

## ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE FOCOS DE CALOR NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA) DA CHAPADA DO ARARIPE NOS ANOS DE 2010 A 2015

Ulisses Costa de Oliveira (\*), Petronio Silva de Oliveira, Carla Janaína Vasconcelos Pinheiro

\*Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE, ucoliveira@msn.com

### RESUMO

O semiárido brasileiro possui uma alta taxa de ocorrência de queimadas, o que causa grande preocupação à sociedade. No contexto das unidades de conservação (UCs), a Área de Proteção Ambiental (APA) da Chapada do Araripe possui alta relevância, especialmente por representar um ambiente de exceção no contexto do semiárido. Dada esta importância, este trabalho visou analisar a densidade de focos de calor localizados na UC APA da Chapada do Araripe, nos anos de 2010 a 2015, usando mapas gerados através do estimador de densidade *Kernel*. Para a manipulação dos dados foi utilizado o software QGIS Wien, versão 2.8. Foram gerados mapas, classificados com densidades relativas, usando escala de cores, divididas em cinco classes representadas pelas cores branca (Muito baixa), verde (Baixa), amarelo (Média), laranja (Alta) e vermelho (Muito alta). Os resultados mostram que ao longo dos anos os focos de calor estiveram concentrados na porção central da UC, por ser uma área plana, com predisposição a atividades agrossilvipastoris. Além disso, o ano de 2015 foi o que apresentou número de focos mais expressivos, totalizando 1.444 focos de calor, com crescimento de 72% em relação ao ano de 2014, menor resultado da série analisada, com 838 focos de calor.

**Palavras-chave:** Unidade de Conservação, Focos de queimada, Método de *Kernel*.

### 1. INTRODUÇÃO

A vegetação é considerada um indicador de qualidade ambiental, na medida em que atua associada a outros indicadores, tais como qualidade da água, do ar, solos, fauna e clima, na condição de elemento indispensável ao equilíbrio, seja na manutenção de algumas necessidades do momento, seja nas ações que visam a melhoria da qualidade de vida em áreas mais comprometidas (SOUSA, 2008).

No contexto do semiárido brasileiro, é prática cultural das populações realizarem a remoção de vegetação, visando o uso alternativo do solo para atividades agropecuárias e extração vegetal. Além disso, a produção agropecuária, se praticada de forma incorreta, pode causar danos ao meio ambiente, contribuindo para a degradação dos meios físico e biótico. A vegetação da Caatinga serve como combustível para fornos de atividades industriais, o que promove a intensificação nos processos de degradação da vegetação, influenciando desde a temperatura até a disponibilidade hídrica, necessitando, portanto, de um monitoramento das condições de manejo da vegetação e do solo na região.

Dentre os diversos instrumentos que visam fortalecer as ações de preservação e conservação ambiental, figura a criação de áreas destinadas à proteção e conservação ambiental como instrumento fundamental na manutenção da qualidade ambiental e dos processos ecológicos.

Nesse contexto, o objeto de estudo do presente trabalho é a unidade de conservação denominada Área de Proteção Ambiental (APA) da Chapada do Araripe, localizada na região sul do estado do Ceará, caracterizando-se por sua bela paisagem em termos de relevo e vegetação, apresentando ainda, espécies faunísticas diversas, tais como o soldadinho-do-araripe, ave somente encontrada nos municípios de Barbalha, Araripe, Crato e Missão Velha, todos no Ceará.

Faganello et al. (2006) afirma que o uso indevido do solo por meio de queimadas é um dos fatores que podem levar as bacias hidrográficas a um processo de degradação gerando riscos tanto na quantidade e qualidade da água dessas bacias, bem como do solo.

Visando o monitoramento desses eventos, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE disponibiliza dados de focos de calor que são obtidos de satélites polares e geoestacionários. Esses dados são gerados a partir de coletas de sensores que operam na faixa termal, entre 3,7 um e 4,1 um. De modo geral, queimadas

com uma dimensão mínima de 30 x 1 m são captadas e classificadas como foco de calor (LAZZARINI et al, 2013).

