

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE MUNDO NOVO
TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

HELLEN LORRAINE ROCHA FRANÇA

**ESTIMADOR DE *KERNEL* PARA DETERMINAR ZONAS DE
INCÊNDIOS NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL**

Mundo Novo - MS

Outubro/2019

HELLEN LORRAINE ROCHA FRANÇA

**ESTIMADOR DE *KERNEL* PARA DETERMINAR ZONAS DE
INCÊNDIOS NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Marciano Marra

Co-orientador: Me. Jhony Ferry Mendonça da Silva

Mundo Novo – MS

Outubro/2019

HELLEN LORRAINE ROCHA FRANÇA

**ESTIMADOR DE *KERNEL* PARA DETERMINAR ZONAS DE
INCÊNDIOS NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL**

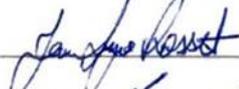
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do grau Tecnólogo em Gestão Ambiental.

APROVADO EM 23 de Outubro de 2019

Prof. Dr. Leandro Marciano Marra - Orientador – UEMS

Prof. Dr. Jean Sérgio Rosset – UEMS

Me. Jhony Ferry Mendonça da Silva – UNIOESTE



Dedico este trabalho a Deus, minha família e a todos que acreditaram em mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela saúde e por sempre estar iluminando meus pensamentos e caminhos, permitindo que assim meus objetivos fossem alcançados.

À minha mãe Claudia Aparecida da Rocha França e meu pai Daniel de Gois França, por todos os ensinamentos, apoio e suporte necessários para que essa etapa da minha vida pudesse vir a ser concluída. À minha irmã Esther Rocha França e minha avó Juvina Natália de Gois França por sempre me motivarem e acreditarem na minha capacidade.

Aos meus amigos e colegas de curso, em especial, Dayane Klein, Júlia Rayane Vieira Ozório, João Guilherme Martinez Oliveira, Camila Beatriz da Silva Souza e Paulo Guilherme da Silva Farias, e agradeço também aos que conheci na unidade, em especial, Alessandra Espósito de Freitas, Lícia da Rocha Baez e Henrique Ledo Lopes Pinho. A estes citados, meu muito obrigada pela força, por todo companheirismo e por todas contribuições de forma geral em alternados períodos e momentos durante a academia.

Agradeço aos meus amigos externos a universidade, em especial, Pâmela Karine Oliveira Santos, Alexsander Alvarenga Costa, Sarah Misael de Lara, Jessica Souza Soares, Mariana Alves Ferreira de Paula e Julio Antunes dos Santos por todo auxílio e compreensão durante os momentos que passei durante esta minha formação.

Agradeço também, de forma especial, ao meu co-orientador Me. Jhony Ferry Mendonça da Silva por ter me ajudado em minhas análises e por toda sua atenção. E pela amizade que construímos ao longo deste tempo.

Agradeço ao professor e amigo, Dr. Leandro Marciano Marra, por sua disponibilização em ser meu orientador, pelo seu companheirismo e conselhos, pois estou certa de que sem sua ajuda minha formação acadêmica e pessoal não estaria completa.

E por fim e não menos importante, agradeço a Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Mundo Novo – UEMS e todo seu corpo técnico e docente pela forma com que acolhe seus acadêmicos e pela capacidade profissional de cada um, o que me deixa contente por ter realizado esta etapa em uma instituição tão bem preparada.

Grata por tudo e a todos!

“Imagine uma nova história para sua vida e acredite nela.”

- Paulo Coelho

RESUMO

Na atualidade, os recursos computacionais facilitam os estudos temporais e espaciais de previsão e combate de incêndios. A força de propagação do incêndio pode depender também do tipo de bioma e microrregião, sendo que, a detecção de locais de maior risco pode ser feita através da utilização de técnicas de geoprocessamento. O objetivo desse trabalho foi determinar zonas de incêndios no estado de Mato Grosso do Sul, a partir do sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas ao longo de 10 anos. A área de estudo compreende os limites 58.16 W, 24.07 S e 50.92 W, 17.16 S e possui área de 357.125,7 km². Está inserida em três biomas brasileiros, sendo eles: Mata Atlântica, Cerrado e Pantanal, possuindo onze microrregiões, as quais são as do Baixo Pantanal, Aquidauana, Alto Taquari, Campo Grande, Cassilândia, Paranaíba, Três Lagoas, Nova Andradina, Bodoquena, Dourados e Iguatemi. Foram obtidos dados de focos de incêndios do Banco de Dados de Queimadas do INPE, dos anos de 2008 a 2018, em formato *shapefile*, os quais foram formatados e importados para geração dos mapas de densidade, a partir do estimador de *Kernel* contido na ferramenta de Mapa de Calor da versão 3.4.9 do *software* QGIS. As maiores concentrações de focos de incêndios apresentam distribuições mais regionalizadas ao oeste e noroeste do estado. Já quanto aos municípios com maiores focos ao longo do tempo estudado foram Corumbá, Porto Murtinho, Aquidauana, Rio Verde de Mato Grosso e Jateí. O Bioma mais expressivo em ocorrência de incêndios é o Pantanal. Concomitantemente, a microrregião mais atingida ao longo dos 10 anos foi a MR-01 Baixo Pantanal. Seguida das MR-03 Alto Taquari, MR-02 Dourados, MR-10 Aquidauana e MR-11 Iguatemi. Assim sendo, foi possível verificar as regiões mais críticas, isto é, com maior densidade de ocorrência de incêndios, além de constatar a escala de agrupamento destes eventos. Evidenciou-se ainda, a eficácia da técnica do uso do estimador de *Kernel*, inferindo a possibilidade de direcionar as políticas de prevenção e combate aos incêndios florestais maximizando os resultados e benefícios e reduzindo os custos.

