



FOCOS DE CALOR E EL NIÑO: IMPLICAÇÕES NO ESTADO DE RORAIMA – BRASIL

Hot spots and el niño: implications in the state of Roraima – Brazil

Puntos calientes y el niño: implicaciones en el estado de Roraima – Brasil

Hot focus et el niño : implications dans l'état du Roraima – Brésil

 <https://doi.org/10.35701/rcgs.v25.929>

Antônio Carlos Ribeiro Araújo Júnior¹

Marcos de Lima Gomes²

Victor Viriato Maia³

Histórico do Artigo:

Recebido em 25 de abril de 2023

Aceito em 24 de junho de 2023


Publicado em 29 de julho de 2023

RESUMO

Localizado na porção setentrional da Amazônia, o estado de Roraima apresenta características de formação vegetal (savana) e práticas sociais (agricultura) que associadas a eventos climáticos de seca e estiagem corroboram à gênese de focos de calor. Assim, tem-se como objetivos (i) identificar as incidências de focos de calor, (ii) entender a relação do *El Niño* com estas incidências e (iii) elencar as ações de combate aos focos de calor. Como metodologia foi adotado o método estatístico de estimação de curvas de densidades (método de Kernel), por meio do software ArcGis versão 10.3, o qual permitiu espacializar os focos de calor no estado de Roraima. Por meio deste produto foi possível elencar as variáveis fortemente ligadas à gênese dos focos de calor e também formas de atuação mais efetivas em seu combate, com participação efetiva do poder público e da sociedade civil.

Palavras-chave: Incêndio. Formação vegetal. Prevenção. Roraima.

¹ Professor Adjunto do Departamento de Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Roraima (UFRR). Email: aj_geo@hotmail.com

 <http://orcid.org/0000-0003-0756-1612>

² Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia Universidade Federal de Roraima (UFRR). Email: mlmarcos@hotmail.com

 <http://orcid.org/0000-0001-8278-5056>

³ Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Roraima (UFRR). Email: croft_vp@hotmail.com

 <http://orcid.org/0000-0003-4772-3065>

ABSTRACT

Located in the northern portion of the Amazon, the state of Roraima has characteristics of plant formation (savanna) and social practices (agriculture) that associated with dry and drought climatic events corroborate the genesis of hot spots. Thus, the objectives are to (i) identify of hot spots, (ii) understand El Niño's relationship with these incidents and (iii) list hot spots response actions. As a methodology was adopted the statistical method of estimation of density curves (Kernel method) available in the software ArcGis version 10.3, which allowed to spatialize hot spots in the state of Roraima. By means of these products it was possible to list the variables strongly linked to the genesis of hot spots and also more effective way to combat them, with effective participation of public power and civil society.

Key words: Fire. Plant formation. Prevention. Roraima.

RESUMEN

Ubicado en la parte norte de la Amazonía, el estado de Roraima tiene características de formación de plantas (sabana) y prácticas sociales (agricultura) que se asocian con la seco y los eventos climáticos de sequía corroboran la génesis de los puntos calientes. Por lo tanto, los objetivos son (i) identificar las incidencias de puntos calientes, (ii) comprender la relación de El Niño con estas incidencias y (iii) enumerar las acciones para combatir puntos calientes. La metodología adoptada fue el método estadístico para estimar las curvas de densidad (método Kernel) disponible en la versión 10.3 del software ArcGis, que permitió la espacialización de los brotes de puntos calientes en el estado de Roraima. A través de estos productos, fue posible enumerar las variables fuertemente vinculadas a la génesis de los puntos calientes y también formas más efectivas de combatirlos, con la participación efectiva de las autoridades públicas y la sociedad civil.

Palabras clave: incendios. Formación vegetal. Prevención. Roraima.

RÉSUMÉ

Situé dans la partie nord de l'Amazonie, l'État de Roraima présente des caractéristiques de formation de la végétation (savane) et des pratiques sociales (agriculture) qui, associées aux événements climatiques de sécheresse et de sécheresse, corroborent la genèse des points chauds. Ainsi, les objectifs sont (i) d'identifier l'incidence des points chauds, (ii) de comprendre la relation entre El Niño et ces incidences et (iii) de répertorier les actions de lutte contre les points chauds. Comme méthodologie, la méthode statistique d'estimation des courbes de densité (méthode Kernel) a été adoptée à l'aide du logiciel ArcGis version 10.3, qui a permis de spatialiser les points chauds dans l'état du Roraima. A travers ce produit, il a été possible de répertorier les variables fortement liées à la genèse des points chauds ainsi que des moyens plus efficaces d'agir dans leur lutte, avec une participation effective de la puissance publique et de la société civile.

Mots-clés: Incendie ; Formation des plantes ; La prévention; Roraima.

INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira possui em grande parte características de floresta ombrófila densa, com árvores que variam de grande, médio e pequeno porte. Diferentemente do senso comum, a região amazônica possui ecossistemas distintos, dentre estes, destacam-se as florestas ombrófilas, campos, cerrado e o lavrado que é típico do estado de Roraima (BARBOSA, PINTO, KEIZER, 2010).

No contexto de diversificação ecossistêmica destaca-se a vegetação de savana, denominada localmente em Roraima como lavrado, expressão utilizada para designar áreas abertas. É utilizada pelos moradores de Roraima com três aspectos que habilitam seu uso corrente, (i) área

geográfica específica, (ii) identidade própria de Roraima e (iii) conjunto de características ecológicas e geomorfológicas (CARVALHO, 2009).

A formação não florestal savana (lavrado) é considerada um ecossistemas regional altamente ameaçado devido à grande escala de atividades humanas (agricultura extensiva, pecuária, ocupação urbana e etc). Segundo Barbosa e Campos (2011), a maior área contínua dessas formações de vegetação aberta no norte da região está localizada no complexo paisagístico Rio Branco - Rio Rupununi, cobrindo uma área de 68.145 km² distribuída entre Brasil (42.706 km²), Guiana (14.500 km²) e Venezuela (10.939 km²).

O lado brasileiro desta grande área de savana cobre o norte-nordeste do estado de Roraima, sendo conhecido localmente como "lavrado". Este é um termo regional amplamente utilizado desde o início do século XX, que define o maior "enclave" de áreas abertas no domínio amazônico (BARBOSA et al. 2007; NASCIMENTO; CARVALHO, 2016).

O processo geológico de construção dessa área no estado de Roraima está diretamente ligado a eventos tectônicos e às flutuações passadas do clima ocorridas em todo o Quaternário. Esse processo resultou em uma paisagem "reliquia" (remanescente de formações antigas) que fornece padrões ecológicos e diversidade biológica específica para essa parte do norte da América do Sul (CARNEIRO-FILHO, 1992; ARAÚJO, 2017).

Até a década de 1990, estudos sobre a ocorrência de incêndios na floresta amazônica enfatizavam o "Arco do desflorestamento", uma zona da região amazônica compreendida entre o sul e sudeste, principalmente nos estados de Mato Grosso, Pará e Rondônia (BECKER, 1990). Porém, com o aumento da frequência de incêndios na floresta, e com o grande incêndio ocorrido em Roraima no ano de 1998, assumiu protagonismo os casos de incêndio na Amazônia Setentrional (SILVA, 2004; NASCIMENTO et al., 2000; NEPSTAD, 2000; SHIMABUKURO, 2000).

Segundo Souza Júnior (2006), após os incêndios florestais (IF) de 1998, os governantes do estado de Roraima criaram o Comitê Estadual de Prevenção e Combate de Queimadas e Combate a Incêndios Florestais (Cpcif) e as Brigadas Municipais, com treinamento específico para o combate de IF, estando dispostos em nove municípios do estado com cerca de 30 brigadistas.

De acordo com o mesmo autor, o Cpcif tem como objetivos principais (i) direcionar as ações políticas de educação e controle de queimadas aos IFs, (ii) elaborar um plano emergencial de controle de queimadas e controle de IFs, (iii) apoiar na elaboração de um plano de ação para os municípios situados na área atingida pelos IFs, (iv) indicar áreas de maior risco de ocorrências de incêndios, (v)

articular as ações de fiscalização e educação ambiental relacionadas às queimadas e (vi) utilizar as informações produzidas e sistematizadas na divulgação dos graus de riscos de IFs.