Assim, o presente trabalho objetivou analisar, através de ferramentas de geoprocessamento, a disposição dos focos de calor ao longo dos anos de 2010 a 2015, na Área de Proteção Ambiental da Chapada do Araripe, unidade de conservação (UC) federal, com território abrangendo os estados do Ceará, Pernambuco e Piauí.

Para áreas muito extensas, as técnicas de geoprocessamento mostram-se ferramentas essenciais e também viáveis, pois sua utilização em trabalhos voltados para a temática ambiental traz imensos ganhos, em função de seu baixo custo e relativa facilidade de uso.

Por fim, este trabalho proporcionará uma contribuição para o conhecimento da situação da referida Unidade de Conservação quanto à distribuição dos focos de queimadas em seu território ao longo de seis anos. Assim, a sociedade e os órgãos públicos gestores disporão de informações para criar instrumentos de gestão, visando coibir ou tornar exequíveis as atividades e/ou empreendimentos, de modo que causem o menor dano possível, contribuindo para o seu planejamento de forma a promover a qualidade ambiental na região através de práticas sustentáveis.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

De acordo com o SNUC as unidades de conservação são espaços territoriais e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000).

Ainda segundo o SNUC, as UCs são divididas em duas categorias: Uso Sustentável e Proteção Integral. As UCs de Proteção Integral têm como objetivo a preservação da natureza, sendo apenas admitido em seu espaço territorial o uso indireto dos seus recursos naturais. As UCs de Uso Sustentável possuem caráter mais flexível, admitindo as práticas de conservação da natureza aliadas ao uso sustentável dos recursos naturais.

São de Uso Sustentável as seguintes modalidades de UC: Área de Proteção Ambiental (APA); Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE); Floresta Nacional (FLONA); Reservas Extrativistas (RESEX); Reserva de Fauna (REFAU); Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS); e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN). As unidades de Proteção Integral são: Estação Ecológica (ESEC); Reserva Biológica (REBIO); Parque Nacional (PARNA); Monumento Natural (MN); e Refúgio da Vida Silvestre (RVS).

De acordo com dados do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC/MMA), mantido e gerenciado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), as UCs criadas e administradas pelos governos federal, estadual e municipal somam 1943 unidades. Juntas, essas unidades estão distribuídas por todos os biomas do Brasil e recobrem aproximadamente 20% do território nacional, distribuídas conforme a Tabela 1.

**Tabela 1: Unidades de Conservação por categoria e representação no território nacional. Fonte: CNUC/MMA, 2016.**

TIPO DE USO	ÁREA UCs (km <sup>2</sup> )	% TERRITÓRIO BR
PROTEÇÃO INTEGRAL	581.548,23	6,81
USO SUSTENTÁVEL	1.109.217,40	13,03

Em termos de extensão territorial, as Áreas de Proteção Ambiental – APA se destacam pelo tamanho, característica própria deste tipo de UC, conforme pode-se verificar no SNUC.

A Área de Proteção Ambiental é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (BRASIL, 2000).

Os diversos tipos de Unidades de Conservação possuem características e objetivos próprios, visando adequarem-se às características do ambiente no qual serão instituídas.

Apesar de a criação de áreas especialmente protegidas ser uma iniciativa de grande significância, é importante que se tenha em mente que a necessidade de preservação aplica-se a todos os ambientes. Dessa forma, verifica-se a urgente necessidade de mudança das práticas quanto ao manejo ambiental.

## **2.2. GEOPROCESSAMENTO APLICADO À GESTÃO AMBIENTAL**

A utilização de geotecnologias vem evoluindo de forma significativa nos últimos anos, abrangendo diferentes organizações nas áreas de administração municipal, infraestrutura, gestão ambiental, educação, dentre outras. Assim, o uso de técnicas de sensoriamento remoto pode ser uma alternativa para tornar mais objetiva a identificação de panoramas agrícolas regionais e, sobretudo nacionais (ANDRADE et al., 2013).

