

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS A ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DAS QUEIMADAS E INCÊNDIOS EM ESCALA ESTADUAL: CONHECER PARA PREVENIR

André Luiz Nascentes Coelho¹

Ana Christina Wigner Gímenes²

Antônio Celso de Oliveira Goulart³

Introdução

Os incêndios e as queimadas⁴ sem controle são um dos principais responsáveis por danos aos ecossistemas florestais e dependendo da área de abrangência, das características do local e intensidade pode resultar em prejuízos expressivos ao ambiente com a supressão da flora e fauna, além de perdas materiais e humanas (COELHO; GOULART, 2019; KAZMIERCZAK, 2015). Costa *et. al.* (2018) mencionam que os incêndios, sobretudo os florestais, configuram-se como um dos problemas ambientais de maior relevância a nível global, o que os caracterizam como um tema de grande interesse para toda a sociedade, na qual se inclui a comunidade científica, principalmente no que tange a elaboração de metodologias e técnicas para o monitoramento deste tipo de evento.

Para a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC, 2003), os incêndios florestais e as perdas de controles de queimadas se configuram em desastres humanos de natureza social resultantes de desequilíbrios provocados por ações ou por omissões tanto no meio rural quanto na área urbana.

No Brasil este processo materializa-se de maneira mais intensa com a pressão antrópica sobre o ambiente, através da substituição de remanescentes de paisagens conservadas com novos usos das terras, notadamente, relacionadas às atividades pecuárias e agrícolas, fazendo o uso de práticas não conservacionistas com a supressão da vegetação nativa pelas queimadas e incêndios (ROSS, 2009). A essa condição se soma o efeito da localização das florestas que, muitas vezes, mostram-se consoantes com zonas potenciais de altas suscetibilidades meteorológicas e climatológicas, aumentando assim o grau de risco a esse fenômeno.

Nesta linha de discussão Coelho e Goulart (2019, p. 70), fazendo referência ao estado do Espírito Santo, objeto deste estudo, apontam que,

1 Docente da Universidade Federal do Espírito Santo. Departamento e Programa de Pós-Graduação em Geografia - Laboratório de Gestão em Redução de Risco de Desastres - LabGR2D/CEPEDES-UFES e Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias – LCGGEO. E-mail: alnc.ufes@gmail.com.

2 Docente da Universidade Federal do Espírito Santo. Departamento e Programa de Pós-Graduação em Geografia - Laboratório de Gestão em Redução de Risco de Desastres - LabGR2D/CEPEDES-UFES e Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias – LCGGEO. E-MAIL: acw.gimenes@gmail.com.

3 Docente da Universidade Federal do Espírito Santo. Departamento e Programa de Pós-Graduação em Geografia - Laboratório de Gestão em Redução de Risco de Desastres - LabGR2D/CEPEDES-UFES e Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias – LCGGEO. E-mail: celsoliveiragoulart@gmail.com.

“O baixo risco natural a incêndio florestal, neste caso, não equivale, necessariamente, a risco nenhum e, portanto, essa condição, se a princípio não causa alarme às condições climáticas locais no SE do Brasil, em geral, e ao Espírito Santo, em particular, serve de alerta para condições conjunturais que respondem por contingências importantes como a coincidência do período mais seco do ano na região e elevação da temperatura do ar na baixa atmosfera. As ondas de calor podem incrementar a queda sustentada da umidade atmosférica e favorecer a intensificação de incêndios florestais, principalmente porque os reflorestamentos (silvicultura) são realizados com coníferas, situação que amplifica a susceptibilidade florestal ao ressecamento e a sua predisposição à combustão”.

Cardoso *et. al.* (2013) e Jensen (2009) argumentam que o incêndio possui importância ambiental expressiva em função da sua influência sobre a poluição, nas mudanças climáticas e nos impactos diretos e indiretos, tais como o empobrecimento do solo e desencadeamento de processos erosivos, poluição atmosférica, problemas de saúde pública, destruição do patrimônio público e privado com prejuízos econômicos e sociais em diversas escalas, tanto local em uma parcela de terra, como em escala global, a exemplo da emissão de dióxido de carbono - CO₂ na atmosfera, pelo uso de combustíveis fósseis em veículos e indústrias que dependem dessa energia, além, das mudanças do uso da terra com a queima de florestas.

Uma importante componente geográfica associada aos incêndios se dá através da urbanização e da distribuição dos eixos de circulação entre as localidades urbanas, sejam eles os caminhos históricos constituídos pelos canais fluviais, sejam os caminhos rodo-ferroviários, os quais condicionaram a formação e o desenvolvimento de núcleos matriciais dos atuais centros urbanos locais.

O estado do Espírito Santo conta com o seu mais longo eixo rodoviário constituído pela BR-101, a qual cruza o seu território no sentido norte-sul, integrando as diversas localidades urbanas de maior adensamento. Essa via de circulação viária cruza os compartimentos geomorfológicos do estado em sua extensão sul, desde o limite com o estado do Rio de Janeiro até as proximidades do município de Aracruz, adentrando o domínio dos relevos que compõem a margem sul da bacia do rio Doce no estado, assentada sobre morfologias de baixas colinas e morrotes dominantes, pontuadas por maciços costeiros isolados, relevos esses que marcam a posição transicional para os tabuleiros costeiros e as planícies costeiras, em um segmento estreito na qual a topografia favoreceu, no passado, a instalação dos caminhos pioneiros, atualmente consolidados nessa rodovia federal. Ao norte de Aracruz, rumo à divisa com o estado da Bahia, a BR-101 verifica-se assentada predominantemente sobre as colinas de topos planos que constituem o relevo dominante dos tabuleiros costeiros, cuja extensão de ocorrência nesse setor do estado cresce no sentido leste-oeste tomando características hegemônicas na paisagem marginal à estrada. Nas duas direções, a estrada principal e as secundárias cortam áreas úmidas apenas nos fundos dos vales, onde Gleissolos e Organossolos contribuem para a manutenção da umidade e barreira contra queimadas e incêndios.

Essa condição topográfica junto à margem litorânea do território, que induziu o assentamento da estrada pela minimização dos esforços para a sua implantação foi também responsável em grande medida pela localização dos sítios urbanos históricos, sempre diretamente associáveis aos eixos de circulação pioneiros formados por eixos terrestres, assim como os eixos aquáticos-fluviais. Centros urbanos desenvolveram-se ao longo dessas vias, com topografia plana ou pouco inclinada e, com a sua evolução, o surgimento de áreas que se mostram ameaçadas pela suscetibilidade a incêndios, condições impostas que pressionam e intensificam as manifestações desses eventos.

Áreas de descartes de resíduos sólidos (lixões e aterros clandestinos) nas proximidades de comunidades urbanas da periferia dos principais centros urbanos; terrenos baixos de brejos e alagados de solos com ou sem depósitos de turfa, drenados e aterrados para formação de áreas voltadas à expansão imobiliária e a forte pressão exercida sobre franjas externas das Unidades de Conservação - UCs ou, quando próximos ao centro urbanos, pela invasão das áreas para ocupação imobiliária são indutores antropogênicos para a suscetibilidade a incêndios e queimadas a partir de práticas negligentes de manejo dessas atividades, seja pela ação dos indivíduos que as executam, seja pela omissão dos gestores públicos que não as fiscalizam e a não as inibem condizentemente.

Outras condições desfavoráveis à redução do risco vêm dos poucos debates na sociedade em diferentes esferas. O contrário disso, são discussões em todos os setores da educação, elaboração de planos de gestão de risco de incêndio por distrito e conjuntos de propriedades rurais, redes de comunicação e colaboração entre os atores envolvidos, cadastro de voluntários e cursos de combate a incêndios.

Fica evidente, a partir dessas considerações, que há uma importante interação entre as atividades rurais e urbanas, proteção ambiental e redução de risco dessa natureza que ratifica a importância no processo de planejamento territorial da prevenção dos desastres, a ser contemplado de maneira clara e permanente, ao longo de todo o processo do desenvolvimento, e os efeitos desses fatos estão enfaticamente presentes na atualidade.

Nesse sentido, torna-se importante compreender a variação espacial e sazonal da ocorrência dos incêndios no sentido de estabelecer ações de monitoramento, controle, combate, resiliência/recuperação de paisagens, incluindo também, orientações de prática de queimadas controladas, evitando sua propagação.