Na floresta amazônica brasileira, comumente os incêndios ocorrem em superfície, com propagação na superfície do piso da floresta, queimando os restos vegetais não decompostos, tais como, folhas e galhos caídos, gramíneas, arbustos, enfim, todo material combustível até cerca de 1,80 metros de altura que, segundo Pereira et al. (1999), associados a períodos de estiagem, potencializados por eventos *El Niño*, com secas prolongadas, acentuam a suscetibilidade da vegetação ao fogo, devido ao forte estresse hídrico, o qual reduz drasticamente a umidade do solo e sub-bosque da floresta.

Incêndios em Roraima, assim como em outras partes do mundo tem origem em ações antrópicas, ambos com impactos significativos nas áreas atingidas, provocando danos ecológicos e perdas econômicas, com ocorrência principalmente entre os meses de dezembro e abril, onde a estação seca prevalece de forma mais intensa (BARBOSA, 1997; ALVES, MARENGO, CAVALCANTI, 2013). Para tanto, é importante frisar que eventos de El Niño Oscilação Sul (ENOS) contribuem para que secas e estiagens potencializem os incêndios em Roraima devido elevar a baixa umidade.

O fator induzido, geralmente é dado pelas queimadas de lavouras e campos de pastagem, e pela imprudência quanto ao jogar ou deixar objetos faiscantes na natureza, como por exemplo, bitucas de cigarro, pedaços de vidros, fogueiras em acampamentos, etc.

Em 1989 o estado de Roraima passou por um período de forte estiagem, aliado ao intenso *El Niño* e as práticas de queimadas em regiões agrícolas, o que provocou um incêndio de grandes proporções, com reflexos significativos nas áreas afetadas (FEMARH, 2017). Eventos descontrolados relacionados ao fogo tiveram outro ápice em 2003.

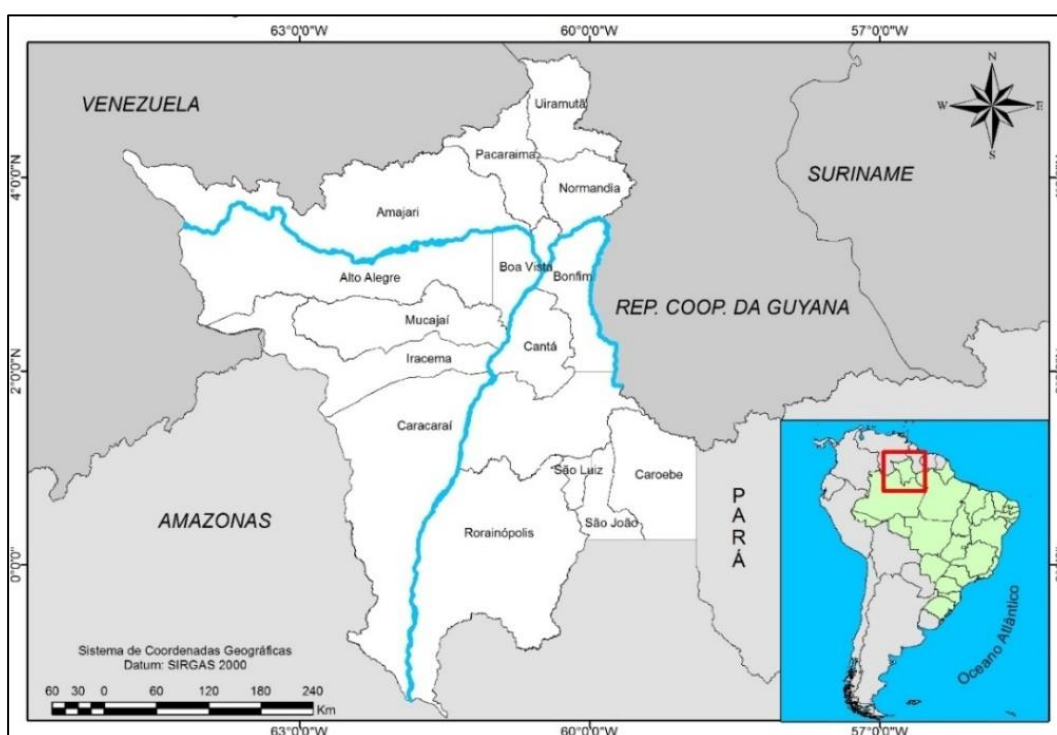
Em 2015, Roraima é afetada novamente por um incêndio de grandes proporções devido a queimadas agropastoris que saíram do controle (BOMBEIROS, 2017; ALVES, MARENGO, CAVALCANTI, 2013; FONSECA, 2017), queimando áreas que não estavam destinadas para tal atividade, fazendo com que o estado permanecesse em um "ciclo de fogo", com recorrências desagradáveis para o meio ambiente e também para o setor econômico.

Partindo destes pressupostos, com a proposta de uma análise ambiental, o presente trabalho ancora seus objetivos em (i) identificar as incidências de focos de calor, (ii) entender a relação do *El Niño* com estas incidências e (iii) elencar as ações de combate aos focos de calor.

ÁREA DE ESTUDO

O estado de Roraima localiza-se no extremo norte do Brasil, limitado pelos paralelos 1° S e 5° N e Meridianos 58° W e 65° W (Figura 1), situado na porção norte, Amazônia Setentrional, fronteira a oeste com a República Cooperativa da Guiana e a Norte e Leste com a República Bolivariana da Venezuela (Figura 1), apresentando formação vegetal particular. Localizado na área mais setentrional do país Roraima é elevado à categoria de estado após a promulgação da Constituição Federal do Brasil em 1988, abrangendo uma área com cerca de 224.000 km².

. **Figura 1:** Mapa de localização do estado de Roraima- Brasil.



Fonte: Base cartográfica contínua IBGE 2011, elaborado pelos autores.

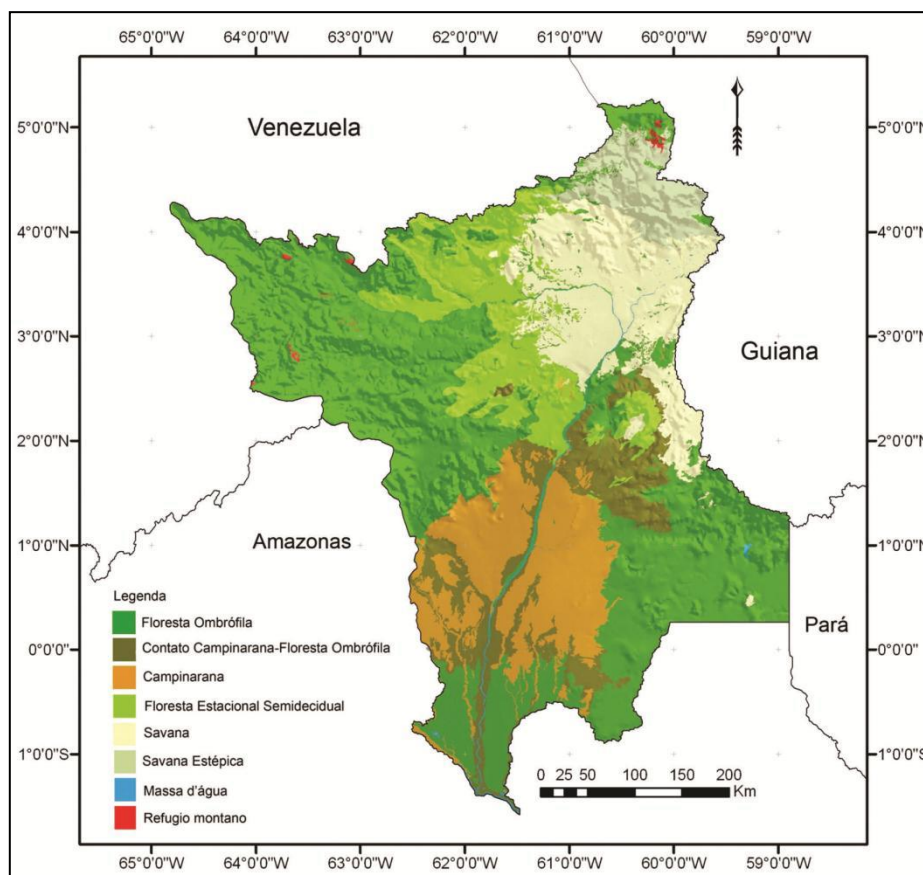
O clima de Roraima, segundo Barbosa et al. (1997), enquadra-se na classificação de Köppen em três tipologias (i) *Af* na porção sul do estado, com elevado índice pluviométrico que chega a mais de 2.000 mm anuais e com pouca variação ao longo do ano, (ii) do tipo *Aw*, que predomina no nordeste do estado com período seco, durante quatro meses (dezembro a março), (iii) do tipo *Am*, com máximo pluviométrico entre os meses de maio a julho, e (iv) na porção central do estado, ocorre o intermediário entre *Aw* e *Af* com estação seca definida.

