

## Identificação das zonas de ocorrência de incêndios no Parque Nacional da Chapada Diamantina - BA

Ronivon Pereira Rodrigues<sup>1</sup>  
Elane Fiúza Borges<sup>1</sup>  
Washington de Jesus Sant'Anna Franca-Rocha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal da Bahia - UFBA / ICADS  
Rua Prof. José Seabra, S/N, Centro - 47805-100 - Barreiras - BA, Brasil.  
ronivon.rodrigues@yahoo.com  
elaneborges@gmail.com.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS  
Caixa Postal 44.036-900 - Feira de Santana - BA, Brasil  
francarocha@gmail.com

**Abstract.** The occurrence of fires in Brazil is related to natural phenomena or human intervention in nature, aiming primarily economic interests. This study has the objective of identifying and quantifying the causes and frequency of forest fires, as well as comparing the number of hotspots with outbreaks numbers of fire in the period between the years 2004 and 2009 in the Chapada Diamantina National Park and its buffer zone. We analyzed data from the Fire Occurrence Reports associated with the information generated from the photo interpretation and digital image processing from the satellite Landsat-5. The results showed a deficiency in the identity mechanism of fire causes, revealing that although there was a reduction in numbers of outbreaks of fires from 2004 to 2009 the area affected increased. From fires whose causes are anthropogenic, 64% is agricultural and 36% is related to mining and hunting. This research allowed us to establish a connection between the occurrence of fires and the advancing occupation in the park buffer, which has led to the removal of natural vegetation by fire as much as in the buffer zone, increasingly used for activities related to mechanized agriculture, as for the park, by affecting the flora and fauna biodiversity.

**Palavras-chave:** fires, hotspots, agriculture, remote sensing, queimadas, focos de calor, agropecuária, sensoriamento remoto.

### 1. Introdução

A ocorrência de queimadas no Brasil está relacionada aos fenômenos naturais climáticos e meteorológicos como os raios no início e no fim da estação chuvosa, associada ao longo período de estiagem e a baixa umidade relativa do ar, que favorecem a disseminação e propagação de incêndios (Deppe *et al.*, 2004) ou por ações antrópicas no meio ambiente, sendo que estas se devem às constantes intervenções humanas, motivadas principalmente pela inserção e expansão das atividades relacionadas, em sua grande maioria, à agropecuária e outras atividades que visem à exploração econômica de determinada área, o que acarreta na supressão de áreas naturais.

O uso de queimadas, principalmente ligado às atividades agropastoris é uma prática adotada pelo homem no decorrer de sua história, desta forma o homem procura utilizar o fogo para benefício próprio. No entanto, quando seu uso foge ao seu controle e provoca danos, surgem os chamados incêndios. Sendo que os mesmos, no Brasil são de complexo entendimento, pois possuem relação com a dinâmica climática, raízes culturais, condicionantes econômicos e fenômenos ecológicos (Esquerdo e Antunes, 2009).

Assim, visando mecanismos para prevenção e identificação dos focos de incêndios, as instituições de monitoramento ambiental brasileira como o CPTEC/INPE (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) produz diariamente, através de informações de sensores dos satélites como o GOES (*Geostationary Operational Environmental Satellite*); NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*); AQUA e TERRA ambos transportam o sensor MODIS (*Moderate*

*Resolution Imaging Spectroradiometer*) dados essenciais para a detecção de queimadas. Esses que são apresentados como focos de calor, riscos de fogo e previsão de chuvas.

Os dados disponibilizados pelo CPTEC/INPE consideram que a expressão focos de calor é utilizada para interpretar o registro de calor captado na superfície do solo pelo sensor do satélite. Sendo que, esse sensor capta e registra qualquer temperatura acima de 47° C e a interpreta como sendo um foco de calor, ressaltando-se que um foco de calor não é necessariamente um foco de fogo ou incêndio (IBAMA, 2000).

Como esses sensores se baseiam em emissões de radiação termal, os eventos de alta emissão desta radiação resultam nos focos de calor. Mas, nem sempre a fonte desta radiação é uma queimada (Pantoja e Brown, 2007). No momento da detecção podem ocorrer incertezas que estão associadas aos erros de omissão e inclusão de queimadas (Vasconcelos e Brown, 2007; Pantoja e Brown, 2007).

