



Análise quantitativa de pressões antrópicas nas zonas de amortecimento das áreas protegidas do município de São Félix do Xingu, Pará.

Larissa Sousa Villas Boas Amorim^{1,2}
Ewelyn Regina Rocha Silva^{1,2}
Cintia Palheta Balieiro²
Edenise Garcia²

¹ Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
Caixa Postal 3017 – Belém - PA, Brasil
larissa.villasboas@hotmail.com
ewelyn.silva@yahoo.com

² The Nature Conservancy – TNC
Belém – PA, Brasil
cbalieiro@tnc.org
egarcia@tnc.org

Abstract. Buffer zones around protected areas in the Amazon region can help to avoid anthropic actions. In December 2010, however, the width of these buffer zones was officially reduced from 10 km to 3 km. In order to determine the potential impacts of this decrease in terms of anthropic pressure, we compared the occurrence of heat and deforestation focus in the new (3 km) and former (10 km) buffer zones of protected areas within the municipality of São Félix do Xingu, located in the eastern Brazilian Amazon, between 2007 and 2015. In general, the 10-km buffer zone was more exposed to anthropic pressures. The density of heat focus in the 10-km buffer (0.00065 focus/ha) was significantly higher than in the 3-km buffer (0.00054 focus/ha). Additionally, the proportion of deforested area (9%) in the 10-km buffer was also higher than in the 3-km buffer during the 2007-2015 period. No significant difference was observed between the occurrence of heat focus in the 2007-2010 period (before the change in the buffer width) and in the 2011-2015 period, both in the 3 and in the 10 km-buffer areas. In addition, in the two buffer areas, deforestation was significantly higher ($p < 0.05$) in the period prior to the change in the buffer width. These findings suggest that the buffer width change did not affect the incidence and distribution of fire and deforestation, and that these disturbances followed the trends generally observed in other areas in the municipality and in the Amazon during the study period.

Palavras-chave: fire, deforestation, Amazon, protected areas; queimadas, desmatamento, Amazônia, áreas protegidas.

1. Introdução

Com o objetivo de preservar ambientes do patrimônio natural e cultural brasileiro, no ano 2000 foi criado o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC, 2000). Além de dispor sobre a criação e gestão de áreas naturais passíveis de proteção por suas características especiais, o SNUC define a zona de amortecimento (ZA) como o "entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade". A existência de ZA é essencial para prevenir o alastramento de incêndios florestais para o interior de áreas protegidas, por exemplo. A ocorrência de queimadas provocadas por ação antrópica em áreas privadas contíguas a áreas protegidas é bastante frequente na Amazônia, gerando diversos impactos ambientais, como empobrecimento do solo e redução da penetração de água no mesmo, perda da biodiversidade de flora e fauna, liberação de gases poluentes, etc (Corrêa, 2013). O desmatamento ilegal também é uma atividade que ameaça a integridade de áreas protegidas, e a existência de uma zona tampão,



se não coíbe totalmente essa atividade na borda e no interior de áreas protegidas, pode ajudar a amenizar sua extensão.

Segundo a lei do SNUC, a delimitação da ZA deve ser prevista no plano de manejo da UC, com exceção de área de proteção ambiental (APA) e de reserva particular do patrimônio natural (RPPN), para as quais a ZA não é obrigatória. Em terras indígenas, o estabelecimento de ZA numa faixa de 10 km também é obrigatório (CONAMA, 2006). No entanto, a Resolução de número 428, estabelecida pelo CONAMA em 17 de dezembro de 2010, reduziu a delimitação da ZA para unidades de conservação sem plano de manejo de 10 km para 3 km, em relação ao estabelecimento de empreendimentos que necessitam de relatório de impacto ambiental (EIA/RIMA). Tendo em vista os potenciais riscos ambientais associados à Resolução CONAMA 428/2010, o objetivo deste estudo é avaliar os efeitos da redução da delimitação das zonas de amortecimento no entorno das áreas protegidas em termos de incidência de focos de calor e desmatamento, usando como exemplo o município de São Félix do Xingu, no sudeste do Pará. Para esse fim, foi comparada a quantidade de focos de calor e a extensão de desmatamento dentro de ZA de 3 km e de 10 km, nos períodos de 2007 a 2010 e de 2011 a 2015, ou seja, antes e depois da publicação da Resolução.