Nesse contexto, o geoprocessamento pode ser entendido como um conjunto de conhecimentos e técnicas computacionais para o tratamento da informação geográfica (CAMARA e MEDEIROS, 1998) e representa, por meio de tecnologias que envolvem coleta e tratamento de informações espaciais, qualquer tipo de processamento de dados georreferenciados, buscando uma representação.

O Geoprocessamento, em função de seu alto custo-benefício, apresenta-se como uma importante ferramenta para a Gestão Ambiental, principalmente quando se trata de grandes áreas, onde os estudos podem tornar-se caros e demorados.

Nessa perspectiva, a disponibilidade de informações detalhadas e atualizadas sobre a localização e extensão das áreas queimadas é fundamental para avaliar perdas econômicas e efeitos ecológicos, monitorar mudanças no uso e cobertura da terra e elaborar modelos atmosféricos e de impactos climáticos devidos à queima de biomassa (SILVA; ROCHA; ANGELO, 2015).

O monitoramento operacional dos incêndios na vegetação, feito a partir dos dados de focos de calor, é adequado a regiões remotas e sem outros meios de detecção em tempo real, como ocorre na área de estudo e na maior parte do país (SETZER & MORELLI, 2011).

## **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **3.1. ÁREA DE ESTUDO**

A área de estudo compreende a unidade de conservação federal denominada Área de Proteção Ambiental da Chapada do Araripe, que localiza-se na porção sul do estado do Ceará, limitada a oeste pelo Piauí, norte e leste pelo Ceará e ao sul, por Pernambuco (Figura 1). Localiza-se entre as coordenadas UTM 290.839 E / 9.135.819 N e 501.341 E / 9.230.256 N, Datum WGS 84, Zona 24S. Ocupa uma área de 972.590,45 hectares, abrangendo os municípios de Missão Velha, Abaiara, Brejo Santo, Porteira, Jardim, Jati, Pena Forte, Barbalha, Crato, Nova Olinda, Santana do Cariri, Araripe, Potengi, Campos Sales, Salitre, no Estado do Ceará, Araripina, Trindade, Ouricuri, Ipubi, Exu, Santa Cruz, Bodocó, Cedro, Moreiândia, Granito, Serrita, no Estado de Pernambuco, Fronteira, Padre Marcos, Simões, Paulistana, Pio IX, Caldeirão Grande, Cural Novo, no Estado do Piauí.

A referida unidade de conservação foi criada com o objetivo de proteger a fauna e flora, especialmente as espécies ameaçadas de extinção; garantir a conservação de remanescentes de mata aluvial, dos leitos naturais das águas pluviais e das reservas hídricas; garantir a proteção dos sítios cênicos, arqueológicos e paleontológicos do Cretáceo Inferior, do Complexo do Araripe; ordenar o turismo ecológico, científico e cultural, e as demais atividades econômicas compatíveis com a conservação ambiental; incentivar as manifestações culturais e contribuir para o resgate da diversidade cultural regional; assegurar a sustentabilidade dos recursos naturais, com ênfase na melhoria da qualidade de vida das populações residentes na APA e no seu entorno.

Em termos climáticos, a unidade de conservação apresenta três zonas climáticas: clima tropical quente semiárido, clima tropical quente semiárido brando e clima tropical quente sub-úmido. Diretamente relacionada com as características climáticas, a vegetação da região apresenta seis unidades fitoecológicas diferentes, quais

sejam, Floresta Subperenifolia Tropical Plúvio-Nebular, Floresta Subcaducifolia Tropical Plúvio-Nebular, Floresta Subcaducifolia Tropical Pluvial, Floresta Subcaducifolia Xeromorfa Tropical, Floresta Caducifolia Espinhosa e Carrasco. Em relação aos solos, a UC apresenta as seguintes classes pedológicas: Bruno não Cálcico, Latossolo Vermelho-Amarelo, Podzólico Vermelho-Amarelo, Solos Aluviais, Solos Litólicos, Terra Roxa Estruturada Similar e Vertissolos. A compartimentação geoambiental da bacia apresenta os seguintes sistemas ambientais: Chapada do Araripe e Sertões (IPECE, 2015).