Desta forma, além dos dados de focos de calor procurou-se obter informações baseadas nos Relatórios de Ocorrências de Incêndios (ROI). Este que é um documento registrado, armazenado e disponibilizado pela brigada do PREVEFOGO (Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais) que é vinculado ao IBAMA, sendo ele o responsável pelo monitoramento e combate de incêndios nas unidades de conservação no Brasil, neste caso é de grande importância a brigada presente no Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD).

Neste contexto o presente estudo tem como objetivo identificar e quantificar por meio das ferramentas de Geoprocessamento e do acervo documentário dos órgãos de combate e prevenção de incêndios as causas e a periodicidade dos incêndios florestais no PNCD e a sua zona de amortecimento. Este trabalho também visa comparar o número de focos de calor na mesma área no período compreendido entre 2004 a 2009.

O emprego desta metodologia é importante, pois as ferramentas de Geoprocessamento permitem combinar e analisar grande volume de dados e fornecer informações rápidas e precisas para a tomada de decisão aos órgãos ligados às atividades de prevenção, controle e combate (Setzer et al., 2004), sobretudo em unidades de conservação, mostrando ser de suma importância para que se possa zelar pela manutenção dos ecossistemas presentes em seu interior e no entendimento da dinâmica de uso e ocupação do espaço em seu entorno.

O PNCD é uma unidade de conservação de proteção integral, inserida no bioma Caatinga, criado em 17 de setembro de 1985, pelo Decreto Federal nº 91.655 que visa à proteção dos ecossistemas da Serra do Sincorá. Conforme é mostrado na Figura 1, está localizado na região Centro Sul do estado da Bahia e sua área abrange os municípios de Andaraí, Ibicoara, Itaeté, Lençóis, Mucugê e Palmeiras. Possui extensão territorial de aproximadamente 151.476 hectares. (IBAMA, 2008). Sendo neste estudo considerada também uma área de amortecimento num raio de 10km a partir do seu limite instituído.

Encontra-se no PNCD uma vasta quantidade de nascentes de rios, fato este diretamente relacionado ao relevo bastante compartimentado, com uma variação altimétrica entre 317 e 1694 metros de altitude, e rica biodiversidade florística e faunística.

Apresenta clima tropical, subquente e semi-árido brando com seis meses secos por ano, possuindo uma média pluviométrica que atinge índices entre 700 e 1.000 mm/ano. Possuindo geralmente o período chuvoso compreendido entre os meses de outubro a abril e a estação seca de maio a setembro.

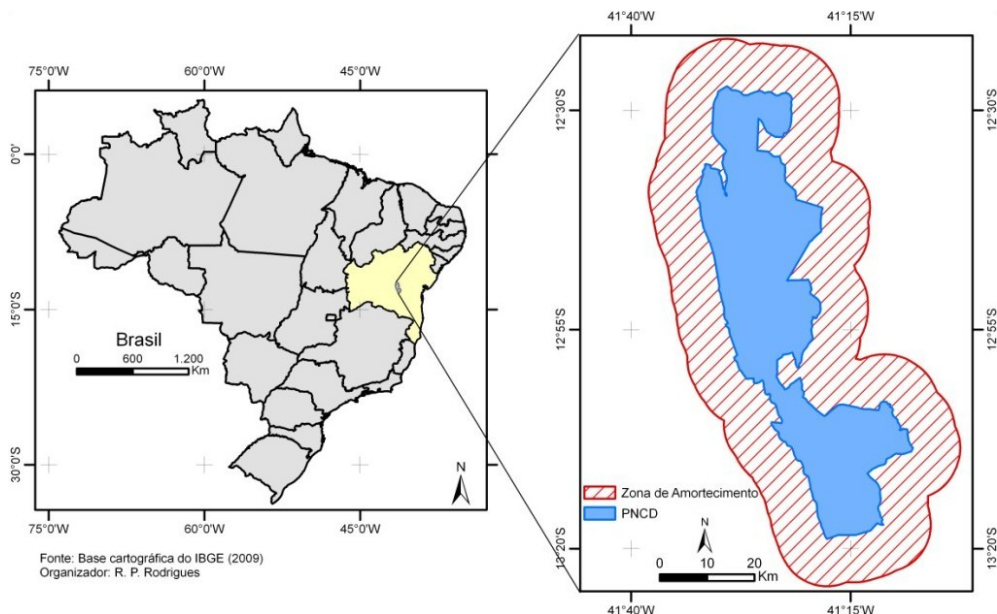


Figura 1. Localização do PNCD e zona de amortecimento.