Palavras-chave: SIG, Densidade *Kernel*, geoprocessamento, tecnologia geoespacial, mapa de calor.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	11
2.1. Objetivo geral	11
2.2. Objetivos específicos	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1. Área de estudo	11
3.2. Obtenção dos dados	11
3.3. Métodos	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
REFERÊNCIAS	211

1. INTRODUÇÃO

Diante do desafio de conservação dos ecossistemas, os incêndios florestais estão entre os principais problemas, os quais ocorrem anualmente e causam prejuízos nos setores produtivos e ambientais (KOUTSIAS; BALATSOS; KALABOKIDIS, 2014).

Com isso, as emissões dos gases resultantes da queima da biomassa florestal, coloca o País entre os principais responsáveis pelo lançamento de gases do efeito estufa (GEE), que, não somente está associado ao aquecimento global, mas também a inúmeros prejuízos econômicos, sociais e ambientais, como desertificação e desflorestamento (IBAMA, 2019). Com relação à biodiversidade, o excesso de queimadas pode causar impactos na estrutura e composição da vegetação, bem como impactos diretos e indiretos na fauna local (MATOS, 2014).

A maior parte dos incêndios tem origem humana, mas são fatores climáticos, como seca e velocidade do vento, ou o relevo que influenciam a sua propagação e determinam os seus efeitos devastadores (TORRES et al., 2012). A força de propagação do incêndio pode depender também do tipo de bioma inserido.

Os biomas são áreas do espaço geográfico, com dimensões de até mais de um milhão de quilômetros quadrados, com uniformidade de um macroclima, de uma determinada fitofisionomia, de uma fauna e outros organismos vivos associados, e de outras condições ambientais, como a altitude, solo, alagamentos, fogo, salinidade, entre outros (COUTINHO, 2006). Algumas paisagens são capazes de contrabalançar o efeito do fogo, enquanto outras tendem a aumentar suas proporções de vegetação ou unidades de cobertura de terra mais inflamáveis (STAMOU; XYSTRAKIS; KOUTSIAS, 2016).

Além do mais, o caráter intrínseco das divisões microrregionais de Mato Grosso do Sul, os quais, conforme a SEMADE (2016) referem-se a um conjunto de determinações econômicas, sociais e políticas que dizem respeito à totalidade da organização do espaço no território estadual, com o objetivo de auxiliar a elaboração de políticas públicas, de planejamento, subsidiar estudos regionalizados e locais, torna estas distribuições administrativas um outro aspecto relevante na análise de causa e efeito nos indícios de queimadas e incêndios.

Contudo, é fundamental saber onde ocorrem os incêndios para se definir as regiões de maior risco e estabelecer programas intensivos e política adequada à prevenção, para essas regiões específicas. Assim, é necessário saber onde ocorrem para estruturar os serviços preventivos e de combate dentro de limites técnicos e economicamente viáveis.

Na atualidade, os recursos computacionais facilitam os estudos temporais e espaciais

de previsão e combate de incêndios. A detecção de locais de maior risco pode ser feita através da utilização de técnicas de geoprocessamento, como o Sistema de Informação Geográficas (SIG) e Sensoriamento Remoto (SR) (ILLANA, 2006). O que vem de encontro com a busca da rapidez e eficiência na detecção e monitoramento destes, pois são fundamentais para a viabilização do controle do fogo, redução dos custos nas operações de combate e atenuação dos danos. Uma vez que, um conhecimento inadequado da localização do incêndio e extensão da área queimada prejudica a estimativa do impacto do fogo sobre o ambiente (BATISTA, 2004).

O SR e os SIG podem ser utilizados para geração de mapas estratégicos de prevenção, auxiliando no combate a incêndios, dando suporte para diversificadas extensões dos aspectos ambientais de dada área, e também na obtenção de mapas de risco, ou seja, mapas que mostrem regiões com maiores ou menores probabilidades de ocorrência de incêndios (VETTORAZZI; FERRAZ, 1998). Assim, em função de sua extensão territorial, a análise a partir de técnicas de geoprocessamento torna-se uma ferramenta essencial e também viável, pois a utilização destas técnicas em trabalhos voltados para a temática ambiental traz imensos ganhos, em função de seu baixo custo e relativa facilidade de uso.

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a partir do avanço da tecnologia, detecta e registra focos de incêndios de pequenas ou grandes proporções, por sensores instalados em satélites sendo estes dados atualizados diariamente. A partir disso, pode-se fazer um levantamento anual (de incêndios ou possíveis incêndios) em todo território nacional (ILLANA, 2006). O monitoramento operacional dos incêndios pelo território, feito a partir dos dados de focos de queimadas, é adequado a regiões remotas e extensas, e sem outros meios de detecção em tempo real, como ocorre na área de estudo e na maior parte do país (SETZER; MORELLI, 2011).