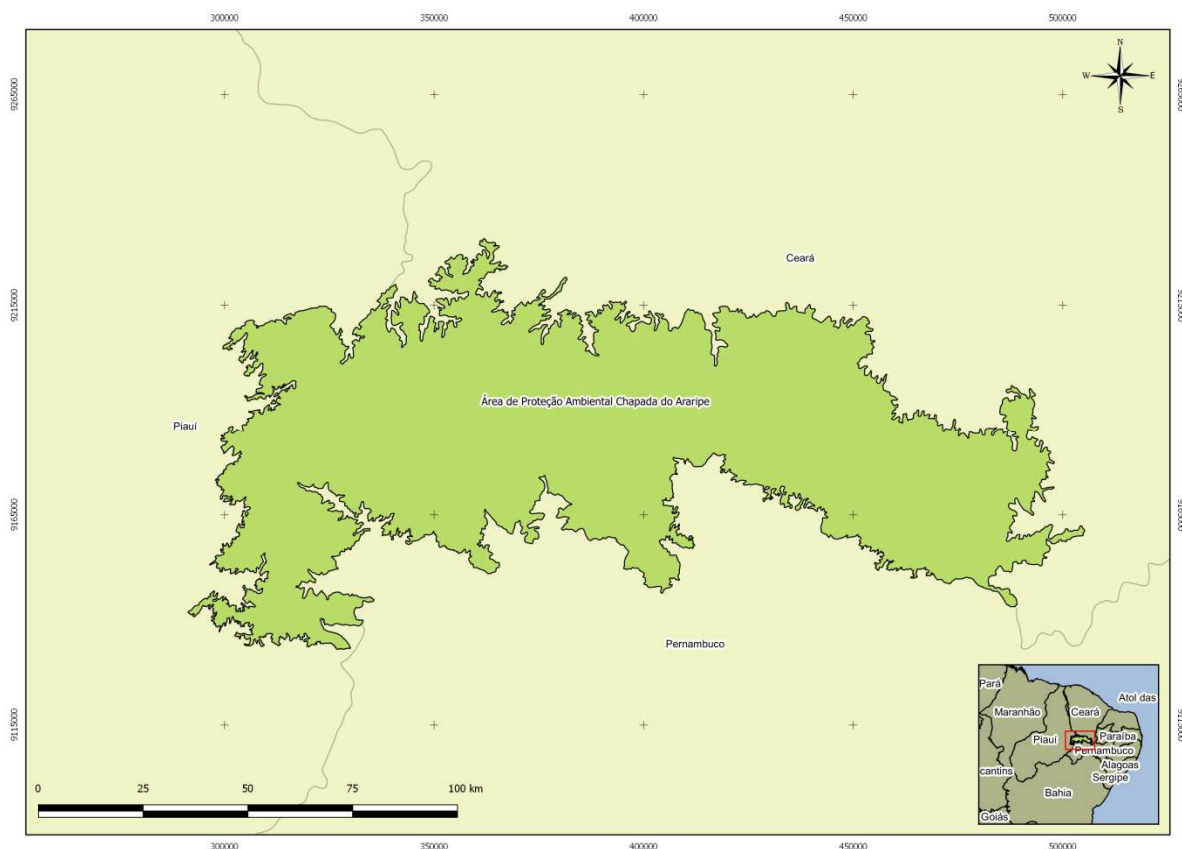


Figura 1: Localização da APA da Chapada do Araripe. Fonte: Autor do Trabalho.

### 3.2. BASE DE DADOS

Os dados deste trabalho foram adquiridos na base do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em arquivo shapefile disponibilizados em <http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas>.

Os dados coletados foram tabulados e, em seguida, gerou-se um arquivo de formato *.csv* (*Comma Separated Value*) e posteriormente importou-se para ambiente SIG utilizando-se o QGIS, versão 2.8 Wien. Em seguida, gerou-se arquivo vetorial de pontos em formato *shape ESRI*, com Sistema de Referência de Coordenadas definido em WGS 84 / UTM zona 24S.