## 2. Metodologia de Trabalho

Para a realização deste estudo utilizou-se os seguintes materiais:

- Acervo dos ROI documentados e disponibilizados pelo PREVFOGO/IBAMA, referentes ao PNCD e sua zona de amortecimento no período entre 2004 e 2009.
- Base cartográfica disponibilizadas no formato *shapefile* pelo IBGE com a delimitação do limite do PNCD.
- Relatório com dados mensais das coordenadas dos focos de calor captados pelos satélites AQUA, GOES, NOAA e TERRA, no formato *Shapefile*, sendo adquiridas as informações do PNCD e da zona de amortecimento no período de 1º de janeiro de 2004 a 31 de Dezembro de 2009.
- Imagens do satélite TM/Landsat-5, órbita/ponto 217/069, bandas 3, 4 e 5. Obtenção de imagens do ano de 2009, pois nos demais períodos a presença de nuvens inviabilizou a identificação das áreas queimadas.

Na primeira etapa, a partir da base cartográfica e do uso do *software Arcgis 9.3*, foi elaborado o mapa com o limite do PNCD e a realização do *buffer* de 10km a partir do limite do mesmo, referentes à sua zona de amortecimento, este mapa foi utilizado posteriormente como base cartográfica para espacialização das áreas queimadas em 2009.

Posteriormente foram consultados os dados de focos de calor disponibilizados pelo INPE no período de 2004 a 2009 para área correspondente ao PNCD e sua zona de amortecimento, possibilitando a realização do cruzamento destes dados com as informações dos focos de incêndios obtidos no PREVEFOGO/IBAMA por meio dos ROI, para o mesmo período e área. Assim foi possível obter as informações necessárias para análises posteriores, sendo estas organizadas em gráficos e tabelas no *software Microsoft Excel*, no qual realizou a identificação do número de focos de incêndios e de focos de calor, das causas dos incêndios, quantificação total de áreas queimadas anualmente, periodicidade dos focos de incêndio e a comparação entre a quantidade de focos de incêndio e a quantidade de focos de calor para a mesma área.

Para delimitar as áreas onde ocorreram os incêndios, foram utilizadas imagens do satélite TM/Landsat-5, no qual foram obtidas as bandas 3, 4 e 5 do vermelho, infravermelho próximo e infravermelho médio, respectivamente. A imagem onde está inserida a área de estudo corresponde à órbita/ponto 217/069 de setembro de 2009, pois esta apresentou boa qualidade no que tange à presença de nuvens. Inicialmente realizou-se nas imagens uma composição

colorida 5R4G3B e posteriormente as mesmas foram registradas com base na imagem Geocover do ano de 2000 no *software ERDAS Imagine 2010*. Em seguida fez o recorte correspondente ao PNCD e sua zona de amortecimento na imagem, possibilitando a interpretação visual em tela da área de estudo.

Para identificação e posterior vetorização em tela das áreas queimadas para o ano de 2009 baseou-se na fotointerpretação de imagens, pois a marca de uma queimada pode ser observada pelo contraste com o entorno tanto de cinzas, quanto da regeneração da vegetação queimada (França 1997; Setzer, 2001).

### 3. Resultados e Discussão

De acordo com os dados apresentados no ROI no período entre 2004 e 2009 ocorreram 193 focos de incêndios na área de estudo, conforme a Figura 2. Destes 130 (67,3%) aconteceram no interior do PNCD e 63 (32,7%) na área correspondente a zona de amortecimento.

Conforme os dados de ocorrências, aliados a outros condicionantes como a estiagem, os impactos observados em áreas preservadas do PNCD foram em maior proporção, o que pode está associado ao uso de queimadas para a expansão das atividades econômicas na zona de amortecimento, conforme se pode observar na Tabela 1.

