

Avaliação da Eficácia da Implementação de Brigadas Indígenas como Política de Combate a Incêndios Florestais

Gustavo Maximiano Junqueira Lazzarini¹, Lawrence Nóbrega de Oliveira^{2,3}, Marcos Giongo³, Waner Gonçalves Lima⁴ & Thalyta de Cássia da Silva Feitosa⁵

Recebido em 12/05/2015 – Aceito em 07/04/2016

RESUMO – Incêndios florestais causam degradação ambiental e problemas à saúde humana. Sua ocorrência envolve vários fatores, que vão além da presença de material combustível e da condição climática adequada. Os povos indígenas utilizam o fogo em sua vida cotidiana, o que faz com que as terras ocupadas por eles tenham elevados índices de registro de focos de calor. Nesse contexto, foram criadas em 2013 brigadas indígenas para o combate a incêndios dentro das terras indígenas Kraolândia, Xerente, Funil e Parque do Araguaia. Este trabalho analisou a eficácia desse procedimento como fator de redução queimadas nesses locais. Utilizaram-se dados das atividades realizadas por essas brigadas, focos de calor e técnicas de geoprocessamento na análise comparativa das ocorrências de 2013 e 2014 em relação aos anos anteriores. Os resultados mostraram efeitos positivos na redução das queimadas na área de uma das três etnias envolvidas, e a existência de outros fatores que podem ter sido limitadores para o sucesso das demais. A integração de dados, informações e fatores mostrou-se fundamental para o entendimento da problemática do combate às queimadas em terras indígenas e para o direcionamento de novas ações que poderão vir efetivamente a reduzir o registro de focos de calor.

Palavras-chave: brigadas; Cerrado; incêndios florestais; focos de calor; indígenas.

ABSTRACT – Wildfires cause environmental degradation and human health problems. Its occurrence involves several factors, more than the presence of combustible material and the appropriate weather conditions. Indigenous communities employ fire in their ordinary life, which means that the land occupied by them have high hotspots registration rates. In 2013, we created indigenous brigades to face the wildfire on their lands. This study examined the efficacy of this procedure as factor of burning reduction. We used data from activities of these brigades, hotspots and GIS techniques in comparative analysis of the 2013 and 2014 events comparatively with the previous years ones. The results showed positive effects in reducing wildfires in the area of the three ethnic groups involved, and the existence of other factors that may have been threshold for the success of the others. The integration of data, information and several factors showed itself be essential to understand the problems related to combat fires on indigenous lands and to head new approaches that may actually contribute to reduce the records of hotspots.

Keywords: brigades; Cerrado; hotspots; indigenous; wildfire.

Afiliação

¹ Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis/IBAMA, Superintendência em Goiás/Núcleo de Qualidade Ambiental, Goiânia/GO, Brasil. CEP: 74605-080.

² Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis/IBAMA, Superintendência no Tocantins/Escritório Regional de Gurupi, Gurupi/TO, Brasil. CEP: 77021-622.

³ Universidade Federal do Tocantins/UFT, Campus Universitário de Gurupi, Gurupi/TO, Brasil. CEP: 77402-970.

⁴ Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis/IBAMA, Superintendência no Tocantins/Prevfogo, Palmas/TO, Brasil. CEP: 77021-622.

⁵ Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis/IBAMA, Superintendência no Tocantins/Núcleo de Geoprocessamento, Palmas/TO, Brasil. CEP: 77021-622.

E-mails

gmjlazzarini@bol.com.br, eng.lawrencenobrega@gmail.com, giongo@mail.uft.edu.br, wanerglima@gmail.com, thalyta.feitosa@hotmail.com

RESUMEN – Incendios forestales causan degradación ambiental y problemas a la salud humana. Su ocurrencia envuelve varios factores, que van más allá de la presencia de material combustible y de la condición climática adecuada. Los pueblos indígenas utilizan el fuego en su vida cotidiana, lo que hace que las tierras ocupadas por ellos tengan elevados índices de registro de focos de calor. En ese contexto, fueron creadas en 2013, brigadas indígenas para el combate a los incendios dentro de las tierras indígenas “Kraolândia”, “Xerente”, “Funil” y “Parque do Araguaia”. Este trabajo analizó la eficacia de ese procedimiento como factor de reducción de las quemadas en esos sitios. Se utilizaron datos de las actividades realizadas por esas brigadas, focos de calor y técnicas de geoprocesamiento en el análisis comparativo de las ocurrencias de 2013 y 2014 en relación a los años anteriores. Los resultados mostraron efectos positivos en la reducción de las quemadas en el área de una de las tres etnias estudiadas, y la existencia de otros factores que pueden haber sido limitantes para el éxito de las demás. La integración de datos, informaciones y factores resultó fundamental para la comprensión del problema del combate a las quemadas en tierras indígenas y para la orientación de nuevas acciones que podrán llegar efectivamente para reducir el registro de focos de calor.

Palabras clave: brigadas; Cerrado; focos de calor; incendios forestales; indígenas.

Introdução

As queimadas causam empobrecimento do solo, destruição de vegetação, erosão e relacionam-se com alterações na composição química da atmosfera (Crutzen & Andreae 1990). Também têm efeito deletério sobre a saúde humana (Ribeiro & Assunção 2002). Sua ocorrência recorrente é capaz de causar a alteração do bioma de uma região (Butler *et al.* 2014). Por outro lado, fitofisionomias savânicas como o Cerrado têm o fogo como agente modelador e fator essencial para sua existência (Fidelis & Pivello 2011), inclusive sendo determinante para a persistência de determinadas espécies nativas (Bond & Parr 2010). No Brasil, a incidência dos incêndios florestais é significativa, sendo maior no período compreendido entre os meses de agosto a novembro (Justino *et al.* 2002, Sismanoglu *et al.* 2002).

O uso do fogo faz parte da história evolutiva do homem, que o utiliza desde as épocas mais remotas (Latuner & Scherer 2004, Pivello 2011). O processo de queimadas e incêndios florestais pode ser entendido como um sistema que envolve o material combustível, as condições climáticas e o fator de ignição, que é prioritariamente a ação humana. Incêndios naturais apagam-se rapidamente, pois são causados por raios logo acompanhados de chuvas (Fiedler *et al.* 2006, Medeiros & Fiedler 2004, Ramos & Pivello 2000), o que reduz seu impacto negativo.

Incêndio florestal é definido como todo tipo de fogo sem controle que incide sobre vegetação nativa (IBAMA 2010), podendo ser provocado pelo homem ou por fonte natural. Dentre as causas, estão incendiários, fumantes, caçadores, pescadores, balões, bem como o uso indevido do fogo na renovação e limpeza de pastagens e restos culturais (Medeiros 2002, Santos *et al.* 2006).

O estado do Tocantins contém a maior proporção preservada do bioma Cerrado no Brasil (Sano *et al.* 2010), e está entre os Estados brasileiros com maior afetação por incêndios florestais (Pivello 2011). Num período de 10 anos, as terras indígenas localizadas nesse estado foram os locais com maior concentração de focos de calor (Lazzarini *et al.* 2012), o que justifica o aprofundamento dos estudos nessas áreas. Há relatos de uso do fogo pelos índios para caçadas, manejo da vegetação, dentre outras atividades, e mesmo para reduzir o material combustível a fim de evitar queimadas de grandes proporções (Mistry *et al.* 2005, Faleiro 2011, Melo & Saito 2011). Evidencia-se assim um caráter cultural significativo nessas práticas, o que indica a necessidade de procurar compreendê-las em um contexto mais amplo, que contemple informações sobre o ambiente físico, principalmente o clima e o material combustível, e também sobre outros aspectos socioculturais.