2. Metodologia

A área de estudo compreende o município de São Félix do Xingu (SFX), situado no sudeste paraense, com área de 84.213 km² e população de 116.186 habitantes (IBGE, 2010). Mais de 70% do município são ocupados por áreas protegidas, incluindo terras indígenas (TI), parque nacional (PARNA), floresta nacional (FLONA), reserva biológica (REBIO) e estação ecológica (ESEC), além de uma área de proteção ambiental (APA), que permite a ocupação humana e uso dos recursos naturais de forma sustentável. A Figura 1 mostra em detalhe a distribuição dessas áreas protegidas no interior de SFX.

Para este estudo foram consideradas todas as áreas protegidas, exceto a APA, uma vez que a lei do SNUC não obriga o estabelecimento de ZA no entorno desta categoria de unidade de conservação. Para as análises, foram definidas zonas de amortecimento de 3 km e 10 km, estabelecidas a partir dos limites das áreas protegidas, sendo que os resultados são apresentados somente para as ZA localizadas dentro do limite municipal de SFX (Figura 1).

2.1 Aquisição de Dados

2.1.1 Focos de calor

A expressão focos de calor é utilizada para interpretar o registro de calor captado na superfície do solo por sensores espaciais (Antunes, 2000). Foram utilizados dados de foco de calor provenientes do satélite AQUA UMD em formato *shapefile* dos anos de 2007 a 2015, monitorados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), por meio do Sistema de Monitoramento, Prevenção e Controle de Incêndios Florestais na Amazônia – PROARCO. Esses dados foram adquiridos em 21/08/16 no site do INPE (<http://www.inpe.br/queimadas/>).

