GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO MAPEAMENTO DAS INFRAÇÕES AMBIENTAIS NAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO ICMBIO TERRA DO MEIO

Erick Rodrigo Porto Pinho [1], Nicola Saverio Holanda Tancredi [2], Fábio Menezes de Carvalho [3], Bruno José Castro Lima [4]

[1,2,3]Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Av. Tapajós, 2207, Laguinho, Santarém/PA, e-mail: erick.pinho@icmbio.gov.br, nicola.tancredi@icmbio.gov.br, fabio.carvalho@icmbio.gov.br; [4]Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Rua Coronel José Porfírio, 3455, São Sebastião, Altamira/PA, e-mail: bruno.lima@icmbio.gov.br

RESUMO

Este trabalho mapeou as infrações ambientais nas Unidades de Conservação (UCs) federais do Núcleo de Gestão Integrada (NGI) ICMBio Terra do Meio. Foram levantadas informações georreferenciadas sobre os vetores de pressão de infrações ambientais e classificadas conforme o Decreto 6.514/2008, que regulamentou a Lei de Crimes Ambientais, e gerados mapas temáticos para representar as infrações nas UCs. O maior número de autos de infração lavrados ocorreu na Esec Terra do Meio com 141, seguido da Resex Riozinho do Anfrísio com 56, Parna Serra do Pardo com 22, Resex Rio Xingu e Rio Iriri com 15 e 06, respectivamente. As infrações ambientais com maiores incidências nas UCs foram contra a flora, fauna e administrativa. Ficou demonstrado que a utilização de ferramentas de geoprocessamento é eficiente para a quantificação e classificação de infrações ambientais em UCs, bem como para a identificação de fatores de pressão que contribuem para tais ocorrências.

Palavras-chave – Infrações Ambientais, Unidades de Conservação, NGI ICMBio Terra do Meio.

ABSTRACT

This work mapped the environmental infractions in the federal Conservation Units of the Integrated Management Center (NGI) ICMBio Terra do Meio. Georeferenced information was collected on the environmental pressure vectors, the infractions were qualified according to Decree 6.514/2008 that regulated the Environmental Crimes Law, and thematic maps were generated to represent the concentration of phenomenons in the UC. The highest number of infraction notices was issued at Esec Terra do Meio with 141, followed by Resex Riozinho do Anfrísio with 56, and Parna Serra do Pardo with 22, Resex Rio Xingu e Rio Iriri with 15 e 06, respectively. The highest incidence in the UC were infractions against the flora, fauna and administrative. It has been showed that geoprocessing tools were precise to quantification and classification of environmental infractions at Federal Conservation Unity, as it presenting environmental pression vectors.

Key words – *Environmental Infractions, Conservation Units, NGI ICMBio Terra do Meio.*

1. INTRODUÇÃO

A utilização de geotecnologias e técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto para a implantação e gestão de Unidades de Conservação (UCs) constitui-se uma importante ferramenta de planejamento ambiental, pois auxilia na manipulação de grande quantidade de informações espaciais, possibilita identificar e estabelecer um controle e/ou direcionamento das atividades antrópicas de uso da terra, avaliando os possíveis conflitos com suas aptidões e exigências legais e auxiliando na tomada de decisão nas atividades de planejamento ambiental [1] [2]. Sensoriamento Remoto é a tecnologia que permite obter imagens – e outros tipos de dados – da superfície terrestre, por meio da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície [3].

O Núcleo de Gestão Integrada (NGI) ICMBio Terra do Meio foi instituído pela Portaria ICMBio n° 291, datado de 18/04/2018 e constitui-se de um arranjo organizacional estruturador do processo gerencial que integra a gestão de cinco Unidades de Conservação Federais, sendo elas: 1) Estação Ecológica da Terra do Meio; 2) Parque Nacional da Serra do Pardo; 3) Reserva Extrativista Rio Iriri; 4) Reserva Extrativista Rio Xingu; e 5) Reserva Extrativista Riozinho do Anfrísio. Juntas essas cinco Unidades de Conservação totalizam cerca de 5.258.782 hectares, e abrangem partes dos municípios de Altamira e São Félix do Xingu, ambos no estado do Pará, e são geridas pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

Destinar áreas da união voltadas à proteção integral e sustentável do meio ambiente traz diversos benefícios, com maior segurança aos ocupantes legítimos da terra, ganha o Estado por promover regularização fundiária [4].