Por possuir clima com estações secas definidas e prolongadas, Roraima é atingido por incêndios em escala que podem até modificar o ecossistema, mudando sua estrutura e forma (BARBOSA et al. 2004), ou seja, estruturas arbóreas e arbustivas podem assumir formas rasteiras como gramíneas.

O "lavrado" é uma vegetação expressiva e peculiar no estado de Roraima, localizada entre Brasil, Guiana e Venezuela, com mais de 60.000 km², o qual, de acordo com Campos et al. (2008), possui características biológicas que o fazem um ecossistema único, formando um mosaico fitofisionômico, com áreas abertas (não florestadas), meandradas por sistemas florestais, onde as áreas florestadas possuem matas estacionais, ombrófilas de contato (ecótonos) e savanas florestadas. Áreas de floresta cobrem menos de um terço da região, e tem como ligação rios, lagos e pequenas serras.

A carta de vegetação de Roraima (Figura 2) lembra um mosaico de coberturas, as quais se interpenetram irregularmente, passando de um tipo a outro de forma abrupta. O espaço fitofisionômico original de Roraima, pode ser dividido em três grandes sistemas ecológicos: Florestas; Campinas-campinaranas e savanas ou cerrados (BARBOSA; MIRANDA, 2004), estas últimas conhecidas regionalmente como lavrado.

Figura 2: Distribuição da vegetação no estado de Roraima – Brasil.



Fonte: Barbosa, Pinto, Keizer (2010).

A vegetação denominada "lavrado" em Roraima é tipicamente coberta por veredas de buritizais, localizados nas proximidades de rios e lagos, o que favorece de forma relevante a manutenção destes ecossistemas. Por possuir tais características há acúmulo de biomassa seca, que aliada a baixa umidade e altas temperaturas no período das secas prolongadas, pode contribuir para a ocorrência de incêndios naturais.

O fogo de origem natural pode trazer benefícios para o ecossistema, tais como a elevação da temperatura de forma rápida, a qual favorece a abertura de fissuras nas sementes, permitindo a penetração da água, o que contribui à sua germinação, e com as árvores retorcidas, suas gemas rebrotam lateralmente e as cascas ficam espessas, criando um mecanismo de defesa contra as queimadas.

No lavrado, a recuperação após o incêndio ocorre de maneira rápida, onde o nascimento de novos brotos em curto período atrai diversos animais herbívoros e outros atrás de restos de animais que foram mortos pelo fogo.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As etapas metodológicas adotadas nesta pesquisa consistiram em três momentos: (i) levantamento bibliográfico e documental, (ii) trabalho de campo e (iii) tabulação de dados em laboratório.

O levantamento bibliográfico foi direcionado para literatura específica que contemplou os significativos momentos históricos de ocorrência de incêndios no estado de Roraima, os quais serviram como subsídio para entender os processos e fenômenos ocorrentes no atual cenário da Amazônia Setentrional, relacionados à temática ambiental e aos focos de incêndios. Tais bibliografias foram fundamentadas por meio de artigos científicos, teses e dissertações.

Foram consultados documentos referentes a estrutura do Instituto Nacional de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), disponíveis no site do órgão, bem como informações junto ao site da Fundação Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (FEMARH) de Roraima e Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Roraima, sobre ações referentes a prevenção e combate a incêndios, dos quais foram feitas análises e discussões.

O trabalho de campo constou de visitas técnicas junto a órgãos públicos competentes no âmbito estadual (Corpo de Bombeiros Militar) e federal (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA), para coleta de dados secundários. Os dados obtidos foram reunidos em um banco de dados, e com isso integrados aos produtos cartográficos.

O levantamento de dados consistiu na obtenção de arquivos vetoriais (pontos) no formato *shapefile*, fornecidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), por meio do banco de dados de queimadas e incêndios.

Os pontos adquiridos passaram por técnicas de geoprocessamento em ambiente de Sistema de Informações Geográfica (SIG), no qual foi aplicado o método estatístico de estimação de curvas de densidades (método de Kernel), por meio da extensão *Spatial Analyst Tools – Density – Kernel Density* do aplicativo computacional ArcGis versão 10.3, o qual foi fundamental na elaboração dos produtos cartográficos finais. Estes procedimentos foram realizados em parceria com o Laboratório de Análise e Planejamento da Paisagem Amazônica – LAPPAM do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Roraima.

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 (um), na posição do ponto, a 0 (zero), na fronteira da vizinhança (SOUZA et al. 2013). O valor para a célula é a soma dos valores Kernel sobrepostos, e divididos pela área de cada raio de pesquisa (SILVERMAN, 1986).

FOCOS DE CALOR E EL NIÑO: GÊNESE E CONSEQUÊNCIAS EM RORAIMA

Focos de calor na Amazônia tornam-se cada vez mais frequentes, aliados a forte demanda por terras, pouca tecnologia para manuseio nas atividades agropastoris, com longos períodos secos associados à baixa pluviosidade em consequência do fenômeno *El Niño* (ALVES, MARENGO, CAVALCANTI, 2013; ARAGÃO et al. 2013). A associação destes fatores é determinante para o surgimento de focos de calor.

O estado de Roraima possui várias regiões com características florísticas diferenciadas (Figura 2), e a ocupação irregular desses ecossistemas, a falta de tecnologia adequada para ações agropastoris, aliado à prática de queimadas como forma de limpeza (poda e corte de árvores e amontoado de folhas secas) em áreas a serem ocupadas, segundo Aragão et al. (2013) pode acarretar o descontrole da queima. A invasão de áreas fora do planejamento, como pastagens, plantações, florestas e o lavrado são uma consequência.

Os agravantes dos incêndios são determinados por essa forma primária de limpeza de áreas para fins agropastoris, bem como pela seca atípica que ocorre no estado, potencializada por eventos de *El Niño*, que segundo Brasil (2016), ALVES; MARENGO; CAVALCANTI (2013) é um fenômeno atmosférico-oceânico, caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no

oceano Pacífico Tropical e que pode afetar o clima regional e global, mudando os padrões de vento a nível mundial, com reflexo nos regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias.

Ao passo que a *La Niña* é, segundo Brasil (2016), um fenômeno oceânico-atmosférico caracterizado por um esfriamento anormal nas águas superficiais do Oceano Pacífico Tropical. Alguns dos impactos de *La Niña* tendem a ser opostos aos de *El Niño*, mas nem sempre uma região afetada pelo *El Niño*, apresenta impactos significativos no tempo e no clima devido à *La Niña*.

Dessa forma, as alterações na temperatura do Oceano Pacífico Tropical influenciam diretamente e de forma distinta a Pan-Amazônia, desencadeando secas e estiagens extremas ou eventos pluviométricos que extrapolem a média anual. Os fenômenos *El Niño* e *La Niña* podem trazer consequências relacionadas ao índice pluviométrico para o estado de Roraima.

De acordo com Silva (2000) o inglês Walker (Gilbert Thomas Walker (1868-1958) Matemático britânico e Meteorologista conhecido por sua descrição da Oscilação do Sul, um grande fenômeno do clima global relacionado ao *El Niño*) identificou uma inversão de resfriamento e aquecimento nas regiões do Tahiti e Darwin, que distam 8.000 km uma da outra, as quais ocasionam mudanças relevantes no tempo dessas mesmas regiões, sendo definida pelo Índice de Oscilação do Sul (IOS).

O IOS reflete a variabilidade atmosférica dessas regiões, onde sua intensidade é expressa pela diferença média da pressão atmosférica entre essas duas regiões, determinando uma circulação atmosférica zonal no plano da Linha do Equador (Célula de Walker), atingindo toda a superfície terrestre, com maior ênfase na zona do pacífico.