Os mapas de densidade de *Kernel* são muito úteis quando há uma concentração grande de pontos e uma análise visual fica prejudicada. A estimativa de *Kernel* é um método originalmente desenvolvido para obter uma estimativa suavizada de uma densidade de probabilidade univariada ou multivariada a partir de uma amostra de dados observados (DEVROYE, 1999). Onde, 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, na posição do ponto, a 0, na fronteira da vizinhança. E o valor para a célula é a soma dos valores *Kernel* sobrepostos, e divididos pela área de cada raio de pesquisa (SILVERMAN, 1986 *apud* SOUZA et al., 2013).

Isto posto, o presente estudo buscou identificar, com uso do SR e SIG a partir do

estimador de *Kernel*, áreas do estado de Mato Grosso do Sul com as maiores incidências de incêndios florestais e possíveis variações espaço-temporais nos últimos 10 anos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Determinar zonas de incêndios no estado de Mato Grosso do Sul a partir do sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas, com o uso do Estimador de *Kernel*, numa série histórica de 10 anos.

2.2. Objetivos específicos

Elaborar mapas de calor da distribuição dos focos de incêndios pela extensão territorial de Mato Grosso do Sul entre os anos de 2008 e 2018;

Caracterizar os municípios, os biomas e as microrregiões com maiores incidências de incêndios;

Verificar possíveis mudanças espaço-temporais entre os anos de 2008 e 2018;

Formular recomendações de diretrizes políticas e de ações de prevenção.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

A área de estudo deste trabalho é o estado de Mato Grosso do Sul. Localizado entre os estados do Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso, fazendo fronteira com o Paraguai e Bolívia. Compreende-se entre os limites 58.16 W, 24.07 S e 50.92 W, 17.16 S e possui área territorial total, de 357.125,7 km². O estado está inserido em três biomas brasileiros, sendo eles a Mata Atlântica, Cerrado e Pantanal (IBGE, 2004) (Figura 1).

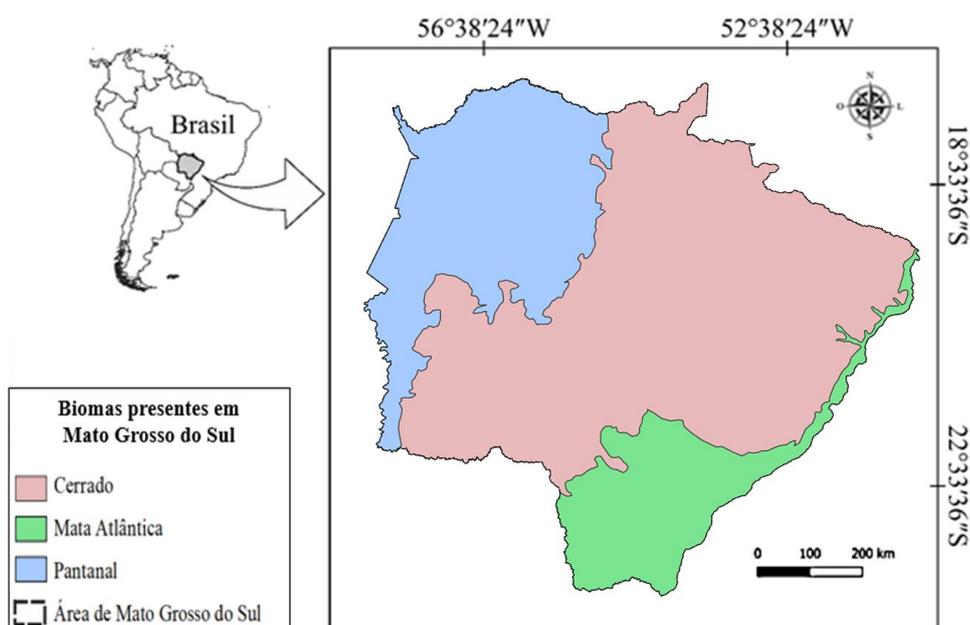


Figura 1. Localização geográfica e biomas presentes no estado de Mato Grosso do Sul.

O Estado possui onze microrregiões, as quais são as do Baixo Pantanal, Aquidauana, Alto Taquari, Campo Grande, Cassilândia, Paranaíba, Três Lagoas, Nova Andradina, Bodoquena, Dourados e Iguatemi (SEMADE, 2016) (Figura 2). Segundo a classificação de Köppen (1936), adaptada por Alvares (2013), possui quatro tipos de clima: Am - Clima tropical de monção, Aw – Clima de Savana, Am - Clima tropical chuvoso de floresta e Cfa - Úmido em todas as estações, verão quente. Possui temperaturas médias que variam entre 20°C a 26°C ao longo do ano (ALVARES, 2013).

