

## OS INCÊNDIOS NAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO FEDERAIS, ESTADO DO PIAUÍ - BRASIL (2006-2015)

Luiz Renato VALLEJO<sup>1</sup>

luizrenato@id.uff.br

<sup>1</sup> Professor Titular do Departamento e do Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal Fluminense - RJ

---

**RESUMO:** Os incêndios no território brasileiro, inclusive nas áreas das unidades de conservação (UCs), vêm se constituindo num problema de grandes proporções pela magnitude e recorrência, principalmente no período de julho a setembro. O estado do Piauí apresenta dez importantes UCs sob controle federal. Assim como no resto do país, estas áreas vêm sofrendo interferências internas e em suas zonas de amortecimento, resultando em incêndios e outras ameaças. O objetivo principal da pesquisa é avaliar o problema dos incêndios nas dez UCs federais no período de 2006 a 2015, com base em dados de satélite (AQUA-MODIS), fornecidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Neste período, foram registrados 14.805 focos de calor, sendo a maior parte (55%) dentro das UCs. Nos meses menos chuvosos, quando a vegetação fica mais suscetível, os incêndios se intensificam, principalmente nos ecossistemas da Caatinga e do Cerrado. Agricultura e pastagens nas zonas de amortecimento, além de outras formas de intervenção, costumam agravar os problemas de incêndios. São necessários investimentos em políticas públicas de caráter educativo e preventivo, além da consolidação dos planos de manejo e gestão territorial nas UCs, incluindo as zonas de amortecimento.

**Palavras chave:** Áreas Protegidas. Sensor MODIS. Fogo.

### **FIRES IN FEDERAL PROTECTED AREAS, PIAUÍ STATE - BRAZIL (2006-2015)**

**ABSTRACT:** Fires in Brazil, including the protected areas, are recurrent and of great magnitude, especially in the period from July to September. The state of Piauí, in Northeast of Brazil, has ten important protected areas under federal control. As in the rest of the country, these areas have been suffered internal and external (buffer zones) interferences, resulting in fires and other threats. The main objective of the research is to evaluate the problem of fires in ten federal protected areas from 2006 to 2015, based on satellite data (AQUA-MODIS) provided by the National Institute for Space Research (INPE). In this period, there were 14,805 hot spots, most of which (55%) within the protected areas. In the less rainy months, when the vegetation becomes more susceptible, fires intensify, especially in Caatinga and Cerrado ecosystems. Agriculture and grazing in the buffer zones, as well as other forms of intervention, usually intensify fire problems. Investments are needed in public policies of educational and preventive, as well as consolidation of management plans and land management in protected areas, including the buffer zones.

**Keywords:** Protected Areas. MODIS Sensor. Fires

## LOS INCENDIOS EN ÁREAS PROTEGIDAS FEDERALES - ESTADO DE PIAUÍ, BRASIL (2006-2015)

**RESUMEN:** Los incendios en Brasil, incluso en las áreas legalmente protegidas se han convirtiendo en un problema de grandes proporciones por la magnitud y recurrencia, especialmente en el periodo de julio a septiembre. El estado de Piauí, ubicado en la región noreste del país, tiene diez áreas de conservación importantes bajo control federal. Al igual que en el resto del país, estas áreas han sufrido interferencia interna y externa (zonas de amortiguamiento), dando lugar a incendios y otras amenazas. El objetivo principal de la investigación es evaluar el problema de los incendios en las diez áreas protegidas federales en el período 2006-2015, sobre la base de datos de satélite (AQUA-MODIS) proporcionados por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE). En este período, hubo 14.805 puntos calientes, la mayoría de los cuales (55%) dentro de las áreas protegidas. En los meses menos lluviosos, cuando la vegetación se vuelve más susceptible, se intensifican los incendios, especialmente en los ecosistemas de la Caatinga y el Cerrado. La agricultura y el pastoreo en las zonas de amortiguamiento, así como otras formas de intervención, a menudo exacerbaban los problemas de incendios. Se necesitan inversiones en las políticas públicas de carácter educativo y preventivo, así como la consolidación de los planes de ordenación y gestión del suelo en áreas protegidas, incluyendo las zonas de amortiguamiento.

**Palavras-claves:** Áreas protegidas. Sensor MODIS. Fuego.

### INTRODUÇÃO

A ocorrência de incêndios nos últimos anos em grandes trechos do território brasileiro, incluindo as áreas legalmente protegidas (parques, reservas, APAs, etc), tem atraído as atenções de pesquisadores e do público em geral, principalmente nos meses menos chuvosos. Os incêndios nas áreas protegidas, em geral, são de natureza acidental, indesejados e de difícil controle. Sua origem pode estar associada à expansão das fronteiras agrícolas e às práticas de manejo de pastagens com uso do fogo e que acabam adentrando pelos limites de muitas áreas protegidas no Brasil (VALLEJO, 2010). A recorrência do problema pode gerar impactos negativos, afetando intensamente os solos (perda de nutrientes, compactação e erosão), o patrimônio biológico (KLINK e MACHADO, 2005) e gerar poluição atmosférica nas áreas imediatamente vizinhas, além de se expandirem regionalmente (FREITAS *et al.*, 2005).

Desde 1987, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) monitora os incêndios no território nacional, utilizando-se, entre outros recursos, de dados de focos de calor. Em 1998, após um grande incêndio no Estado de Roraima, houve aperfeiçoamento do trabalho em parceria com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), na época responsável pela gestão das unidades de conservação brasileiras (UCs). Atualmente, esta tarefa cabe ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). O INPE disponibiliza informações diárias georreferenciadas dos focos de calor, além de alertas por e-mail das ocorrências em áreas de interesse especial, risco de fogo,

estimativas de concentração de fumaça, entre outras. A partir de junho de 1998, os focos de calor passaram a ser registrados nas UCs (federais e estaduais) e nas terras indígenas, com apoio de vários satélites e seus respectivos sensores (NOAA, AQUA, GOES, TERRA, METEOSAT e ATSR).

O país já dispõe de uma política específica através do Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais – PREVFOGO, criado pelo Decreto nº. 97.635, de 10/04/1989, e regulado pelo Decreto nº 2.661, de 08/07/1998. O PREVFOGO atua em treinamento e divulgação das queimadas controladas, na orientação às UCs para a implantação de planos de manejo de fogo e promove campanhas educativas visando à conscientização das populações rurais e urbanas sobre os riscos e problemas provocados pelos incêndios florestais. A efetividade das ações do PREVFOGO junto às UCs, mesmo tendo evoluído no período ao longo dos últimos anos, ainda carece de maiores investimentos para melhoria das condições operacionais.

O objetivo principal do presente artigo é apresentar informações pertinentes aos focos de calor nas UCs federais localizadas no estado do Piauí, período compreendido entre os anos de 2006 a 2015. Os incêndios nas UCs representam ameaças à biodiversidade dos principais biomas regionais (Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica) e à conservação dos atributos naturais desses territórios, o que justifica a própria realização de pesquisas desta natureza. Além disso, os estudos sobre os incêndios podem indicar deficiências de gestão dos conflitos territoriais em UCs, incluindo as áreas externas próximas, onde as queimadas costumam ter origem e avançam para as áreas internas. As avaliações sobre a sazonalidade na ocorrência de incêndios também justificam a adoção de iniciativas de planejamento e ações públicas de caráter preventivo.