Existem, na atualidade, variados métodos de monitoramento de acordo com as especificidades do local, da estrutura, da extensão da área monitorada através de postos de vigilância terrestres e/ou torres de observação, pelo patrulhamento por veículos, sobrevôo de avião/helicópteros e do uso de drones/vants, ações estas que são pontuais e de elevados custos econômicos, sobretudo, para órgãos públicos como prefeituras/governos (COELHO; GOULART, 2019). O uso das ferramentas computacionais como os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) integrado com as técnicas de Sensoriamento Remoto (SR) e de produtos derivados acessíveis, a exemplo do banco de dados de queimadas, são uma alternativa de baixo custo, de elevada eficiência e precisão que possibilita desenvolver o mapeamento, propiciando uma ampla visão sobre a distribuição temporal e espacial das queimadas em diferentes escalas, além de possibilitar análises das interações do fogo relacionado com fatores culturais e socioambientais. Kazmierczak (2015) enfatiza que o Sensoriamento Remoto pode ser considerado a tecnologia ideal para identificação, monitoramento de queimadas e incêndios, por sua praticidade, rapidez, acessibilidade e baixo custo, adequado para análises de áreas territoriais extensas.

Nesta perspectiva, as Geotecnologias⁵, entendida como um conjunto de técnicas possuindo uma ou mais funções como coleta, processamento, análise e disponibilidade de informação com referência geográfica, composta de soluções de *hardware* (plataforma computacional utilizada), *software* (programas, módulos e sistemas) e *peopleware* (profissionais ou usuários especializados) têm sido responsáveis por uma expressiva revolução e contribuição nos estudos geoambientais, propiciando avanços na obtenção de dados, tratamento e geração de informações relacionadas ao uso e cobertura terrestre e marinha (COELHO, 2017; PIROLI, 2017).

A este propósito, Coelho (2013) recomenda que o emprego das ferramentas SIG e SR devem ser operadas, preferencialmente, por um especialista, de maneira cautelosa. Considerada como instrumento de apoio e não de decisão nas diversas modalidades

de aplicação, como a geração de modelos que apontam áreas susceptíveis a riscos de desastres, que necessita, após a elaboração, a exemplo dos mapas, ser comprovado e aprovado com base em estudos pontuais e/ou campanhas de campo viabilizando, assim, o tratamento mais eficiente do problema.

Nessa linha de abordagem, a meta deste trabalho é colocar em evidência a importância do desenvolvimento de uma análise espaço-temporal das queimadas e incêndios no estado do Espírito Santo (ES) com emprego de dados obtidos por Sensoriamento Remoto, entre 2008 e 2018, aplicado na redução dos riscos causados por esse fenômeno e suporte na resiliência das paisagens.

Busca-se responder às seguintes indagações: 1) É possível elaborar uma cartografia de incêndios florestais para o estado do Espírito Santo, a partir, de um conjunto representativo de dados geoespaciais acessíveis, integrados em ambiente SIG? 2) Qual o nível de confiabilidade dos dados de queimadas disponibilizados de forma gratuita? E como verificar/validar? 3) Como se dá a distribuição anual e mensal das queimadas no estado Capixaba? 4) Quais as regiões/áreas mais afetadas pelas queimadas no ES? 5) Quais os Municípios do ES que registraram os maiores focos? 6) Qual é a susceptibilidade a incêndios nas Unidades de Conservação e entorno destas? 7) Com base nos dados e informações geradas é possível contribuir com o estabelecimento de planos/ações, buscando a redução deste fenômeno?

Princípios e metodologia adotados na elaboração e análise dos dados

A elaboração e análise espaço-temporal das queimadas/incêndios deve partir de referenciais que abordam a temática no sentido de obter o conhecimento recente através dos relatórios, estudos, práticas e ações nesta linha, em instituições como INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, no Portal do Programa Queimadas (INPE, 2019); junto ao IBMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, no Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios - PREVFOGO (IBAMA, 2019); das universidades, entre outras bases. A partir desta compilação e leituras sobre o assunto, a etapa seguinte se detém a aquisição e tratamento de planos de informações vetoriais e matriciais, em instituições de referência, para uso no SIG/GIS, a exemplo dos temas utilizados na Tabela 1.

Tabela 1. Base de Dados Geográficas / Planos de Informações utilizados

Dado	Tema Cartografado	Fonte	Ano	Escala / Resolução
UFs	Limite Estadual	IBGE	2017	1:100.000
Limite Municipal	Município	IJSN/CGEO	2017	1:1.000
UCs	Unidades de Conservação	IJSN/CGEO	2017	1:1.000
Área Urbana	Área Urbana	IJSN/CGEO	2017	1:100.000
Corpo d'água	Rios, Lagos, Oceano	IBGE	2017	1:100.000
Queimadas/Incêndios	Focos de Calor	INPE	2019	250 mts

Organizado pelos autores.

De posse dos dados vetoriais e matriciais, esses são inseridos no software de SIG ArcMAP⁶ ajustando, quando necessário, no sistema de projeção UTM, Datum SIRGAS-2000, Zona 24 Sul (IBGE, 2005), com todo o mapeamento elaborado, seguindo

uma padronização cartográfica como as propostas de Menezes e Fernandes (2013); Fitz (2008); Lo e Yeung (2007) e Slocum *et. al.* (2008) no sentido de desenvolver uma comunicação cartográfica eficiente e objetiva.

Os dados de queimadas foram adquiridos gratuitamente no Portal do Programa Queimadas do INPE (2019) que promove o monitoramento dos focos de calor/queimada desde 1987, utilizando diversos satélites⁷ dotados de sensores óticos, operando na faixa termal-média no intervalo de 4µm (micrómetros) para detecção de frentes de incêndios/queimadas. A partir desses dados, podem ser extraídas diversas informações, como por exemplo, o número de queimadas por estados em um período máximo de 366 dias, coordenadas geográficas dos focos, alertas por e-mail de ocorrências em áreas de interesse especial, risco meteorológico de fogo, estimativas de concentração de fumaça, mapeamento de áreas queimadas, etc. (INPE, 2019).

Para os objetivos desta pesquisa foi utilizado registro de focos no período de 01 janeiro de 2008 e 31 de dezembro de 2018, com o download (Figura 1) dos dados no formato *shp/shapefile* para cada ano (2008, 2009, 2010, 2011, 2012 [...], 2018), formando 11 Bancos de Dados Geográficos - BDG anuais, seguido da junção destes bancos em um único com o software de SIG e aplicação do filtro para o satélite de referência⁸ AQUA_M-T⁹, sensor MODIS.

A partir desse BDG que conta com a série histórica de focos entre 2008 e 2018, os dados foram exportados para o formato Excel, seguido da elaboração de gráficos e tabelas. Também com esse banco de dados da série histórica realizou-se no SIG a análise da intensidade dos focos a partir do estimador de densidade Kernel e o processamento e espacialização das ocorrências de queimadas por municípios, além do mapeamento de incêndios no interior das Unidades de Conservação e 1km em torno delas.

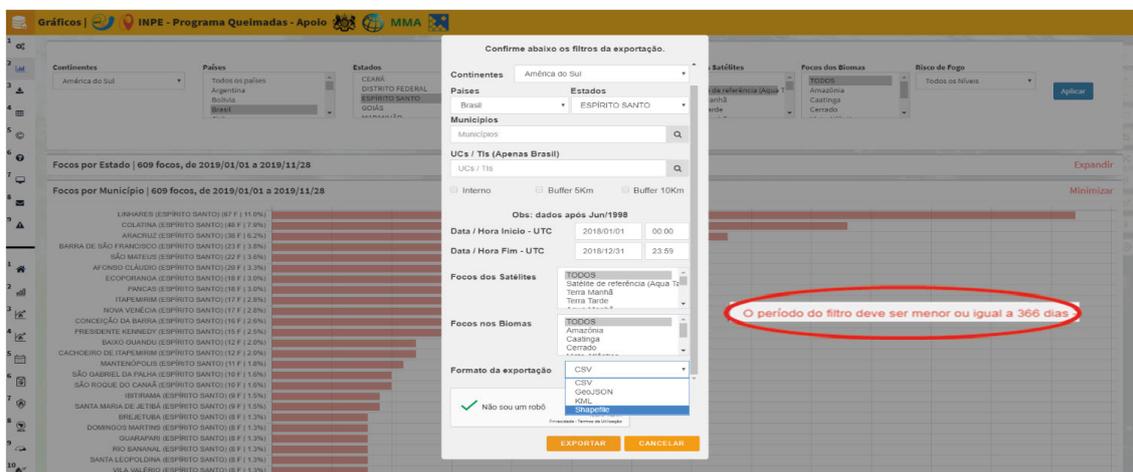


Figura 1. Captura de tela do banco de dados de queimadas e seleção de filtros para exportação no formato shapefile e uso em ambiente computacional SIG/GIS. Organizado pelos Autores.