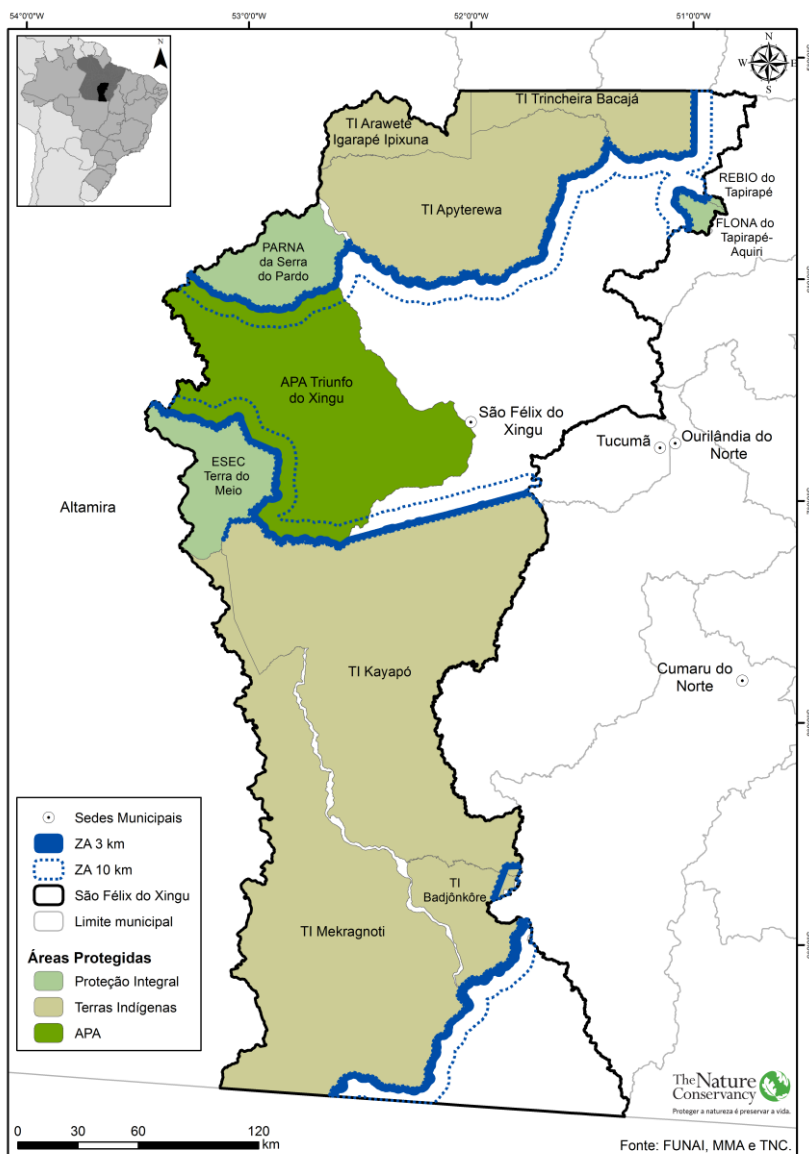


Figura 1. Distribuição das áreas protegidas e respectivas zonas de amortecimento (3 km e 10 km) no município de São Félix do Xingu.

2.1.2 Área desmatada

Foram utilizados dados do projeto PRODES, que realiza o monitoramento por satélite do desmatamento por corte raso na Amazônia Legal e produz taxas anuais de desmatamento na região. Fez-se o download, em 15/09/16, dos polígonos, em formato *shapefile*, referentes à dinâmica de desmatamento dos anos de 2007 a 2015, disponibilizados no site do INPE (<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodes.php>).

2.1.3 Base digital georreferenciada

O banco de dados de alta resolução espacial, desenvolvido pela The Nature Conservancy - TNC por meio das imagens do satélite SPOT 5 2,5 m, com escala edição de 1:10.000, foi utilizado como base para definição dos limites de áreas protegidas e limites municipais.

2.1.4 Zonas de amortecimento

Com o uso da ferramenta *buffer* do *software* ArcMap 10.2, foram estabelecidas zonas de amortecimento de 3 e 10 km, sem exceder o limite municipal de SFX. A área da APA Triunfo do Xingu foi desconsiderada.

2.2 Análise dos dados

As ocorrências de focos de calor e polígonos de desmatamento do PRODES nas zonas de amortecimento de 3 e 10 km foram comparadas entre os períodos 2007-2010 e 2011-2015, respectivamente imediatamente anterior e posterior à Resolução CONAMA 428, de dezembro de 2010. O teste-*t* pareado foi usado nas comparações que envolveram o período completo de estudo (2007-2015, $N = 9$) e o teste de Wilcoxon pareado foi aplicado às comparações entre dois períodos analisados ou entre as duas ZA num único período. O coeficiente de Pearson foi usado para testar correlações. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o uso do *software* JMP 11.0.0 de SAS Institute Inc.

3. Resultados e Discussão

3.1 Zonas de amortecimento

Para o conjunto de áreas protegidas analisadas, a ZA de 3 km totalizou uma área de 285.957 ha, enquanto que a ZA de 10 km ocupou 872.298 ha. Dessa forma, a ZA de 10 km é 2,94 vezes maior que a ZA de 3 km.

3.2 Focos de calor

A distribuição do total de focos de calor nas ZA de 3 e 10 km de 2007 a 2010 e 2011 a 2015 é apresentada na Figura 2. No total, entre 2007 e 2015 foram observados 1.395 focos de calor na ZA de 3 km e 5.125 focos na ZA de 10 km. Obviamente, como a ZA de 3 km está dentro da ZA de 10 km, o número de focos na primeira é sempre menor (ou no máximo poderia ser igual) que o número de focos na ZA de 10 km. Portanto, diferenças entre as duas ZA foram avaliadas levando em conta a densidade de focos de calor (número de focos/hectare) (Tabela 1), ao invés do valor absoluto. Para o período de estudo completo (2007 a 2015), a densidade média de focos de calor na ZA de 10 km (0,00065 focos/ha) foi significativamente maior ($p < 0,01$) que na ZA de 3 km (0,00054 focos/ha). No entanto, quando a densidade de focos nas ZA foi comparada em função do período, não foi observada diferença significativa entre as duas ZA ($p > 0,05$) no período anterior à Resolução 428, ao passo que, no período posterior, a densidade de focos foi significativamente maior ($p < 0,05$) na ZA de 10 km.

Tabela 1. Densidade anual de focos de calor, entre 2007 e 2015, nas zonas de amortecimento de 3 km e 10 km das áreas protegidas no município de São Félix do Xingu - PA.