O presente trabalho analisou a efetividade da implantação de brigadas indígenas de combate a incêndios florestais na redução da incidência de focos de calor nas áreas sob sua jurisdição. Analisaram-se dados dos dois primeiros anos de atuação de três brigadas indígenas do estado do Tocantins, Brasil, e sua influência nos registros de focos de calor dos respectivos anos.

Metodologia

Utilizaram-se técnicas de geoprocessamento para o cruzamento de dados relacionados aos combates a incêndios florestais realizados e aos focos de calor, com emprego do software ArcGIS versão 9.1 licenciado para o IBAMA, e versão 10.2 licenciado para a Defesa Civil do Estado do Tocantins.

Histórico

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), por meio do Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (Prevfogo), estrutura anualmente brigadas de combate a incêndios florestais nas áreas consideradas mais críticas (Morais 2004). Em 2013, o Prevfogo do estado do Tocantins montou três brigadas indígenas para atuar dentro de suas respectivas áreas, amparado pelas constatações de Lazzarini *et al.* (2012), que apontaram a gravidade da concentração de focos de calor dentro das áreas indígenas. Foi criada uma brigada da etnia Javaé, para atendimento da Terra Indígena Parque do Araguaia, localizada na Ilha do Bananal; uma brigada da etnia Xerente, responsável por atuar nas Terras Indígenas Xerente e Funil, localizadas no município de Tocantínia; e uma brigada da etnia Krahô, para atendimento da Terra Indígena Kraolândia, localizada nos municípios de Itacajá e Goiatins (Figura 1).

Após o encerramento das atividades dessas brigadas ao final de 2013, o IBAMA celebrou, no âmbito nacional, um Acordo de Cooperação Técnica com a Fundação Nacional do Índio (FUNAI) para implementar nos cinco anos seguintes o Programa Brigadas Federais em Terras Indígenas, e para realizar ações de prevenção, monitoramento e combate aos incêndios florestais.

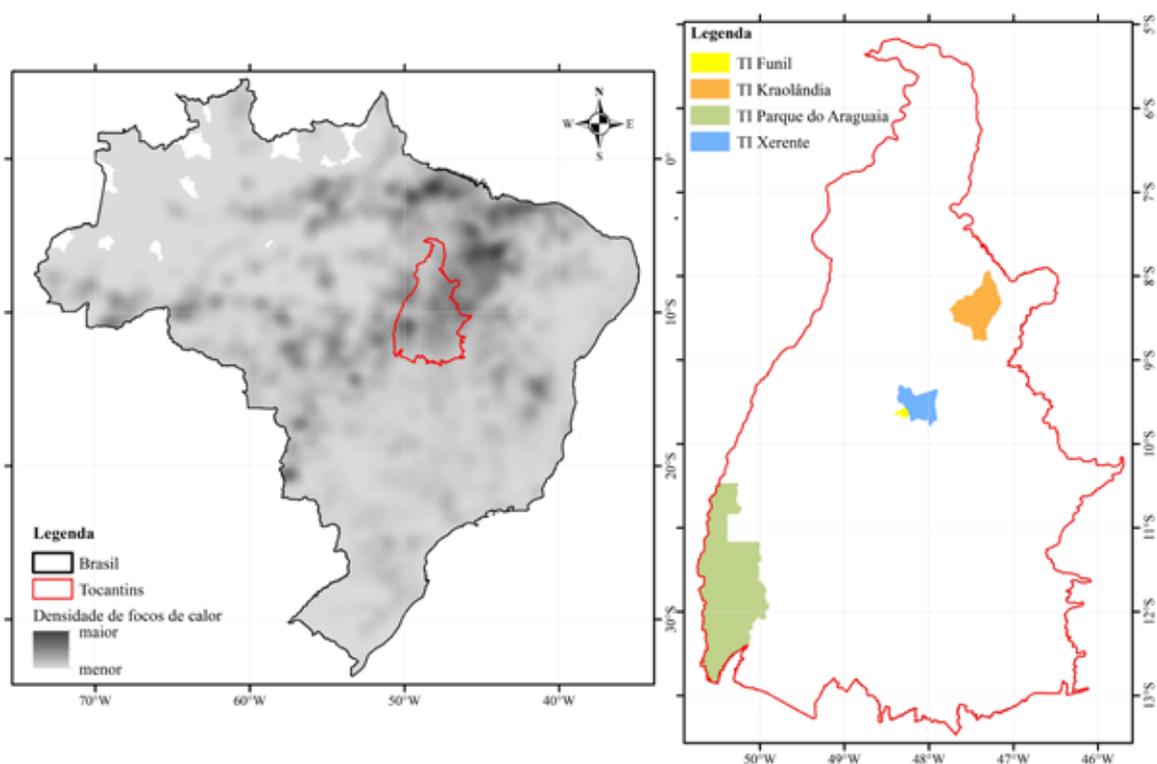


Figura 1 – Localização das terras indígenas onde foram implantadas brigadas de combate a incêndios florestais em 2013, no Tocantins, Brasil.

Focos de calor

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) disponibiliza diariamente dados de focos de calor oriundos de diversos satélites polares e geoestacionários em órbita. Esses dados são gerados a partir de coletas de sensores que operam na faixa termal, entre $3,7\mu\text{m}$ e $4,1\mu\text{m}$. De modo geral, queimadas com uma dimensão mínima de $30 \times 1\text{m}$ são captadas e classificadas como focos de calor em tempo quase real. Queimadas com no mínimo 900m^2 podem ser detectadas no sensor AVHRR (Antunes 2000).

Utilizaram-se dados de focos de calor do equipamento de referência do INPE (plataforma AQUA-UMD-tarde), registrados no Tocantins entre 01/01/2008 e 24/11/2014, disponibilizados em <<http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/>>. Os focos de calor relativos ao ano de 2014 empregados foram limitados até a data de consulta do banco de dados, 24/11/2014. No entanto, esse período remanescente está inserido na época chuvosa, quando a incidência de queimadas é insignificante e as brigadas indígenas já estão desmobilizadas.

Comparou-se a incidência interanual de focos de calor dentro das quatro terras indígenas onde houve implantação de brigadas com a incidência no restante do estado do Tocantins. O período de 2008 a 2012 representa a fase de pré-implantação das brigadas, e os anos 2013 e 2014 representam os dois primeiros anos de atuação.

Devido à oscilação interanual no registro de focos de calor, as análises da evolução da quantidade de focos foram complementadas pelo uso de médias móveis de dois períodos, sendo um período computado como um ano. Isso possibilitou uma estabilização das curvas. Médias móveis são comumente utilizadas em análise de eventos temporais que apresentam variação de um período para outro, como forma de suavizar as curvas e facilitar a análise de tendência (Ferreira 2012, Latorre & Cardoso 2001). Essa característica é notada nos registros interanuais de focos de calor no Cerrado, onde anos com elevada incidência são precedidos de anos com baixa incidência, e vice-versa (Lazzarini *et al.* 2012).

A análise do registro de focos de calor foi realizada conforme quantidade total e conforme concentração de focos por área. Optou-se por utilizar o número de focos a cada 1.000km^2 ($\text{FC}/1.000\text{km}^2$) para facilitar o arredondamento e a comparação dos resultados. Desta forma, foi possível estudar isonomicamente os diferentes locais afetados pelas queimadas.