A verificação dos dados, isto é, a checagem dos focos detectados pelos satélites e o local da ocorrência, tomou como referência as validações no próprio portal do Programa Queimadas do INPE¹⁰ que apresenta um padrão de confrontação, como o da Figura 2, mostrando do lado esquerdo a interface do portal, apontando no círculo vermelho os focos detectados.

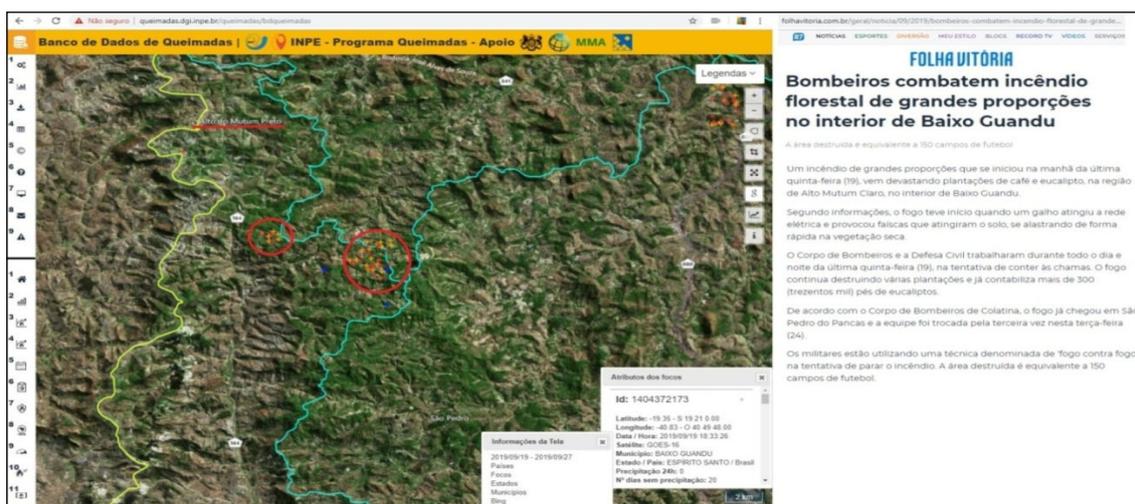


Figura 2. Exemplo de validação de incêndio extraído do portal do Programa Queimadas do INPE. Organizado pelos autores

Uma das janelas, no centro inferior da Figura 2, traz as informações das coordenadas geográficas (latitude e longitude), data e hora do registro, nome do satélite que fez a leitura/varredura e o município. A outra janela maior, à sua direita, traz um noticiário, relatando o incêndio na região/município de ocorrência.

A confiabilidade e potencial desses dados de queimadas já foi demonstrado por diversos pesquisadores, em inúmeras publicações no INPE, em periódicos e relatórios, discorrendo sobre a natureza e causas dos incêndios e desmatamentos, a partir da montagem de séries temporais diversas, através de gráficos e mapeamentos (INPE, 2019; KAZMIERCZAK, 2015).

Cabe salientar, no que se refere à detecção das queimadas por satélites, algumas condições que impedem o registro, sendo as mais frequentes: frentes de fogo com menos de 30 m; fogo apenas no chão de uma floresta densa, sem afetar a copa das árvores; nuvens de umidade/chuva cobrindo a região (às nuvens de fumaça não atrapalham); queimada de pequena duração, ocorrendo no período de tempo entre cada uma das imagens disponíveis; fogo em uma encosta de montanha/serra oposta do posicionamento de observação do sistema sensor do satélite; imprecisão na localização do foco de queima, que no melhor caso é de cerca de 250 metros, mas podendo chegar a 6 km¹¹ (INPE, 2019; VALLEJO, 2012; IBAMA, 2009).

Análise Geoespacial dos Focos Detectados por Satélite: Espírito Santo

- Exposição Quantitativa

A Figura 3 apresenta, em um gráfico de registros anuais, o número dos 4.196 focos de queimadas e incêndios para o estado do Espírito Santo detectados pelo sensor MODIS nos 11 anos (2008 e 2018), apresentando uma média de 381 focos/ano e as maiores concentrações nos anos de 2015 com 940 e, 2016 com 599 focos, respectivamente (36,7% ou 1.539 queimadas/incêndios). Ao analisar a média anual, suprimindo os picos de 2015 e 2016, têm-se 295 registros, resultando em uma queda de mais de 100 focos por ano.

Um fator potencializador destes picos de incêndios, detectados nos anos de 2015 e 2016, está relacionado a dinâmica meteorológica que foi marcada por bloqueios atmosféricos (INCAPER, 2017), resultando em chuvas escassas e temperaturas médias elevadas, características que favoreceram a propagação do fogo, sobretudo, em áreas do estado desprovidas de florestas nativas.

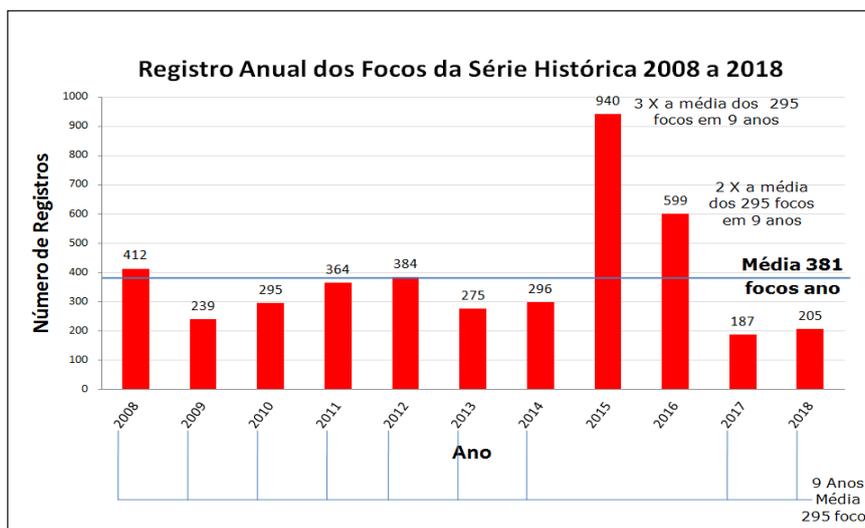


Figura 3. Distribuição anual dos 4.196 focos no estado do Espírito Santo e as respectivas médias anuais.

Já a análise do gráfico da série histórica mensal dos focos de queimadas e/ou incêndios (Figura 4) revela os maiores valores nos meses entre agosto a outubro, marcados por baixos índices pluviométricos, secos e de reduzida umidade relativa do ar, concentrando mais de 50% ou 2.108 das 4.196 ocorrências no território, notadamente nos períodos de maior estiagem (setembro e outubro). Coincide também, com a estação seca em grande parte do território brasileiro, entre agosto a outubro, época de preparo do solo para o plantio das culturas de verão, crítica para o desencadeamento de incêndios (TORRES *et al.*, 2016; KAZMIERCZAK, 2015, 2011; CARDOSO *et al.* 2013).

Nesses meses do ano, o material combustível como capim, galhos e folhas depositados no solo, especialmente nas áreas formadas por pastagens, que é o predomínio do uso antrópico no Brasil¹² (IBGE, 2018) e no Espírito Santo (IJSN, 2018), apresentam elevada susceptibilidade à ocorrência do fogo.