ZA	Focos de Calor/hectare										Subtotal 2011-2015	Total 2007-2015
	2007	2008	2009	2010	Subtotal 2007-2010	2011	2012	2013	2014	2015		
3 km	0,00070	0,00059	0,00015	0,00112	0,00256	0,00016	0,00046	0,00013	0,00043	0,00098	0,00215	0,00471
10 km	0,00090	0,00066	0,00019	0,00150	0,00325	0,00027	0,00058	0,00015	0,00057	0,00106	0,00263	0,00588

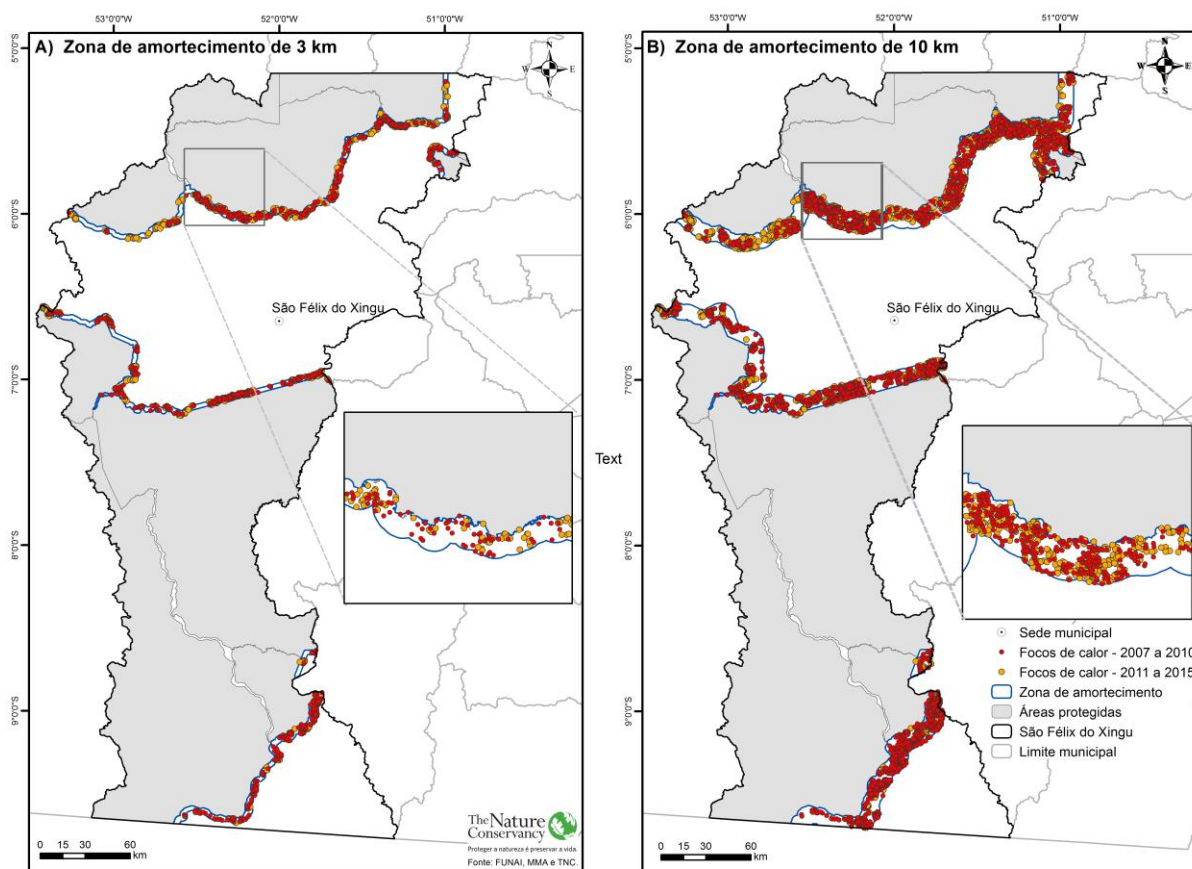


Figura 2. Distribuição dos focos de calor nas zonas de amortecimento de 3 km e 10 km das áreas protegidas no município de São Félix do Xingu - PA, nos períodos 2007-2010 e 2011-2015.