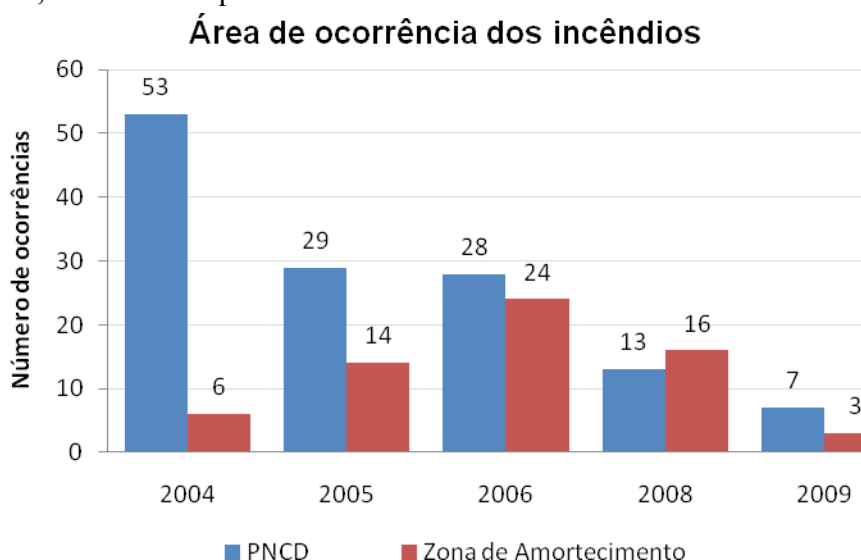


Figura 2. Número de ocorrências de incêndios por área no período de 2004 a 2009 na área de estudo.

Fonte: SISFOGO / IBAMA 2010.

O único ano sem registros de incêndios florestais pelo PREVEFOGO foi 2007. E o ano com maior número de incêndios na área foi 2004 com 59 ocorrências, seguido pelo ano de 2006 com 52 ocorrências. Porém, a quantidade de focos de incêndio não foi necessariamente um fator decisivo para a observação das maiores áreas queimadas, já que os anos que registraram os maiores índices de áreas atingidas foram os anos de 2008 e 2004 com 27.961 e 6.846 hectares de áreas queimadas, respectivamente. Este fato pode ser relacionado aos fenômenos meteorológicos, como longo período de estiagem em ambos os anos. Salienta-se ainda que em 2008 a ocorrência de 3 grandes incêndios (acima de 3.500 ha, cada), foi responsável pela devastação de aproximadamente 19.000 ha, o que representa 15,5% de áreas queimadas no PNCD, sendo estas atribuídas às ações antrópicas no seu interior e na zona de amortecimento.

**Tabela 1.** Números de ocorrências de incêndios e área queimada no PNCD e Zona de Amortecimento no período 2004 a 2009.

Ano	Número de ocorrência de incêndios		Área total queimada (ha)		
	PNCD	Zona de amortecimento	PNCD	Área do parque (%)	Área de amortecimento
2004	53	6	6.721,2	4,44	125
2005	29	14	3.527,5	2,32	1.672
2006	28	24	1.796,9	1,18	2.899
2007	-	-	-	-	-
2008	13	16	24.480	16,15	3.481,05
2009	7	3	800	0,53	326,9
<b>Total</b>	<b>130</b>	<b>63</b>	<b>35.528</b>	-	<b>5.604</b>

Fonte: SISFOGO / IBAMA 2010.

A comparação entre a quantidade de focos de calor captados pelos satélites AQUA, GOES, NOAA e TERRA e o número de incêndios apontado pelos ROI, evidencia que em todos os anos a quantidade de focos de calor se mostra maior em relação ao número de focos de incêndio (Figura 3). Isto se deve a forma como é registrada os focos de calor pelos satélites, pois estes podem registrar vários focos em uma determinada área, de acordo a sua resolução espacial, mas a equipe de monitoramento e combate ao fogo pode computar, muitas vezes, como um único foco de incêndio para a mesma área atingida. Desta maneira, a probabilidade de se ter maiores números de focos de calor em detrimento de focos de incêndios é muito alta. Ressalta-se também, que nem todo foco de calor corresponde a um foco de incêndio, uma vez que outros elementos podem apresentar elevado valor de emissividade a ponto de confundir o comportamento desses alvos com o de um foco de incêndio.