Pesquisas desenvolvidas anteriormente indicaram elevados valores de focos de calor em UCs federais e estaduais nos estados nordestinos, particularmente nos anos de 2007, 2010 e 2011 no Maranhão, Piauí e Bahia (VALLEJO, 2012). No mesmo trabalho, os meses mais críticos foram julho, agosto e setembro, coincidentemente com as médias pluviométricas mais baixas registradas, ou seja, inferiores a 25 mm em municípios do Piauí e Maranhão (SILVA *et al.*, 2011).

O presente trabalho tem como estratégia principal a coleta e sistematização de dados sobre as UCs de todo o território brasileiro, uma iniciativa do Núcleo de Pesquisas de Áreas Protegidas (NUPAP) do Departamento de Geografia da Universidade Federal Fluminense/RJ.

Serão apresentadas informações complementares sobre as UCs federais no estado do Piauí, os valores totais e sazonais de focos de calor nas áreas internas e externas (zonas de amortecimento - ZAs) e a identificação das unidades mais afetadas ao longo do período analisado (2006 a 2015).

## **METODOLOGIA DE PESQUISA**

Para atender os objetivos, foram utilizados os dados do satélite AQUA, lançado em 2002 com sensor MODIS/tarde (AQUA-MODIS ou AQUA\_M-T). O sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) opera em 36 canais espectrais em comprimentos de onda que variam de 0,4 a 14,4  $\mu\text{m}$  e resolução espacial entre 250 a 1.000 metros. Para os produtos do sensor MODIS existem usos potenciais associados, entre os quais destacamos: mapeamentos de cobertura e uso da terra, mudanças de cobertura, produtividade primária, temperatura de superfície, anomalias termais e fogo. Entre as características dos dados do sensor MODIS, destacamos o fato de serem fornecidos com correções dos efeitos atmosféricos (nuvens, aerossóis, etc), são georreferenciados e estão disponíveis aos usuários sem custos e na forma de diferentes produtos (SOUZA FILHO, 2004).

A captação das imagens pelos sensores é baseada no princípio físico de que as chamas emitem energia, principalmente, na faixa termal-média de comprimento de onda entre 3,7 e 4,1  $\mu\text{m}$  do espectro ótico. Em algumas circunstâncias existem impedimentos ou prejuízos à detecção das queimadas, tais como:

- ✓ frentes de fogo com menos de 30 m;
- ✓ fogo apenas no chão de uma floresta densa, sem afetar a copa das árvores;
- ✓ nuvens cobrindo a região, apesar de que as nuvens de fumaça não atrapalham;
- ✓ queimadas de pequena duração, ocorrendo entre as imagens disponíveis;
- ✓ fogo em uma encosta de montanha, enquanto que o satélite só observou o outro lado; e
- ✓ imprecisão na localização do foco de queima, que no melhor caso é de cerca de 1 km, mas pode chegar a 6 km.

Cada foco de calor detectado pelos satélites não está diretamente relacionado com o número de queimadas e/ou incêndios. Um foco indica a existência de fogo em um elemento de resolução da imagem (pixel), que varia de  $1 \times 1$  km até  $5 \times 4$  km. Neste pixel pode haver uma ou várias queimadas distintas, mas o registro indicará apenas um único foco. Se uma queimada for muito extensa, ela será detectada em vários pixels vizinhos, ou seja, vários focos

estarão associados a uma única e grande queimada. Mesmo considerando que os sensores atuais não conseguem elucidar o que está queimando e o quanto queimou, podem ser constatadas tendências espaciais e temporais nas ocorrências de fogo (FERREIRA *et al.*, 2005; PANTOJA e BROWN, 2007; PIROMAL *et al.*, 2008).

Os dados disponíveis indicam se os focos de calor ocorreram em áreas internas ou externas às UCs. As áreas externas são denominadas pelo INPE como “*buffers*” internos e externos, respectivamente com 5 e 10 km de distância a partir dos limites oficiais das UCs. Cabe esclarecer que a Resolução nº 13/1990 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabeleceu a faixa de 10 km como zona de amortecimento (ZA) para as UCs sem plano de manejo. Uma Resolução mais recente (CONAMA nº 428/2010) determinou que se a UC foi criada sem a definição de zona de amortecimento, os empreendimentos com capacidade de impacto significativo ao ambiente deverão respeitar uma faixa estabelecida de 3 km de distância e serão, portanto, obrigados a obter o licenciamento. Deste modo, os limites de 5 e 10 km empregados pelo INPE são de natureza técnica e tem relação direta com a primeira resolução de 1990, apesar de que a faixa de 5 km não foi definida legalmente. Com os dados do INPE, quantificou-se a incidência de focos de calor nas zonas limítrofes onde, em muitas ocasiões, eventuais queimadas por motivos diversos tiveram início. Para os fins de avaliação da presente pesquisa, os valores registrados nos “*buffers*” internos e externos foram totalizados, sem a distinção de uma faixa intermediária de 5 km.

Os registros mensais de focos de calor foram tabulados em planilhas eletrônicas para produção de gráficos ilustrativos das séries de dados. As informações mais detalhadas sobre as áreas de conservação federais do estado do Piauí, incluindo o ano de criação, a extensão (em hectares) e biomas protegidos, resultaram de pesquisas no site do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio (Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/unidades-de-conservacao>) e dos registros do Observatório de Unidades de Conservação do *World Wildlife Fund* – WWF/Brasil (Disponível em: <http://www.observatorio.wwf.org.br>).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### As Unidades de Conservação Federais do Estado do Piauí

Para os propósitos desta avaliação, foram consideradas as 10 UCs federais mais importantes (Quadro 1), sendo 5 de Proteção Integral (PI) e outras 5 de Uso Sustentável (US). Além destas, constam nas listagens oficiais diversas Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs), além de UCs estaduais e municipais, a grande maioria com áreas relativamente pequenas.