Bjerknes (1957-58 apud Barbosa, 1997), demonstrou que o IOS estava vinculado ao *El Niño*, formando a sigla ENSO (*El Niño* - Oscilação Sul), que define as variações negativas ou positivas das Temperaturas da Superfície do Mar (TSM) no surgimento de secas extremas no Oeste do Oceano Pacífico e chuvas drásticas no Leste do Oceano Pacífico.

Na região norte do Brasil, o fenômeno *El Niño* altera a circulação atmosférica devido ao deslocamento da célula de Walker, gerando transtornos à medida que o fenômeno fica mais intenso. O ar fica cada vez mais quente e seco, espalhando por toda a região aridez intensa, que vai desde o litoral do estado Amapá até o estado Roraima. Esse fenômeno reduz as precipitações e expõe a região a um alto índice de ocorrência de incêndios, pois diminuem as reservas hídricas, as águas dos rios baixam e o solo perde sua capacidade agricultável, apresentando alto índice de inflamabilidade.

Os reflexos das características anteriormente mencionados em Roraima foram Incêndios Florestais (IFs) de proporções gigantescas com amplos focos de calor. Entre dezembro de 1997 e março

de 1998, segundo Souza Júnior (1998), o estado teve cerca de 15,1% de sua área afetada pelo fogo, atingindo vários tipos de vegetação conforme a Figura 3.

Figura 3. Tipos de vegetação afetada no estado de Roraima entre dezembro de 1997 e março de 1998.

Vegetação	Área afetada (%)	Km ²
Savanas	10,1	22.836,6
Capinas/campinaras/dunas e florestas inundáveis	0,5	1.228,9
Novos e velhos desflorestamentos	1,3	2.954,1
Florestas de terra-firme	3,2	7.161,9
Total	15,1	34.181,5

Fonte: Barbosa (1998), modificado a partir de Souza Júnior (1998).

Para o entendimento das possíveis causas que deram origem aos focos de calor que culminaram em desastre ambiental, Barbosa (1998) elenca vários fatores, dentre eles o fenômeno *El Niño*, o qual envolveu parte do estado de Roraima (Brasil), a Venezuela e a Guiana no ano de 1997, onde os índices pluviométricos estiveram abaixo da média esperada. Com isso a estiagem prolongada causou danos naturais e sociais.

Mesmo com o alerta no ano de 2002, sobre o agravamento do fenômeno *El Niño* feito pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), os quais são responsáveis pelo monitoramento climático no Brasil, Barbosa (2004) apontou que o estado de Roraima foi atingido novamente por incêndios, intensificados pelo retorno do *El Niño*, os quais associados as queimadas que saíram do controle e aos assentamentos em áreas de florestas primárias no estado (adotam práticas de queima como método de limpeza e fortificação do solo para plantação) potencializaram as queimadas.

As implicações climáticas em Roraima devido o fenômeno *El Niño*, podem ser analisadas de acordo Silva et al. (2015) pelos volumes precipitados, os quais em 1988 e 1998 foram abaixo da média pluviométrica, cerca de 1.208,4 mm precipitados, diferentemente do ano de 2010, no qual a máxima pluviosidade alcançou 2.024,1 mm, dessa forma, já sinalizando ciclos alternados entre períodos de estiagem e períodos chuvosos.

Silva et al (2015) demonstraram forte relação entre déficit pluviométrico e o fenômeno *El Niño* na série histórica 1910 a 2015 para a região de Boa Vista, capital do estado de Roraima. Dessa forma, adota-se tais parâmetros como referência para entender as ocorrências de focos de calor no Estado, associados ao *El Niño*.

O déficit pluviométrico em Roraima intensificado pelo *El Niño* causa alterações no clima da região, o que torna a estiagem mais prolongada e gera um tempo tórrido. Para combater os efeitos dessa

estiagem, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), sede Roraima, criou a operação Roraima Verde.

A Operação Roraima Verde é uma das estratégias para o planejamento e implantação das ações de prevenção e combate aos incêndios florestais que o IBAMA/RR se utiliza desde 2010 como instrumento de ações, as quais têm como objetivo descrever e avaliar o desempenho das atividades, e contribuir com sugestões de melhorias para reduzir a queima e os incêndios florestais.

O relatório da Operação Roraima Verde de 2015, ressaltou que o estado de Roraima passou por forte estiagem, em função da confirmação do fenômeno *El Niño*, com chuvas abaixo das médias históricas, redução do nível de água dos rios, altas temperaturas, rajadas de ventos mais intensos (que aumentam a propagação das chamas) e muitos focos de calor detectados pelos satélites do INPE.

Após confirmação da forte estiagem no Estado de Roraima, o governo estadual promulgou, por meio do Decreto nº 18.282-E, de 14 de janeiro de 2015, em caráter extraordinário, situação de emergência em função da estiagem que castigava o estado. No entanto, a ocupação humana modificou a realidade natural da floresta, nesta região, principalmente, para fins agropastoris, o que tornou o estado vulnerável a incêndios.

Isto é posto, pois, em sua maioria, as ocupações dessas áreas são feitas por pessoas de baixa renda e com pouca ou nenhuma especialização para o manejo adequado e apropriado de cultivo e tão pouco assistência do Estado. Assim, as queimadas são utilizadas como método mais rápido e de baixo custo para realizar cultivos agropastoris, e isso acaba por ocasionar incêndios de pequenas, médias e grandes proporções no Estado, devido ao desconhecimento das variáveis climáticas que sazonalmente intensificam processos no meio físico (pluviosidade, ventos, etc).

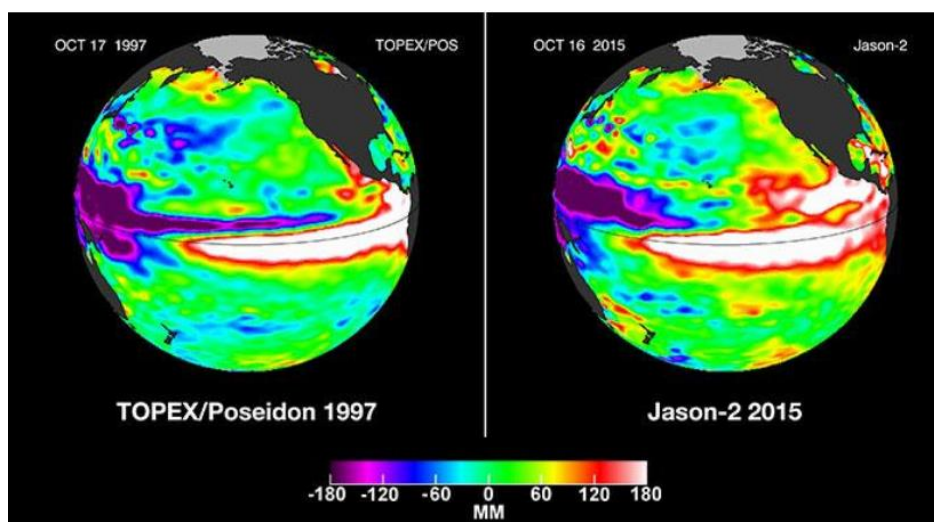
Somente no início do ano de 2015 os números de focos de calor registrados pelo INPE, mostraram relação com anos anteriores de grandes incêndios. Até o final do mês de janeiro foram registrados 4.139 focos, enquanto em todo o mês de janeiro de 2014 foram 2.634 focos (INPE, 2019). Este período pode ser considerado um dos piores dos últimos anos. Observa-se com isso que a cada ciclo o fenômeno *El Niño* fica mais acentuado, o que gera situações que agravam ainda mais o quadro de focos de calor no Estado, pois, devido à seca prolongada, ocorre uma redução nas áreas florestadas e do potencial hídrico.

A falta de água em Roraima em 2015/2016 foi um dos principais fatores que agravaram as incidências de focos de calor. O nível do Rio Branco, a principal fonte de abastecimento de água da população, chegou a cair 47 centímetros, segundo o Instituto Socioambiental (ISA), afetando 15% da população com a falta de água.

O fenômeno *El Niño*, com início no final de 2015 e final previsto para o segundo trimestre de 2016 não foi o principal agente na ocorrência de incêndios em Roraima, porém, maximizou os eventos climáticos, os quais associados a estiagem e aliados a queimadas para fins agropastoris, foram considerados um dos mais intensos nos últimos anos (Figura 4).