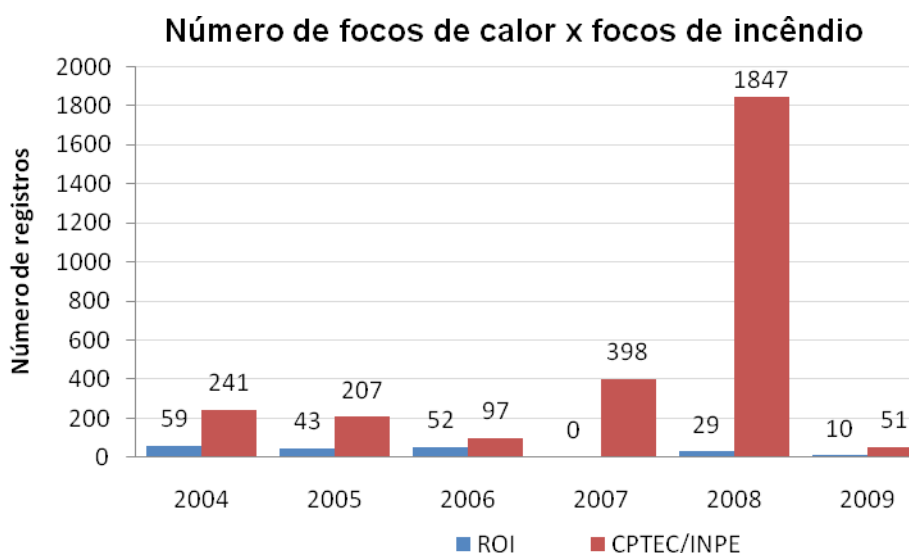


Figura 3. Comparação do número de focos de calor com focos de incêndio, no PNCD no período de 2004 a 2009.

Fonte: SISFOGO / IBAMA 2010.

Com relação ao número de ocorrências de incêndios, as investigações demonstram que 142 (73,6%) não tiveram causas determinadas pela brigadas de incêndio que atendeu o

chamado, 38 (19,7%) tiveram causas identificadas e 13 (6,7%) não tiveram informações devidamente preenchidas, conforme é mostrado na Figura 4. O fato do número elevado de ocorrências sem a identificação das causas que levaram ao início do incêndio pode ser reflexo da precariedade e a falta de perícias para atribuir investigar tais eventos. Sendo que entre os tiveram suas causas conhecidas aproximadamente 5 (13%) são atribuídas aos fenômenos naturais, como os raios e 33 (87%) devido as ações antrópicas direta ou indireta.

Os incêndios cujas causas são antrópicas 21 (64%) deles são ocasionados pelas práticas de queimadas ligadas as atividades agropecuárias em volta do PNCD e 36% estão relacionados às atividades de exploração econômica como a mineração e a caça.

Nota-se que mesmo quando se trata de ações antrópicas praticadas na área externa do PNCD a grande maioria dos focos de incêndio e das áreas queimadas acaba atingindo a área interna do parque, desta forma o avanço das atividades econômicas nestes moldes de exploração e manejo se caracterizam como um risco iminente para os ecossistemas que se encontram no interior do parque.

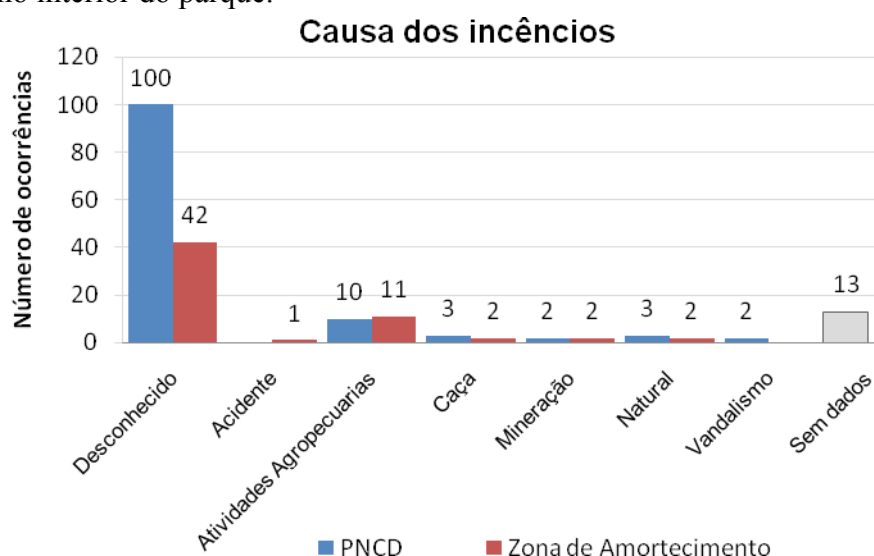


Figura 4. Causas das ocorrências de incêndios no PNCD e Zona de amortecimento no período de 2004 a 2009.