A partir dos anos 2000, a região da Terra do Meio passou a apresentar um dos piores índices de desmatamento do país, consequência do aumento do rebanho bovino e grilagem de terras, além das atividades econômicas já difundidas no território, como mineração, exploração madeireira e a especulação imobiliária decorrente da construção da usina hidrelétrica de Belo Monte, no rio Xingu [5].

Nesse sentido, o trabalho em questão mapeou as infrações ambientais ocorridas nas Unidades de Conservação do NGI ICMBio Terra do Meio, consideradas há muito tempo uma avançada fronteira do estado do Pará [6], que vem cada vez mais sendo pressionadas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram levantadas as informações públicas referente aos autos de infração ambientais lavrados pelo ICMBio nas UCs que compõem o NGI Terra do Meio. Os dados coletados foram importados em formato de vetor (*shapefile*) para o ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas), utilizando-se o QGIS, versão 3.16 Hannover. O Sistema de Referência de Coordenadas Projetado definido foi o UTM zona 22S, sendo o SIRGAS 2000 o *Datum* de referência.

Os autos de infração levantados datam do período de 2008 a 2020. Nesta etapa, também foi feita a qualificação dos processos, os quais foram classificados de acordo com a categoria de ilícitos ambientais, conforme Decreto n° 6.514/2008, que dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente:

a) Infrações contra a fauna: artigos 24, 35, 84 e 92;
b) Infrações contra a flora: artigos 43, 48, 51, 54 e 92;
c) Infrações administrativas: artigos 77, 79, 90, 91 e 92 (parágrafo único); e
d) Mineração: artigos 63 e 92.

O artigo 92 do Decreto 6.514/2008 é genérico e possui como descrição "penetrar em unidade de conservação conduzindo substâncias ou instrumentos próprios para caça, pesca ou para exploração de produtos ou subprodutos florestais e minerais, sem licença da autoridade competente", por isso pode ser associado a qualquer uma das quatro categorias utilizadas, observando-se a materialidade da infração para cada caso.

A Tabela 1 dispõe sobre os enquadramentos legais da Decreto 6.514/2008 que trata sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente aplicados pelos agentes autuantes no território do NGI ICMBio Terra do Meio.

Infrações Contra a Fauna	Art. 24. Matar, perseguir, caçar, apanhar, coletar espécimes da fauna; Art. 35. Pescar em período ou local no qual a pesca seja proibida; Art. 84. Introduzir em UC espécies alóctones; Art. 92. Penetrar em UC conduzindo substâncias ou instrumentos próprios para caça, pesca ou para exploração de produtos ou subprodutos florestais e minerais (quando referente a caça ou pesca).
Infrações Contra a Flora	Art. 43. Destruir ou danificar floresta; Art. 48. Impedir ou dificultar a regeneração natural de florestas; Art. 51. Destruir, desmatar, danificar ou explorar floresta nativa; Art. 54. Adquirir, transportar ou comercializar produto de origem vegetal; Art. 92. Penetrar em UC conduzindo substâncias ou instrumentos próprios para caça, pesca ou para exploração de produtos ou subprodutos florestais e minerais (quando referente a exploração de produtos florestais).
Infrações Administrativas	Art. 77. Obstar ou dificultar a ação do Poder Público no exercício de atividades de fiscalização ambiental; Art. 79. Descumprimento de embargo de obra ou de atividades; Art. 90. Realizar quaisquer atividades ou adotar conduta em desacordo com os objetivos da UC; Art. 91. Causar dano à unidade de conservação; Art. 92. § único. Penetrar em UC cuja visitação pública ou permanência sejam vedadas.
Mineração	Art. 63. Executar pesquisa, lavra ou extração de minerais sem a competente autorização, permissão, concessão ou licença da autoridade ambiental competente ou em desacordo com a obtida; Art. 92. Penetrar em UC conduzindo substâncias ou instrumentos próprios para caça, pesca ou para exploração de produtos ou subprodutos florestais e minerais (quando referente a exploração de produtos minerais).

Tabela 1. Classificação das Infrações Ambientais.