Quadro 1 – Unidades de Proteção Integral e Uso Sustentável no Estado do Piauí

UC	Ano de criação	Área Total (ha)	Área no Estado do Piauí (ha)	Biomass protegidos
<b>Proteção Integral (PI)</b>				
ESEC de Uruçuí -Una	1981	135.120,46	135.120,46 (100%)	Cerrado
PARNA da Serra da Capivara	1979	91.848,88	91.848,88 (100%)	Caatinga
PARNA das Nascentes do Rio Parnaíba	2002	724.324,61	261.228,40 (36,1%)	Cerrado
PARNA de Sete Cidades	1961	6.303,64	6.303,64 (100%)	Caatinga
PARNA Serra das Confusões	1998	502.411,00	502.411,00 (100%)	Caatinga e ecótonos Cerrado-Caatinga
<b>Sub-total 1 (ha)</b>			<b>996.912,14</b>	<b>3,96 %*</b>
<b>Uso Sustentável (US)</b>				
APA Chapada do Araripe	1997	972.590,45	148.003,84 (15,2%)	Caatinga
APA Delta do Parnaíba	1996	307.590,51	63.393,74 (20,6%)	Marinho costeiro
APA Serra da Ibiapaba	1996	1.628.424,61	1.245.301,44 (76,5%)	Caatinga
FLONA de Palmares	2005	168,21	168,21 (100%)	Caatinga
RESEX Marinha do Delta do Parnaíba	2000	27.021,65	991,00 (3,7%)	Marinho Costeiro
<b>Sub-total 2 (ha)</b>			<b>1.457.858,23</b>	<b>5,80 %*</b>
<b>Total geral (ha)</b>			<b>2.454.770,37</b>	<b>9,76%*</b>
<p><u>Legenda:</u> ESEC – Estação Ecológica; PARNA – Parque Nacional; APA – Área de Proteção Ambiental; FLONA – Floresta Nacional; RESEX - Reserva Extrativista</p> <p>* Percentuais relativos à área territorial do estado do Piauí (25.157.773,80 ha)</p>				

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do ICMBio e WWF/Brasil

O conjunto das UCs federais ocupa área total de 2.454.770,37 ha, o que representa apenas 9,76% de toda extensão territorial estadual. As 5 UCs de Proteção Integral perfazem 3,96 % (996.912,14 ha), enquanto as de Uso Sustentável ocupam 5,80% (1.457.858,23 ha) do território estadual (figura 1). Segundo os dados do Quadro 1, somente 5 UCs têm suas áreas integralmente no estado (ESEC de Uruçuí-Una; PARNAs da Serra da Capivara, de Sete Cidades e Serra das Confusões; FLONA de Palmares). O maior parque é o das Nascentes do Rio Parnaíba ocupando 4 estados (Piauí, Maranhão, Bahia e Tocantins), sendo que 36,1% de sua área está no Piauí. Enquanto isso, a APA da Serra da Ibiapaba (Piauí e Ceará), tem 76,5% de sua área (1.245.301,44 ha) dentro do território estadual, sendo esta a maior UC do estado. A FLONA de Palmares apresenta a menor extensão territorial com 168,21 ha.

O PARNA de Sete Cidades é a UC mais antiga, criada em 1961, seguido pelo PARNA da Serra da Capivara (1979) e pela ESEC de Uruçuí –Una (1981). As demais foram criadas nas décadas de 1990 (4 UCs) e de 2000 (3 UCs), sendo que a mais recente é a FLONA de Palmares (2005).

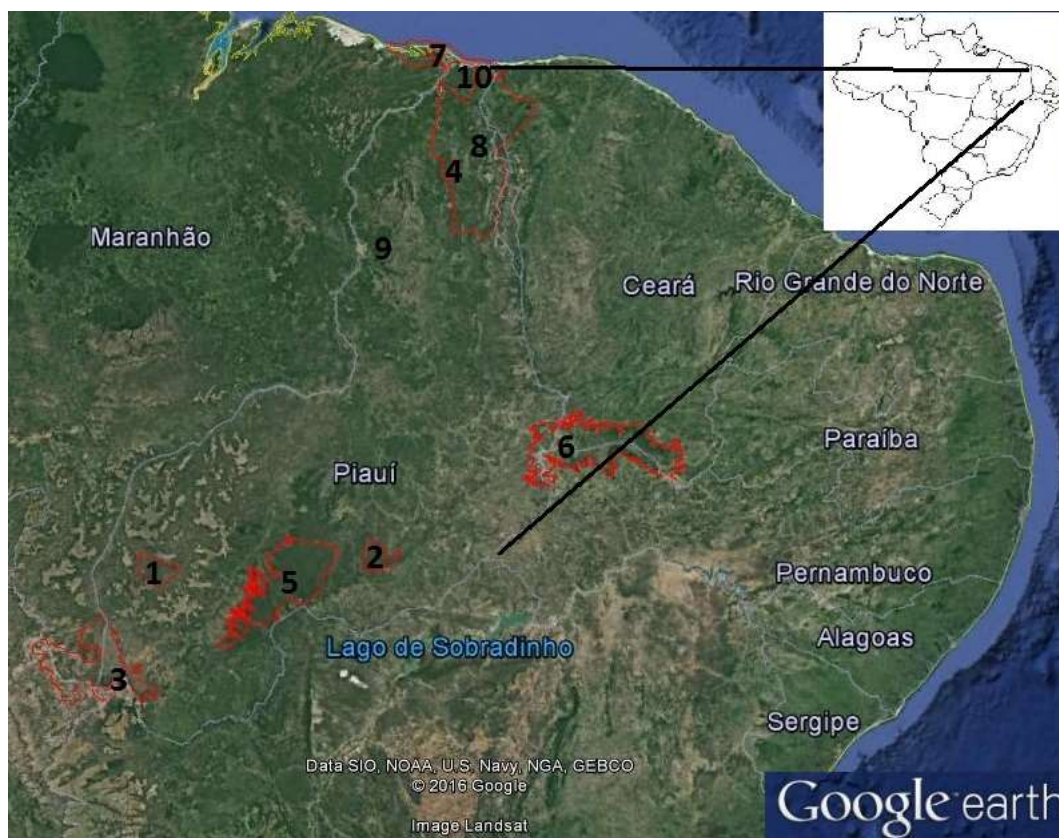


Figura 1 – Localização das principais UCs federais no Estado do Piauí

**Legenda:** 1) ESEC de Uruçuí -Una; 2) PARNA da Serra da Capivara; 3) PARNA das Nascentes do Rio Parnaíba; 4) PARNA de Sete Cidades; 5) PARNA Serra das Confusões; 6) APA Chapada do Araripe; 7) APA Delta do Parnaíba; 8) APA Serra da Ibiapaba; 9) FLONA de Palmares; 10) RESEX Marinha do Delta do Parnaíba.

A maioria das UCs relacionadas tem a finalidade de proteção do Bioma Caatinga, considerado como um dos menos prestigiados pelas políticas de conservação ambiental no Brasil, pelo menos até o momento. Há de se destacar também que o Bioma Caatinga, por suas características fisiológicas e biogeográficas apresenta alta suscetibilidade aos incêndios, requerendo iniciativas de proteção territorial mais efetivas. O Cerrado, as áreas de transição com a Caatinga e os ecossistemas marinhos e costeiros, são legalmente protegidos, respectivamente, pela ESEC de Uruçuí-Una, PARNA da Serra das Confusões, RESEX Marinha do Delta do Parnaíba e APA Delta do Parnaíba.

Várias espécies animais ameaçadas de extinção estão presentes nas 10 UCs federais abordadas neste estudo, o que justifica também a sua importância para a conservação da biodiversidade regional. Segundo citações constantes no site do ICMBio, algumas destas espécies ameaçadas são: Araçá-de-barbela (*Procnias averano averano*); Gato-do-mato (*Leopardus tigrinus*); Gato-maracajá (*Leopardus pardalis mitis*); Bugio ou Guariba (*Alouatta belzebul*); Jacucaca (*Penelope jacucaca*); Onça-parda (*Puma concolor greeni*); Onça-pintada (*Panthera onca*); Peixe-serra (*Pristis pectinata*); Rãzinha (*Adelophryne baturitensis Hoogmoed*); Tatu-bola (*Tolypeutes tricinctus*) e Tatu-canastra (*Priodontes maximus*).