Assim foi gerada uma nuvem de pontos contendo informações por ano dos focos de queimadas cometidas na APA da Chapada do Araripe. Estes foram a base para geração dos mapas de densidade. Para isto, foi utilizado o estimador de densidade *kernel*, contido na ferramenta Mapa de Calor do QGIS. A partir da função Mapa de Calor, obtém-se um arquivo matricial como resultado da soma do empilhamento de *n* outros raster circulares de raio *h* para cada ponto do dado de entrada segundo a fórmula (1) abaixo:

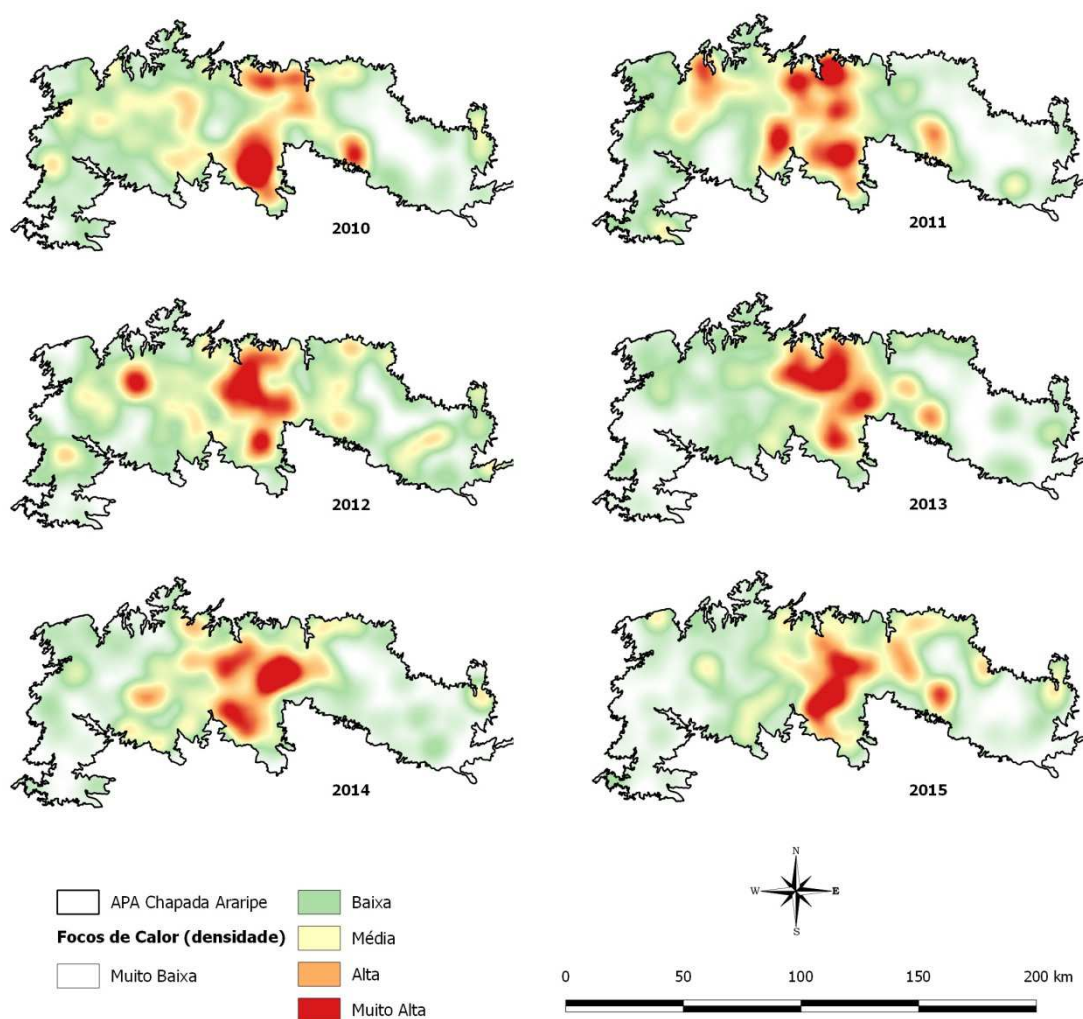
$$\hat{f}_h(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h}\right) \quad \text{fórmula (1)}$$

Na qual *K* = função de kernel; *h* = raio de busca; *x* = posição do centro de cada célula do raster de saída; *X<sub>i</sub>* =

posição do ponto  $i$  proveniente do centroide de cada polígono; e  $n$  = número total de infrações ambientais.