A variação temporal no número de focos de calor nas duas ZA é apresentada na Figura 3, que mostra uma forte correlação entre os dados ($r = 0,98$; $p < 0,0001$). Destaque para o ano de 2010, onde tanto a ZA de 3 km, que sinalizou 332 focos de calor, quanto a ZA de 10 km, com os seus 1.309 focos de calor, apresentaram os maiores índices de focos de calor de todo o período analisado. Esse pico nos focos de calor, todavia, não parece ser exclusivo das ZA analisadas. Em 2010, a Folha de São Paulo (Vargas, 2010) publicou que os focos de calor no município de São Félix do Xingu haviam subido em mais de 300%, liderando o ranking no estado do Pará; segundo relatos de moradores da região, nos anos anteriores a 2010 o IBAMA havia realizado fiscalização no município até o final do período de seca, algo que não ocorreu em 2010.

Após uma diminuição entre 2011 e 2014, o número de focos de calor nas duas ZA voltou a aumentar em 2015. Nenhuma diferença significativa, no entanto, foi observada entre a ocorrência de focos de calor no período 2007-2010 e no período 2011-2015, tanto na ZA de 3 km quanto na ZA de 10 km, o que sugere que a Resolução CONAMA 428 não teria afetado a incidência e distribuição desse tipo de perturbação.

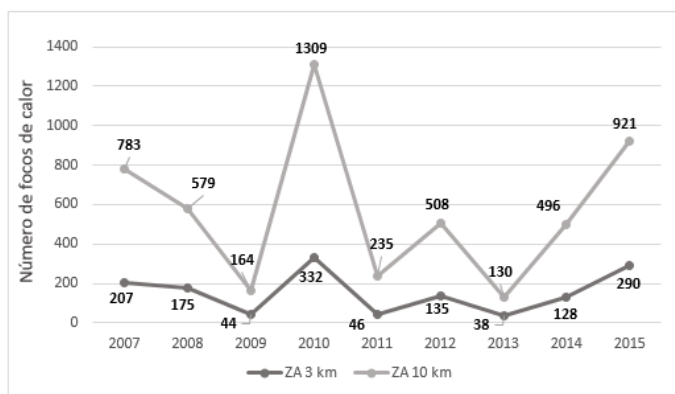


Figura 3. Tendência de ocorrência de focos de calor nas zonas de amortecimento de 3 km e 10 km das áreas protegidas no município de São Félix do Xingu - PA, entre 2007 e 2015.

3.3 Focos de desmatamento

A distribuição do total de focos de desmatamento nas ZA de 3 e 10 km entre 2007 e 2010 e 2011 e 2015 é apresentada na Figura 4. No total, entre 2007 e 2015 foram desmatados 19.488 ha na ZA de 3 km e 78.117 ha na ZA de 10 km. Essas áreas representam 6,6% e 9,0% da área ocupada, respectivamente, pela ZA de 3 km e de 10 km (Tabela 2), e a diferença em termos de desmatamento relativo observada entre as duas ZA é significativa ($p < 0,05$).