Além da biodiversidade, existem elementos culturais ancestrais fartamente registrados na forma de pinturas rupestres em parques como o de Sete Cidades, Serra da Capivara, e da Serra das Confusões, fatores de atratividade para a visitação e uso público, em geral. Além disso, há de se considerar as configurações geomorfológicas que conferem peculiaridades paisagísticas fortemente atrativas aos estudos científicos, educação ambiental e turismo, em geral.

O Quadro 2 faz uma síntese sobre alguns dos indicadores de gestão e as ameaças observadas em relação aos territórios das UCs. Entre os indicadores, selecionamos a existência ou não de Plano de Manejo (PM) e dos Conselhos Consultivos (CC) ou Gestores (CG). Os CC estão associados às UCs de proteção integral, enquanto os CG, às de uso sustentável. As informações sobre as ameaças se referem à aplicação do Método RAPPAM (*Rapid Assessment and Priorization of Protected Area Management*) realizada no ano de 2010 por iniciativa da WWF em parceria com o ICMBio.

Somente quatro UCs apresentam planos de manejo (PARNAs da Serra da Capivara, de Sete Cidades, Serra das Confusões e a APA Delta do Parnaíba) e quatro unidades tem seus Conselhos Consultivos formados (PARNAs da Serra da Capivara, Nascentes do Rio Parnaíba,



Sete Cidade e Confusões). Das quatro UCs com planos de manejo, três apresentam documentos muito desatualizados, publicados em anos anteriores a 2000. O mais recente deles é o do PARNA da Serra das Confusões, publicado em 2003.

Quadro 2 – Indicadores de gestão e ameaças às UCs federais do Piauí

UC	Gestão		Maiores ameaças (*)
	PM	CC/CG	
ESEC de Uruçuí-Una	N	N	Pastagens; agricultura e silvicultura; incêndios de origem antrópica; usos de recursos por populações residentes; invasão de espécies exóticas
PARNA da Serra da Capivara	S (1996)	S	Turismo e recreação; caça; construção e operação de infraestruturas.
PARNA das Nascentes do Rio Parnaíba	N	S	Incêndios de origem antrópica.
PARNA de Sete Cidades	S (1979)	S	Caça; pastagens; incêndios de origem antrópica; processos semi-naturais.
PARNA Serra das Confusões	S (2003)	S	Caça.
APA Chapada do Araripe	N	N	Turismo e recreação; caça; construção e operação de infraestruturas; extração mineral; pastagem; incêndios de origem antrópica; ocupação humana; uso de recursos pela população residente; invasão de espécies exóticas; processos semi-naturais; disposição de resíduos (poluição); extração de madeiras.
APA Delta do Parnaíba	S (199?)	N	Turismo e recreação; pesca; caça; construção e operação de infraestruturas; pastagem; agricultura e silvicultura; incêndios de origem antrópica; ocupação humana; uso de recursos pela população residente; invasão de espécies exóticas; processos semi-naturais; disposição de resíduos (poluição); extração de madeiras.
APA Serra da Ibiapaba	N	N	Turismo e recreação; incêndios de origem antrópica; pastagens; agricultura e silvicultura; extração mineral; ocupação humana; processos semi-naturais; disposição de resíduos (poluição).
FLONA de Palmares	N	N	Ocupação humana.
RESEX Marinha do Delta do Parnaíba	N	N	Disposição de resíduos (poluição); caça; incêndios de origem antrópica; ocupação humana; uso de recursos pela população residente; invasão de espécies exóticas; turismo e recreação.

**Legenda:** PM = Plano de Manejo; CC = Conselho Consultivo; CG = Conselho Gestor  
(\*) Informações relativas à aplicação do Método RAPPAM 2010.

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do ICMBio e WWF/Brasil.

Todas as UCs sofrem ameaças de atividades internas e externas, sendo que as unidades de uso sustentável, particularmente no caso das APAs, as pressões das atividades humanas aparecem de forma mais diversificada e intensa.

Os incêndios são ameaças comuns relatadas na maioria das UCs (70%), principalmente devido ao manejo de áreas agrícolas e pastagens nos limites e nas áreas internas, também. Os dados do Quadro 2 indicam que existem deficiências de gestão territorial em todas as UCs federais relacionadas. Mesmo nas UCs com planos de manejo já elaborados (atualizados ou não) e que tenha ocorrido a nomeação formal dos respectivos conselhos, isso não significa que haja efetividade sobre o controle e a consolidação territorial das mesmas.

### Os focos de calor

Dos 14.805 focos de calor detectados nos 10 anos de avaliação, 8.098 (55%) ocorreram em áreas internas e 6.707 (45%) nas zonas de amortecimento das UCs. O maior percentual de incidência de focos de calor ocorreu no entorno das UCs de proteção integral (31,28% = 4.632 focos), seguido pelas suas áreas internas (28,78% = 4.261 focos). Complementando, foram registrados 3.837 focos (25,92%) nas áreas internas das UCs de uso sustentável e 2.076 focos nas respectivas zonas de amortecimento (14,02%).

Conforme ilustrado na figura 2, os anos de 2010, 2012 e 2015 se destacaram por apresentarem os valores mais elevados da série, respectivamente 2.362, 2.086 e 2.522 focos de calor (Interior + entorno). Os dados demonstram que existe sincronismo numérico entre a ocorrência de incêndios fora e dentro das UCs, podendo-se afirmar que nos quatro primeiros anos da série (2006 a 2009) as médias anuais de focos de calor foram mais baixas que nos seis últimos (2010 a 2015).

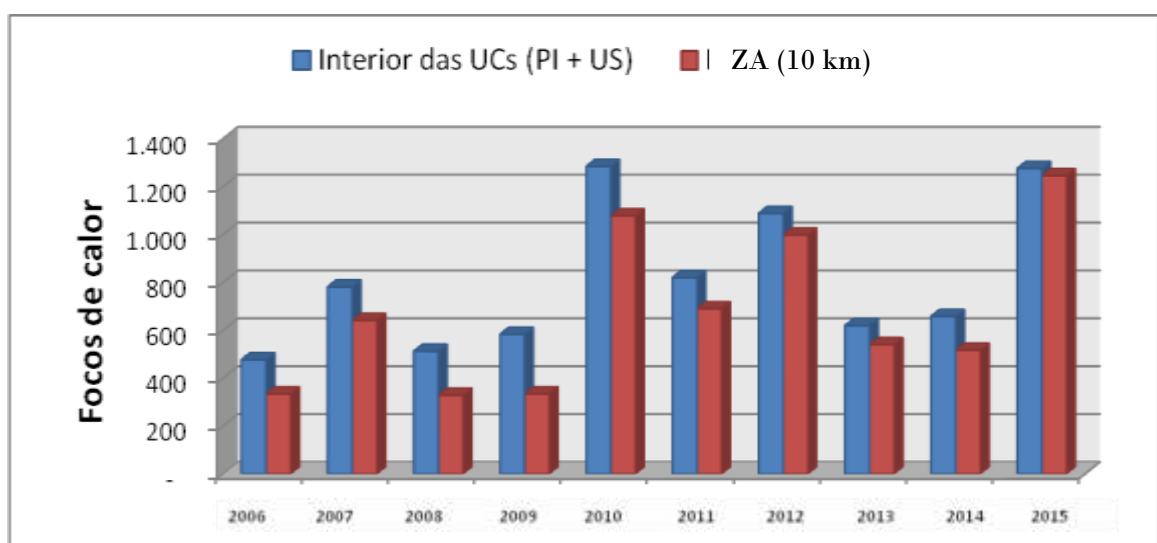


Figura 2 - Valores anuais de focos de calor nas áreas internas e externas das UCs (ZA = Zona de Amortecimento).