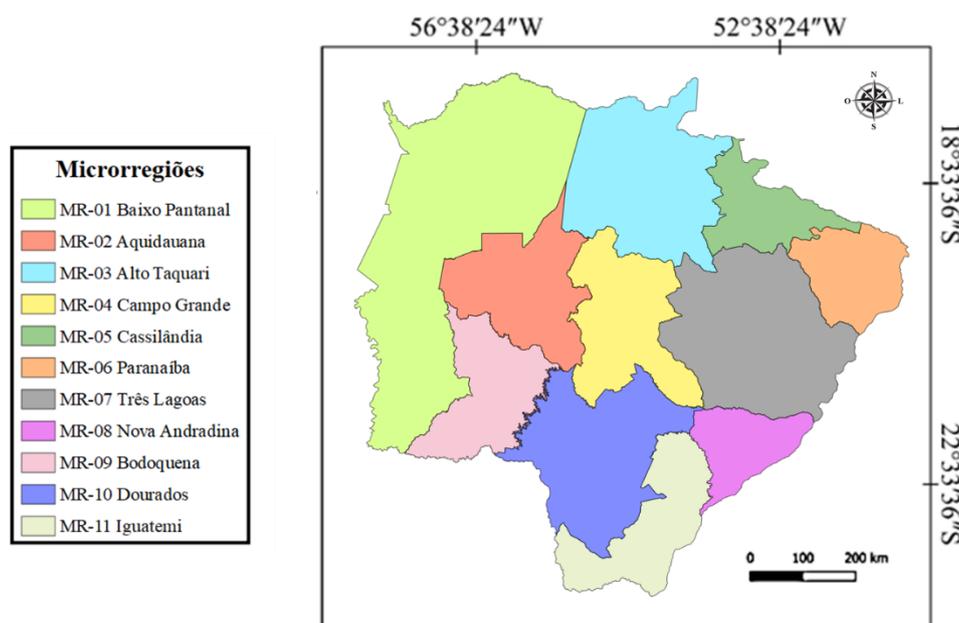


Figura 2. Microrregiões do estado de Mato Grosso do Sul.

3.2. Obtenção dos dados

Obteve-se os dados de focos de incêndios do Banco de Dados de Queimadas, dos anos de 2008 a 2018, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, em formato *shapefile* (INPE, 2019). Dados estes, provenientes de sensores a bordo de satélites, que são computados e disponibilizados pelo INPE. Em seguida, os dados foram formatados e importados para o *software* livre QGIS versão 3.4.9 (2019), sendo utilizado para as análises iniciais, processamento e pós-processamento.

3.3. Métodos

Com os dados importados, e em ambiente SIG, foi realizada uma reprojeção, com o sistema de referência de coordenadas (SRC) SIRGAS (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas), do ano de 2000, no formato Universal Transversa de Mercator (UTM) com a zona 21S.

Posteriormente, foram geradas camadas vetoriais de pontos com as informações por ano dos focos de queimadas cometidas no estado de Mato Grosso do Sul. Estes foram a base para geração dos mapas de densidade. Para isso, foi utilizado o estimador de densidade *Kernel*, contido na ferramenta Mapa de Calor do QGIS. A partir da função Mapa de Calor, obtiveram-se arquivos matriciais, como resultado da soma do empilhamento de n outros raster circulares de raio h para cada ponto do dado de entrada segundo a fórmula abaixo (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2017; PARZEN, 1962):

$$\hat{f}_h(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right)$$

Na qual K = função de *Kernel*; h = raio de busca; x = posição do centro de cada célula do raster de saída; X_i = posição do ponto i proveniente do centroide de cada polígono; e n = número total de focos de calor. Ao modo que, o resultado final forma grandes elipses ao entorno das áreas, de acordo com a densidade de pontos presentes em cada região.

Após essa etapa, procedeu-se a reclassificação dos dados raster gerados com base na renderização da banda da imagem na opção banda simples falsa-cor, categorizando-a em quatro classes, conforme descrito acima. Na sequência, aplicou-se o algoritmo de vetorização do QGIS, visando a transformação do raster em camada vetorial, gerando um registro para cada polígono referente a uma região isolada de concentração. O polígono gerado contém todas as classes de concentração, cuja estética fora trabalhada na aba de

propriedades da camada no formato categorizado. Feito isso, para melhor verificação dos municípios, biomas e microrregiões com mais expressivas e relevantes concentrações de focos de incêndios pelo estado, utilizou-se a classificação de pesos de *Kernel* (4) denominadas: baixo (branco, 1), médio (amarelo, 2), alto (laranja, 3) e muito alto (vermelho, 4).

Considerando a necessidade de manipulação dos dados de forma homogênea, aplicou-se a função selecionar feições, visando a extração a partir de novos polígonos relativos apenas às respectivas classes de pesos de *Kernel*. Em seguida, aplicou-se a função dissolver, visando a obtenção de apenas quatro classes de concentração para cada ano, tendo em vista que os arquivos apresentavam um registro para cada região, ou seja, diversos polígonos referentes à mesma classe de concentração.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapas de densidade de focos de queimadas/incêndios revelam o comportamento espacial destes na área de estudo ao longo do recorte temporal analisado. Pode-se observar, de forma geral, que os focos apresentam maior concentração na região oeste e noroeste ao longo dos 10 anos analisados, e com pequenas variações de distribuição ao longo das demais áreas pelo estado (Figura 4). Assim, a identificação de locais que apresentam maior incidência de incêndios facilita o planejamento e as estratégias de prevenção e combate (COUTO; CANDIDO, 1980).

Na região leste, foram registrados poucos focos, sendo este resultado corroborado por Leite e Faria (2018), nas áreas próximas à Serra de Maracaju, na porção leste, onde apresentam longa faixa de ocupação antrópica mais intensa, com substituição das pastagens naturais e vegetação arbórea por pastagem cultivada, a ocorrência de focos de incêndios é de reduzida a baixa concentração. Possivelmente devido a esses fatores, relacionados ao cultivo da pastagem e os animais que se alimentam dela, a ocorrência de incêndios seja menor.