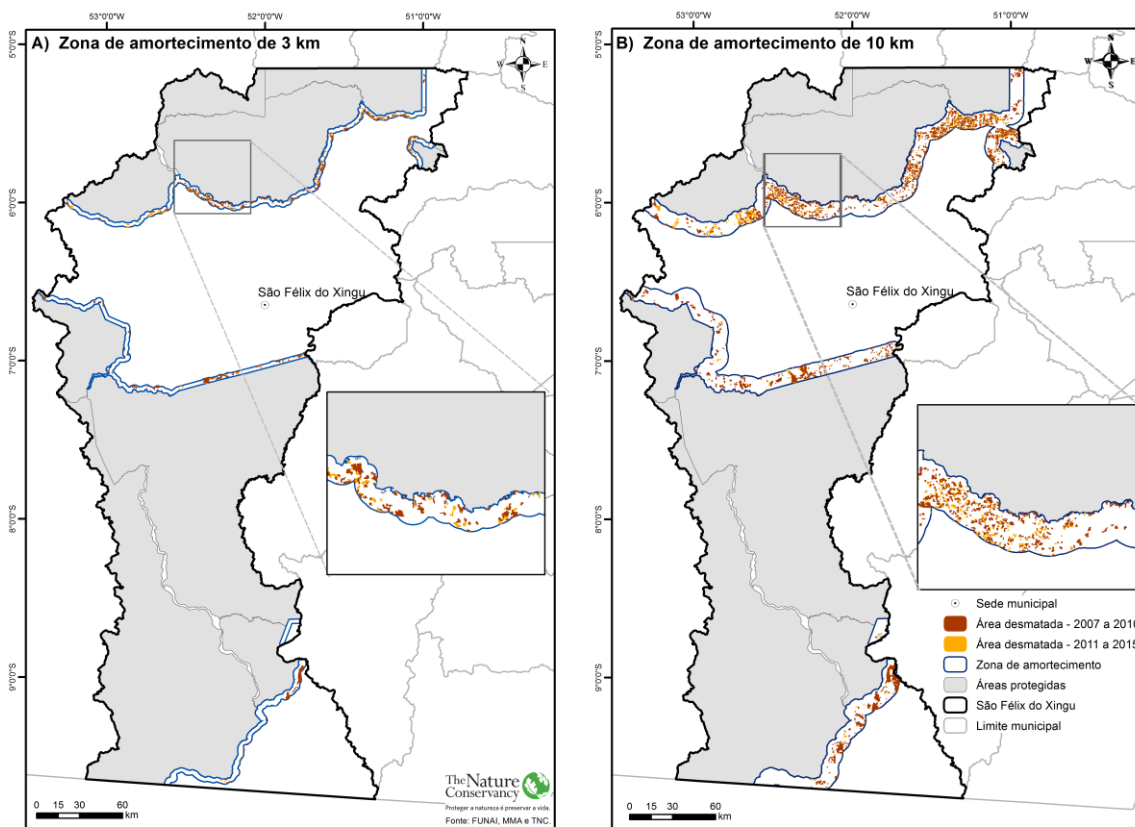


Figura 4. Distribuição dos focos de desmatamento nas zonas de amortecimento de 3 km e 10 km das áreas protegidas no município de São Félix do Xingu - PA, nos períodos 2007-2010 e 2011-2015.

Tabela 2. Porcentagem da área total das zonas de amortecimento de 3 km e 10 km das áreas protegidas no município de São Félix do Xingu - PA desmatada entre 2007 e 2015.

ZA	% da área da ZA desmatada										Subtotal 2011-2015	Total 2007-2015	
	2007	2008	2009	2010	Subtotal 2007-2010		2011	2012	2013	2014			2015
3 km	1,34	1,86	0,75	0,66	4,61		0,35	0,28	0,51	0,44	0,39	1,96	6,57
10 km	2,41	2,15	0,98	0,90	6,45		0,44	0,41	0,66	0,46	0,54	2,51	8,96

Assim como para os focos de calor, a variação do desmatamento nas duas ZA, entre 2007 e 2015, apresentou uma alta correlação ($r = 0,97$; $p < 0,0001$). No caso do desmatamento, no entanto, as maiores taxas nas duas ZA foram observadas em 2008, ocorrendo subsequentemente um declínio até 2011, seguido de uma tendência à estabilização (Figura 5). Esse padrão reflete a tendência de desmatamento que tem sido observada em geral em São Félix do Xingu assim como na Amazônia como um todo. A taxa média de desmatamento na ZA de 10 km foi significativamente maior ($p < 0,05$) que aquela observada na ZA de 3 km durante todo o período analisado. Além disso, tanto para a ZA de 3 km quanto para a ZA de 10 km o desmatamento foi significativamente maior ($p < 0,05$) no período anterior à publicação da Resolução CONAMA 428 em comparação ao período posterior.

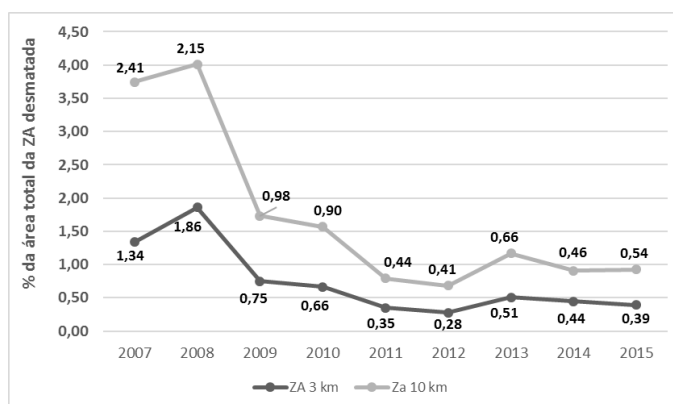


Figura 5. Tendência de taxa de desmatamento nas zonas de amortecimento de 3 km e 10 km das áreas protegidas no município de São Félix do Xingu – PA, entre 2007 e 2015.