Nas áreas internas das UCs a média anual dos quatro primeiros anos cresceu de 588 para 790 focos, ou seja, uma elevação em torno de 34,5%. Nas zonas de amortecimento, as médias variaram de 409,5 para 647 focos, indicando aumento de 58,0%. Os dados sugerem que as queimadas nas zonas de amortecimento vêm aumentando ao longo dos anos. Além disso, deve-se considerar o agravamento das secas no Nordeste decorrente dos menores índices de pluviosidade, particularmente entre nos meses de junho a setembro.

O agravamento das secas nos estados nordestinos, assim como em outras regiões do Brasil, tem motivado preocupações e iniciativas de monitoramento do problema. Dados do “Monitor de Secas do Nordeste do Brasil” da Agência Nacional de Águas – ANA, relativos ao estado do Piauí indicaram a “redução no volume das chuvas nos últimos meses, bem como, a elevação nas temperaturas e, conseqüentemente, nas taxas de evapotranspiração (perda de água do solo por evaporação)”. Entre os meses de julho de 2014, 2015 e 2016, as áreas classificadas como seca grave (S2) e seca extrema (S3) avançaram de forma significativa em direção aos estados do Piauí e Maranhão (figura 3). Neste contexto, a probabilidade de ocorrência de incêndios, inclusive nas áreas legalmente protegidas, tende a aumentar.

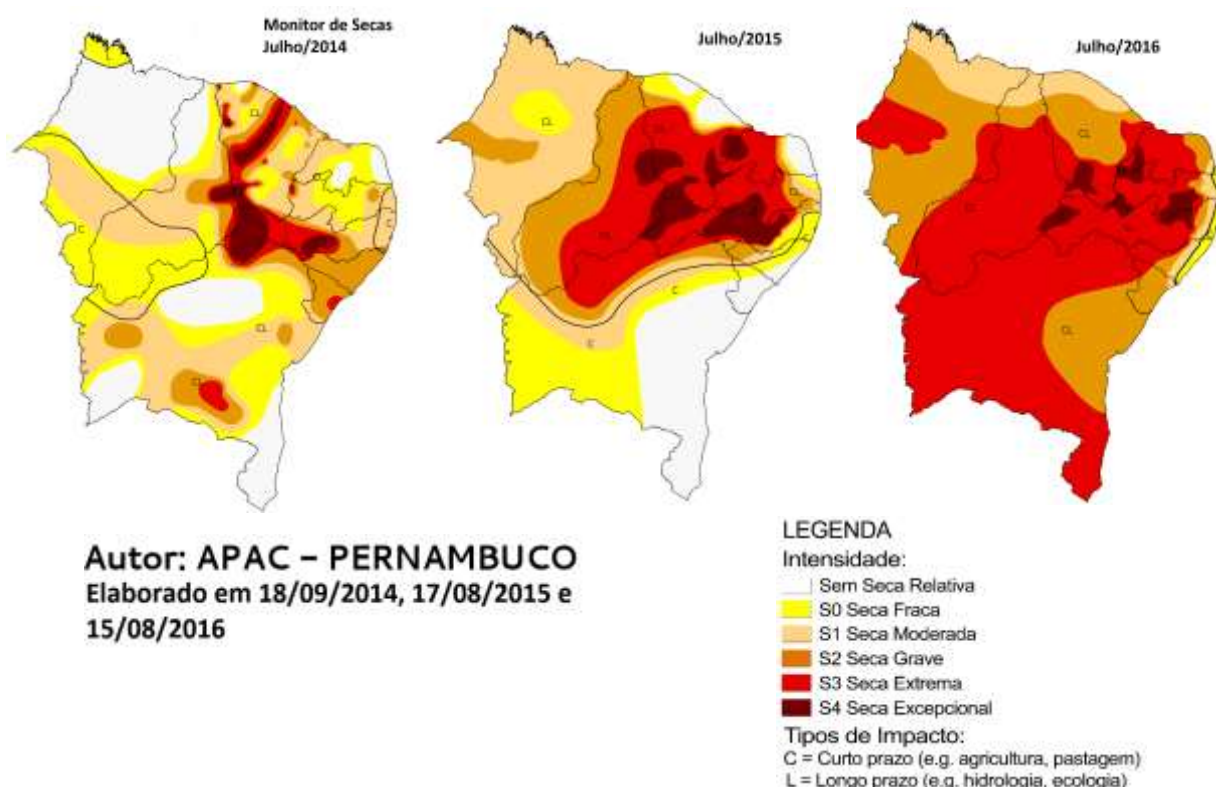


Figura 3 – Evolução das secas no Nordeste nos meses de julho (2014 a 2016).

Fonte: Dados do Monitor de Secas do Nordeste do Brasil (disponível em <http://monitordesecas.ana.gov.br/>)

Outro aspecto a considerar é a grande proximidade entre os incêndios e as áreas denominadas de “arco de fogo” pela geógrafa Bertha K. Becker (2005, apud VALLEJO, 2011) em seu trabalho sobre a Geopolítica da Amazônia. Eles são indicativos dos processos de extrativismo da floresta, expansão das pastagens e do agronegócio, além da própria expansão populacional. Entre os meses de julho e outubro, os incêndios ocorrem de forma mais frequente e intensa, acompanhando uma tendência nacional já demonstrada nos registros nacionais do INPE ([http://www.inpe.br/queimadas/estatisticas\\_estados.php](http://www.inpe.br/queimadas/estatisticas_estados.php)), na imprensa e em determinados trabalhos acadêmicos que já trataram do assunto (SOARES E SANTOS, 2002; SANTOS *et al*, 2006; VALLEJO, 2011).

A figura 4 apresenta informações sobre a distribuição dos focos nas áreas internas das UCs de proteção integral e uso sustentável. No caso das UCs de proteção integral, o destaque ocorreu em relação ao PARNA das Nascentes do Rio Parnaíba com 2.544 focos (60%). Nos 120 meses de registros (10 anos), a área interna deste parque, somente no estado do Piauí, teve focos de calor identificados em 56 meses (46,7%). O mesmo problema ocorreu em suas áreas de entorno, com registros ainda mais frequentes em 70 meses (58,3%).