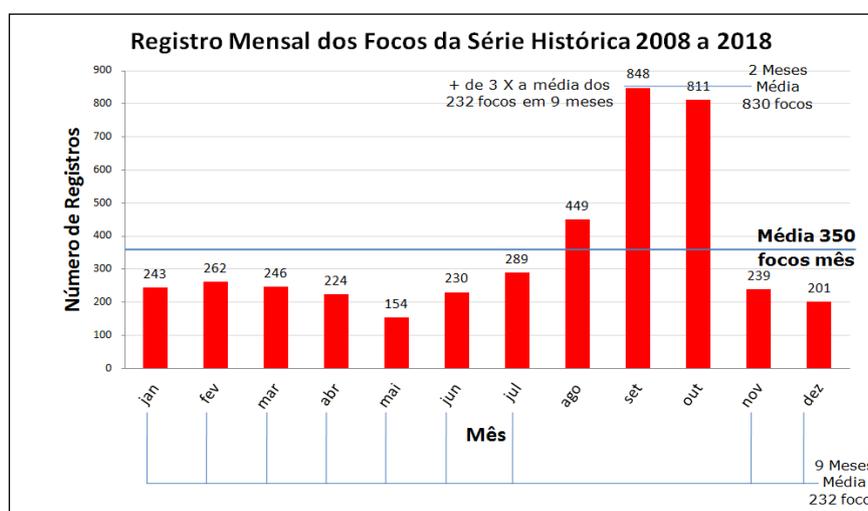


Figura 4. Média mensal da série histórica 2008-2018 dos focos no estado do Espírito Santo.

- Distribuição Geográfica das Queimadas/Incêndios

A Figura 5, mostra em um mapa, a nuvem de pontos com a localização dos 4.196 registros de incêndios/queimadas para o estado do Espírito Santo, fornecendo uma visão geral da distribuição espacial, e também a densidade destes focos reclassificados em 3 tipologias significativas de ocorrências: 1) Média, 2) Alta, e 3) Muito Alta.

Revela os “arcos de queimadas e incêndios” estadual, nas cores rosa e vermelho, apontando as áreas mais críticas, com registros das classes Alta e Muito Alta, situando-se, sobretudo, no litoral centro-norte capixaba entre Linhares, passando por São Mateus, até Conceição da Barra. Na porção sul do canal principal do rio Doce, os municípios de Aracruz, seguido de Linhares, se destaca como Muito Alta a intensidade de ocorrência.

Esses arcos coincidem com as áreas de maior concentração de queimadas, observadas por Giacomini (2014) entre 2008 e 2012, nas regionais no estado do Espírito Santo, contabilizando 5.491 de ocorrências de incêndios em São Mateus e 2.404 em Aracruz, com base nos dados obtidos por uma empresa produtora de madeira de eucalipto.

No entorno da RMGV – Região Metropolitana da Grande Vitória há o registro de densidade Média a Alta no município de Serra, nas áreas com ocorrência de solos turfosos, porção sul-sudoeste do Maciço Mestre Álvaro. Já no sul do estado ocorreu uma concentração em entorno da cidade de Itapemirim com Alta e Muito Alta densidade dos focos de queimadas e incêndios.

As regiões com Média densidade dos focos, em amarelo no mapa, estão localizadas principalmente no sudoeste do estado nos municípios de Ibitirama, Ibatiba e Lúna. Na região centro-norte, densidade Média para os municípios de Sooretama, Vila Valério e Rio Bananal, enquanto a noroeste, a densidade Média nos municípios de Alto Rio Novo, Pancas e Mantenópolis (Figura 5).

As causas principais da concentração/densidade destes incêndios estão associadas as práticas do uso das terras como a queima de lavoura de cana-de-açúcar (parte dos municípios de Itapemirim, Marataízes e Presidente Kennedy no sul do estado, e norte, em Pedro Canário, Boa Esperança e Conceição da Barra); nas áreas de monoculturas de eucalipto, sobretudo, a partir do município de Aracruz até Conceição da Barra. Além dessas, outras causas estão associadas a práticas de queimadas nos locais de forrageiras que ocupam grande parte do estado.

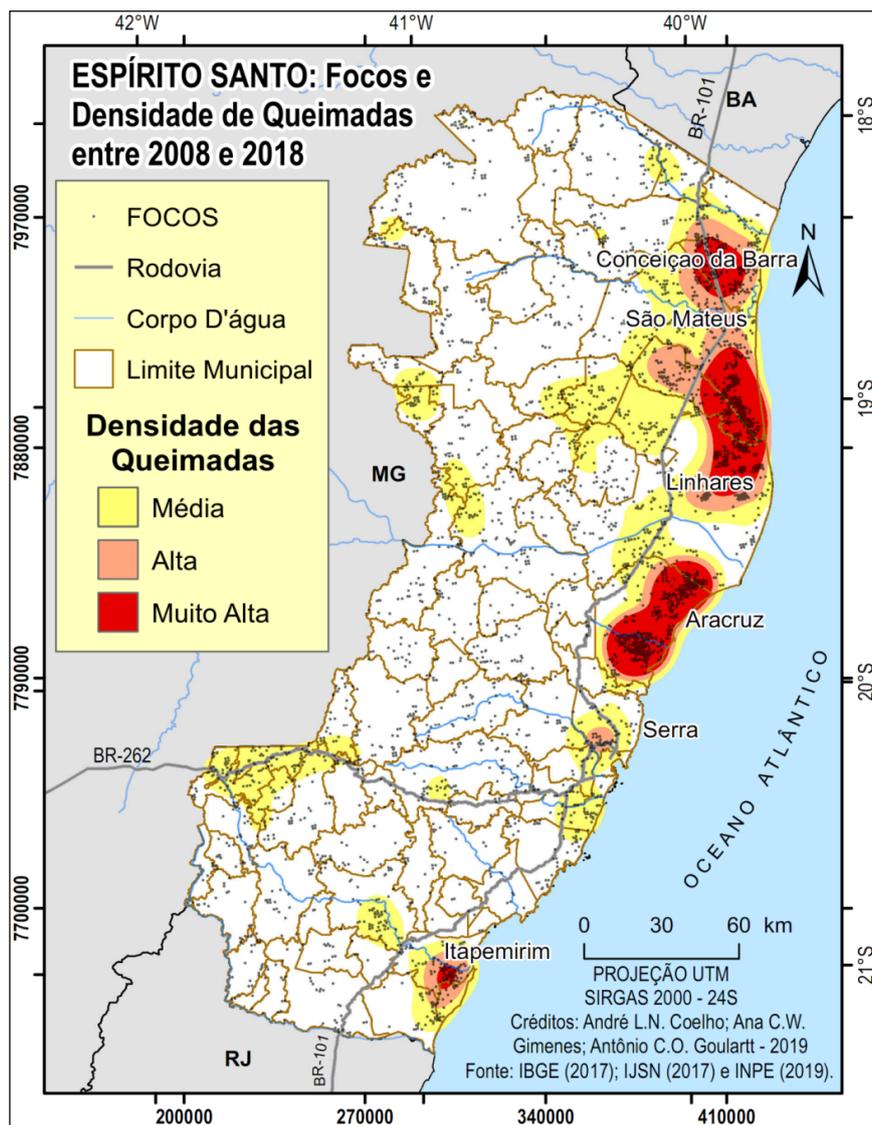


Figura 5. Nuvem de pontos e densidades/arcs das queimadas no estado do Espírito Santo.

Acrescenta-se também, em parte destas regiões, as queimadas de entulhos depositados de forma irregular, em beira de estradas ou em terrenos baldios, que se alastram com os ventos fortes, transformando-se em incêndios, fato constatado por Coelho e Ferreira (2011) nas áreas de descarte de resíduos sólidos (lixo e entulho) nos solos turfosos no município de Serra.

Estudos como Torres *et. al.* (2016), Kazmierczak (2015) e IBAMA (2009) mencionam que as características dos incêndios variam segundo a vegetação, o clima, a topografia e as atividades decorrentes da ação humana ao longo do tempo, sendo o *clima* um dos elementos que potencializa a ocorrência dos focos de incêndios, uma vez que influencia na quantidade de biomassa e no teor de umidade do combustível, seguido dos *incêndios causados por ações de vandalismo* em suas várias formas (de transeuntes, queima para limpeza de terrenos, incendiários envolvidos no conflito de interesses de terra, etc.).

Nunes *et. al.* (2013) ao analisarem três décadas de incêndios florestais em Portugal destacam que as condições climáticas e meteorológicas desempenharam um papel crucial no desencadeamento do fogo. Chang *et. al.* (2015) apontam também que os incêndios florestais observados em países como a China são decorrentes das complexas interações entre a vegetação, clima, topografia e das atividades antrópicas ao longo do tempo.