Nenhuma correlação significativa foi observada entre a ocorrência de focos de calor e de desmatamento. Em geral, as queimadas na Amazônia resultam em áreas desmatadas que, por sua vez, tornam o ambiente mais seco e mais suscetível a incêndios (White, 2011). A realização de queimadas pode também suceder a conversão de florestas, comumente auxiliando na limpeza de áreas recém-abertas ou das áreas de pousio. Este pode ter sido o caso de uma boa parte dos focos de calor detectados neste estudo, o que explicaria a falta de correlação mencionada acima.

4. Conclusões

Os resultados obtidos neste estudo não apresentam indicações de que a Resolução CONAMA 428 tenha resultado diretamente em uma maior pressão antrópica na zona de entorno de 3 km. Ao contrário, a densidade de focos de calor e as taxas de desmatamento foram maiores, em média, na ZA de 10 km durante todo o período analisado. Além disso, nas duas ZA as taxas de desmatamento foram maiores no período que precedeu a publicação da Resolução, ao passo



que não houve diferença significativa entre a ocorrência de focos de calor antes e depois da Resolução. Logo, a densidade de focos de calor e a taxa de desmatamento observadas entre 2007 e 2015 refletem práticas convencionais de conversão e queimadas em áreas de São Félix do Xingu localizadas fora das ZA analisadas, que implicam em um processo destrutivo dos recursos naturais (Pedroso Júnior, 2008).

Por outro lado, espera-se que, quanto maior a delimitação da zona de amortecimento no entorno das áreas protegidas, maior será a proteção destas em relação a pressões antrópicas. Assim, num contexto de governança ainda relativamente instável como o prevalente na região de São Félix do Xingu, a redução da delimitação das ZA's estabelecida pelo CONAMA não favorece a proteção das áreas protegidas. Para uma correta delimitação de uma zona de amortecimento, cada área protegida deveria ser analisada de forma isolada, levando em consideração a dinâmica da área em questão.

Finalmente, por meio dos dados apresentados no presente artigo, pode-se verificar a importância e contribuição das geotecnologias na detecção de áreas sob pressão antrópica, podendo ser usadas como aliadas no monitoramento de áreas de risco bem como para subsidiar decisões governamentais em relação à gestão pública.

Referências bibliográficas

Beiroz, H. Zonas de amortecimento de Unidades de Conservação em ambientes urbanos sob a ótica territorial: reflexões, demandas e desafios. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, v. 35, p. 275-286, dez. 2015.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 378, de 19 de outubro de 2006.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 428, de 17 de dezembro de 2010.

Corrêa, C. R. Focos de queimadas em unidades de conservação. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE. Disponível em <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0968.pdf>>. Acesso em 24 junho 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=150730>>. Acesso em 28 de setembro de 2016.

Pedroso Júnior, N. N.; Murrieta, R. S. S.; Adams, C. A agricultura de corte e queima: um sistema em transformação. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. **Ciências Humanas**, Belém, v. 3, n. 2, p. 153-174, maio-ago. 2008. Disponível em <<http://scielo.iec.pa.gov.br/pdf/bmpegch/v3n2/v3n2a03.pdf>>. Acesso em 28 de setembro de 2016.

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Disponível: <http://www.icmbio.gov.br/sisbio/images/stories/instrucoes_normativas/SNUC.pdf> Acesso em 28 de setembro de 2016.

Vargas, R. Impunidade dá força a queimadas no sul paraense. Folha de São Paulo. São Paulo, caderno 5, 22 de agosto de 2010. Disponível em: <<http://acervo.folha.uol.com.br/fsp/2010/08/22/15/>>. Acesso em 26 de outubro de 2016.

White, B. L. A.; Ribeiro, A. S. Análise da precipitação e sua influência na ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**: v. 6, n. 1, 2011. Disponível em <<https://ri.ufs.br/bitstream/123456789/528/1/AnaliseIncendiosFlorestais.pdf>>. Acesso em 28 de setembro de 2016.