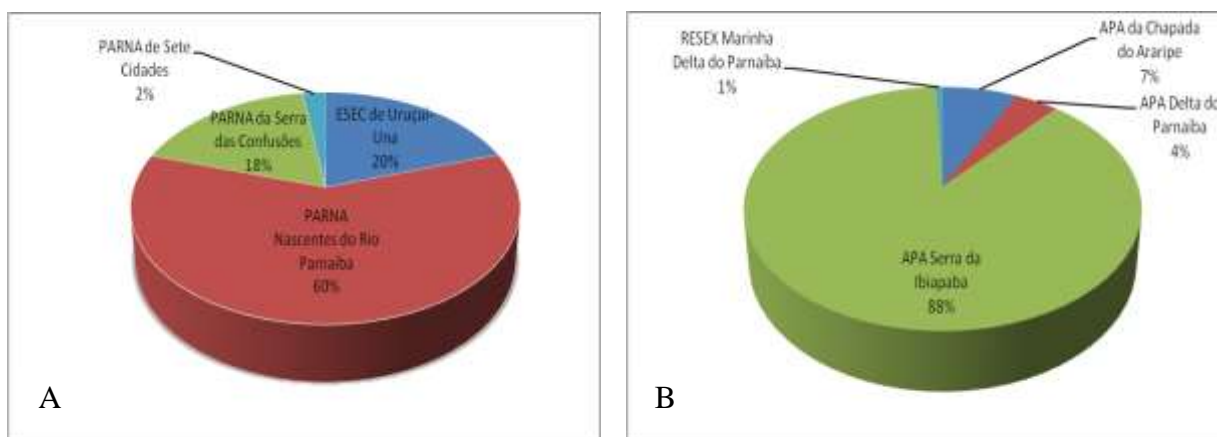


Figura 4 – Percentuais de focos de calor em áreas internas por categoria de UCs.  
A) Proteção integral; B) Uso sustentável

Os anos de 2010, 2011 e 2012 foram os mais críticos, com valores totais anuais oscilando em torno de 412 focos de calor, especialmente no período entre os meses de junho a outubro. É importante destacar que os limites ao sul deste parque são fronteiriços com extensas áreas agrícolas nos estados da Bahia e Tocantins, além da suscetibilidade natural da vegetação de Cerrado aos incêndios anuais (figura 5-A). Situação semelhante ocorre na ESEC de Uruçuí-Una (figura 5-B), com grandes extensões de áreas agrícolas nos setores norte e sul.

Nesta foi registrado o segundo maior número de focos de calor (854 = 20% do total). Os meses de 2011 e 2012 foram os mais críticos com 156 e 158 focos, respectivamente. O PARNA de Sete Cidades teve a menor incidência, com apenas 95 focos em todo o período.

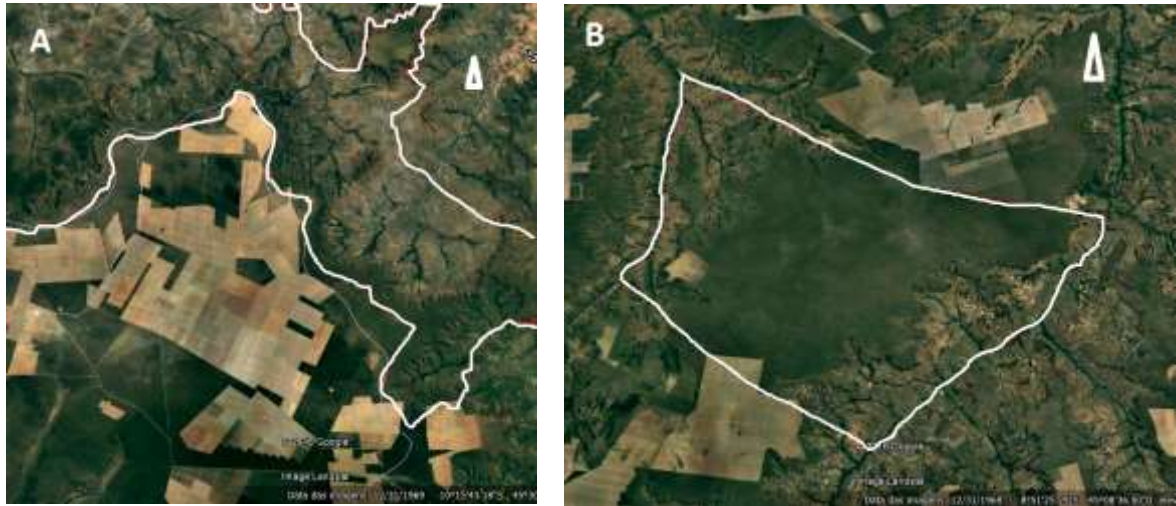


Figura 5 – Atividades agrícolas no entorno do PARNA das Nascentes do Rio Parnaíba (A) e da ESEC de Uruçuí-Una (B). As linhas brancas indicam os limites legais das UCs

Fonte: Imagens Google Earth, 2016

Entre as UCs de uso sustentável, a APA da Serra da Ibiapaba foi o grande destaque com 3.373 dos focos registrados (88%). Aliás, este valor foi o mais elevado das UCs das duas categorias (PI e US). A média anual dos 10 anos foi 337 focos, a maior entre todas as UCs. Nos anos de 2010 e 2012 aconteceram os maiores registros, respectivamente 467 e 445 focos. Nesta UC, também foi registrada a maior frequência de incêndios ao longo dos 10 anos, ou seja, em 70 meses (58,3%), igual ao PARNA das Nascentes do Rio Parnaíba, mas com valores mensais superiores. Trata-se de uma UC submetida a múltiplas pressões como: os incêndios provocados, o turismo e a recreação, as pastagens, a agricultura e silvicultura, a extração mineral, as ocupações humanas e a disposição de resíduos. Muitas destas pressões ocorrem de forma geograficamente generalizada (15 a 50% da área) e com alto impacto sobre as características naturais, segundo dados da Oficina RAPPAM aplicada em 2010 (WWF. Disponível em <http://observatorio.wwf.org.br/unidades/mapa/810/>).

A figura 6 apresenta os registros dos focos de calor na APA da Serra da Ibiapaba nos anos de 2010 e 2015, demonstrando que o problema dos incêndios vem ocorrendo de forma generalizada, atingindo praticamente toda a sua extensão.