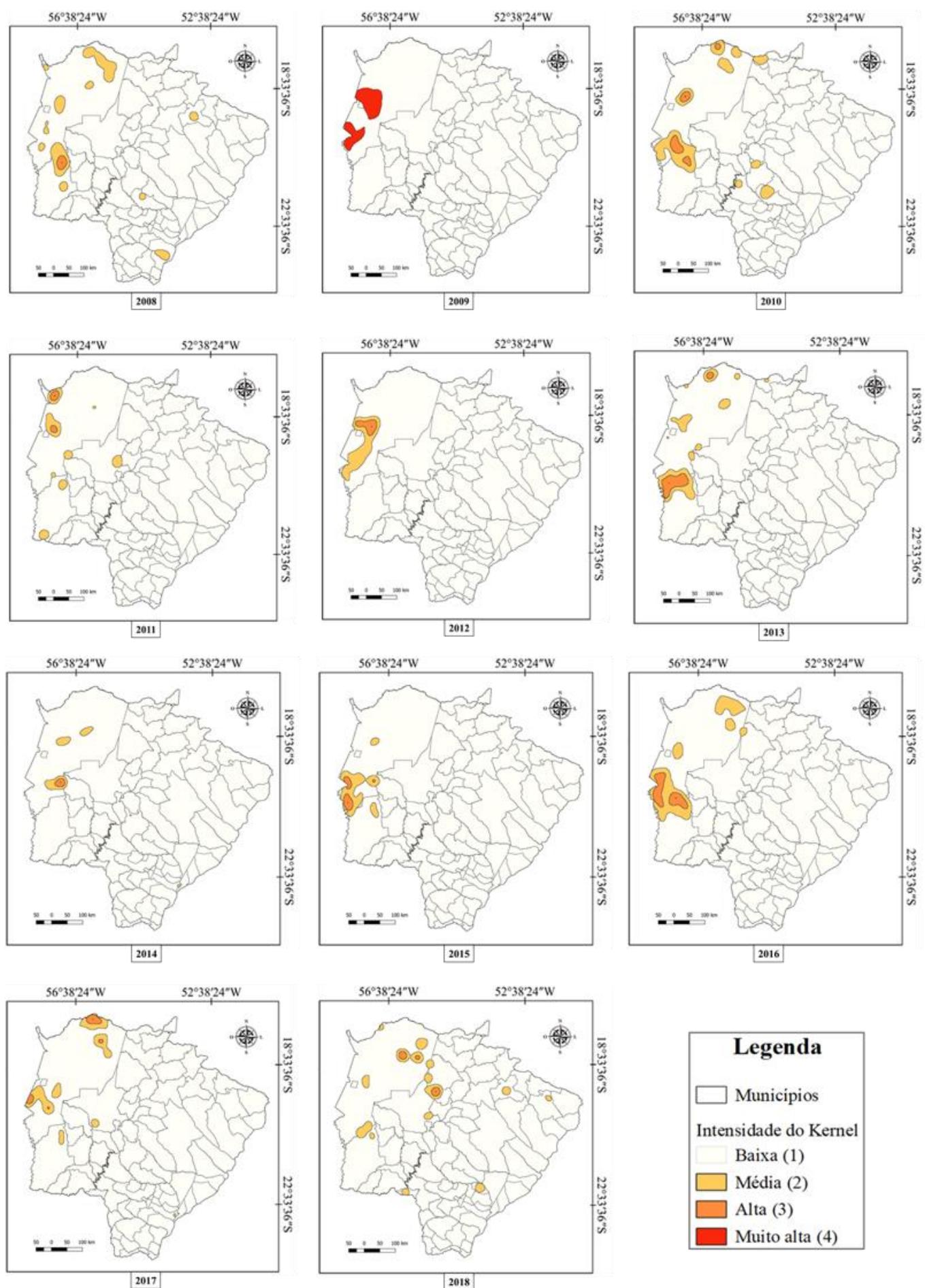


Figura 3. Mapas de calor dos focos de incêndio em Mato Grosso do Sul nos anos de 2008 a 2018.

Observou-se que nos anos de 2009, 2013 e 2016 existiram as maiores e mais fortes densidades de *Kernel* concentradas em uma região específica. Já nos anos de 2008 e 2018 os focos foram mais dispersos pelo território do estado. Ainda, o ano de 2009 teve a maior concentração de peso 4 (Muito alto) e em uma única zona específica (região do Pantanal), tal que apresentou uma quantidade tão superior das demais regiões, ao modo que na quantificação do estimador inibiu-se as densidades de focos de incêndios de peso Médio (2) e quase anula a visualização do peso Alto (3), e faz com que a peso 1 (Baixo) seja o de maior predominância pelo estado devido a essa diferença quantitativa.

Macedo et. al (2009), registraram a diminuição do nível do rio Paraguai, devido à diminuição da quantidade de chuva em sua bacia, o que pode resultar em um conjunto de fatores favoráveis às altas queimadas nestas regiões neste ano. Ainda, consolidando a afirmativa, os resultados apresentados por Ferreira, Larcher e Rabelo (2018) mostram que focos de incêndio ocorrem todos os anos, havendo variação sazonal na ocorrência com maior frequência de focos de incêndio no período de seca do Pantanal, e no período onde a média de chuva é menor. Podendo assim, inferir que o regime hídrico foi o principal fator para esta densidade tão forte e extensa em tal região específica em 2009.

Contudo, conforme as informações supracitadas de tais autores, sugere-se a explicação das frequências específicas de grandes densidades de focos de incêndio nas regiões oeste e noroeste do estado em todos os 10 anos estudados, por encontrarem-se na divisa entre Brasil e Bolívia, onde muitos focos que se originam no país vizinho não são controlados e acabam que por se alastrarem até áreas do pantanal brasileiro, havendo grande susceptibilidade a grandes queimadas.