A camada dos pontos (infrações ambientais) foi classificada utilizando-se como critério o campo "descrição da infração", e a seguinte simbologia: infrações contra a fauna, com a cor vermelho; infrações contra a flora, com a cor verde escuro; infrações administrativas, com a cor laranja; e mineração, com a cor amarelo.

O estimador de densidade *kernel* é uma ferramenta que gera mapas de estimativas da variação de intensidade de eventos pontuais em uma determinada área por meio de pesos diferentes dos eventos dentro de uma esfera de influência, possibilitando a identificação e análise dos focos de calor das áreas com maior intensidade de um evento [7].

O mapa de *kernel* desenha uma vizinhança circular ao redor de cada ponto da amostra, correspondendo ao raio de influência – que para este trabalho foi utilizado um raio de 12,5 km – e então é aplicada uma função matemática de 1 na posição do ponto, a 0 na fronteira da vizinhança, conforme o raio aplicado. O valor para a célula é a soma dos valores *kernel* sobrepostos divididos pela área de cada raio [8].

3. RESULTADOS

A espacialização das autuações para o ambiente SIG gerou um arquivo vetorial com 140 pontos distribuídos no interior e entorno imediato das Unidades de Conservação federais que compõem o NGI Terra do Meio.

A Figura 1 ilustra a localização das infrações ambientais do ICMBio Terra do Meio, no período de 2008-2020, onde é

possível visualizar a distribuição das infrações nas Unidades de Conservação, permitindo relacioná-las com alguns fatores de pressão. Dentre os elementos apresentados no mapa, há os assentamentos federais identificados com a cor cinza, as estradas e ramais identificadas com linhas tracejadas em cor laranja, a Área de Proteção Ambiental (APA) Estadual Triunfo do Xingu que faz divisa com o Parna Serra do Pardo e a Esec Terra do Meio, além da hidrografia que, juntamente com as estradas, permite o acesso às UCs.

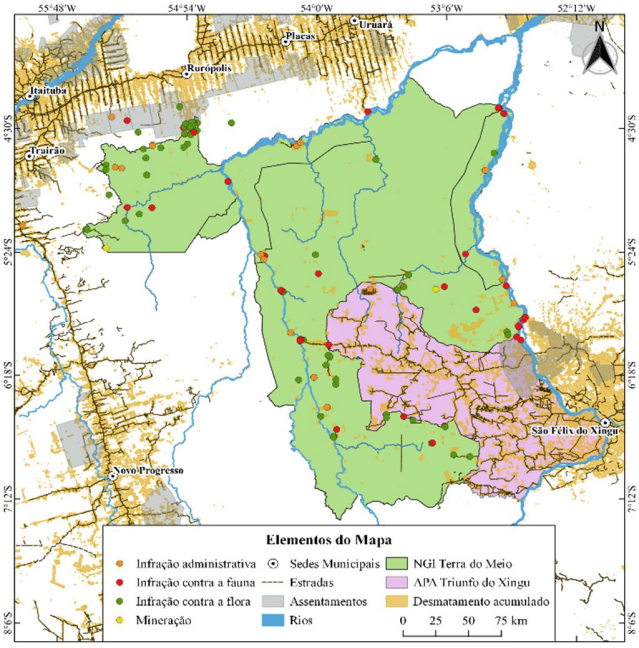


Figura 1. Infrações ambientais do NGI ICMBio Terra do Meio.

A espacialização das infrações ambientais mostrou uma maior concentração de infrações na parte norte da Resex Riozinho do Anfrísio, que faz limite ou tem proximidade com assentamentos federais, e na Esec Terra do Meio nas áreas próximas aos limites da APA Triunfo do Xingu.

