</b>
2012	16	1.187,08	45.956,83	75.792,85	68.028,13	<b>189.777,81</b>
2013	8	9,73	376,69	621,24	557,60	<b>1.555,53</b>
<b>Total Geral</b>	<b>64</b>	<b>1.271,15</b>	<b>49.211,53</b>	<b>81.160,56</b>	<b>72.845,94</b>	<b>203.218,03</b>

(\*) No ano de 2009 foram realizados 16 combates, porém sem quantificação da área atingida.

No ano de 2009, houve 16 combates ao fogo no município de Novo Santo Antônio, o primeiro ano de operação da Brigada Aliança. Nos anos subsequentes, com exceção a 2010 que foi um ano atípico, é possível observar que os combates diminuíram, chegando a cinco ocorrências em 2011, dispersas pela área do município.

A partir da análise dos dados apresentados é possível perceber a magnitude dos impactos causados pelo fogo em áreas savânicas e florestais. As queimadas ocorridas em Novo Santo Antônio (cuja área é de 4.393,796 km<sup>2</sup>) foram responsáveis por liberar para a atmosfera de GEEs, totalizando 203.218,03 ton de CO<sub>2</sub> eq. em gases de efeito estufa (CH<sub>4</sub>, CO e N<sub>2</sub>O). Estes são dados para um único município, com pequena população e sem a presença de indústrias. Embora o bioma Cerrado seja naturalmente susceptível a eventos de fogo, é de conhecimento geral que o mesmo sofre com queimadas criminosas, quase sempre visando à conversão da vegetação nativa em áreas cultiváveis ou de pastagens, impactando negativamente nos ecossistemas. MIRANDA (2012)

explana que a queima de biomassa é a principal fonte de emissão de gases de efeito estufa, causando prejuízos econômicos e ecológicos significativos.

Embora de maneira inconstante, é possível notar que houve redução nos focos de calor no município de Novo Santo Antônio, principalmente no ano de 2013 que apresentou apenas cinco focos de calor. Os anos de 2010 e 2012 certamente não apresentaram tal redução, pois foram anos de extraordinariamente secos. As características do solo da região influenciam na questão de focos, que devido a pouca profundidade resulta em pouca infiltração e armazenamento de água, implicando em solos mais secos e que absorvem mais calor, o que pode contribuir para um aumento da temperatura do solo. MOUTINHO também (2009) defende que as secas e a ocorrência de incêndios têm uma estreita relação: “a diminuição da pluviosidade aumenta-se ainda mais o risco de novos incêndios florestais que, por sua vez, produzirão mais secas e fumaça, e mais florestas susceptíveis a novos incêndios e desmatamentos”.

Os anos de 2010 e 2012 não apresentaram níveis reduzidos de ocorrências ou focos, fato que se deve ao fenômeno *El Niño*, que provoca um regime de chuvas atípico, observando-se que no estado todo também ocorreu aumento dos focos. Nos demais anos cujos níveis de precipitação foram normais, houve redução nas ocorrências de fogo, o que nos leva a concluir que os incêndios ocorridos na região podem ter sido causados mais por causas naturais do que intencionais.

#### **4. CONCLUSÕES**

Não foi possível observar diminuição nos focos de calor e ocorrências de fogo no município de Novo Santo Antônio devido à atuação da brigada no período analisado neste trabalho, de 2009 a 2013.

Verificou-se também que o município de Novo Santo Antônio, apesar de pequeno, emite uma quantia bastante significativa de gases do efeito estufa, liberando 203.218,03 ton de CO<sub>2</sub> eq. em gases de efeito estufa (CH<sub>4</sub>, CO e N<sub>2</sub>O) no período analisado (2009-2013). A partir deste estudo não foi possível determinar uma redução nos focos de calor e ocorrências de fogo, e acredita-se que a detecção de focos de calor está relacionada a fatores mais abrangentes como regimes climáticos, precipitação e características pedológicas.

Por ser um município pequeno, sem a presença de indústrias ou atividades de grande emissão de GEEs, pode-se considerar relevantes as emissões de gases de efeito estufa resultantes do efeito do fogo. Desta maneira, a melhor ferramenta de prevenção contra incêndios florestais é a sua compreensão, para se promover atividades de conscientização quanto ao uso apropriado do fogo e alternativas ao seu uso como práticas de manejo.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, R., FEARNSIDE, P., PEREIRA, V. **Emissões de gases do efeito estufa por desmatamento e incêndios florestais em Roraima: fontes e sumidouros.** Revista Agro@mbiente On-line, v. 7, n. 1, p. 95-111, janeiro-abril, 2013. Disponível em: <<http://revista.ufrr.br/index.php/agroambiente/article/view/971/1026>>. Acesso em 25 mai. 2014.

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. **Emissões De Gases De Efeito Estufa Da Queima De Biomassa No Cerrado Não-Antrópico Utilizando Dados Orbitais.** 2006. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/inventario-gee-sp/files/2014/04/10.pdf>>

BRASIL. **Segunda Comunicação Nacional do Brasil ao Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas da ONU, IPCC.** 2010. Disponível em: <<http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/pt/publicacoes/documentos-publicos/item/segunda-comunicacao-nacional-do-brasil-parte02>> Acesso em 22 mai. 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC).** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas>>. Acesso em 10 jan. 2015.

DIAS, G.F. **Mudança Climática Global e Educação Ambiental.** 2007.

EMBRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **A atuação da Embrapa Meio Ambiente.** 2002. Disponível em: <<http://webmail.cnpma.embrapa.br/projetos/index.php3?sec=guara:::42>> Acesso em 03 jun. 2014.

FIEDLER, N. *et al.* **Avaliação de Brigadas de Incêndios Florestais em Unidades de Conservação.** Sociedade de Investigações Florestais, R. Árvore,

Viçosa-MG, v.27, n.1, p.95-101, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v27n1/15927>> Acesso em 26 mai. 2014.

<http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/index.php3?sec=guara:::42>. Acesso em 20 ago. de 2014.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA. **REDD no Brasil: um enfoque amazônico: fundamentos, critérios e estruturas institucionais para um regime nacional de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal – REDD.** – 3ª Edição – Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2011. Disponível em: <<http://www.ipam.org.br/biblioteca/livro/REDD-no-Brasil-um-enfoque-amazonico/583>> Acesso em 27 mai. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Novo Santo Antônio.** 2011. Disponível em: < <http://cod.ibge.gov.br/KPY>> Acesso em 22 mai. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. CENTRO NACIONAL DE PREVENÇÃO E COMBATE AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS – PREVFOGO. **Relatório de Combate a Incêndios de 2011.** Disponível em: < <https://www.ibama.gov.br/phocadownload/category/44-p?download=3054%3Ap-2010>> Acesso em 28 mai. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. CENTRO NACIONAL DE PREVENÇÃO E COMBATE AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS – PREVFOGO. **Relatório de Combate a Incêndios de 2011.** Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/phocadownload/category/44-p?download=4520%3Arelatrio-de-combates-realizados-pelo-prevfogo-no-ano-de-2011>> Acesso em 25 mai. 2014.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Atlas da Região do Corredor Ecológico do Jalapão.** 2ª versão, 2013. Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/projetojalapao/images/stories/atlas/AtlasJica\\_2013\\_COMPLETO.pdf](http://www.icmbio.gov.br/projetojalapao/images/stories/atlas/AtlasJica_2013_COMPLETO.pdf)> Acesso em: 28 jun. 2014.



INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **El Niño**. 2014. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>> Acesso em 28 ago. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Monitoramento dos Focos Ativos nos estados do Brasil**. 2013. Disponível em: <[http://www.inpe.br/queimadas/estatisticas\\_estados.php](http://www.inpe.br/queimadas/estatisticas_estados.php)> Acesso em 27 mai. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas**. 2012. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/index.html>> Acesso em 28 mai. 2014.

MATO GROSSO. **Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e Queimadas do Estado do Mato Grosso. PPCDQ/MT 2009**. Secretaria Estadual de Meio Ambiente, SEMA, 2009. Disponível em: <[http://sema.mt.gov.br/attachments/article/106/PPCDQMT\\_final.pdf](http://sema.mt.gov.br/attachments/article/106/PPCDQMT_final.pdf)> Acesso em 21 mai. 2014.

MATO GROSSO. **Plano de Manejo do Parque Estadual do Araguaia, 2007**. Disponível em: <[http://www.sema.mt.gov.br/attachments/article/155/cuco\\_PM\\_PEA.pdf](http://www.sema.mt.gov.br/attachments/article/155/cuco_PM_PEA.pdf)> Acesso em: 24 mai. 2014.

MEDEIROS, M. B. & FIEDLER, N. C. Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra: desafios para a conservação da biodiversidade. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 4, n. 2, p. 157-168, 2004. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v14n2/A15V14N2.pdf>> Acesso em: 23 mai. 2014.

MIRANDA, S. **Variação espacial e temporal da biomassa vegetal em áreas de Cerrado**. Tese (doutorado)—Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, 2012. Disponível em:

<<http://www.pgecl.unb.br/images/sampled/ arquivos/teses/2011a2013/2012/Sabrina%20do%20Couto%20de%20Miranda.pdf>> Acesso em 23 ago. 2014.

MISTRY, J.; BIZERRIL, M. **Por que é importante entender as inter-relações entre pessoas, fogo e áreas protegidas?** Biodiversidade Brasileira, ano 1, n. 2, p. 40-49, 2011. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR/article/download/137/>> Acesso em: 20 mar. 2014.

MOUTINHO, P. **Desmatamento na Amazônia: desafios para reduzir as emissões de gases de efeito estufa do Brasil.** Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, julho 2009. Disponível em: <<http://www.ipam.org.br/biblioteca/livro/Desmatamento-na-Amazonia-desafios-para-reduzir-as-emissoes-de-gases-de-efeito-estufa-do-Brasil/254>> Acesso em 28 mai. 2014.

ROCHA, C. **A Necessidade De Incentivo Para Os Bombeiros Voluntários.** Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados, 2009. Disponível em: <[http://bd.camara.leg.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/3883/necessidade\\_bomberos\\_rocha.pdf?sequence=5](http://bd.camara.leg.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/3883/necessidade_bomberos_rocha.pdf?sequence=5)> Acesso em 26 mai. 2014.

SILVA, L. M, et al. **Mapping forest degradation in the Eastern Amazon from SPOT 4 through spectral mixture models.** Remote Sensing of Environment, 87(4), 494-506. 2003. Disponível em: <<http://www.deepdyve.com/lp/elsevier/mapping-forest-degradation-in-the-eastern-amazon-from-spot-4-through-DZ8luOpzyM>> Acesso em 21 mai. 2014.