A partir da análise de que sua intensidade e distribuição não segue padrão específico, torna-se possível inferir que estão ligadas as questões de regime hídrico da região, pois em geral, queimadas extensas ocorrem no período seco, uma vez que no período chuvoso grande parte da região encontra-se inundada (PCBAP, 1997). Entretanto, o regime de chuvas tem variado anualmente, o que pode representar variações no período de maior ocorrência dos focos de incêndio (Figura 4).

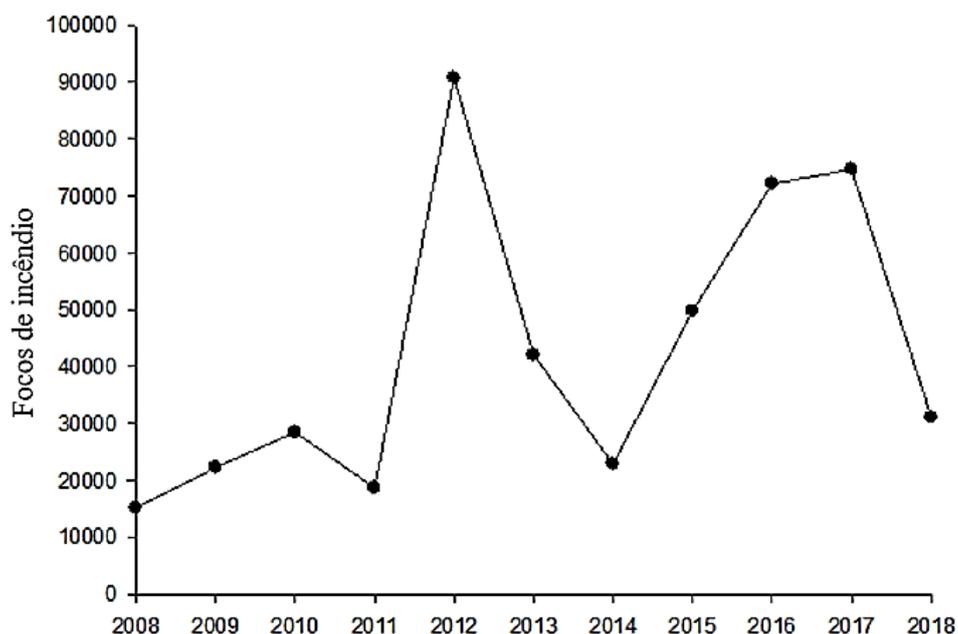


Figura 4. Focos de incêndio dentro dos limites do estado de Mato Grosso do Sul durante os anos de 2008 a 2018.

O estado de Mato Grosso do Sul tem sido atingido anualmente de forma significativa com a ocorrência de frequentes eventos de fogo. De acordo com os dados disponibilizados pelo INPE, nos últimos 10 anos, cerca de 467.756 focos de queimadas/incêndios foram detectados pelos sensores a bordo dos satélites, dentro dos limites do estado. Verificou-se que os anos de maior incidência são 2012, com 90.730 focos detectados, seguido de 2017 e 2016, com 74.676 e 72.157 focos, respectivamente. Já o ano de menor ocorrência foi o de 2008, com 15.102 focos, seguido dos anos de 2011 e 2009, com 18.677 e 22.263 focos, respectivamente.

A partir da observação dos quantitativos por anos, é notório as quedas abruptas dos anos 2012 para o ano de 2013, e, de 2017 para o ano de 2018. Podendo levantar as inferências, a partir da análise em outros trabalhos, de que a sanção do Novo Código Florestal de 2012 e, escassez hídrica e atividade agrícola, respectivamente, são fatores a se levar em consideração.

Sobre a quantificação de municípios por peso de *Kernel* ao longo dos anos, foi notório a predominância do peso 1 (Baixo), tendo variação de máxima de 78 municípios no ano de 2009 e a mínima de 62 no ano de 2018. Intensidades de peso Médio (2), passou de 2 municípios no ano inicial da pesquisa, para 11 no último ano. Quanto ao peso 3 (Alto), não houve muita expressividade em quantidade de municípios, chegando em sua máxima no ano de 2018 com 4 municípios, e também não ocorreu variação nestes, pois na maior parte dos 10 anos analisados ficou entre 1 e 2 municípios (Figura 5).