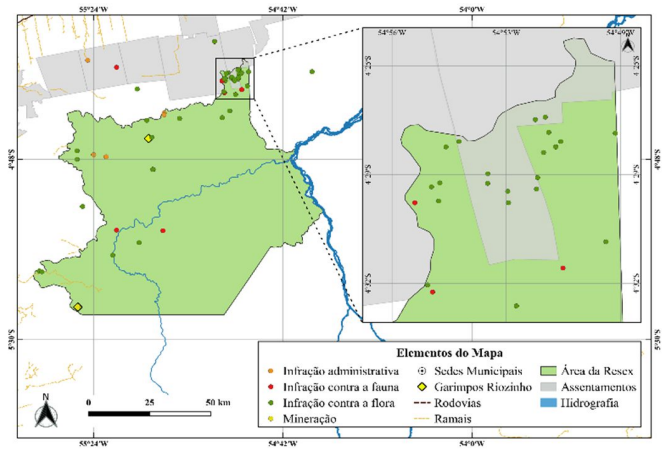


Figura 2. Infrações Ambientais da Resex Riozinho do Anfrísio.

A Figura 2 foi elaborada para destacar a sobreposição de assentamentos federais com a porção norte da Resex Riozinho do Anfrísio. Entende-se que essa sobreposição é um fator que tende a contribuir para a incidência das infrações ambientais, considerando a permanência e o uso da terra por parte dos assentados dentro da área da Reserva Extrativista.

A maior parte das infrações dentro da área ou nas proximidades com o assentamento que sobrepõe a Resex são contra a flora, ou seja, estão associadas ao desmatamento – destruir ou danificar floresta, impedir ou dificultar a regeneração natural das mesmas, desmatar ou explorar floresta nativa etc. Outra informação relevante é a localização de feições de mineração nesta UC.

A Tabela 2 discrimina os resultados quantitativos das infrações ambientais por Unidade e por tipo de infração.

UC	Contra a Fauna	Contra a Flora	Adminis-trativa	Minera-ção
ESEC Terra do Meio	49	41	51	0
PARNA Serra do Pardo	12	6	2	2
RESEX Rio Iriri	4	0	2	0
RESEX Rio Xingu	11	2	2	0
RESEX Riozinho do Anfrísio	8	41	6	1
Total	**84**	**90**	**63**	**3**

Tabela 2. Total de infrações ambientais 2008-2020 por tipo.

De acordo com os resultados, as UCs com maior número de autos de infração lavrados foram a Esec Terra do Meio com 141, seguido da Resex Riozinho do Anfrísio com 56, e Parna Serra do Pardo com 22, Resex Rio Xingu e Rio Iriri com 15 e 06, respectivamente. Os tipos de infração ambiental com maior incidência são contra a flora (37,5%), fauna (35%), administrativa (26,2%) e mineração (1,3%).

4. DISCUSSÃO

No período de 2013 a 2018, o desmatamento no NGI Terra do Meio indicou um aumento de aproximadamente 212%, totalizando 1.572 hectares de área desmatada (PRODES). De 2018 a 2019, o aumento foi de aproximadamente 232%, com 2.182 hectares de área desmatada (PRODES). É importante destacar que o desmatamento na Amazônia é consequência de diversos fatores, tais como: conflitos fundiários, expansão agropecuária, acesso e logística, capacidade de enfrentamento e fiscalização, fatores econômicos, fatores sociais etc.

Quanto à análise das informações geoespaciais ilustradas na Figura 1, vale ressaltar que, de acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), a Estação

Ecológica é uma das categorias de UCs mais restritivas, depois da Reserva Biológica. Em contrapartida a Área de Proteção Ambiental é uma das categorias mais permissivas no que diz respeito ao uso e ocupação. O que explica a quantidade de ramais na APA Triunfo do Xingu e desmatamento acumulado. Alguns desses ramais dão acesso ao interior da ESEC Terra do Meio viabilizando pessoas penetrarem e utilizarem os recursos desta UC de Proteção Integral sem a devida autorização, resultando nas infrações ambientais registradas.

Apesar de a mineração ter menos incidência, mesmo com alguns garimpos ativos dentro das UCs, outras infrações estão relacionadas a mineração, como o desmatamento para abertura de ramais ou pista de pouso que dão acesso aos garimpos, ambas infrações contra a flora. Ou seja, o garimpo também tem uma relação direta com o desmatamento nas Unidades. A Figura 3 destaca o mapa de densidade de *kernel*, complementando o entendimento dos fenômenos de pressão na área de estudo.