O estimador de densidade *kernel* desenha uma vizinhança circular ao redor de cada ponto da amostra, correspondendo ao raio de influência, e então é aplicada uma função matemática de 1, na posição do ponto, a 0, na fronteira da vizinhança. O valor para a célula é a soma dos valores *kernel* sobrepostos, e divididos pela área de cada raio de pesquisa (SILVERMAN, 1986 apud SOUZA et al., 2013).

Para identificação das regiões de concentração dos focos de queimadas, utilizou-se a classificação assim denominada: Muito baixa (branco), Baixa (verde), Média (amarelo), Alta (laranja) e Muito alta (vermelho). Os mapas resultantes estão mostrados na Figura 2.



**Figura 2: Mapas de concentração de focos de queimadas na APA Chapada do Araripe nos anos 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 e 2015. Muito baixa (branco); Baixa (verde); Média (amarelo); Alta (laranja) e Muito Alta (vermelho). Fonte: Autor do Trabalho**

Após a geração dos mapas contendo as regiões de concentração, procedeu-se a reclassificação dos dados *raster* gerados com base na renderização da banda da imagem na opção banda simples falsa-cor, categorizando-a em cinco classes, conforme descrito no parágrafo anterior.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelas características geomorfológicas da região estudada, que possui relevo em forma de Chapada, caracterizada por ter grandes superfícies planas com altitudes maiores do que seiscentos metros, esta mostra-se

bastante suscetível a desmatamentos para usos alternativos voltados para agricultura e pecuária, em função das condições climáticas e edáficas.

A disposição das concentrações dos focos mostrados na Figura 2 mostra uma prevalência em todos os anos na região central, justamente o local onde as declividades mostram-se mais suavizadas.

Com relação ao quantitativo de focos, o ano mais expressivo em número de focos de calor na Unidade de Conservação foi 2015, apresentando 1444 focos de calor, com crescimento de 72% em relação ano de 2014, que foi o menor da série analisada, com 838 focos de calor. O gráfico da Figura 3 mostra a evolução dos focos de calor ao longo dos anos monitorados na área de estudo.

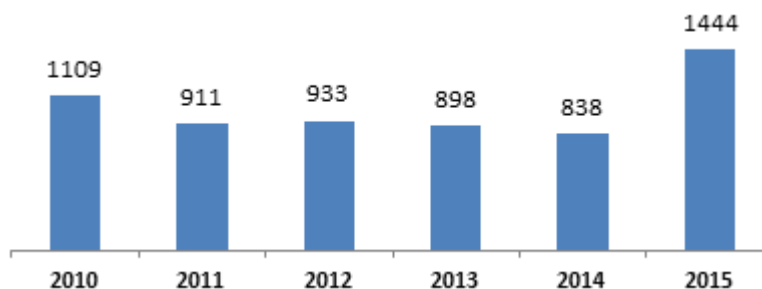


Figura 3: Evolução dos focos de calor durante os anos monitorados na APA Chapada do Araripe.  
Fonte: Autor do Trabalho

## 5. CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Os dados fornecidos pelo INPE indicam a existência de queimadas, porém, não fornecem informações acerca de áreas, apesar de representarem de forma satisfatória a disposição dos incêndios tanto espacial como temporalmente.

Através do estimador de densidade *kernel* foi possível a análise do comportamento espectral dos focos de calor, gerando-se informações qualitativas acerca da área estudada.

É importante o aprofundamento deste tipo de pesquisa, correlacionando-a a outras variáveis ambientais e socioeconômicas de forma que se possa consolidar o conhecimento não somente de forma quantitativa, mas também qualitativamente.