A Figura 6 apresenta a cartografia com a distribuição dos 4.196 focos por municípios, no período 2008 e 2018, revelando as maiores ocorrências, superiores a 201 focos para quatro municípios, todos eles situados no litoral centro-norte do estado, com São Mateus, liderando 526 detecções, seguido de Aracruz (497 focos), Linhares (481 focos) e Conceição da Barra com 243 focos. Já as detecções entre 101 e 200 focos concentraram-se em três municípios: Jaguaré com 181, seguido de Itapemirim com 106 e Ecoporanga com 102, respectivamente (Tabela 2).

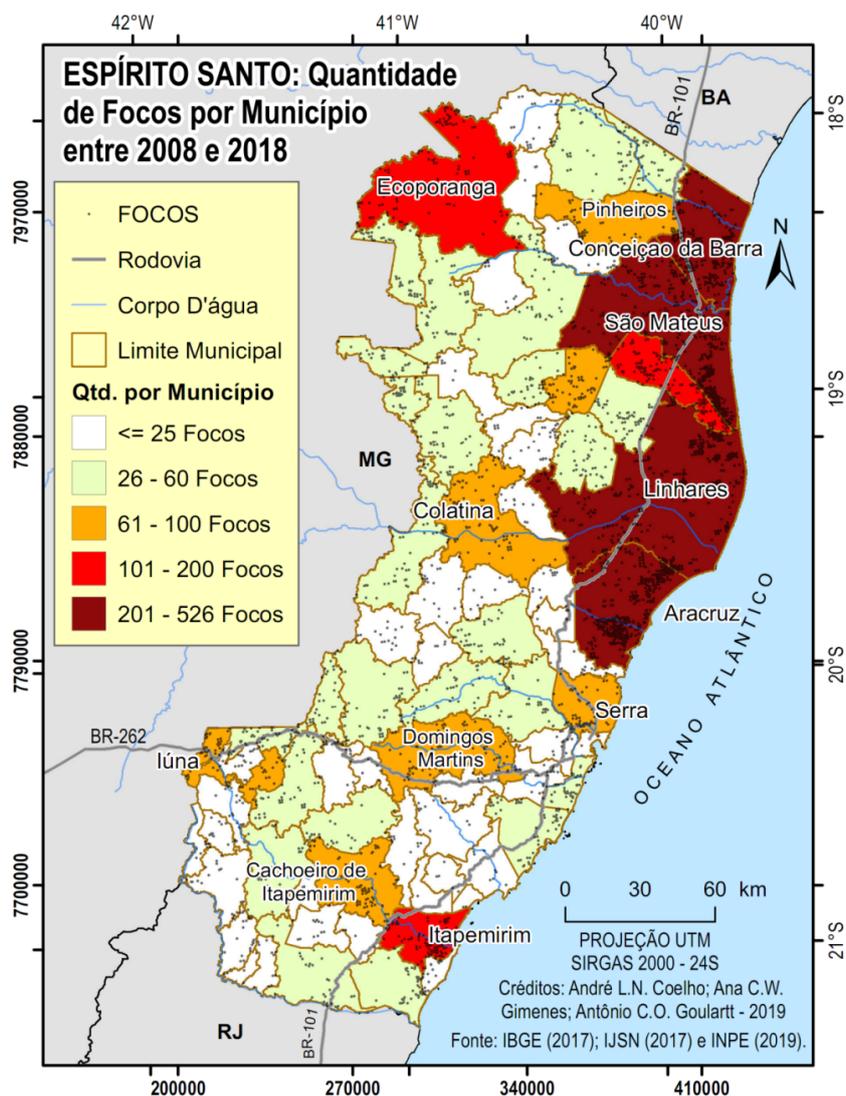


Figura 6. Detecções de queimadas/incêndios por município do estado do Espírito Santo.

A Tabela 2 lista, em ordem de quantidade de detecções de queimadas e incêndios pelo sensor MODIS, os vinte municípios capixabas com registros superiores a 50 ocorrências, cobrindo 70,3% dos focos do período de 2008 e 2018. Revela ainda que, 7 dos 78 municípios do estado apresentaram registros superiores a 100 detecções, correspondendo a 50,91% (ou 2.136 dos 4.196 focos contabilizados), cobrindo, apenas, 26% da área estadual ou 11.971,9 km² do território total do estado do Espírito Santo de 43.835,5 km².

Tabela 2. Ordem dos registros de queimadas por município a partir de 50 focos

Ordem	Município	Deteções de Queimadas/ Incêndios	Percentual das 4.196 Deteções	Área do Município km ² *	Percentual da Área dos 78 Municípios *
1	São Mateus	526	12,5 %	2.343,8	5,1 %
2	Aracruz	497	11,8 %	1.419,7	3,1 %
3	Linhares	481	11,5 %	3.494,5	7,6 %
4	Conceição da Barra	243	5,8 %	1.186,4	2,6 %
5	Jaguare	181	4,3 %	659,4	1,4 %
6	Itapemirim	106	2,5 %	550,7	1,2 %
7	Ecoporanga	102	2,4 %	2.317,2	5,0 %
8	Colatina	83	2,0 %	1.416,8	3,1 %
9	Domingos Martins	81	1,9 %	1.229,4	2,7 %
10	Serra	75	1,8 %	547,4	1,2 %
11	Cachoeiro de Itapemirim	70	1,7 %	865,0	1,9 %
12	Vila Valério	69	1,6 %	470,2	1,0 %
13	Pinheiros	69	1,6 %	972,7	2,1 %
14	Lúna	61	1,5 %	459,2	1,0 %
15	Baixo Guandú	59	1,4 %	915,7	2,0 %
16	Pancas	52	1,2 %	829,9	1,8 %
17	Nova Venécia	51	1,2 %	1.439,4	3,1 %
18	Montanha	51	1,2 %	1.099,4	2,4 %
19	Água Doce do Norte	51	1,2 %	474,6	1,0 %
20	Sooretama	50	1,2 %	586,8	1,3 %
Totais dos 50 municípios com mais 50 focos		2.958	70,3 %	23.278,2	50,6 %

* a área total do estado do Espírito Santo corresponde a 43.835,5 km²

Esses dados indicam que os modelos de queimadas e incêndios recorrem muito mais, entre 481 e 526, naqueles municípios – Linhares e São Mateus - com relevos mais planos com domínios de monoculturas, menor diversidade de práticas agrícolas e que detêm maiores áreas de Unidades de Conservação, fatores que tendem a estar mais recorrentemente associados a episódios de queimadas e incêndios. De qualquer modo, cada município apresenta particularidades em relação às políticas adotadas de prevenção e combate aos incêndios. Outra análise compreende a contribuição em percentual da área total do Espírito Santo.

Em uma outra análise, a Figura 7 apresenta a distribuição das 33 Unidades de Conservação – Ucs no estado do Espírito Santo em dois mapas. Um com as ocorrências de incêndios no interior das UCs (esquerda) e noutro, da direita, os focos no entorno/borda de 1 km das UCs. A cartografia da esquerda classificou na cor preta as ocorrências/registros com 9 a 12 focos com destaque para a Rebio Sooretama com 12 e a APA de Setiba com 10 focos de queimadas, também organizados na Tabela 3 em ordem de ocorrências.

A respectiva tabela e mapa apontam 8 focos no interior do Parque Nacional do Caparaó, 6 na APA de Conceição da Barra, além da contabilização em outras Unidades de Conservação, totalizando 51 deteções durante o período 2008 e 2018.

Uma análise mais particularizada na Tabela 3 mostra, na penúltima coluna da direita, o número de deteções no entorno de 1km das UCs, totalizando 79 focos no

período, com os valores igual ou superior 9 focos registrados nas áreas circundantes do Parque Estadual de Itaúnas com 10 e da APA Lagoa Jacuném com 9 ocorrências, conforme Figura 7 à direita na cor preta, baseado na série histórica analisada.