Fonte: SISFOGO / IBAMA 2010.

No que condiz a periodicidade das ocorrências de incêndios na área de estudo observa-se, conforme Figura 5, a concentração entre os meses de julho a novembro (período seco e início da estação chuvosa), sendo computados 144 (74,6%) focos de incêndios para este período em todos os anos analisados nesta pesquisa.

Com o mês de setembro considerado o mês de pico, pois apresenta a maior quantidade de ocorrências no período. Isto está diretamente relacionado ao fato que nestes meses do ano apresenta baixo índice de pluviosidade em comparação ao demais e que aliado a esta característica natural, as ações antrópicas tendem a aumentar nestas épocas, já que o homem aproveita o período seco para expandir suas áreas de exploração agropastoril no entorno do parque, com o uso das queimadas.

Nos demais meses a maior parte dos incêndios registrados estão relacionados as causas naturais, por se tratar de um período no qual se tem melhor distribuição das chuvas. Apesar disso os raios também provocam incêndios, porém em proporções bem menores quando comparadas aos de causas antrópicas.

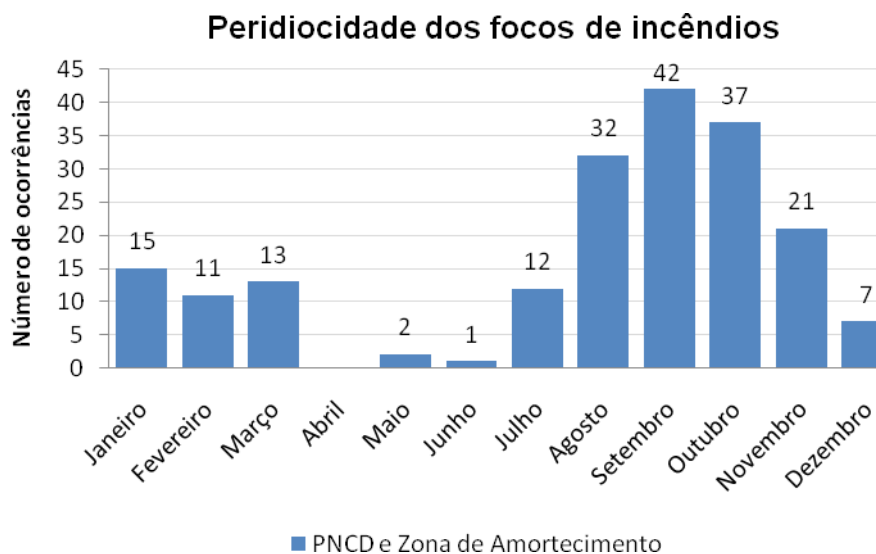


Figura 5. Número de ocorrências de incêndios por mês no período de 2004 a 2009 no PNCD. Fonte: SISFOGO / IBAMA 2010.

Foi possível identificar algumas áreas de ocorrências de incêndios no ano de 2009. De forma que, de acordo com a imagem, é visível observar áreas de queimadas com tamanhos consideráveis, principalmente no interior do PNCD e em menor número e extensão na zona de amortecimento, conforme se observa na Figura 6.

De acordo com os ROI todos os incêndios deste ano foram causados pelas ações antrópicas, dando assim uma noção de como a interferência humana representa uma ameaça para toda a área de estudo.