Densidade de focos de calor

Os dados vetoriais pontuais de focos de calor foram utilizados para gerar imagens de densidade de Kernel da incidência de focos no estado do Tocantins em cada ano. As imagens foram classificadas pelo desvio padrão dos valores dos pixels, de forma a agrupá-los em classes que formam regiões homogêneas. Essas classes permitem identificar áreas que estiveram dentro do intervalo de desvio padrão ao redor da incidência média de focos (classe 0), nas quais a incidência de focos estiveram dentro do intervalo de um desvio padrão abaixo da média (classe -1), e dentro de intervalos de 1 a 4 desvios padrão acima da média (classes 1, 2, 3 e 4 respectivamente). Esses dados foram convertidos para formato vetorial *shapefile*, para cálculo de área e comparação da proporção de cada classe dentro das terras indígenas.

Relatórios de ocorrência de incêndios

As atividades realizadas pelas brigadas indígenas são registradas em Relatórios de Ocorrência de Incêndios (ROI). Dentre outros dados, esses documentos contêm um par de coordenadas do local onde os incêndios foram combatidos. As informações constantes dos ROI foram sistematizadas e espacializadas, passando a fazer parte de um banco de dados geográfico. Os pontos onde houve enfrentamento de queimadas foram utilizados como referência de locais de atuação das brigadas indígenas.

Outros dados vetoriais

Utilizaram-se também os dados vetoriais de rodovias em formato *shapefile* oriundos da Secretaria de Planejamento do Estado do Tocantins (SEPLAN).

Resultados

Focos de calor dentro e fora das terras indígenas

As terras indígenas (TI) estudadas representam 6,7% da área do estado do Tocantins. No período de 2008 a 2014, foram responsáveis pelo registro de 13,8% dos focos de calor do estado. A TI Parque do Araguaia sempre teve o maior número de registro, seguida pela TI Kraolândia, TI Xerente e TI Funil (Tabela 1).

Tabela 1 – Quantidade anual de focos de calor, entre 2008 e 2014, nas TI onde houve implantação de brigadas indígenas e no restante do estado do Tocantins.

Local	Extensão (km ²)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
TI Kraolândia	3.066	197	179	406	366	405	205	373
TI Xerente	1.688	71	109	274	179	303	193	163
TI Funil	145	6	15	29	16	22	19	18
TI Parque do Araguaia	13.750	777	240	3.283	952	2.275	504	1.075
Total nas TI	18.649	1.051	543	3.992	1.513	3.005	921	1.629
Total fora das TI	258.977	6.015	5.206	21.077	8.874	16.167	8.835	12.945

Apesar de áreas mais extensas terem o maior número de focos de calor, quando se considera a concentração de focos, tem-se que dentro das TI ela é sempre mais elevada do que no exterior (Figura 2). Observa-se recorrente oscilação interanual nos registros de focos de calor por área, o que dificulta a interpretação da dinâmica dos dados. Contudo, a inserção de médias móveis de dois períodos minimiza essa oscilação, e torna possível observar uma tendência de evolução dos dados. É possível notar certa estabilidade da curva de médias móveis de fora das TI. Já dentro delas, a curva é descendente, revelando queda nos registros de focos de calor. Em 2012, antes da implantação das brigadas indígenas, a média móvel dessas áreas era de aproximadamente 120FC/1.000km², valor que caiu para aproximadamente 70FC/1.000km² em 2014, ano este em que as brigadas indígenas atuaram pela segunda vez. Isso representa uma queda de aproximadamente 40%, percentual bem mais elevado do que os menos de 10% de redução ocorridos no mesmo período fora das TI.

Na comparação entre as TI, observa-se que após dois anos de atuação da brigada Javaé houve uma redução de cerca de 40% na média móvel do registros de FC/1.000km² na TI Parque do Araguaia (Figura 3). Redução semelhante foi observada em relação ao mesmo indicador para a TI Kraolândia. Já nas TI Xerente e Funil, que são áreas contíguas ocupadas pela mesma etnia e atendidas pela mesma brigada, não foi identificado efeito positivo imediato na redução da concentração de focos de calor, visto que no primeiro ano de atuação da brigada houve elevação da média móvel. Contudo, no segundo ano de atuação, a curva da TI Funil mostrou certa estabilidade, enquanto a da Xerente mostrou uma queda de quase 30%.

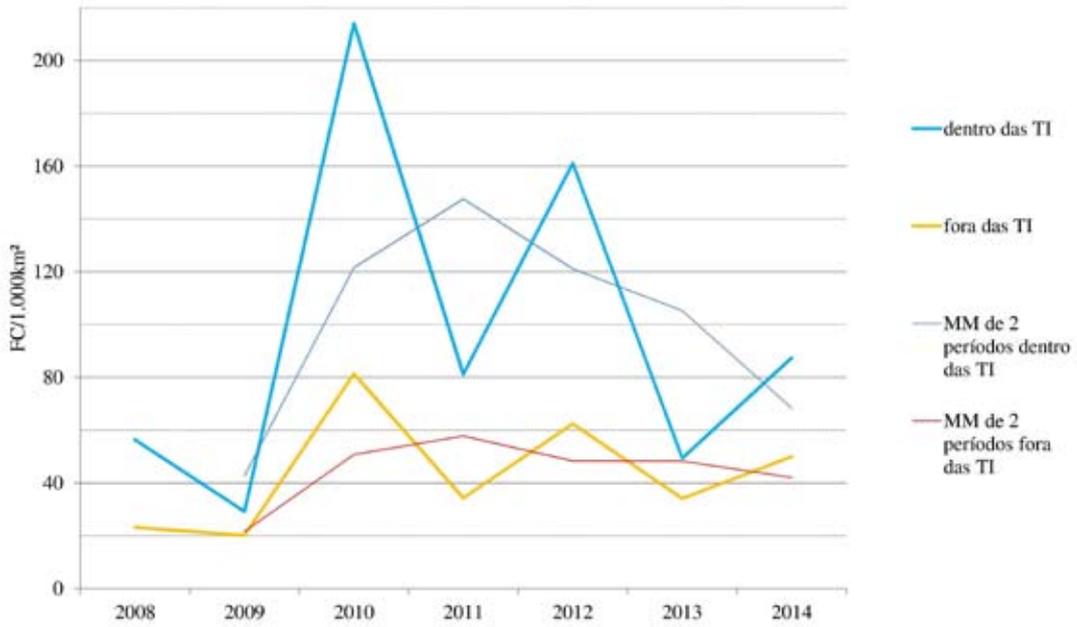


Figura 2 – Curvas da quantidade anual de FC/1.000 km² no Tocantins dentro e fora das TI, entre 2008 e 2014, e respectivas médias móveis de dois períodos.