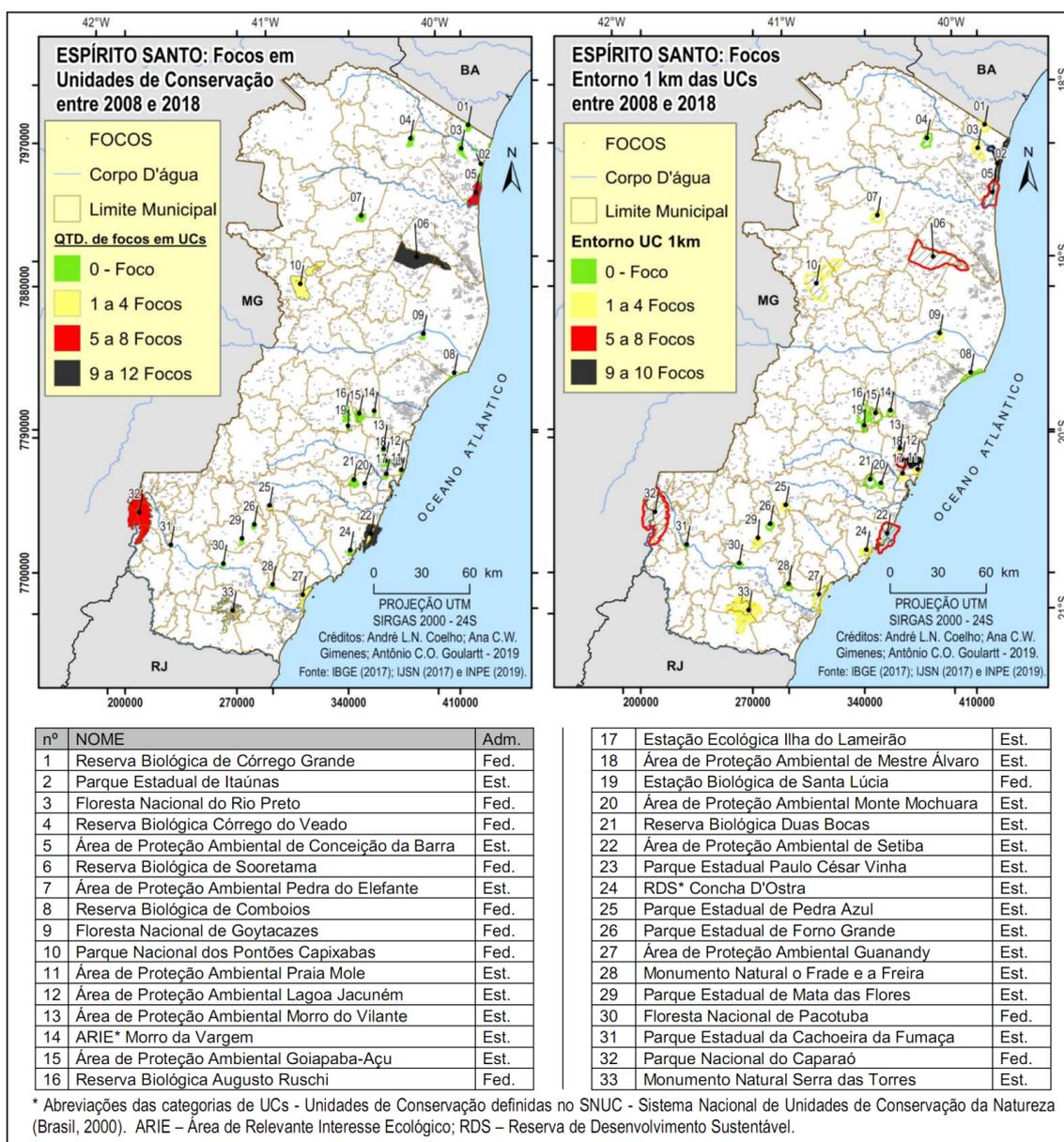


Figura 7. Detecções de queimadas/incêndios no interior das UCs - Unidades de Conservação (esquerda) e entorno de 1 km das UCs (direita) do estado do Espírito Santo.

Já a última coluna da Tabela 3, traz um somatório das detecções no interior e no entorno de 1km das Unidades de Conservação, totalizando 130 registros, sobressaindo as UCs da Rebio de Sooretama com 20 focos, seguido da APA de Setiba com 15, o Parque Nacional do Caparaó com 14 e a APA de Conceição da Barra com 13 ocorrências, revelando a necessidade de se melhorar o controle territorial das UCs, tanto da administração estadual quanto federal, provendo-as de infraestrutura compatível com as necessidades de gestão de cada unidade.

Por envolver amplas áreas com diversos usos e coberturas da terra, a identificação da origem do foco muitas vezes se torna difícil tanto do interior das UCs em direção às áreas adjacentes quanto o contrário. Pequenas fogueiras realizadas por caçadores,

queimadas em pastagem em torno das UCs, churrasqueiras em áreas de lazer de áreas residenciais e condomínios, faíscas produzidas por cigarros dispensados ao longo de estradas, entre outros fatores, podem desencadear os incêndios.

Tabela 3. Ordem dos registros de queimadas no interior da Unidade de Conservação - UC e entorno de 1 km da UC.

Nº	NOME	Adm.	Área em Hectare (ha)	Detecções de Queimadas/ Incêndios INTERIOR das UCs (a)	Detecções de Queimadas/ Incêndios ENTORNO 1K das UCs (b)	Soma das Detecções no INTERIOR e ENTORNO das UCs (a) + (b)
6	Reserva Biológica de Sooretama	Federal	12.472,7	12	8	20
22	Área de Proteção Ambiental de Setiba	Estadual	3.481,7	10	5	15
32	Parque Nacional do Caparaó	Federal	7.884,6	8	6	14
5	Área de Proteção Ambiental de Conceição da Barra	Estadual	3.086,1	6	7	13
10	Parque Nacional dos Pontões Capixabas	Federal	5.243,0	4	3	7
27	Área de Proteção Ambiental Guanandy	Estadual	3.525,1	4	4	8
12	Área de Proteção Ambiental Lagoa Jacuném	Estadual	573,5	3	9	12
20	Área de Proteção Ambiental Monte Mochuara	Estadual	953,5	1	--	1
23	Parque Estadual Paulo César Vinha	Estadual	1.196,6	1	--	1
25	Parque Estadual de Pedra Azul	Estadual	1.492,2	1	1	2
33	Monumento Natural Serra das Torres	Estadual	861,4	1	4	5
2	Parque Estadual de Itaúnas	Estadual	3.481,6	--	10	10
18	Área de Proteção Ambiental de Mestre Álvaro	Estadual	2.388,4	--	5	5
9	Floresta Nacional de Goytacazes	Federal	1.259,7	--	4	4
24	RDS* Concha D'Ostra	Estadual	953,5	--	3	3
11	Área de Proteção Ambiental Praia Mole	Estadual	627,5	--	2	2
13	Área de Proteção Ambiental Morro do Vilante	Estadual	301,2	--	2	2
17	ESEC* Ilha do Lameirão	Estadual	860,9	--	2	2
1	Reserva Biológica de Córrego Grande	Federal	1.630,7	--	1	1
3	Floresta Nacional do Rio Preto	Federal	2.842,6	--	1	1
7	Área de Proteção Ambiental Pedra do Elefante	Estadual	2.560,4	--	1	1
29	Parque Estadual de Mata das Flores	Estadual	832,4	--	1	1
Totais de registros nas UCs e Entorno de 1 km			58.509,3	51	79	130

* Abreviações das categorias de UCs - Unidades de Conservação definidas no SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (Brasil, 2000). ESEC – Estação Ecológica; RDS – Reserva de Desenvolvimento Sustentável.

Várias investigações do tema queimadas/incêndios mencionam que parte expressiva das Unidades de Conservação no Brasil registram o predomínio dos incêndios decorrentes das atividades antrópicas relacionadas a conflitos de interesses de terras/ propriedades para produção de pastagem e agricultura (KAZMIERCZAK, 2015; VALLEJO, 2012; TORRES *et. al.* 2016; SANTOS; SOARES; BATISTA, 2006; IBMA, 2006). Vallejo (op. cit.) expõe ainda, que o raio é a causa natural mais comum de incêndios no Brasil.

A cartografia revela que os maiores registros de queimadas/incêndios nas áreas Unidades de Conservação e entorno (Figura 7) estão localizadas em regiões adjacentes ao litoral, com exceção do Parque Nacional do Caparaó, fato também observado por Tebaldi *et. al.* (2012) e Tebaldi *et. al.* (2013) nas UCs do estado do Espírito Santo.

Tebaldi *et. al.* (op. cit.) argumentam também, que as principais causas dos incêndios florestais nas UCs estaduais do Espírito Santo são ocasionadas por queima para limpeza e chamam a atenção para o planejamento e gestão, em particular, para o plano de manejo e o plano de prevenção e combate dos incêndios florestais que são instrumentos, considerados básicos, para uma efetiva estruturação e gestão dessas unidades.