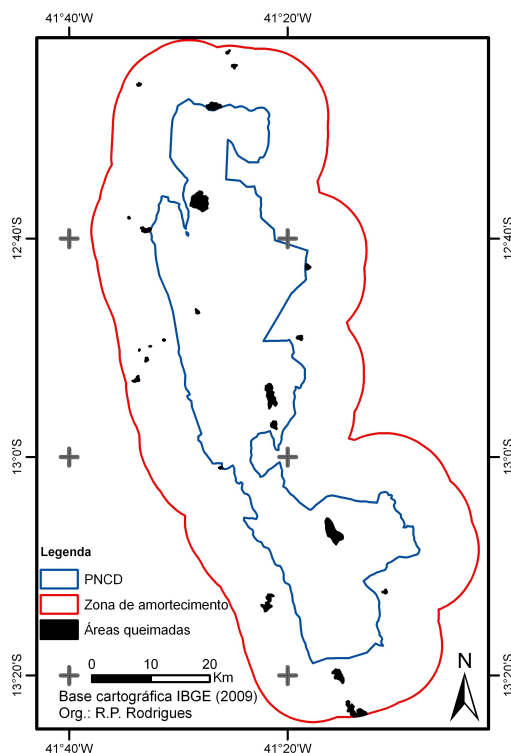


Figura 6. Queimadas ocorridas no PNCD e na zona de amortecimento delimitadas a partir de imagens TM/Landsat-5, de setembro de 2009.

#### 4. Conclusões

Este trabalho mostrou as causas, a periodicidade e os locais que ocorreram focos de incêndio no PNCD e na sua zona de amortecimento.

Apesar de ter ocorrido uma diminuição nos números de incêndios de 2004 a 2009 sua abrangência, no que condiz a extensão de área queimada, aumentou no decorrer dos anos.

De acordo com o estudo da dinâmica dos incêndios PNCD foi possível estabelecer uma ligação entre a ocorrência destes ao avanço da ocupação do homem, principalmente na zona de amortecimento do parque. Este avanço vem provocando uma supressão das áreas naturais pelo fogo tanto na zona de amortecimento que vem sendo utilizada cada vez mais para atividades ligadas à agricultura mecanizada, quanto para o parque que sofre com a ocorrência de incêndios provocada em seu entorno.

A quantidade elevada de ROI sem todas as informações devidamente preenchidas trazem certa preocupação uma vez que por não conhecer a causa dos incêndios, o monitoramento se torna pouco exitoso.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo suporte financeiro a esta pesquisa.

#### Referências Bibliográficas

Deppe, F.; Meneghette, C. R.; Vosgerau, J. **Comparação de Índice de RIF com focos de calor no estado do Paraná**. Revista Floresta, v. 34, 2004.

Esquerdo, J. C. D. M.; Antunes, J. F. G. Mapeamento do risco de incêndio na bacia do Alto Paraguai utilizando dados AVHRR-NOAA. In: Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 2., 2009, Corumbá, MS. **Anais...** Campinas: Embrapa Informática Agropecuária; São José dos Campos: INPE, 2009. p.362-371. CD-ROM. Disponível em: <<http://www.geopantanal2009.cnptia.embrapa.br/>> Acesso em: 15 Out. 2010

França, H.; Setzer, A.W. **Regime de queimadas no Parque Nacional das Emas: 1973-1995**. Relatório de Pesquisa FAPESP. São José dos Campos: INPE, 1997. 85 p.

IBAMA. **Relatório de Ocorrência de Incêndios em Unidades de Conservação Federais 2005**. Brasília. 2006. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/prevfogo>> Acesso em: 25 Jul. 2010.

IBAMA. **Sistema Nacional de Informações Sobre Fogo**. 2010. Disponível em: <<http://siscom.ibama.gov.br/sisfogo/>> Acesso em: setembro de 2010.

Novo, Evlyn M. L. de Moraes. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. São José dos Campos, SP: A. Silva Vieira Ed. 2007.

Pantoja, N. V.; Brown, I. F. Acurácia dos sensores AVHRR, GOES e MODIS na detecção de incêndios florestais e queimadas a partir de observações aéreas no estado do Acre, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. (SBSR), 2007, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, 2007. p. 4501-4508. CD-ROM; On-line. ISBN 978-85-17-00031-7. (INPE-16380-PRE/10958). Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/10.20.16.57>>. Acesso em: 20 Set. 2010.

Pantoja, N. V.; Selhorst, D. ; Rocha, K. S.; Lopes, F. M. C.; Saraiva, L. S.; Vasconcelos, S.S.; Brown, I. F. Observações de queimadas no leste do Acre: subsídios para validação de focos de calor derivados de dados de satélites. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12. (SBSR), 2005, Goiânia. Anais... São José dos Campos: INPE, 2005. p. 3215-3222. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. (INPE-12615-PRE/7908). Disponível em: <<http://urlib.net/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.12.39>>. Acesso em: 05 nov. 2010.