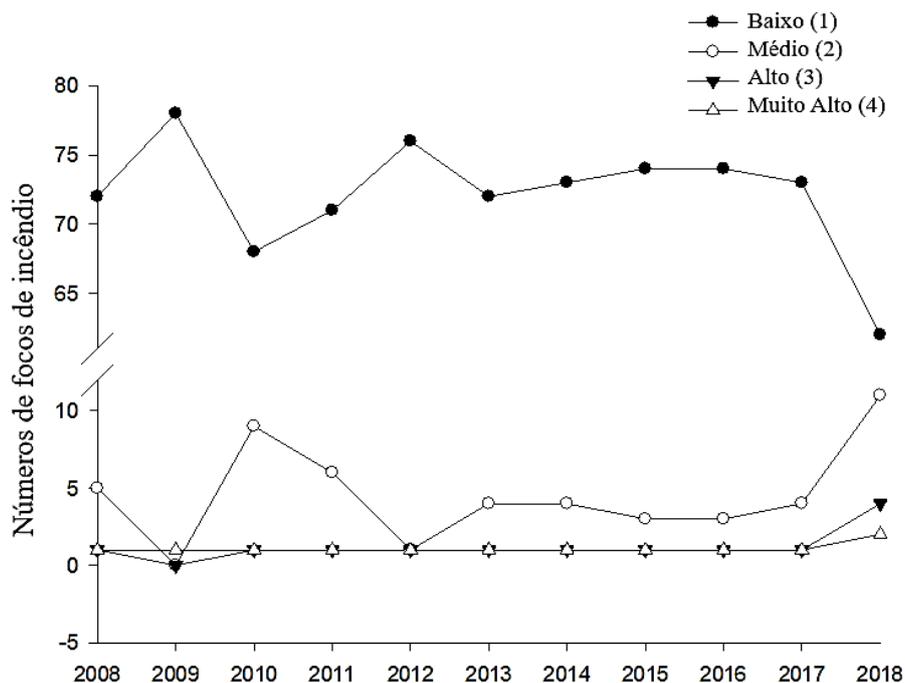


Figura 5. Número de municípios com densidades de focos de incêndios, por peso, durante os anos de 2008 a 2018.

No que refere-se a variação quantitativa dos municípios que apresentaram o peso 4 (Muito alto), quase que não havendo, nos anos de 2008 a 2017 permaneceu no numeral 1, subindo a 2 municípios apenas no último ano analisado (2018).

Entre os municípios com maiores incidências de focos de incêndio durante os 10 anos analisados (Tabela 1), nota-se a majoritariedade do município de Corumbá, de modo que, no último mês de setembro/2019 encontra-se em 1º no ranking de focos incêndio acumulados do país, com o número de 1.378 focos registrados (INPE, 2019), seguido no ranking do estado por Porto Murtinho, Aquidauana, Rio Verde de Mato Grosso e Jateí.

Tabela 1. Municípios com maiores quantidades de focos de incêndio entre os anos de 2008 a 2018.

Ano	Posição				
	1°	2°	3°	4°	5°
2008	Corumbá	Porto Murtinho	Itaquiraí	Paraíso das águas	Naviraí
2009	Corumbá	Porto Murtinho	Aquidauana	Rio Brillhante	Jateí
2010	Corumbá	Porto Murtinho	Sonora	Rio Brillhante	Sidrolândia
2011	Corumbá	Porto Murtinho	Aquidauana	Miranda	Ladário
2012	Corumbá	Porto Murtinho	Sonora	Rio Verde de Mato Grosso	Eldorado
2013	Corumbá	Porto Murtinho	Sonora	Rio Verde de Mato Grosso	Costa Rica
2014	Corumbá	Miranda	Sidrolândia	Jateí	Porto Murtinho
2015	Corumbá	Porto Murtinho	Miranda	Aquidauana	Costa Rica
2016	Corumbá	Porto Murtinho	Rio Verde de Mato Grosso	Laguna Carapã	Dourados
2017	Corumbá	Porto Murtinho	Aquidauana	Jateí	Rio Verde de Mato Grosso
2018	Corumbá	Aquidauana	Rio Verde de Mato Grosso	Angélica	Porto Murtinho

Nos anos de 2009, 2014 e 2017 observou-se eventos de fogo em quantitativo relevante e de modo isolado aos demais focos de queimadas no município de Jateí. Isso possivelmente ocorreu devido ao incêndio no Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema que destruiu 25 mil ha, tendo início no referido município (VIEGAS, 2014).

Sobre a verificação e caracterização dos Biomas afetados, notou-se que o mais atingido em todos os anos avaliados, com exceção do ano de 2008, foi o Pantanal (Tabela 2). Embora os impactos de queimadas recorrentes neste bioma, sobre a biodiversidade não tenham sido suficientemente documentados, a intensificação das queimadas deve ser considerada um fator de susceptibilidade desse ecossistema (FERREIRA; LARCHER; RABELO, 2018). Os autores ainda dispõem que, os impactos das queimadas sobre o Pantanal são de longo prazo e, por isso, as consequências sobre sua fauna e flora são praticamente desconhecidos, o que faz com que as análises de frequência e distribuição dos focos de incêndio demonstrem a necessidade de novas investigações sobre seus padrões de ocorrência para mitigações e mediações de avanço nesta problemática.

Tabela 2. Biomas e Microrregiões com incidências de focos de incêndio, nos anos de 2008 a 2018.

Anos	Bioma		Microrregião	
	1°	2°	1°	2°
2008	Cerrado	Pantanal	MR-01 Baixo Pantanal	MR-11 Iguatemi
2009	Pantanal	Cerrado	MR-01 Baixo Pantanal	MR-10 Dourados
2010	Pantanal	Cerrado	MR-01 Baixo Pantanal	MR-10 Dourados
2011	Pantanal	Cerrado	MR-01 Baixo Pantanal	MR-02 Aquidauana
2012	Pantanal	Cerrado	MR-01 Baixo Pantanal	MR-03 Alto Taquari
2013	Pantanal	Cerrado	MR-01 Baixo Pantanal	MR-03 Alto Taquari
2014	Pantanal	Cerrado	MR-01 Baixo Pantanal	MR-11 Iguatemi
2015	Pantanal	Cerrado	MR-01 Baixo Pantanal	MR-02 Aquidauana
2016	Pantanal	Cerrado	MR-01 Baixo Pantanal	MR-03 Alto Taquari
2017	Pantanal	Cerrado	MR-01 Baixo Pantanal	MR-03 Alto Taquari
2018	Pantanal	Cerrado	MR-01 Baixo Pantanal	MR-03 Alto Taquari