É importante ressaltar que o monitoramento e o conhecimento das áreas de maior susceptibilidade a queimadas e incêndios podem servir de base para o direcionamento de ações de contenção e de prevenção dos desastres dessa natureza, através das pesquisas científicas e de estudos técnicos, ao contribuir com a identificação e análise das áreas propensas a esses eventos a partir da inter-relação entre os aspectos físico-naturais e a forma de uso da terra pela sociedade.

Conclusões

A utilização das geotecnologias como o Sistema de Informações Geográficas, os dados de Sensoriamento Remoto disponibilizados no portal do Programa Queimadas do INPE, além de outros planos de informações acessíveis em instituições como IBGE, IJSN, essenciais para a execução deste trabalho, possibilitaram o cruzamento de *layes/camadas* distintas, que se transformaram em informações integradas, a exemplo, dos registros de incêndios nas Unidades de Conservação.

Revelou que o padrão de distribuição e localização dos principais focos vem se repetindo ao longo dos anos, notadamente no litoral centro-norte do estado em municípios como Aracruz, Linhares, São Mateus e Conceição da Barra, constituindo-se nos "*arcos de queimadas e incêndios capixaba*", locais que tem relação direta com as reduzidas quantidades de chuvas, elevadas temperaturas, baixa umidade do ar e usos antrópicos intensos.

Os maiores picos de queimadas e incêndios anuais foram ocasionados por eventos meteorológicos atípicos, marcados por bloqueios atmosféricos, que atingiram o estado do Espírito Santo nos anos 2015 e parte de 2016.

A organização deste banco de dados geográficos da série histórica de queimadas possibilita outras análises espaciais, identificando focos no interior das APPs – Áreas de Preservação Permanentes; dos Corredores Ecológicos; nas margens do eixos viários como as BR-101 e BR-262; no interior das classes de usos da terra praticados como pecuária, floresta plantada, agricultura, regiões de turfeiras, dentre outros. Estudos em escalas de maior detalhe, revelando a densidade dos focos na RMGV – Região Metropolitana da Grande Vitória ou em um município viabiliza correlações espaciais como o cruzamento do mapa de densidade de focos com mapas temporais de temperatura média anual, evapotranspiração anual, deficiência hídrica, além de análises de eventos climáticos de escala regional da Terra como o El Niño e La Niña e seus efeitos locais, Oscilação decadal do Pacífico e sistemas como a Zona de Convergência do Atlântico Sul que trazem muita chuva e sistemas de bloqueio que acentuam as estiagens.

Permite, ainda, o cruzamento desses dados da série histórica com as ocorrências (Registros, Ações/Planos de Contingências) da Defesa Civil, Corpo de Bombeiros e de dados de queimadas/incêndios obtidos em setores privados de empresas produtoras de madeira de eucalipto, entre outros setores de interesse, ou a correlação de dados espaciais, tais como os de manejo da terra, características de solos, níveis de educação, número de programas de formação e cursos, projetos e campanhas de educação e pesquisa, analisados ao longo do tempo.

A análise espaço-temporal dos focos de incêndios permitiu uma avaliação de todo o estado, podendo ser aplicada em outras Unidades de Federação – UFs ou em outros recortes espaciais. Contribuiu para as diversas diretrizes de planejamento e gestão territorial, na ampliação dos inventários/mapas de riscos, ao apontar os locais com alta susceptibilidade a este evento, resultando no aumento da eficiência técnica e econômica dos trabalhos de planejamento, controle, previsão e fiscalização. O produto também pode auxiliar a revisão/elaboração de projetos como o Plano Diretor para Redução de Riscos de Desastres, além de proporcionar, subsídios para análises espaciais, estatísticas e temporais dessas ocorrências e para os estudos dos efeitos ecológicos, atmosféricos e de mudanças climáticas.

O emprego desta metodologia associada ao uso das geotecnologias se mostrou eficiente, com a base de dados de focos reprocessados e mais precisos de queima de vegetação do Programa Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, oferecendo um produto no qual podem extrair novas informações de locais mais susceptíveis a essa tipologia de desastre, no interior do estado, servindo de base para o direcionamento de ações de redução do risco e a resiliência tanto no meio urbano quanto no meio rural.

Notas

4 As expressões “Incêndios” e “Queimadas” são muitas vezes empregadas de maneira incerta em relação a sua origem e a seu contexto de ocorrência. Os incêndios segundo a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE, 2012) são considerados um desastre natural climatológico, pois em grande parte das vezes estão associados ao ambiente florestal, como é o caso de incêndio em bioma de cerrado. Os incêndios podem também ser de natureza acidental, indesejados e de difícil controle (KAZMIERCZAK, 2015; VALLEJO, 2012). As queimadas, por sua vez, são consideradas práticas tradicionais controladas e estão associadas à cultura indígena, como também na agricultura, destinada principalmente à limpeza de parcelas para combater pragas e cultivo de plantações ou na formação de pastos. Porém, quando fogem do controle, podem transformar-se em incêndios (KAZMIERCZAK, op cit; VALLEJO, op cit). Neste trabalho, estas expressões serão tratadas de maneira conjugada apontando as áreas mais susceptíveis à incidência de “foco de calor” ou tratado aqui como “foco” que é o registro de calor (queimada/incêndio) detectado na superfície do solo por sensores que operam na faixa do termal a bordo de satélites de observação da Terra.

5 Dentre as Geotecnologias de uso corrente no planejamento e gestão do território destacam-se: o Sistema de Informações Geográficas (SIG/GIS); Produtos de Sensoriamento Remoto a nível aéreo/suborbital e orbital como os satélites de observação da Terra, possuindo sistemas sensores e/ou radar além de outras especificações; Técnicas de Modelagem e Análise Espacial; Cartografia Digital; Sistema de Posicionamento Global (GPS) de navegação e geodésico; Topografia; Vant - Veículo Aéreo não Tripulado; Ground-penetrating Radar (GPR) ou Radar de penetração no solo; dentre outros.

6 Além do ArcMAP 10.7 utilizado neste trabalho, podem ser adotados outros SIGs de acesso livre como: o QGIS, gvSIG, Grass GIS, Spring, uDig, TerraView, SAGA GIS, SOPI, DIVA GIS, OpenJUMP GIS, VSIG ou VisualSIG, Kosmo GIS, entre outros.

7 Em 2019, nove foram os satélites que fizeram parte do programa de queimadas do INPE, sendo: Terra, Aqua, Suomi NPP, NOAA-15, NOAA-18, NOAA-19, Metop-B, GOES-16 e Meteosat-10 MSG-3 (INPE, 2019).

8 É o satélite cujos dados diários de focos detectados são usados para compor a série temporal ao longo dos anos, como é o caso neste trabalho, e assim permitir análises de tendências nos números de focos para mesmas regiões e entre regiões em períodos de interesse (INPE, 2019).

9 O AQUA, Lançado em 05/2002, é um satélite americano, desenvolvido em parceria com o Japão e com o Brasil, operando a 705 km de altitude em órbita heliossíncrona com resolução temporal de 1 a 2 dias e resolução espacial de 250 a 500 metros. Cobre uma área imageada de 2.330 x 5.000 km. Possui 6 instrumentos sensores, sendo o sensor MODIS- *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* que conta com 36 canais/bandas espectrais. As bandas 5 e 7 operam na faixa termal-média de 4 µm calibradas para detecção de focos de calor/queimadas. As outras bandas permitem identificar mudanças no uso e cobertura da terra, atividades vulcânicas, propriedades das nuvens, fluxo de energia radiante, propriedades dos aerossóis, entre outros atributos.

10 Outros exemplos de validação de estados e regiões podem ser consultados no endereço: <http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal/links-adicionais/exemplos-e-validacoes>.

11 O erro máximo na acurácia é de 250 m de uma frente de fogo/incêndio detectada pelos satélites atuais, ou seja, os focos podem estar em um raio máximo de até 1 km das coordenadas indicadas.