Por fim, é necessário o engajamento da sociedade e do Poder Público no combate a queimadas e incêndios, fomentando práticas mais sustentáveis no contexto do semiárido brasileiro, para que se evite o aumento excessivo da pressão sobre a vegetação e solo, intensificando os processos de desertificação.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, J. B.; CARVALHO, A. O.; REGO, C. A. R. M.; DIAS, C. W. S.; CHAGAS, L. C.; ROCHA, S. F.; MARINHO, T. R. S.; BRITO, D. R. B. **Distribuição espacial e temporal da cobertura vegetal e uso do solo do município de Anapurus - Ma.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16. (SBSR), 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. p. 7376-7381. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00066-9 (Internet), 978-85-17-00065-2 (DVD). Disponível em: <<http://urlib.net/3ERPFRTRW34M/3E7GMJ5>>. Acesso em: 15 set. 2016.
2. BRASIL. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação.** Lei 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.
3. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC).** Acesso em 15 set. 2016. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/areas-protetidas/cadastro-nacional-de-ucs>>.
4. CAMARA, G.; MEDEIROS, C. **GIS para meio ambiente.** São José dos Campos: INPE, 1998.

5. FAGANELLO, C. R. F.; FOLEGATTI, M. V.; GONÇALVES, R. A. B.; MEIRA, A. M. **Fundamentos de educação ambiental e efetivação do princípio da participação na microbacia do Ribeirão dos Marins-piracicaba/SP, como ferramentas orientadoras do uso racional da água.** Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v.16, p. 47-58, 2006.
6. IPECE. Perfil Básico Municipal 2015. Disponível em <<http://www.ipece.ce.gov.br/perfil-basico-municipal>> Acessado em 14 set. 2016
7. LAZZARINI, G. M. J.; FERREIRA, L. C. C.; FELICÍSSIMO, M. F. G.; OLIVEIRA, L. N.; ALVES, M. V. G. **Análise da detecção e ocorrência de queimadas em áreas urbanas e entorno.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17. (SBSR), 2015, João Pessoa. Anais... São José dos Campos: INPE, 2015. p. 2653-2660. Internet. ISBN 978-85-17-0076-8. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP6W34M/3JM4A8T>>. Acesso em: 15 set. 2016.
8. SETZER, A.W.; MORELLI, F. **Diferenças na quantificação de focos de queima de vegetação conforme o satélite e o sensor do monitoramento.** In: 5º. Simpósio Sul-Americano sobre Controle de Incêndios Florestais, Campinas, São Paulo, abril/2011. Anais... São Paulo. 264-267 p., 2011.
9. SILVA, T.B; ROCHA, W.J.S.F; ANGELO, M.F. **Quantificação e análise espacial dos focos de calor no Parque Nacional da Chapada Diamantina - BA.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16. (SBSR), 2013, Foz do Iguaçu. Anais... São José dos Campos: INPE, 2013. pág.6969 a 6976. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00066-9 (Internet), 978-85-17-00065-2 (DVD). Disponível em: <<http://urlib.net/3ERPFQTRW34M/3E7GMJ5>>. Acesso em: 15 abr. 2016.
10. SOUSA, J. S. **Áreas de Preservação Permanente Urbanas: mapeamento, diagnósticos, índices de qualidade ambiental e influência no escoamento superficial. Estudo de caso: Bacia do Córrego das Lajes, Uberaba/MG.** 187 p. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Engenharia Civil). Universidade Federal de Uberlândia, MG, 2008.
11. SOUZA, N. P.; SILVA, E. M. G. C.; TEIXEIRA, M. D.; LEITE, L. R.; REIS, A. A.; SOUZA, L. N.; ACERBI JUNIOR, F. W.; RESENDE, T. A. **Aplicação do Estimador de Densidade kernel em Unidades de Conservação na Bacia do Rio São Francisco para análise de focos de desmatamento e focos de calor.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16. (SBSR), 2013, Foz do Iguaçu. Anais... São José dos Campos: INPE, 2013. p. 4958-4965. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00066-9 (Internet), 978-85-17-00065-2 (DVD). Disponível em: <<http://urlib.net/3ERPFQTRW34M/3E7GJCH>>. Acesso em: 15 set. 2016.