Para Silva et al. (2015), o estágio de El Niño 2014-2016 foi considerado pela Agência Espacial Norte Americana (NASA) em 2015, como o evento mais forte já registrado, superando o El Niño 1997-1998. A figura 4 apresenta um comparativo entre dados do nível do pacífico para os estágios de 1997-1998 e o ano de 2015.

Figura 4: Comparativo da relação temperatura/nível do Oceano Pacífico para os El Niños 1997-1998 e 2015.



Fonte: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov>. Acesso em outubro de 2015 (apud Silva et al., 2015).

Deve-se entender ainda que existe uma relação entre a temperatura e o nível do mar. Neste caso o aquecimento das águas do Pacífico tem como consequência a expansão e ganho de nível do oceano. Assim, dentro dessa relação, nível/temperatura, nota-se uma maior superfície aquecida, com destaque para o setor nordeste do Pacífico Tropical. (SILVA et al., 2015). Os rebatimentos deste fenômeno em Roraima são a diminuição drástica das chuvas, potencializadas na estação seca (outubro-março) como mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Relação entre dias precipitados e eventos El Niño.

Episódio/Intensidade	Média total de dias precipitados em 63 anos (mm)	Volume médio precipitado em 63 anos (mm)	Concentração de chuvas	
			Estação chuvosa (%)	Estação seca (%)
Dados de 1961 a 2014	134,92	12,48	66,67	33,33
El Niño	Geral	132,26	74,29	25,71
	Forte	120	71,53	28,47
	Moderado	119,2	80,33	19,67
	Fraco	143	67,25	32,75

Fonte: adaptado de Silva et al. (2015).

A Tabela 1 evidencia a drástica variação de concentração de chuvas entre a estação chuvosa e seca. O *El Niño* com intensidade forte fez com que a redução pluviométrica chegasse a 2,5 vezes o volume precipitado, redução de 4 vezes o volume precipitado com intensidade moderada e 2 vezes menor com intensidade fraca.

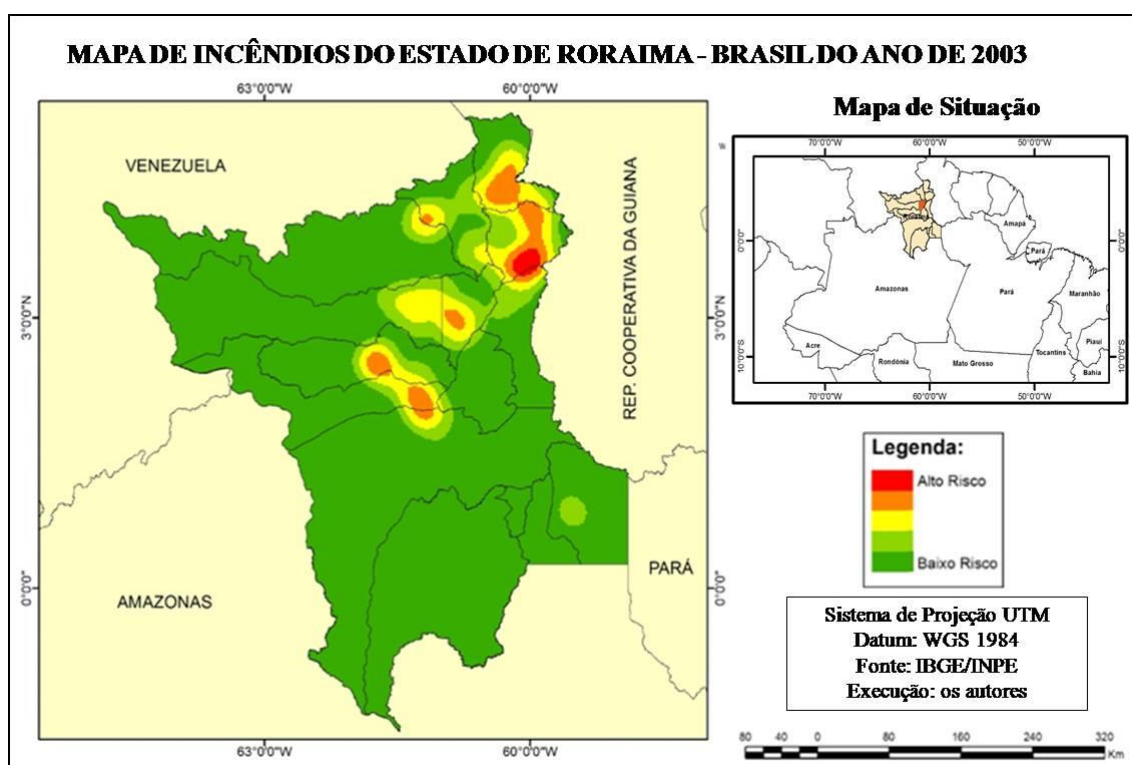
Dentro da perspectiva dos focos de calor, os quais se fazem recorrentes no Estado, com efeitos potencializados em ciclos alternados de *El Niño*, ao Corpo de Bombeiros cabe implantar ações de prevenção, bem como de combate, as quais em épocas críticas ganha o apoio de outras entidades públicas e privadas.

Para prevenir incêndios em Roraima, o Corpo de Bombeiro Militar (CBMil), monitora e acompanha áreas onde há maior incidência de focos de calor, para assim evitar que as queimadas tomem maiores proporções. Todavia, as ações de prevenção, mesmo de forma intensa, não são suficientes para conter as chamas que se alastram pela floresta e pela savana.

CARACTERIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS FOCOS DE CALOR

O estado de Roraima sofre com as secas recorrentes, potencializadas pelo fenômeno *El Niño*, o qual atinge grande parte de sua extensão. Para identificar e caracterizar os focos de incêndio nessas áreas foram elaborados produtos cartográficos, a partir de coordenadas geográficas obtidas no banco de dados de queimadas do INPE. A Figura 5 representa as áreas com riscos de queimadas ocorridos no ano 2003 no estado de Roraima.

Figura 5: Mapa de Kernel para risco de queimadas / incêndios no estado de Roraima - ano de 2003.



Fonte: Base cartográfica contínua IBGE 2011 e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), elaborado pelos autores.

Os levantamentos de focos de calor em 2003 são apresentados em escala de baixo risco a alto risco, tendo maiores ocorrências na porção Central e Nordeste do estado, áreas essas, onde estão localizados os campos de lavrados (savanas), que devido ao período de estiagem possuem material combustível para ocorrências de incêndios.

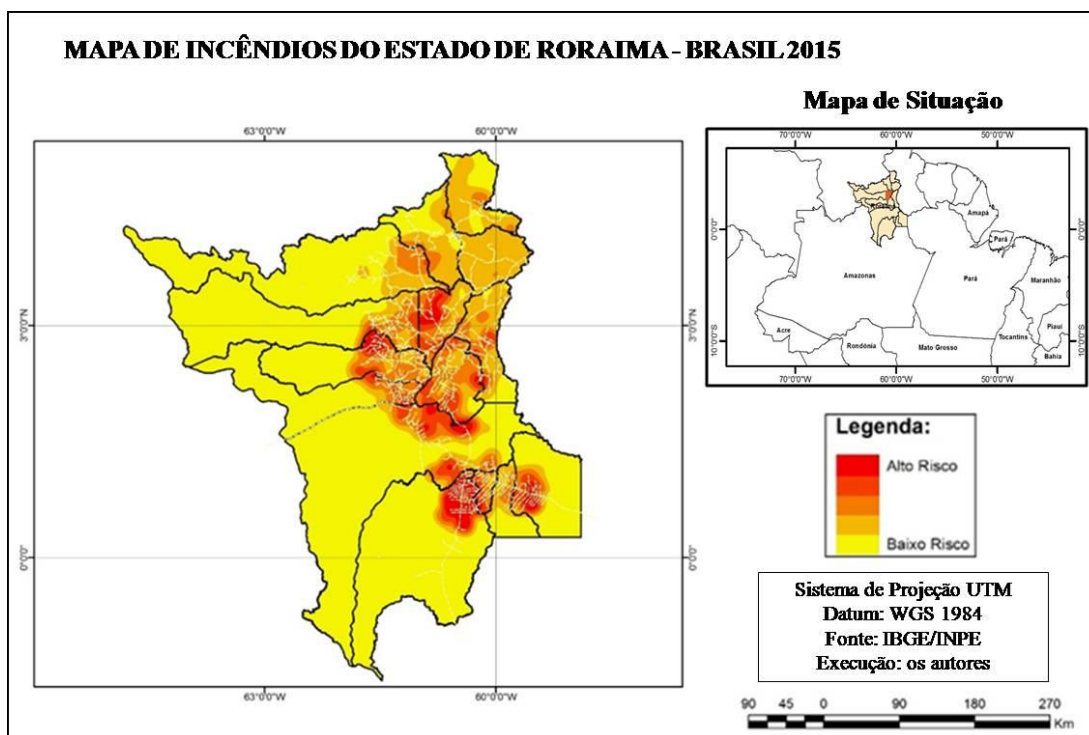
As Figuras 6 e 7 representam os focos de calor compreendidos do final do ano de 2015 e o início do ano de 2016. Em relação ao período de estiagem para Roraima, compreendido entre os meses de dezembro a março, a Figura 5, corresponde ao mês de dezembro de 2015. Observam-se focos de calor intensificados, porém, ainda não demonstram grandes problemas para controle por parte das autoridades competentes.