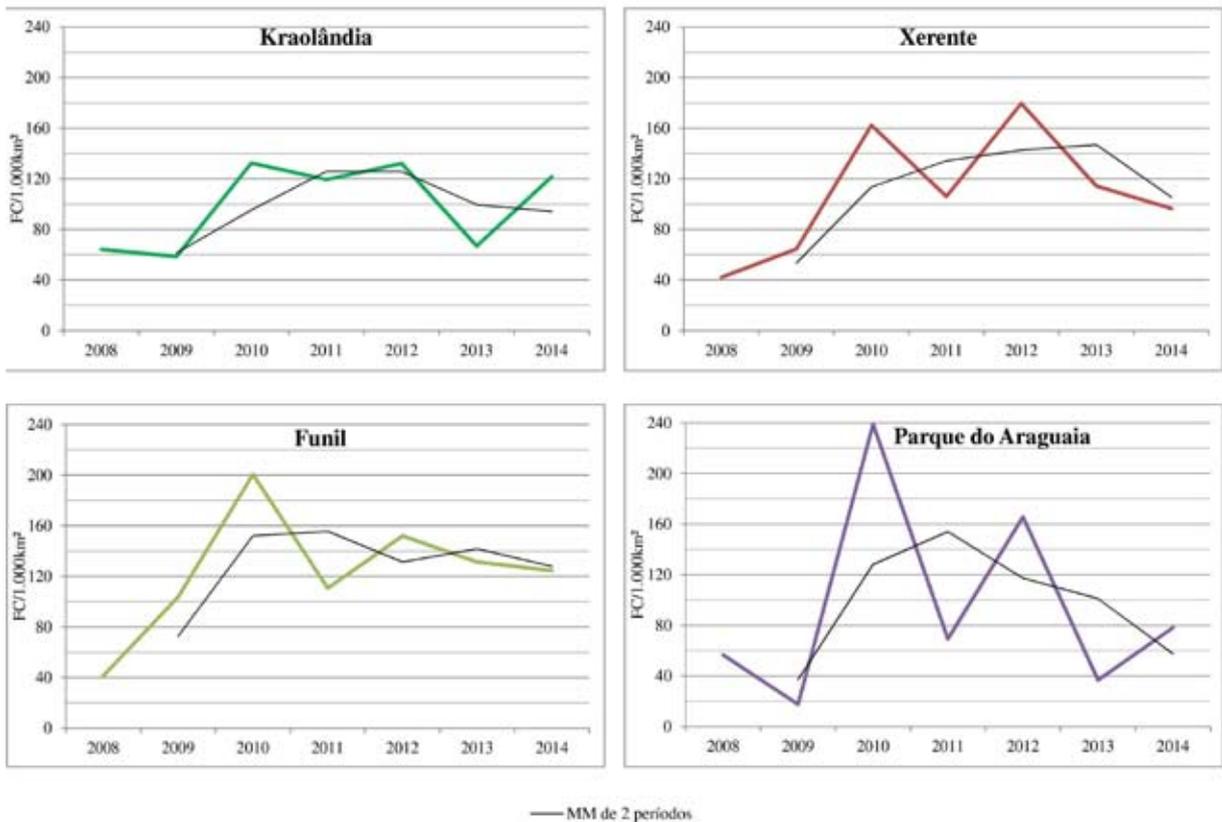


Figura 3 – Curvas da quantidade anual de FC/1.000 km² nas TI Kraolândia, Xerente, Funil e Parque do Araguaia, entre 2008 e 2014, e respectivas médias móveis de dois períodos.

Classes de desvio padrão de densidade de focos de calor nas terras indígenas

Até o ano de 2012, as terras indígenas tiveram maior proporção de área como tendo densidade de focos de calor em dois intervalos de desvio padrão acima da média global do estado do Tocantins (Figura 4). Contudo, observa-se que, após a implantação das brigadas indígenas, em 2013, o canal de maior concentração de área foi deslocado para a região de 1 desvio padrão acima da média global. Isso indica uma aproximação da densidade estimada de focos de calor dentro das TI para com a média global do estado do Tocantins, o que faria com que as TI passassem a ser menos discrepantes em relação ao restante da área onde está inserida.

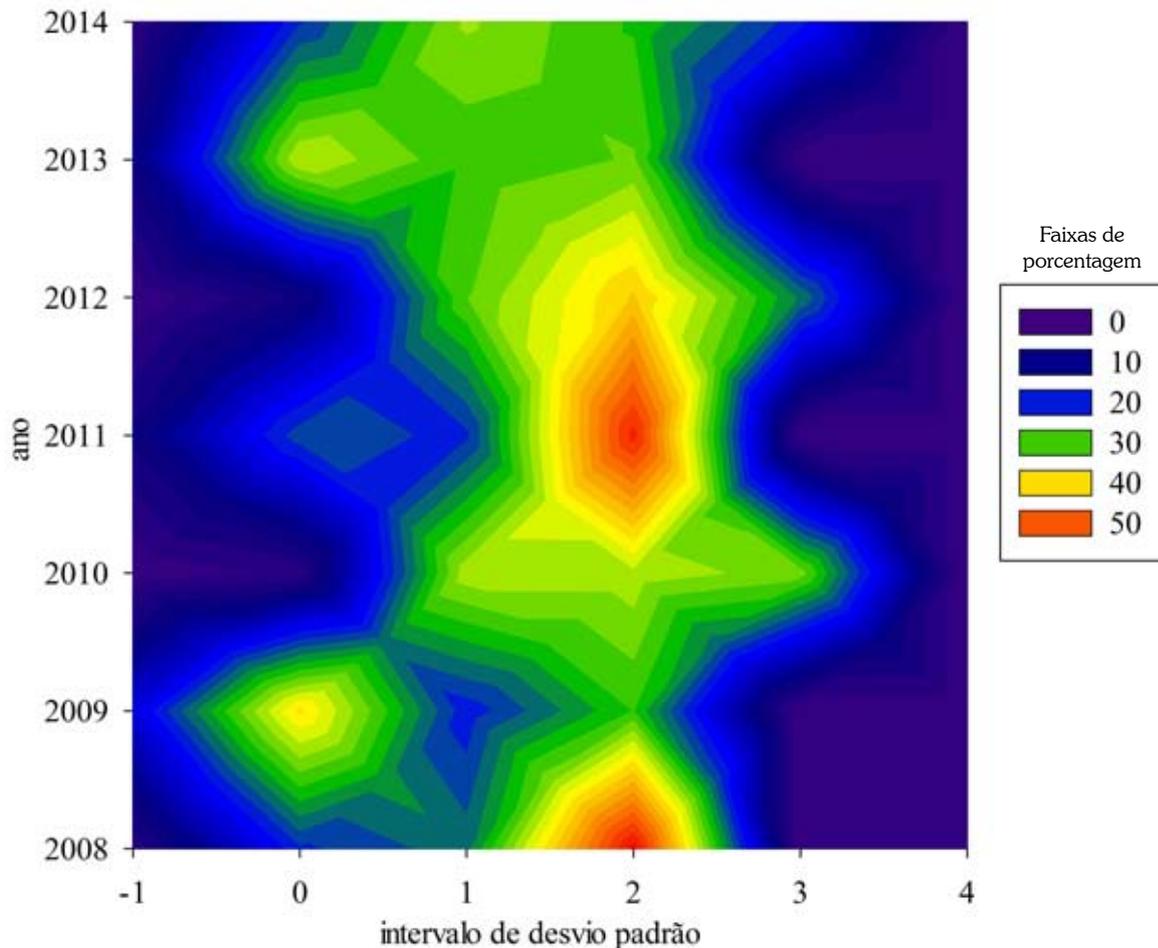


Figura 4 – Porcentagem anual de área das TI que estiveram dentro do intervalo de desvio padrão da média do Tocantins na densidade de Kernel dos focos de calor (0), ou dentro de diferentes intervalos a menos (-1) ou a mais (1, 2, 3 e 4) de desvio padrão.

A análise em separado da evolução da proporção de área das TI em cada classe de intervalo de desvio padrão mostra que a tendência de aproximação dos parâmetros de dentro das TI para com a média global do estado do Tocantins foi capitaneada pela TI Parque do Araguaia (Figura 5). Esta teve o canal de maior concentração desviado da classe do intervalo de 3 para 2 e 1 desvios padrão acima da média do Tocantins. Além disso, trata-se da TI com maior extensão no estado, tendo portanto um peso significativo no cômputo da situação geral das TI. As demais TI não apresentaram deslocamento do canal de concentração em nenhum dos dois anos de atuação de suas brigadas.