12 Segundo o monitoramento realizado no ano de 2016 da Cobertura e Uso da Terra do Brasil (IBGE, 2018) a Pastagem com Manejo são espaços destinados ao pastoreio do gado e outros animais, com vegetação herbácea cultivada (braquiária, azevém, etc.) sendo o uso predominante no que se refere à área antropizada no Brasil com 1.118.893 km² seguido da Área Agrícola de 643.769 km² caracterizada por lavouras temporárias, semi-perenes e permanentes, irrigadas ou não, com a terra utilizada para a produção de alimentos, fibras e commodities do agronegócio.

Referências

BRASIL. **Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm. Acesso em: 10 nov. 2019.

CARDOSO, V. C.; SOUZA, S. A. de; BIUDES, M. S.; MACHADO, N. G. Focos de calor na região Centro-Oeste no período de 2006 até 2012. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL*, 5., 2013, Salvador/BA. **Anais [...]**. Salvador/BA: IBEAS, 2013. p. 1-6.

CHANG, Y.; ZHU, Z.; BU, R.; LI, Y.; HU, Y. Environmental controls on the characteristics of mean number of forest fires and mean forest area burned (1987–2007) in China. **Forest Ecology and Management**, v. 356, p. 13-21, 2015.

COBRADE. **Classificação e Codificação Brasileira de Desastres.** 2012. Disponível em: http://www.integracao.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=2a09db34-e59a-4138-b568-e1f00df81ead&groupId=185960. Acesso em: 04 jan. 2018.

COELHO, A. L. N. Participação popular na gestão pública: indicação de áreas de interesse ambiental no Plano Diretor Municipal. *In: CALDAS, A. S.; BRITO, C.; FONSECA, A. A. M.; PERTILE, N. (orgs.). Gestão do território e desenvolvimento: novos olhares e tendências.* Salvador-BA: JM editora, 2013. v. 1, p. 275-294.

COELHO, A. L. N. Prevenção e mitigação de desastres a partir do mapeamento de fragilidades. *In: MAGNONI JÚNIOR, L.; STEVENS, D.; LOPES, E. S. S.; CAVARSAN, E. A.; VALE, J. M. F.; MAGNONI, M. G. M.; TEIXEIRA, T.; FIGUEIREDO, W. S. Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano.* São Paulo: Centro Paula Souza, 2017. p. 112-122.

COELHO, A.L.N.; FERREIRA, A.C.F. Geotecnologias aplicadas em área inundável: o caso de Brejo Grande, Serra-ES. **GeoTextos**, v. 7, n. 1, p. 159-183, jul. 2011.

COELHO, A. L. N.; GOULART, A. C. de O. Cartografia de queimadas e incêndios aplicados à mitigação de desastres e conservação de paisagens. **Revista PerCursos**, Florianópolis,

v. 20, n. 43, p. 66-90, maio/ago. 2019.

COSTA, D. P.; DUVERGER, S. G.; ROCHA, W. de J. S. da F.; BENTO-GONÇALVES, A. Análise multitemporal por processamento digital em nuvens de computadores das áreas com ocorrência de alta severidade de incêndios florestais em Portugal continental. In: ENCONTRO LUSO-AFRO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA E AMBIENTE, 2., 2018, Guimarães, Portugal. **Anais [...]**. Guimarães, Portugal, 2018. p. 823-830.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

GIACOMIN, G. G. **Ocorrências de incêndios em povoados florestais no norte do Espírito Santo e Sul da Bahia**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, da Universidade Federal do Espírito Santo, 2014.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Centro nacional de prevenção e combate aos incêndios florestais (Prevfogo). **Sobre o Prefsogo**. 2019. Disponível em: <http://ibama.gov.br/prefsogo>. Acesso em: 17 dez. 2019.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Relatório de ocorrências de incêndios em unidades de conservação federais: 2005-2008**. Brasília: IBAMA: Prefsogo, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Brasil). Resolução IBGE nº 1/2005. Altera a caracterização do referencial geodésico brasileiro. **SIRGAS-2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2005. Disponível em: ftp://geofp.ibge.gov.br/%2Fmetodos_e_outros_documentos_de_referencia%2Fnormas%2Fpr_01_25fev2005.pdf. Acesso em: 09 maio 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapas interativos do IBGE**: base de dados geográficos. 2017. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/>. Acesso em: 04 fev. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Monitoramento da cobertura e uso da terra do Brasil: 2014 – 2016**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

IJSN/CGEO. Instituto Jones dos Santos Neves / Coordenação de Geoprocessamento. **Base de dados geográficos**. 2017. Disponível em: <http://www.ijsn.es.gov.br/>. Acesso em: 22 out. 2019.

IJSN/CGEO. Instituto Jones dos Santos Neves / Coordenação de Geoprocessamento. **Uso e cobertura da terra**. 2018. Disponível em: <http://www.ijsn.es.gov.br/>. Acesso em: 12 set. 2019.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Caracterização climática do ES**. 2017. Disponível em: <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/?pagina=carac>. Acesso em: 02 jan. 2019.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais Portal do Programa Queimadas. **Focos de Queimadas**. 2019. Disponível em: <http://www.inpe.br/queimadas/portal>. Acesso em: 16 out. 2019.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009.

KAZMIERCZAK, M. L. Sensoriamento remoto para incêndios florestais. In: SAUSEN, T. S.; LACRUZ, M. S. P. (orgs.). **Sensoriamento remoto para desastres**. São Paulo: Oficina de textos, 2015. p. 174-211.

KAZMIERCZAK, M. L. Análise da distribuição espacial das queimadas no Brasil no período de 2000 a 2009. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO-SBSR, 15., 2011, Curitiba, PR, Brasil. **Anais [...]**. São José dos Campos: INPE, 2011. p. 7996-8003.

LO, C. P.; YEUNG, A. K.W. Introduction to Geographic Information Systems (GIS). In: LO, C. P.; YEUNG, A. K.W. **Concepts and techniques of geographic information systems**. 2. ed. Hardcover: Pearson, 2007. (Series in Geographic Information Science).

MENEZES, P. L.; FERNANDES, M. C. **Roteiro de cartografia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

NUNES, A.; LOURENÇO, L.; BENTO-GONÇALVES, A.; VIEIRA, A. Três décadas de incêndios florestais em Portugal: incêndio regional e principais factores responsáveis. **Caderno**

de Geografia, Coimbra, FLUC, n. 32, p. 133-143, 2013.

PIROLI, E.L. As geotecnologias no monitoramento, alerta e prevenção de desastres. *In: MAGNONI JÚNIOR, L.; STEVENS, D; LOPES, E. S. S.; CAVARSAN, E. A.; VALE, J. M. F. ; MAGNONI, M. G. M; TEIXEIRA, T.; FIGUEIREDO, W. S. Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano*. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017. p. 31-44.

ROSS, J. Paisagem, configuração territorial e espaço total: interação da sociedade com a natureza *In: ROSS, J. Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental*. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 47-61.

SANTOS, J. F.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Perfil dos incêndios florestais no Brasil em áreas protegidas no período de 1998 a 2002. *Revista Floresta*, v. 36, n. 1, p. 93-100, 2006.

SEDEC. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. **Manual de desastres naturais: volume I**. Brasília: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, 2003. Disponível em: www.integracao.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=47a84296-d5c0-474d-a6ca8201e6c253f4&groupId=10157. Acesso em: 10 dez. 2018.

SLOCUM, T. A.; McMASTER, R. B; KESSLER, F. C.; HOWARD, H. H. **Thematic Cartography and Geovisualization**, 3. ed. Hardcover, 2008. (Series in Geographic Information Science).

TEBALDI, A. L. C. *et al.* **Controle de incêndios florestais: contribuições para o corredor central da Mata Atlântica**. EdicCariacica – ES, 2012. p. 61-67

TEBALDI, A. L. C. *et al.* Ações de prevenção e combate aos incêndios florestais nas unidades de conservação estaduais do Espírito Santo. *Floresta e Ambiente*, v. 20, n. 4, p. 538-549, out./dez. 2013.

TORRES, F.T.P. *et al.* Perfil dos incêndios florestais em unidades de conservação brasileiras no período de 2008 a 2012. *Floresta*, Curitiba, v. 46, n. 4, p. 531-542, out./dez. 2016.

VALLEJO, L. R. Os focos de calor e os incêndios em unidades de conservação brasileiras no ano de 2010. *In: BARBOSA. J. L.; LIMONAD, E. (orgs.). Ordenamento territorial e ambiental*. Niterói/RJ: Editora da UFF, 2012. p. 265-281.