Caso comparado dezembro de 2015 com o ano de 2003, verifica-se que a quantidade de focos de calor apresenta número elevado, porém, ainda segundo o Corpo de Bombeiros Militar de Roraima (CBMil/RR), não representa falta de controle devido estar monitorado.

Contudo, nota-se que as ocorrências de focos apresentam outra dinâmica, sendo além da porção Central e Nordeste, também a porção Sudeste do estado atingida por incêndios, local este de

ocorrência de queimadas autorizadas para fins agropastoris, de acordo com o calendário da Defesa Civil (DC)/RR, nas porções Sul e Sudestes.

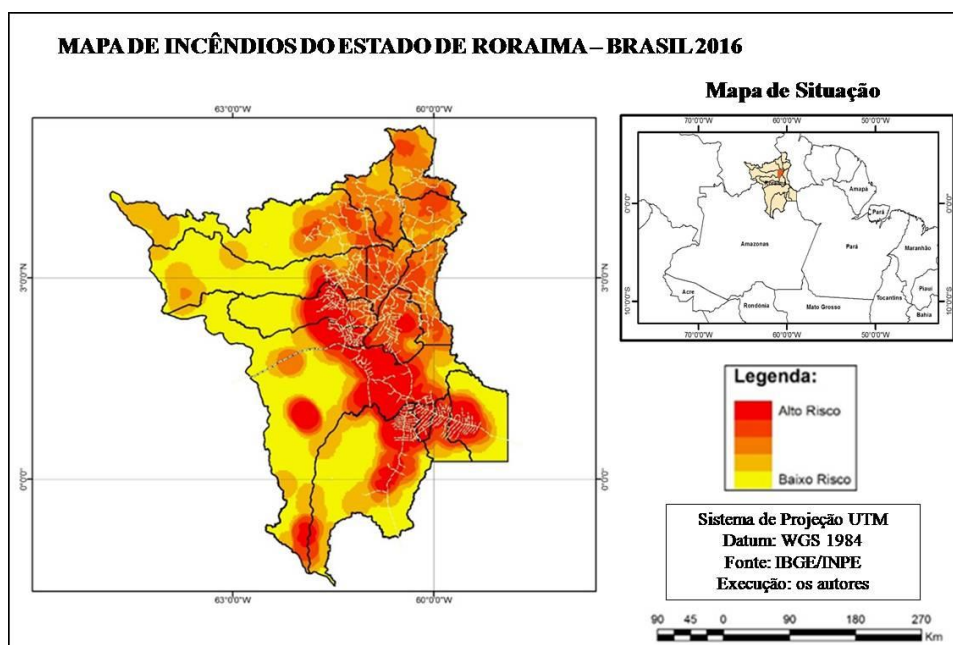
Figura 6: Mapa de Kernel para risco de queimadas / incêndios no estado de Roraima – final do ano de 2015.



Fonte: Base cartográfica contínua IBGE 2011 e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) elaborado pelos autores.

A figura 7 representa os incêndios já instalados nos primeiros meses do ano de 2016. A forte atuação do fenômeno *El Niño* provocou um período de estiagem em Roraima prolongado, favorecendo alastro das chamas oriundas das queimadas “controladas”, as quais saíram do controle e culminaram em um grande incêndio (Figura 8).

Figura 7: Mapa de Kernel para risco de queimadas / incêndios no estado de Roraima - início do ano de 2016.



Fonte: Base cartográfica contínua IBGE 2011 e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) elaborado pelos autores.

Figura 8: (A) combate as chamas no ano 2016 e (B) incêndio no Parque Nacional do Viruá, o qual destruiu 20% de área nativa em 2016.



Fonte: (A) foto de Rodrigo Sales (2016) e G1 Roraima (2016).

Observando conjuntamente as Figuras 5 e 6, é verificado que a dispersão de focos de incêndios apresenta ocorrências principalmente em regiões com a presença da vegetação de lavrado (savana – região centro-nordeste), ver figura 2 e posteriormente, a figura 7 revela o espalhamento dos focos de incêndio na porção florestal de Roraima (região sul), provocadas pela estiagem severa, potencializada pelo *El Niño*.

Este fato possivelmente corroborou para o alastramento das queimadas e favoreceu a perda de controle por parte de assentados rurais localizados nestas regiões e posteriormente das autoridades competentes.

AÇÕES DE PREVENÇÃO E COMBATE AOS INCÊNDIOS: APONTAMENTOS PARA RORAIMA

Em Roraima, existe uma frente responsável pela prevenção e combate aos incêndios florestais, composta por órgãos federais, estaduais e municipais, que monitoram e controlam os focos de incêndios existentes no estado, dentre eles o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o Corpo de Bombeiro Militar (CBMil).

O IBAMA como órgão governamental federal, possui um diretor e diretorias divididas em setores específicos. Dentre essas diretorias, destaca-se a Diretoria de Proteção Ambiental (Dipro), a qual coordena as ações de normatização de fiscalização, as operações de fiscalização, o zoneamento e o monitoramento ambiental. Fazem parte desta diretoria, o Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais - Prevfogo, com a finalidade de realizar o monitoramento ambiental e a prevenção de incêndios florestais.

O Prevfogo, foi criado pelo IBAMA somente para a prevenção de IFs, com auxílio do Corpo de Bombeiros Militar (CBMil) dos estados, da federação e do Distrito Federal e de grupos voluntários organizados ou brigadistas. Segundo o Manual para Formação de Brigadista de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais, entende-se por brigadistas:

As brigadas de incêndios existentes nas unidades de conservação federais têm como principal objetivo atuar sob o comando do chefe da unidade e do gerente do fogo em todas as ações de prevenção e de combate aos incêndios florestais dentro das unidades de conservação e seu entorno previstos nos Planos Operativos (BRASIL, 2010, p. 17).

Ainda segundo o Manual, definem-se como ações de prevenção.

Conjunto de tarefas a serem executadas dentro das unidades de conservação que venham a minimizar os riscos de ocorrências de incêndios, por exemplo: a construção e manutenção de aceiros, operação de sistemas de vigilância e detecção, monitoramento terrestre, estabelecimento de calendários de queima com os produtores rurais, (sensibilização) e um trabalho permanente de educação ambiental da população do entorno da unidade, etc (BRASIL, 2010, p. 17).

O Prevfogo é o centro especializado do IBAMA responsável pela política de prevenção e combate aos IFs em território nacional, incluindo atividades que envolvam campanhas educativas, treinamentos e capacitação de produtores rurais e brigadistas (Figura 9). No entanto, sua área de atuação são somente áreas de Unidades de Conservação (UC) e seu entorno.

Figura 9. Conjunto de ações desempenhadas pelo Prevfogo.



Fonte: <http://www.ibama.gov.br/prevfogo>.

O IBAMA também foi responsável pela Operação Roraima Verde, em operacionalização por meio do Centro Integrado Multiagências de Coordenação Operacional (CIMAN), com as finalidades de: (i) prevenção de situações de riscos, (ii) execução de ações para a prevenção de incêndios e controle de queimadas, (iii) preparação para o combate de incêndios florestais e (iv) reconstituição das áreas afetadas.

O CIMAN 2015 foi composto por 20 instituições (públicas, privadas e voluntários), permitindo assim uma melhor tomada de decisões e ações, que em conjunto viabilizam a disponibilização de recursos humanos, financeiros e materiais, como máquinas, equipamentos, veículos e aeronaves, com objetivos voltados diretamente às situações críticas de descontrole de queimadas. Dentre as instituições integrantes do CIMAN, inclui-se o CBMil do estado.