Nelas, houve uma diluição dos maiores índices de FC do intervalo de 3 desvios padrões acima da média do Tocantins, para os intervalos 2 e 3 (TI Funil e Xerente) e 3 e 4 (TI Kraolândia), nos anos de atuação das brigadas indígenas. Contudo, essa diluição pode não ter sido ocasionada pela atuação das brigadas indígenas, visto que pode simplesmente fazer parte da mesma sazonalidade interanual de registro de focos de calor verificada nos anos anteriores.

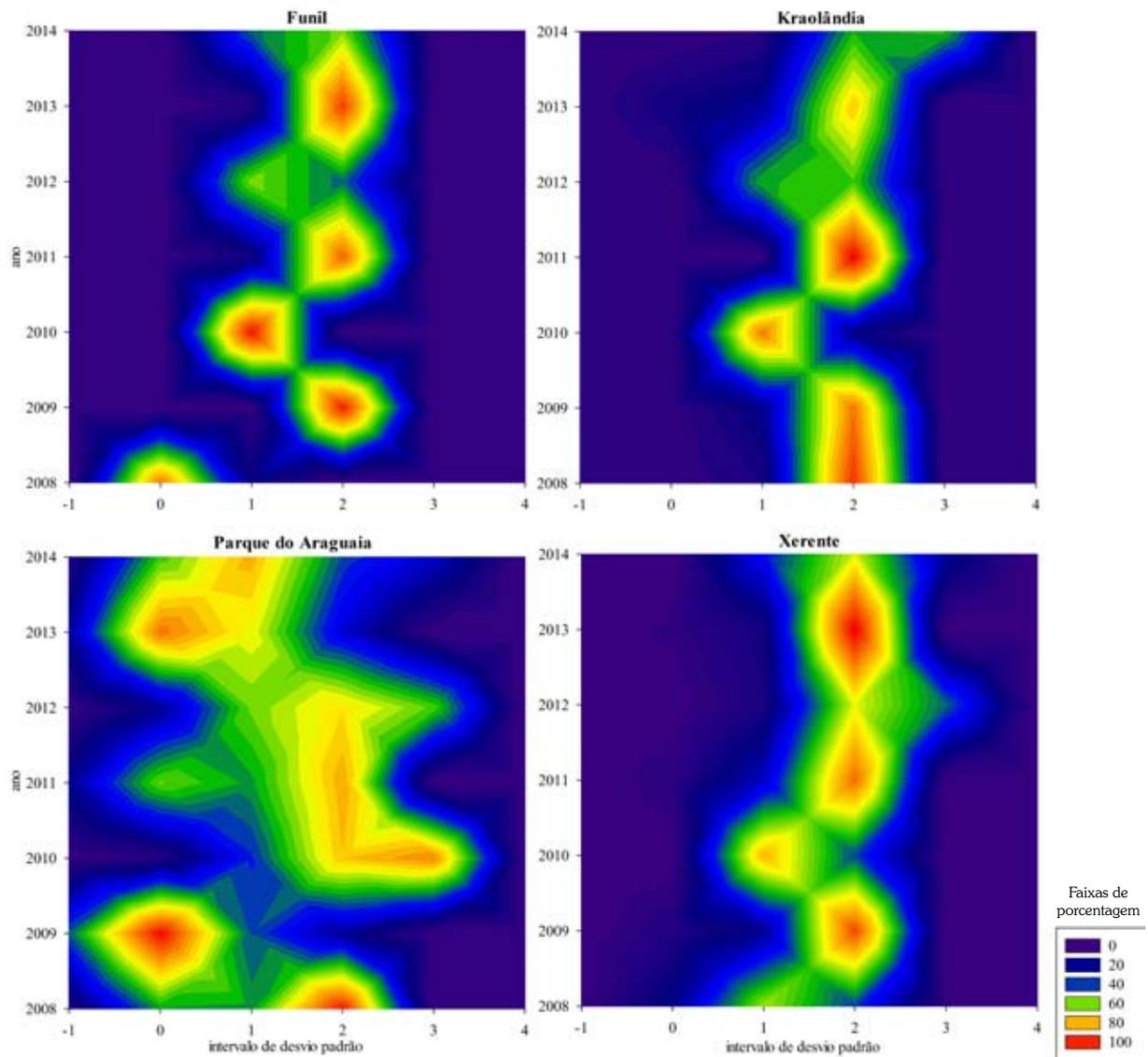


Figura 5 – Porcentagem anual de área das TI que estiveram dentro do intervalo de desvio padrão da média do Tocantins na densidade de Kernel dos FC (0), ou dentro de diferentes intervalos a menos (-1) ou a mais (1, 2, 3 e 4) de desvio padrão.

ROI das brigadas indígenas

As três brigadas indígenas atenderam, em 2013, a um total 131 ocorrências de incêndios florestais. Foram 34 ROI da Javaé, 55 ROI da Xerente e 42 ROI da Krahô. Em 2014, foram registradas 145 ocorrências nas mesmas TI já atendidas por brigadas indígenas em 2013, sendo 50 ROI da Javaé, 51 da Xerente e 44 da Krahô (Figura 6).

Observa-se que a brigada Javaé, que atua na TI Parque do Araguaia, teve ação difundida por praticamente todo seu território, a considerar os dois anos de atuação. O oposto ocorreu com a brigada Krahô (TI Kraolândia), que em ambos os anos teve atuação totalmente concentrada em apenas parte da área sob sua jurisdição. Já a brigada Xerente, responsável pelos combates nas TI Funil e TI Xerente, teve atuação mais concentrada na parte oeste de sua área de atuação, porém não deixou de atender a incidentes ocorridos por toda a região.