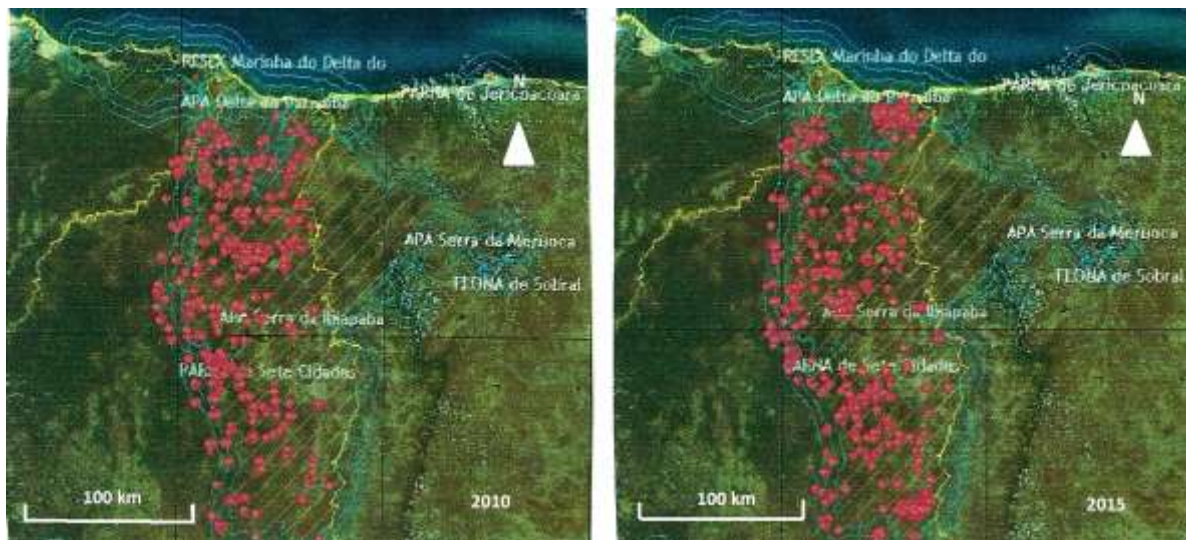


Figura 6 – Focos de calor totais na APA da Serra da Ibiapaba nos anos 2010 e 2015

Fonte: Imagens AQUA-MODIS (INPE)

A figura 7 apresenta informações pertinentes à periodicidade dos registros, expressos em médias mensais (2006 a 2015). No primeiro gráfico (A) nota-se uma nítida sazonalidade expressa por um período de baixa ocorrência de incêndios entre novembro e maio, alternado com outro de elevada incidência (junho a outubro). O mês de setembro mostrou-se o mais crítico para três das cinco UCs (PARNA das Nascentes do Rio Parnaíba, ESEC de Uruçuí-Una e PARNA da Serra das Confusões).

O segundo gráfico mostra um padrão semelhante de sazonalidade, mas com a peculiaridade do deslocamento do período de maior de maior incidência de focos a partir de agosto, estendendo-se até janeiro. O destaque entre as UCs de uso sustentável foi a APA da Serra da Ibiapaba, seguida de longe pela APA da Serra da Chapada do Araripe. Observa-se claramente na figura 7-B que os meses mais críticos foram novembro e dezembro. A explicação para esta diferença em relação ao comportamento observado na figura 7-A, pode estar relacionada à posição geográfica das UCs mais ao centro e norte do estado do Piauí (ver figura 1), pois, com a proximidade do litoral nordestino, ocorrem influências meteorológicas que interferem na sazonalidade de chuvas e na umidade (SILVA *et al*, 2013).

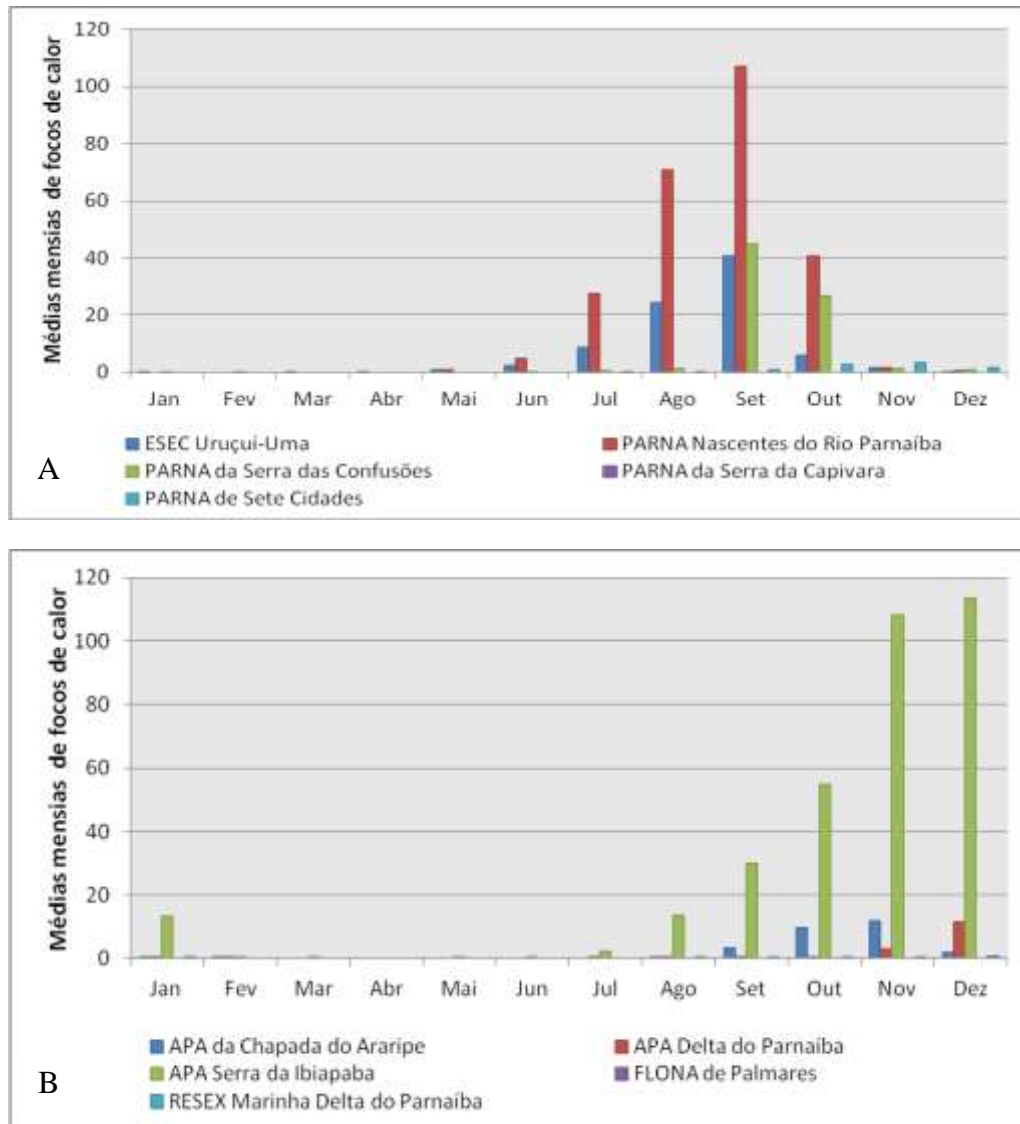


Figura 7 – Periodicidade dos focos de calor em áreas internas das UCs  
 A) Proteção integral; B) Uso sustentável

Nesta região, os menores índices de chuvas ocorrem entre agosto e dezembro, elevando-se em janeiro e fevereiro, coincidindo com o padrão observado nas médias mensais de focos de calor. Trata-se de uma suposição, pois precisariam ser considerados também os fatores socioespaciais localizados que, concomitantemente, podem ter interferido na ocorrência e elevação do número de incêndios.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As UCs sob a tutela federal do estado do Piauí integram o conjunto de iniciativas de políticas territoriais de conservação da biodiversidade dos biomas do Cerrado e Caatinga, além da proteção legal de importantes mananciais hídricos, como no caso da bacia do Rio

Parnaíba. Acrescente-se a proteção de zonas costeiras e marinhas representadas pela presença da APA Delta do Parnaíba e da RESEX Marinha do Delta do Parnaíba, que se estendem pelos estados vizinhos (Maranhão e Ceará). A presença de diversas espécies ameaçadas de extinção é outra justificativa importante no processo de conservação territorial destas UCs.