Sabe-se que ao Corpo de Bombeiros Militar são incumbidas atribuições inerentes de acordo com a lei, tais como, a realização de serviços de prevenção e extinção de incêndios, simultaneamente com os de proteção e salvamento de vidas e materiais no local do sinistro. Porém, além dessas atribuições a Constituição Federal da República Federativa do Brasil de 1988, em seu § 5º, artigo 144, lhe delega a incumbência de órgão de execução de atividades de Defesa Civil.

No que se refere a Defesa Civil (DC), a Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012, institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC, dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC, atribui deveres aos Estados e ao Distrito Federal e dos Municípios em adotar as medidas necessárias à redução dos riscos de desastre, medidas preventivas e mitigadoras que poderão ser adotadas com a colaboração de entidades públicas ou privadas e da sociedade em geral.

Devido à alta incidência de focos de calor, registrada pelo INPE, já no começo de 2016, ocorreu a necessidade de formar uma frente de combate aos incêndios instalados em quase todo o estado, pois as queimadas realizadas nessa época em Roraima fugiram do controle.

Para combater as chamas que assolaram o estado no início de 2016, o poder público estadual, solicitou ajuda ao governo federal, o qual enviou pessoal qualificado de outros estados para o combate, que deveria ser ostensivo, principalmente na região de florestas, como as áreas de reservas florestais e lavrado (savana).

Para tanto foi decretado estado de emergência em 12 municípios, dos 15 existentes no estado, de acordo com os Decretos publicados nos Diários Oficiais nº 18.282-E, de 14 de janeiro de 2015, Decreto nº 18.324-E, de 11 de fevereiro de 2015 e Decreto nº 18.417-E, de 12 de março de 2016, por meio do Ministério da Integração Nacional (MI) e da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Sedec). Essa medida foi tomada para agilizar a solicitação de recursos junto à União, e restabelecer serviços essenciais bem como reconstrução de áreas destruídas.

A decretação do estado de emergência, foi devido ao pouco contingente do CBMil no estado, que possui uma vasta região com 15 municípios, dos quais apenas em 4 deles verifica-se a existência de representação do Corpo de Bombeiros, sendo o quartel situado na capital Boa Vista. Os demais postos são companhias com menos coeficiente de bombeiros militares, brigadistas e equipamentos, nos municípios de Rorainópolis, Caracaraí e Pacaraima.

Ao Corpo de bombeiros Militar de Roraima, coube a tutela da defesa civil, (DC/RR), composta por oito brigadistas em situação normal, que segundo Roraima (2016b) é o órgão responsável por: integrar, planejar, organizar, coordenar e supervisionar as execuções das medidas preventivas, de socorro, de assistência e de recuperação, observando fatores adversos originários de qualquer natureza em situações de emergência ou estado de calamidade pública.

Nesse contexto, reserva-se à Defesa Civil a promoção da segurança da população, em circunstâncias de desastres, sejam eles naturais, pela ação do homem ou ambos, fomentados pelo objetivo de reduzir tais desastres, por meio de ações preventivas, preparo quanto ao estado de emergência e desastres, respostas aos desastres e reconstrução da área atingida.

Ações do Corpo de Bombeiros de Roraima em conjunto com o governo do estado e prefeitura são de grande valia, pois, os brigadistas formados e com aporte de equipamentos em mãos, poderão conter o avanço do fogo e minimizar as consequências efetuadas pelas chamas, que sempre assolam quilômetros de área em Roraima.

Além da formação dos 150 brigadistas civis, foram capacitados 522 agricultores e 43 funcionários de prefeituras. O CBMil promoveu palestras para auxiliar no combate e prevenção aos incêndios em 8 municípios, formando uma frente de aliados, que mediante treinamento prévio, foram capazes de promover uma otimização diante das queimadas (Figura 10).

Figura 10. Brigadistas em ações de combate aos incêndios.



Fonte: IBAMA.

Também é efetuado pelo CBMil de Roraima, o manejo controlado do fogo, ou seja, a queima controlada, que segundo o Código Florestal, pode ser realizada nas práticas de prevenção e combate aos incêndios e nas de agricultura de subsistência, exercidas pelas populações tradicionais e indígenas, bem como em locais ou regiões que necessitam do emprego do fogo para práticas agropastoris ou florestais, pré-aprovado pelo órgão estadual ambiental competente amparado pelo Decreto federal nº 2.661/1998, que estabelece as normas cautelares referentes ao manejo do fogo em práticas florestais e agropastoris e que variam de acordo com a legislação de cada estado.

A utilização da técnica de queima controlada para fins agropastoris é legal e pode até trazer benefícios para a formação de pastagem e agricultura em curto prazo, todavia, deve-se ter atenção quanto aos impactos que essa ação pode causar ao meio ambiente em médio e longo prazo, tais como, perda da biodiversidade, empobrecimento do solo, devido a perda gradativa de nutrientes, e danos a saúde do homem, devido a geração de fumaça.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Buscando uma compreensão para os incêndios recorrentes em Roraima, essa pesquisa abordou fatores que ajudam a elevar a mensuração do índice de focos de calor no estado, o que pode ser observado a partir das variáveis climáticas, como o fenômeno *El Niño*, que contribui para a variação dos índices pluviométricos, tais como quantidade e distribuição das precipitações em Roraima.

Em razão de seca e estiagem, há potencialização de ameaças providas de queimadas por meios naturais e/ou antrópicos. A falta de tecnologia apropriada para a realização de atividades agropastoris faz com que agricultores e pecuaristas utilizem a queima como uma alternativa para a renovação da lavoura e dos pastos. Este fato corrobora para o alastramento das queimadas, as quais,

autorizadas ou ilegais acabam por sair do controle, principalmente em períodos de seca e estiagem, provocando incêndios desastrosos.

Todavia, queimas descontroladas, atingem proporções imensuráveis, as quais podem causar danos socioambientais, bem como podem ser aliadas do ecossistema, nutrindo o solo.

Nas porções Sul, Sudeste e Centro-Nordeste, notaram-se as maiores incidências de incêndios, conforme demonstrado na cartografia apresentada. No entanto, a ausência de efetivo humano foi fator que possivelmente corroborou para o agravamento dos incêndios, os quais poderiam ter sido evitados e combatidos durante os primeiros focos registrados em períodos de estiagens prolongadas, a exemplo do ano de 1998, 2003 e 2015.

A espacialização de informações referentes aos focos de incêndios no estado de Roraima torna-se material relevante para combatê-los. Para tanto, entender as variáveis fomentadoras deste fenômeno potencializa ações de combate e controle, logo, *El Niño*, atividades agropastoris e usos indevidos são essenciais para atuação no combate a incêndios e proteção da sociedade, a qual também deve estar consciente da associação destes elementos na gênese de focos de incêndio.

Quanto as ações de prevenção de incêndio, destacam-se as campanhas educativas, treinamentos e capacitação de produtores rurais e brigadistas promovidas pelo IBAMA via Prevfogo, no entanto, tais ações são desenvolvidas somente em Unidades de Conservação e entorno.

Acredita-se que a responsabilidade por efetuar Planos de Proteção com estatísticas, épocas e locais de maior ocorrência de incêndios e os mesmos serem postos em execução seria da FEMARH. Todavia, devido a estrutura reduzida de pessoal no órgão, há dissociação entre o planejamento e a execução das ações de prevenção e combate, posto que, por vezes, só há pessoal capacitado para lidar com as chamadas quando municípios decretam situação de emergência e assim são disponibilizados combatentes ao fogo.

O efetivo do Corpo de Bombeiros não é suficiente para lidar com o número de ocorrências em locais com forte probabilidade de ocorrência de incêndios, para tanto, o combate é incessante.

Vê-se como alternativa o aproveitamento do mapeamento dos focos de incêndio elaborado neste trabalho pelas autoridades competentes, juntamente com informações da FEMARH, Corpo de Bombeiros Militar e IBAMA para a construção de uma Plano de Ação Conjunta de Combate a Incêndios entre diferentes esferas de governo com o intuito de ampliar a prevenção e diminuir o combate.