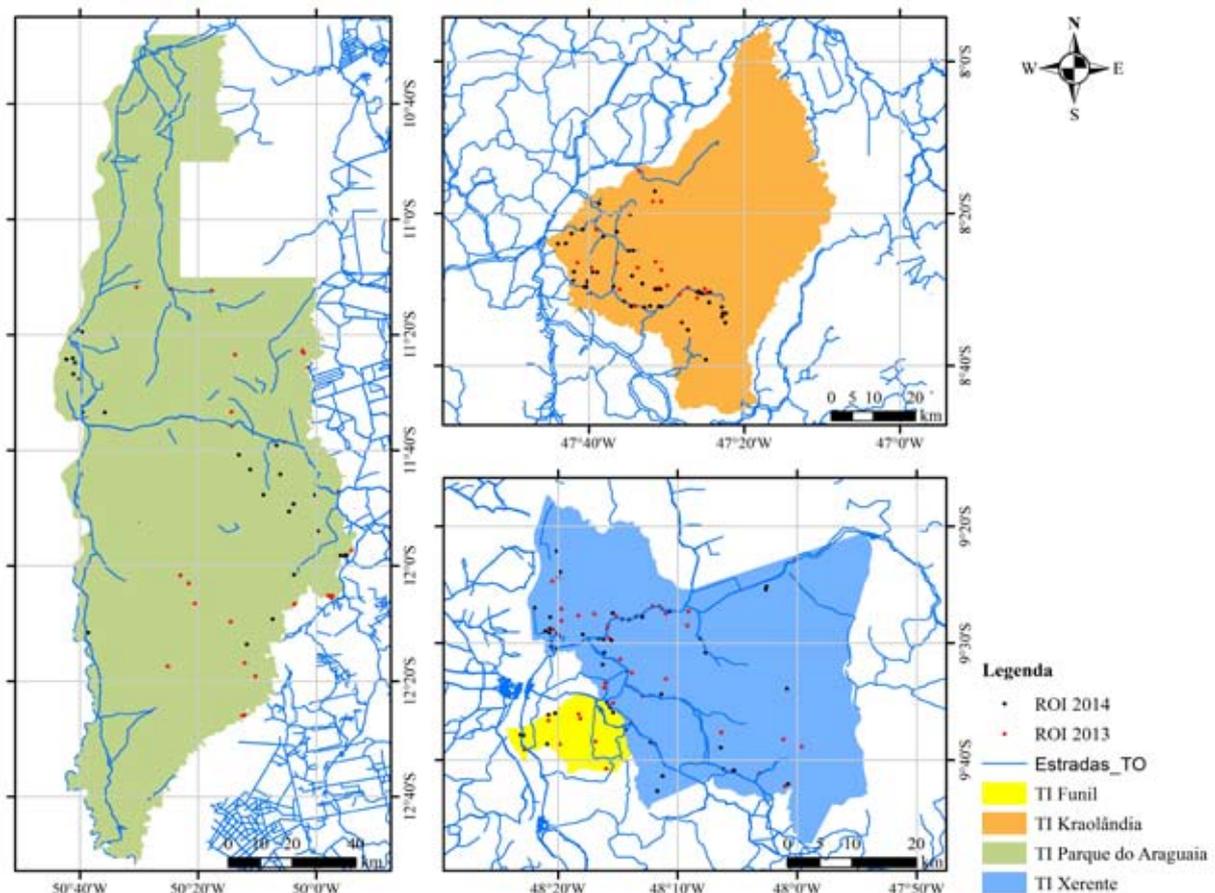


Figura 6 – Localização dos combates a queimadas realizados pelas brigadas indígenas em 2013 e 2014.

Houve diferença na distância percorrida pelas diferentes brigadas para chegar ao local dos ROI. Na TI Parque do Araguaia, a brigada deslocou-se por até 22,0km fora de estradas para atender às ocorrências, sendo que 90% dos ROI localizaram-se numa distância de até 9,3km da estrada mais próxima (Tabela 2). A mesma mobilidade não foi observada pelas brigadas das outras duas etnias. A Krahô distanciou-se até 5,5km das estradas, e a Xerente até 7,0km. A maior parte dos atendimentos delas esteve respectivamente a até 4,1km e 2,7km das estradas.

Apesar da maior capilaridade da brigada Javaé em sua área de atuação, ela atendeu a menor quantidade de ocorrências por área dentre todas as demais, sendo apenas 6ROI/1.000 km² durante os dois anos, em detrimento de 28ROI/1.000 km² da Krahô e de 55ROI/1.000 km² da Xerente.

Tabela 2 – Quantidade de ROI atendidos, por brigada, em 2013 e 2014, e distância deles em relação à estrada mais próxima.

Brigada / Terra indígena	n° ROI	ROI/1.000 km ²	Distância da estrada mais próxima (km)		
			máxima	média	máxima 90%
Javaé / Parque Araguaia	81	6	22,0	4,3	9,3
Krahô / Kraolândia	86	28	5,5	1,5	4,1
Xerente / Funil e Xerente	101	55	7,0	1,0	2,7

De todas as ocorrências de queimadas atendidas nos dois anos de atuação das brigadas indígenas, menos de 17% delas estavam inseridas nas áreas cuja densidade estimada de FC esteve dentro do intervalo de desvio padrão em torno da média do Tocantins em 2013. Essa proporção caiu para 7% em 2014. Em nenhum dos dois anos foram atendidas ocorrências em locais que estiveram abaixo da média. Isso mostra que os esforços foram direcionados para os locais mais críticos. Em 2013, mais de 58% dos combates foram executados em áreas que estavam dentro do intervalo de 2 desvios padrão acima da média estadual (Tabela 3). Em 2014, as áreas que receberam mais atenção (43% dos combates) foram as que estiveram dentro do intervalo de 3 desvios padrão acima da média do estado, justamente as áreas mais críticas para aquele ano. À exceção da TI Funil em 2014, a atuação mais frequente das brigadas sempre foi nas áreas cujos intervalos de desvio padrão foram os que abrangeram a maior proporção da TI em cada ano. Isso pode ter feito com que a densidade de FC não fosse aumentada nesses locais, o que faria com que eles possivelmente estivessem mais distantes da média global do estado.

Tabela 3 – Quantidade de ROI nas áreas de diferentes intervalos de desvio padrão em relação à média do Tocantins em 2013 e 2014 nas TI.

Ano	TI	Intervalo de desvio padrão					
		-1	0	1	2	3	4
2013	Funil	*	*	1	7	*	*
	Kraolândia	*	2	13	27	*	*
	Parque do Araguaia	0	20	8	3	*	*
	Xerente	*	0	1	40	1	*
2014	Funil	*	*	5	3	*	*
	Kraolândia	*	0	1	4	39	*
	Parque do Araguaia	0	10	14	10	16	*
	Xerente	*	0	16	19	8	*

* Intervalos de desvio padrão que não ocorreram dentro da respectiva TI no respectivo ano.

Discussão

O Cerrado é importante para a conservação da biodiversidade (Meyers *et al.* 2000) e contém as nascentes de seis das oito maiores bacias hidrográficas do Brasil (Amazônica, Araguaia-Tocantins, Atlântico Norte-Nordeste, São Francisco, Atlântico Leste e Paraná-Paraguai) (Lima 2011, Watzen 2006). Apesar disso, possui a maior concentração de áreas queimadas dentre todos os biomas brasileiros (Araújo *et al.* 2012). Durante a estiagem, dispõe de condições propícias à queima da biomassa, pois a parte aérea da vegetação desseca-se pela deficiência hídrica (Oliveira *et al.* 2004). Apesar de ser um ecossistema classificado como dependente/influenciado pelo fogo,

diferentemente do que ocorre com Amazônia e Mata Atlântica, considerados sensíveis ao fogo (Hardesty *et al.* 2005), demanda atenção especial do poder público na tratativa dessa questão, cujas consequências causam impactos globais.

O Estado é o gestor das políticas públicas e o responsável por executá-las (Aun 2010), sendo o responsável por gerir as ações voltadas ao combate e à prevenção das queimadas. Diante do dilema entre os problemas decorrentes e o papel fundamental do homem no tema, faz-se necessária uma visão sistêmica para que soluções eficientes sejam tomadas. Quando a aplicação dos conceitos de sistemas e a visão sistêmica passaram a ser empregados no meio científico, os pressupostos passaram a ser revistos em detrimento de uma visão fragmentada dos elementos dentro de seus contextos (Vasconcelos 2006). Nesse sentido, considera-se, que entender os incêndios florestais como um sistema que vai além do material combustível e das condições climáticas, possibilita demonstrar que há viabilidade de melhorar o quadro das queimadas em terras indígenas e arredores ao direcionar políticas públicas para o componente indígena da questão. Conforme Morais (2004), desenvolvimento, adaptação e aprimoramento dos fatores humanos e materiais de enfrentamento dos incêndios florestais tende a ocorrer ao longo dos anos de estabelecimento de brigadas de combate a incêndios florestais. Constatou-se neste trabalho que o estabelecimento da brigada indígena Javaé causou redução na incidência de focos de calor na terra indígena Parque do Araguaia. O envolvimento da comunidade indígena, além do efeito geográfico direto, de instalação de brigadas de combate a incêndios dentro das TI, proporcionou um efeito de autonomia dos indígenas na prevenção e no combate aos incêndios. Com base na perspectiva de Aun (1998), considera-se que os próprios indígenas puderam agir e assumir responsabilidades nas ações definidas por acordos consensuais. Observou-se, conforme Vasconcelos (1998), que a participação ativa dos usuários, no caso os indígenas, proporciona-lhes protagonismo real e experiências autogestivas que contribuem positivamente no gerenciamento das questões relacionadas aos incêndios florestais. Constatou-se, conforme Morais (2004), que a identidade e o conhecimento dos indígenas em relação às suas terras são relevantes para as atividades de prevenção e o combate aos incêndios florestais.