O tamanho das áreas federais protegidas ainda é considerado pequeno diante das necessidades de conservação ambiental no estado. As áreas federais com maior efetividade de proteção (parques e estação ecológica) perfazem apenas 996.912,14 ha (3,96%) que somados aos 1.457.858,23 ha (5,80%), totalizam 2.454.770,37 ha (9,76%). Se adicionarmos 132.707 hectares das UCs estaduais, chegaremos a 10,30% do território do Piauí. Estes valores não refletem os aspectos qualitativos necessários à efetividade de gestão territorial das UCs. Alguns indicadores de gestão assinalados no trabalho informam que a maioria das áreas protegidas federais ainda não tem plano de manejo e nem conselho gestor ou consultivo instalado. A maior preocupação reside nas deficiências de infraestrutura de pessoal, orçamento e bens materiais, o que reflete negativamente sobre a conservação ambiental dos territórios. Este problema não é específico do estado do Piauí, mas atinge a maior parte das UCs brasileiras, já tendo sido apontado em outras publicações (IBAMA, 2007; ICMBIO, 2012; VALLEJO, 2011 e 2012).

Os registros de focos de calor durante o período de análise indicam alguns aspectos preocupantes como na constatação do incremento anual do número de incêndios dentro e nas zonas de amortecimento das UCs. As médias anuais dos últimos 6 anos (2010 a 2015) demonstram a intensificação do problema de forma mais acentuada nas UCs de proteção integral, com destaque para o PARNA das Nascentes do Rio Parnaíba. A posição geográfica mais ao sul do estado indica também a grande proximidade de áreas agrícolas onde prevalecem os plantios de soja. Nestes casos, a função de amortecimento das pressões externas não ocorre efetivamente e as queimadas recorrentes acabam avançando para dentro dos limites da UC. Este problema já tinha sido apontado anteriormente e vem afetando regionalmente áreas de conservação próximas às pastagens e plantios de soja em estados como Rondônia, Amazonas, Pará, Maranhão, Piauí, Ceará e Bahia. As pressões decorrentes dos incêndios são maiores durante os meses mais secos (junho a setembro), acompanhando uma tendência generalizada observada em todo território nacional. Existe ainda a possibilidade do agravamento das secas em toda região nordestina, principalmente a partir do ano de 2010.



Além da necessidade de se debater a ampliação dos espaços protegidos no estado do Piauí, ações políticas efetivas de controle e gestão territorial precisam acontecer, aliadas aos programas educativos e preventivos. Estes programas e as respectivas ações, de curto e médio prazos, poderão ajudar a reverter o quadro de intervenções negativas que comprometem seriamente as potencialidades naturais e os serviços ambientais prestados pelos ecossistemas regionais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 53. p.157-166. 2005 . Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142005000100010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142005000100010&lng=en&nrm=iso) >. Acesso em agosto de 2016
- FREITAS, S. R.; LONGO, K. M.; DIAS, M. A. F. S. e DIAS, P. L. S. Emissões de queimadas em ecossistemas da América do Sul. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 53, p. 167-185. 2005. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142005000100011&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142005000100011&lng=en&nrm=iso) > Acesso em agosto/2016
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Efetividade de gestão das unidades de conservação federais do Brasil**. WWF-Brasil. – Brasília: Ibama, 2007. 96 p.
- ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Efetividade de gestão das unidades de conservação federais. Avaliação comparada das aplicações do método RAPPAM nas Unidades de Conservação Federais, nos ciclos 2005-06 e 2010**. 2012. Disponível em: < <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/downloads/relatorio%20rappam%202005%20x%202010%20-%20verso%20integral.pdf> > Acesso em agosto/2016
- KLINK, C. A. e MACHADO, R. B. A Conservação do Cerrado Brasileiro. **Megadiversidade**, v 1, n 1, p. 147-155. 2005
- PANTOJA, N. V. e 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. **Anais...** XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. INPE Florianópolis, p. 4501-4508, 2007.
- PIROMAL, R. A. S.; RIVERA-LOMBARDI, R. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; FORMAGGIO, A. R. e KRUG, T. Utilização de dados MODIS para a detecção de queimadas na Amazônia. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 1. 2008.

SANTOS, J. F.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Perfil dos incêndios florestais no Brasil em áreas protegidas no período de 1998 a 2002. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 36, n. 1, 2006.

SILVA, V. M. A; MEDEIROS, R. M.; SANTOS, D. R.; GOMES FILHO, M. F. Variabilidade pluviométrica entre regimes diferenciados de precipitação no estado do Piauí. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 5, p.1463-1475. 2013. Disponível em : < <http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/view/773/484> > Acesso em agosto/2016

SILVA, V. P. R.; PEREIRA, E. R. R.; AZEVEDO, P. V.; SOUSA, F. A. S. e SOUSA, I. F.- Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.2, Campina Grande, PB. p.131–138, 2011

SOARES, R. V.; SANTOS, J. F. Perfil dos incêndios Florestais no Brasil de 1994 a 1997. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 32, n. 2, 2002.

SOUZA FILHO, C. R. **O sensor MODIS a bordo das plataformas Terra e Aqua**. MundoGEO. Maio de 2004. Disponível em: < <http://mundogeo.com/blog/2004/05/23/o-sensor-modis-a-bordo-das-plataformas-terra-e-acqua/> > Acesso em agosto/2016

VALLEJO, L. R. **A dimensão política da conservação ambiental no centro-oeste brasileiro**. In: Carlos Alberto Franco da Silva e Luciano Bonfim do Nascimento. (Org.). Redes políticas do agronegócio da soja: interesse, estratégia e resistências. 1ª ed. Rio de Janeiro: Livre Expressão, v. 1, p. 167-199. 2010,

VALLEJO, L. R. **Os Focos de Calor em Unidades de Conservação Brasileiras**. In: Giovanni Seabra. (Org.). Educação Ambiental no Mundo Globalizado: uma ecologia de riscos, desafios e resistência. Editora Universitária da UFPB, João Pessoa, v. 1, p. 171-183. 2011

VALLEJO, L. R. Uma avaliação sobre os focos de calor e os conflitos territoriais em áreas protegidas do nordeste brasileiro (1998-2011). **Cadernos do Logepa**, João Pessoa, v. 7, n. 1, p. 3-24, jan./jun. 2012