REFERÊNCIAS

- ALVES, L. M.; MARENGO, J. A.; CAVALCANTI, I. F. A. Histórico de secas na Amazônia. In: BORMA, L. S.; NOBRE, C. A. (org.). **Secas na Amazônia: causas e consequências**. São Paulo: Oficina de Textos. 2013. 367 p.
- ARAGÃO, L. E. O. C. et al. Frequência de queimadas durante as secas recentes. In: BORMA, L. S.; NOBRE, C. A. (org.). **Secas na Amazônia: causas e consequências**. São Paulo: Oficina de Textos. 165-206 p.
- ARAÚJO, M. A. M. et al. Hydro-edaphic conditions defining richness and species composition in savanna areas of the northern Brazilian Amazonia. **Biodiversity Data Journal**, v. 5, 2017.
- BOMBEIROS. Disponível em: <<http://www.bombeiros.ror.gov.br/portal/principal.php>>. Acesso em: 18 de maio de 2017.
- BRASIL. **Condições de neutralidade no pacífico equatorial**. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) (julho 23). Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/> [Acesso: julho, 2016]. 2016.
- _____. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente dos Recursos Naturais/RR. **Operação Roraima Verde 2015**. Relatório final, 2015.
- _____. Ministério do Meio Ambiente. **Manual para Formação de Brigadista de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais**. 2010. 90 p.
- _____. Senado Federal do Brasil. **Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos Lei 12 608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC**. Brasília, 2012.
- _____. Senado Federal do Brasil. **Constituição da Federativa do Brasil**. Brasília, 1988.
- _____. Senado Federal do Brasil. Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989. **Cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis**. Brasília, 1989.
- BARBOSA, R. I. Distribuição das chuvas em Roraima. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELLÓN, E. G. (Eds). **Homem, Ambiente e Ecologia no estado de Roraima**. INPA. Manaus, Brasil, 1997. 325-335 p.
- BARBOSA, R. I.; CAMPOS, C. Detection and geographical distribution of clearing areas in the savannas ('lavrado') of Roraima using Google Earth web tool. **Journal of Geography and Regional Planning**, v. 4, n. 3, p.122-136, 2011.
- BARBOSA, R. I.; PINTO, F.; KEIZER, E.. Ecossistemas Terrestres de Roraima: Área e Modelagem Espacial da Biomassa. In: BARBOSA, R. I.; MELO, V. F. **Roraima: Homem, Ambiente e Ecologia**. FEMACT. Boa Vista, Roraima, Brasil, 1997. 347-368 p.
- BARBOSA, R. I.; MIRANDA, I. S. Fitofisionomias e diversidade vegetal das savanas de Roraima. In: BARBOSA R. I.; XAUD, H. A. M.; COSTA e SOUZA J. M. 2004. **Savanas de Roraima: Etnoecologia, Biodiversidade e Potencialidades Agrossilvipastoris**. FEMACT. Boa vista, Roraima, Brasil. 2004. 61-78 p.
- BARBOSA, R. et al. Cinzas na Amazônia: Incêndios florestais reencontram Roraima. **Ciência hoje**, v. 35 n. 207, p. 22-27, 2004.
- BARBOSA, R. I. et al. The "Lavrados" of Roraima: Biodiversity and Conservation of Brazil's Amazonian Savannas. **Functional Ecosystems and Communities**, v. 1, n. 1, p. 29-41, 2007.
- BECKER, B. et. al. **Fronteira Amazônica: Questões atuais sobre a gestão do território**. Editora UFRJ: Rio de Janeiro, 1990.
- BERNARDO, K. **Roraima enfrenta índices históricos de incêndios. Este é o tamanho do problema** (agosto 12). Disponível em: www.nexojournal.com.br [Acesso: agosto, 2016]. 2016.
- CAMPOS, C. PINTO, F. BARBOSA R. I. **O Lavrado de Roraima: importância biológica, desenvolvimento e conservação na maior savana do Bioma Amazônia**. INPA, Roraima, Brasil, 2008.
- CARNEIRO-FILHO, A. Roraima Savannas: Clímax situation or botanic relic. In: Prost MT (Ed.) **Évolution des Littoraux de Guyane et de la Zone Caraibe Méridionale Pendant le Quaternaire** (Symposium PICG 274 / ORSTOM Cayenne (Guyane) du 9 au 14 novembre 1990). ORSTOM, Paris, 578 p. URL: http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/colloques2/37509.pdf [ISBN 2-7099-1109-4]. 1992.

CARVALHO, C. M. O lavrado da Serra da Lua em Roraima e perspectivas para estudos da herpetofauna na Região. **Rev. Geogr. Acadêmica**, v. 3, n. 1, p. 4-17, 2009.

FEMARH - Fundação Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://www.femarh.rr.gov.br/>>. Acesso em: 18 de maio de 2017.

FONSECA, M. G. Climatic and anthropogenic drivers of northern Amazon fires during the 2015-2016 El Niño event. **Ecol Appl.**, v.27, n.8, p. 2514-2527, 2017.

G1 RORAIMA. **Incêndio atinge quatro áreas de conservação na região Sul de Roraima**. Disponível em: <http://g1.globo.com/rr/roraima/noticia/2016/03/incendio-atinge-quatro-areas-de-conservacao-na-regiao-sul-de-roraima.html>. Acesso em: 08 de março de 2019.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Janeiro de 2015 registra recorde de focos de queimadas detectados por satélite** (setembro, 19). Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=3822. Acesso: 19 de setembro de 2019.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. **Roraima tem pior seca em 18 anos e corre risco de novo megaincêndio, dizem especialistas**. (agosto 15). Disponível na internet: www.socioambiental.org. Acesso: 15 de agosto de 2016.

NASCIMENTO, S. P.; CARVALHO, C. M. Expressões orais populares utilizadas pelo povo do Lavrado em Roraima. **Revista Geográfica Acadêmica**, v.10, n.1, p. 131-162, 2016.

NASCIMENTO, T. N.; FELFILI, J. M.; FONTES, A. T. O. F.; HAY, J.; GRIBEL, R. O efeito do fogo nas Florestas. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v.27, n. 207, p. 40-43, 2000.

NEPSTAD, D.; VERISSIMO, A.; MOUTINHO, P.; NOBRE, C. O empobrecimento oculto da floresta amazônica. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 157, p. 70-73, 2000.

RORAIMA. **Diário oficial do Estado**. Decreto n. 18.282-E, de 14 de janeiro de 2015. Gabinete Integrado de Gestão de Desastres Naturais do Estado de Roraima. 2016a.

_____. **Diário oficial do Estado**. Decreto n. 18.324-E, de 11 de fevereiro de 2015. Gabinete Integrado de Gestão de Desastres Naturais do Estado de Roraima. 2016b.

_____. **Diário oficial do Estado**. Decreto n. 18.417-E, de 12 de março de 2015. Gabinete Integrado de Gestão de Desastres Naturais do Estado de Roraima. 2016c.

SHIMABUKURO, Y. E.; KRUG, T.; SANTOS, J. R.; NOVO, E. M.; YI, J. L. R. Roraima: o incêndio visto do espaço. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 157, p. 32-34, 2000.

SILVA, D.; SANDER, C.; ARAÚJO JÚNIOR, A. C. R.; WANKLER, F. Análise dos ciclos de precipitação na região de Boa Vista – RR nos anos de 1910 a 2014. **Rev. Geogr. Acadêmica**, v. 9, n. 2, p. 34-49, 2015.

SILVA, G. F. N. **Processamento de imagens digitais e análise espacial para o estudo da susceptibilidade a incêndios florestais nas regiões do Apiaú e Ribeiro Campos – RR**. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Boa Vista: UFRR. 2004.

SILVA, J. F. **El Niño: O Fenômeno climático do século**. Brasília, Thesaurus. 2000.

SILVERMAN, B. W. **Density Estimation for Statistics and Data Analysis**. Nova York: Chapman and Hall. 1986

SOUZA, N. P. 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: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. **Anais...** Foz do Iguaçu, PR, Brasil, INPE, 2013.

SOUZA JÚNIOR, A. F. **Dislexia institucional: fogo, fumaça e cinzas em Roraima**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Distrito Federal: Universidade de Brasília. 2006.

XAUD, H.; XAUD, M. R. **Situação dos Incêndios Florestais em Roraima: muito fogo e pouca água** (agosto, 30). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/9542309/artigo---situacao-dos-incendios-florestais-em-roraima-muito-fogo-e-pouca-agua>. Acesso: 22 de agosto de 2016.