É certo que o uso de focos de calor como indicador de queimadas é sujeito a erros (Lazzarini *et al.* 2012), contudo, a ausência de resultados claros em sua redução nas demais TI (Kraolândia, Xerente e Funil) mostra que outros fatores devem ser inseridos no processo. Há forte correlação entre a incidência de queimadas e ações antropogênicas (Aragão *et al.* 2012). A pouca tecnificação no uso da terra é fator determinante para o uso do fogo (Lara *et al.* 2007), que é utilizado para renovação de pastagens, desmatamento e abertura de novas áreas agrícolas (Lima *et al.* 2012, Klink & Machado 2005). Terras indígenas são eminentemente locais de vegetação nativa com possibilidades de ocorrência de altos índices de queimadas (Lazzarini *et al.* 2012), o que evidencia a necessidade de observar o contexto no qual as práticas de queima ocorrem, considerando os diversos fatores propícios às queimadas que merecem atenção principalmente quando das ações de prevenção: presença de biomassa combustível, sazonalidade climática, atividades extrativistas e de subsistência, baixo uso de tecnologia como meio de produção, aspectos socioculturais associados às práticas de manejo com uso do fogo, impactos das ações de desmatamento e de alterações da paisagem que ocorrem no entorno das terras indígenas.

Historicamente, algumas comunidades indígenas utilizam o fogo como instrumento para aumento de produção, chegando a gerenciar, através de seu uso, o ecossistema onde vivem e exploram recursos da fauna e flora (Leonel 2000, Rambo 2014). Exemplos típicos dessas técnicas de uso do fogo são a utilização da rebrota da vegetação queimada na atração de animais a serem caçados, preparação do terreno para cultivo e coleta de mel (Mistry *et al.* 2005). Etnias que habitam o Cerrado, como os Xavante (Melo & Saito 2011) e os Krahô (Mistry *et al.* 2005), dentre outras (Leonel 2000), são usuárias tradicionais dessas práticas. Pondera-se que esse perfil mais intensificado por parte das etnias avaliadas neste trabalho pode ter sido a causa da dificuldade em reduzir o registro de focos de calor, mesmo nas situações em que o combate às queimadas estava sendo feito por eles mesmos. A elevada quantidade de ROI gerados por essas brigadas, sem que

tenha havido redução no registro de focos de calor, mostra justamente a maior frequência com que o fogo é utilizado nessas áreas, e a necessidade de um tratamento diferenciado para atores com diferentes características. Como o início dos incêndios depende dos fatores de ignição (Ribeiro & Soares 1998), sendo nesses casos analisados os povos indígenas como os responsáveis por ela, infere-se claramente a maior utilização do fogo como fator produtivo dos Xerente e Krahô, dada a expressivamente mais elevada concentração ROI nas suas terras em relação aos Javaé. Nesse caso, ações preventivas de gerenciamento do uso do fogo devem ser trabalhadas com essas populações para redução dos incêndios descontrolados (Gouveia & Morais 2004).

Além dos componentes já citados que envolvem as queimadas em TI, há de se lembrar da infraestrutura necessária para as atividades de combate. A escassez de estradas mostrou-se um fator restritivo para a ação das brigadas Xerente e Krahô, visto que a ausência delas ou sua má conservação dificulta ou impede a chegada dos combatentes e respectivos equipamentos ao local de ação (Morais 2004). O fato de que a instalação de brigadas bem equipadas não é suficiente para reduzir áreas queimadas já era conhecido, visto que a infraestrutura, dentre elas a logística, é limitante para o trabalho delas (Pereira *et al.* 2004).

Ademais, destaca-se o papel fundamental do uso das técnicas de geoprocessamento como ferramenta de integração de dados e tomada de decisão (Gouveia & Morais 2004). Ao integrar diversos tipos de dados e informações (Rosa 2009), ela mostra eficiência na análise da distribuição espacial de dados de incêndios florestais (Vettorazzi & Ferraz 1998).

Conclusão

A compreensão da ocorrência de queimadas em terras indígenas requer a integração de dados, informações e de outros fatores que se relacionam com o contexto sociocultural no qual essas práticas ocorrem. É preciso compreender esse contexto para que se possam fazer as devidas adequações às políticas públicas de combate aos incêndios florestais nesses territórios, direcionando ações para itens antes não esclarecidos. Observa-se que o leque de fatores é complexo e interligado, e que ações pontuais nem sempre propiciam atingir os objetivos esperados.

Destaca-se o papel fundamental dos ROI como ferramentas para melhor subsidiar a análise de focos de calor, de efetividade de ações de combate e prevenção e o entendimento de toda a temática relacionada a incêndios florestais. Neste sentido, indica-se a necessidade de aprimorar e ampliar a coleta de informações através deles.

Por fim, entende-se que os conceitos abordados neste trabalho podem ser aplicados em outros locais onde as questões do fogo sejam destaque, visto que não são exclusivos para áreas manejadas por comunidades indígenas, porquanto podem contribuir para uma melhor gestão do tema.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao coordenador do Prevfogo-TO, Luiz Vanderlei Grama Pereira, pela disponibilização dos dados utilizados neste trabalho.

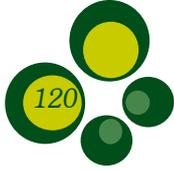
Referências bibliográficas

Antunes, M.A.H. 2000. Uso de satélites para detecção de queimadas e para avaliação do risco de fogo. **Ação Ambiental**, 12: 24-27.

Aragão, L.E.O.C.; Malhi, Y.; Barbier, N.; Lima, A.; Shimabukuro, Y.; Anderson, L. & Saatchi, S. 2012. Interactions between rainfall, deforestation and fires during recent years in the Brazilian Amazonia. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, 363: 1779-1785.