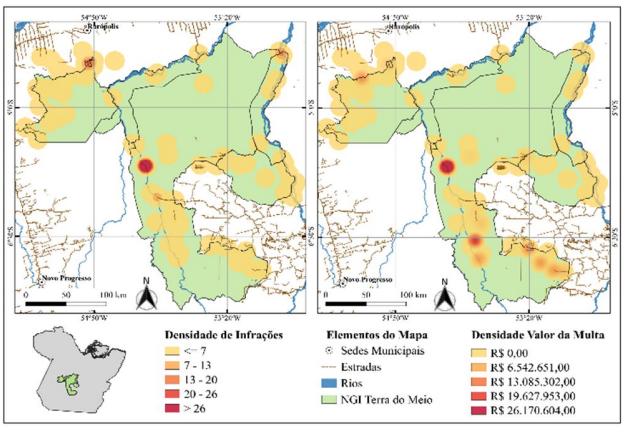


Figura 3. Densidade de infrações e valor da multa.

A espacialização dos pontos de infração no mapa da Figura 1 contribui para a visualização de como as infrações estão distribuídas na área das UCs, mas algumas limitações se apresentam, como reincidência de infrações no mesmo local ou outras infrações na vizinhança. Neste sentido para exprimir a concentração dos fenômenos de pressão antrópica e representar as infrações ambientais do NGI ICMBio Terra do Meio, utilizou-se o estimador de densidade de *kernel* (mapa de calor), aplicando como pesos os valores das multas registradas e do local da infração.

5. CONCLUSÕES

A utilização de ferramentas de geoprocessamento, tais como Sistema de Informações Geográficas (SIG) e sensoriamento remoto, aplicadas à espacialização de pontos georreferenciados tem se mostrado eficiente para a espacialização, quantificação e classificação de infrações ambientais em UC, bem como identificação de fatores de pressão que contribuem para tais ocorrências.

Essas ferramentas geram informações importantes, que somados aos dados PRODES e DETER, contribuem para orientar o planejamento das ações de fiscalização em UCs federais, priorizando recursos para ações em locais onde a pressão de infrações ambientais são maiores. Isso torna-se possível, uma vez que as ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto apresentam as referências dos locais de registro das infrações ambientais classificadas por tipo de ilícitos, podendo os resultados serem disponibilizados e armazenados para futuras consultas.

8. REFERÊNCIAS

[1] C. D. Bianchini, G. G. Oliveira. Geoprocessamento aplicado à identificação de áreas aptas para a implantação de unidades de conservação no Vale do Taquari, RS. Revista Brasileira de Cartografia, [S. l.], v. 71, n. 2, p. 513–541, 2019. DOI: 10.14393/rbcv71n2-48357. Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/48357. Acesso em: 30 set. 2022.

[2] K. M. R Borges, J. C. Orozco Filho, G. P. O. Coan, T. M. M. Vasconcelos. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento como Subsídio ao Manejo do Fogo e ao Combate aos Incêndios Florestais em Unidades de Conservação Federais. Revista Biodiversidade Brasileira, 11(2): 168-178, 2021.

[3] T. G. Florenzano. Imagens de satélite para estudos ambientais. São Paulo: Oficina de textos, 2002.

[4] T. M. R Cañete. Instrumentos de Regularização Fundiária em Ilhas da União. IN: D. M. Nascimento (org.). Regularização Fundiária em Áreas da União na Amazônia Paraense. Ed. NAEA, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, 2014.

[5] D. F. Alarcon, M. Torres. “Não tem essa lei no mundo, rapaz!” [livro eletrônico]: a Estação Ecológica da Terra do Meio e a resistência dos beiradeiros do alto Rio Iriri. São Paulo: ISA - Instituto Socioambiental; Altamira: Amora - Associação dos Moradores da Reserva Extrativista Riozinho do Anfrísio, 2014.

[6] E. R. Castro, R. Monteiro, C. P. Castro. Atores sociais na fronteira mais avançada do Pará: São Félix do Xingu e a Terra do Meio. Papers do NAEA, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, 2004.

[7] L. S. Tsuda. Análise dos atropelamentos de mamíferos em uma rodovia no estado de São Paulo utilizando *self-organizing maps*. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes. São Paulo, 125 pp., 2018.

[8] N. P. Souza, E. M. G. C. Silva, M. D. Teixeira, L. R. Leite, A. A. Reis, L. N. Souza, F. W. Acerbi Junior; T. A. Resende. 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. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013.