- Araújo, F.M.; Ferreira, L.G. & Arantes, A.E. 2012. Distribuion patterns of burned areas in the Brazilian Biomes: na analysis based on satellite data for 2002-2010 preiod. **Remote Sensing**, 4: 1929-1946. DOI 10.3390/rs4071929.
- Aun, J.G. 1998. O processo de co-construção. Uma metodologia sistêmica para a implantação de políticas sociais. In: **Anais do III Congresso Brasileiro de Terapia familiar, o indivíduo, a família e as redes sociais na virada do século**. Rio de Janeiro: ABRATEF e ATF.
- Aun, J.G. 2010. Políticas públicas/programas sociais: a participação da sociedade. In: Aun, J.G.; Vasconcelos, M.J.E. & Coelho, S.V. (orgs.). **Atendimento Sistêmico de Famílias e Redes Sociais III, Parte III**. Belo Horizonte: Ophicina de Arte e Prosa.
- Bond, W.J. & Parr, C.L. 2010. Beyond the forest edge: ecology, diversity and conservation of the grassy biomes. **Biological Conservation**, 143(10): 2395-2404.
- Butler, D.W.; Fensham, R.J.; Murphy, B.P.; Haberte, S.G.; Bury, S.J. & Bowman, M.J.S. 2014. Aborigine-managed forest, savanna and grassland: biome switching in montane eastern Australia. **Journal of Biogeography**, 41: 1492-1505. DOI 10.1111/jbi.12306.
- Crutzen, P.J. & Andreae, M.O. 1990. Biomass burning in the tropics: impast on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles. **Science**, 250: 1669-1678.
- Faleiro, R.M. 2011. Resgate do manejo tradicional do Cerrado com fogo para proteção das terras indígenas do oeste do Mato Grosso: um estudo de caso. **Biodiversidade Brasileira**, 1(2): 86-96.
- Ferreira, V.O. 2012. Análise de tendências em séries pluviométricas: algumas possibilidades metodológicas. **Revista Geonorte**, 1(5): 317-324.
- Fidelis, A. & Pivello, V.R. 2011. Deve-se usar o fogo como instrumento de manejo no Cerrado e Campos Sulinos? **Biodiversidade Brasileira**, 1(2): 12-25.
- Fiedler, N.C.; Merlo, D.A. & Medeiros, M.B. 2006. Ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, Goiás. **Ciência Florestal**, 16: 153-161.
- Gouveia, G.P. & Morais, J.C.M. 2004. Operações de prevenção e combate aos incêndios florestais no estado de Roraima 2003/2004. **Floresta**, 34(2): 199-204. DOI 10.5380/ufv.v34i2.2396.
- Hardesty, J.; Myers, R. & Fulks, W. 2005. Fire, ecosystems and people: a preliminary assessment of fire as a global conservation issue. **The George Wright Forum**, 22: 78-87.
- IBAMA, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. 2010. **Manual do brigadista**. Brasília, DF.
- Justino, F.B.; Souza, S.S. & Setzer, A. 2002. A relação entre focos de calor e condições meteorológicas no Brasil. In: **Anais do XII Congresso Brasileiro de Meteorologia**. Foz do Iguaçu: SBMET.
- Klink, C.A. & Machado, R.B. 2005. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, 1(1): 147-155.
- Lara, D.X.; Fiedler, N.C. & Medeiros, M.B. 2007. Uso do fogo em propriedades rurais do Cerrado em Cavalcante, GO. **Ciência Florestal**, 17(1): 9-15.
- Latorre, M.R.D.O. & Cardoso, M.R.A. 2011. Análise de séries temporais em epidemiologia: uma introdução sobre os aspectos metodológicos. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, 4(3): 145-152.
- Laturner, N. & Scherer, H.W. 2004. As queimadas e os incêndios florestais no Mato Grosso. **Revista Geonotas**, 8.
- Lazzarini, G.M.J.; Ferreira, L.C.C.; Felicíssimo, M.F.G.; Lira, R.G.; Justino, A.G.; Gomes, C.S.; Ribeiro, J.C.N. & Magalhães, G.R.D. 2012. Análise da distribuição de focos de calor no Tocantins entre 2002 e 2011. **Interface**, 5(2): 24-35.
- Leonel, M. 2000. O uso do fogo: o manejo indígena e a piromania da monocultura. **Estudos Avançados**, 14(40): 231-250.

- Lima, A.; Silva, T.S.F.; Aragão, L.E.O.C.; Freitas, R.M.; Adami, M.; Formaggio, A.R. & Shimabukuro, Y.E. 2012. Land use and land cover changes determine the spatial relationship between fire and deforestation in the Brazilian Amazon. **Applied Geography**, 34: 239-246.
- Lima, J.E.F.W. 2011. Situação e perspectivas sobre as águas do cerrado. **Ciência e Cultura**, 63(3): 27-29.
- Medeiros, M.B. 2002. Manejo de fogo em Unidades de Conservação do Cerrado. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, 10: 75-88.
- Medeiros, M.B. & Fiedler, N.C. 2004. Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra: desafios para a conservação da biodiversidade. **Ciência Florestal**, 14: 157-168.
- Melo, M.M. & Saito, C.H. 2011. Regime de queima das caçadas com uso do fogo realizadas pelos Xavante no Cerrado. **Biodiversidade Brasileira**, 1(2): 97-109.
- Mistry, J.; Berardi, A.; Andrade, V.; Krahô, T.; Krahô, P. & Leonardos, O. 2005. Indigenous Fire Management in the Cerrado of Brazil: the case of the Krahô of Tocantins. **Human Ecology**, 33(3): 365-386.
- Morais, J.C.M. 2004. Tecnologia de combate aos incêndios Florestais. **Revista Floresta**. 34(2): 211-216. DOI 10.5380/rf.v34i2.2398.
- Myers, N.; Mittermeyer, R.A.; Mittermeyer, C.G.; Fonseca, G.A. & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403: 853-858.
- Oliveira, D.S.; Batista, A.C.; Soares, R.V.; Grodzki, L. & Vosgerau, J. 2004. Zoneamento do risco de incêndios florestais para o Estado do Paraná. **Revista Floresta**, 32(2): 217-221.
- Pereira, C.A.; Fiedler, N.C. & Medeiros, M.B. 2004. Análise de ações de prevenção e combate aos incêndios florestais em unidades de conservação do Cerrado. **Revista Floresta**, 34(2): 95-100. DOI 10.5380/rf.v34i2.2378.
- Pivello, V. 2011. The use of fire in the Cerrado and Amazonian Rainforests of Brazil: past and present. **Fire Ecology**, 7(1): 25-39.
- Rambo, A.T. 2014. A burning issue: rethinking the transition from hunter-gatherer to industrial sociometabolic regimes. **Journal of Industrial Ecology**, 19: 82-92. DOI 10.1111/jiec.12163.
- Ramos Neto, M.B. & Pivello, V.R. 2000. Lightning fires in a Brazilian savanna national park: rethinking management strategies. **Environmental Management**, 26 : 675-684.
- Razafimpanilo, H.; Frouin, R.; Iacobellis, S.F. & Somerville, R.C.J. 1995. Methodology for estimating burned area from AVHRR reflectance data. **Remote Sensing of Environment**, 54: 273-289.
- Ribeiro, G.A. & Soares, R.V. 1998. Caracterização do material combustível florestal e efeitos da queima controlada sobre sua redução em um povoamento de Eucalyptus viminalis. **Cerne**, 4(1): 57-72.
- Ribeiro, H. & Assunção, J.V. 2002. Efeitos das queimadas na saúde humana. **Estudos Avançados**, 16(44): 125-148.
- Rosa, R. 2009. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 7ª ed. EDUFU.
- Sano, E.E.; Rosa, R.; Brito, J.L.S. & Ferreira, L.G. 2010. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, 166: 113-114.
- Santos, J.F.; Soares, R.V. & Batista, A.C. 2006. Perfil dos incêndios florestais no Brasil em áreas protegidas no período de 1998 a 2002. **Revista Floresta**, 36(1): 93-100.
- Sismanoglu, R.A.; Setzer, A.; Justino, F. & Lima, W.F.A. 2002. Avaliação inicial do desempenho do risco de fogo gerado no CPTEC. In: **Anais do XII Congresso Brasileiro de Meteorologia**. Foz do Iguaçu: SBMET.
- Vasconcelos, M.J.E. 1998. Rede social: conceituação, importância e funções. In: **Workshop “Trabalhando com redes sociais”**.
- Vasconcelos, M.J.E. 2006. **Pensamento sistêmico: o novo paradigma da ciência**. 5 ed. Papirus. 272p.



Vettorazzi, C.A. & Ferraz, S.F.B. 1998. Uso de sistema de informações geográficas aplicados à prevenção e combate a incêndios em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, 12(32): 11-115.

Wantzen, K.M.; Siqueira, A.; Nunes, C.C. & Sá, M.F.P. 2006. Stream-valley systems of the Brazilian cerrado: impact assessment and conservation scheme. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, 16(7): 713-732.

Revista Biodiversidade Brasileira – BioBrasil. 2016, n. 2.

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR/issue/view/44>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886