Os resultados ainda apresentam que no ano de 2008, o Cerrado foi onde ocorreu maiores focos de incêndio. Já o bioma Mata Atlântica apresenta concentrações de focos relativamente bem abaixo em relação aos demais. Contudo, sobre a verificação dos focos de incêndios, no que tange as Microrregiões mais atingida, verificou-se de forma unânime ao longo dos 10 anos a MR-01 Baixo Pantanal, fundamentando as análises aferidas a partir do mapeamento das densidades pelo estado e os municípios e biomas mais atingidos, sendo onde tais se encontram.

A segunda microrregião mais atingidas ao longo do espaço temporal estudado, das 11 existentes no estado, é a MR-03 Alto Taquari, nos anos de 2012, 2013, 2016, 2017 e 2018. Seguido na terceira posição de relevância de ocorrência, sendo expressivas em 2 anos cada, as MR-02 Dourados (2009 e 2010), MR-10 Aquidauana (2011 e 2015) e MR-11 Iguatemi (2008 e 2014).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As maiores concentrações de focos de incêndios e, conseqüentemente, elipses ao entorno de sua área com cores mais fortes, apresentam distribuição regionalizadas ao oeste e noroeste do estado. Os municípios com maiores focos no espaço-temporal estudado foram Corumbá, Porto Murtinho, Aquidauana, Rio Verde de Mato Grosso e

Jateí.

O Bioma mais expressivo em ocorrência de incêndios é o Pantanal. Concomitantemente, a microrregião mais atingida foi a MR-01 Baixo Pantanal. Seguida das MR-03 Alto Taquari, MR-02 Dourados, MR-10 Aquidauana e MR-11 Iguatemi, dando sustentação ao resultado obtido de que o Cerrado é o segundo bioma mais atingido no estado.

Foi possível verificar as regiões mais críticas, isto é, com maior densidade de ocorrência de incêndios, além de constatar a escala de agrupamento destes eventos ao longo de uma série histórica de vários anos. Essas informações são úteis para o monitoramento ambiental e tomada de decisão em uma região de extrema relevância ambiental como o estado de Mato Grosso do Sul.

Portanto, é possível direcionar as políticas de prevenção e combate aos incêndios florestais nestas áreas específicas, a partir dos mapeamentos do panorama das distribuições dos focos de incêndios, onde deve ser criada uma escala de atuação mínima, com o objetivo de maximizar os resultados e benefícios, e reduzir os custos.

Esta análise poderá ser expandida para outros estados do Brasil, acessando o banco de dados do INPE. Além disso, poderá suceder a esta análise de zoneamento das densidades de focos de incêndio, a metodologia de criação de mapas de riscos de incêndios, visando cenários futurísticos e conseqüentemente elaboração de meios erradicação e/ou mitigação mais eficazes dos mesmos.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L.M.; SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, 2013.
- BATISTA, A. C. Detecção de incêndios florestais por satélites. **Floresta**, v. 34, p. 237-241, n. 2, 2004.
- COUTINHO, L. M. O conceito de bioma. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 1, p. 1-11, 2006.
- COUTO, E. A.; CÂNDIDO, J. F. **Incêndios Florestais**. Imprensa Universitária – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1992. 101p. 1980.
- DEVROYE, L.; KRZYŻAK, A. On the Hilbert kernel density estimate. **Statistics and Probability Letters**, v. 44, p. 299-308, 1999.
- FERREIRA, W. T. S.; LARCHER, L.; RABELO, A. P. C. Análise da distribuição espaço-temporal dos focos de incêndio no Pantanal (2000-2016). In: SIMPÓSIO DE

GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 7, 2018, Jardim, MS, **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2018. p. 563-573, 2018.

FERRAZ, S. F de B.; VETTORAZZI, C. A. Mapeamento de risco de incêndios florestais por meio de sistema de informações geográficas (SIG). **Scientia Forestalis**, v. 53, p. 39-48, 1998.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2019. **Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (Prevfogo)**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/prevfogo>>. Acesso em: 14 set. 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2004. **Mapa de Biomas e de Vegetação**. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>>. Acesso em: 12 set. 2019.

ILLANA, V. B. **Técnicas de geoprocessamento na determinação do índice de perigo de incêndios**. 2006, 60f. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Geomática) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2018. **Banco de Dados de Queimadas**. Disponível em: <<http://www.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2019. **Relatório Diário**. Disponível em: <<http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/cadastro/v1/relatorio-diario-automatico/relatorio-diario-automatico.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2019.

KÖPPEN, W. G.; GEIGER, R. M. **Handbuch der Klimatologie in fünf Bänden. Verlag von Gebrüder Bornthl'aeger**, Berlin, 1936.

KOUTSIAS, N.; BALATSOS, P.; KALABOKIDIS, K. Fire occurrence zones: kernel density estimation of historical wildfire ignitions at the national level, Greece. **Journal of Maps**, v. 10, n. 4, p. 630-639, 2014.

LEITE, E. F.; FARIA, R. R. Dinâmica espaço-temporal dos focos de calor na sub-região da Nhecolândia, Pantanal-MS. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 7., Jardim, MS, 2018. **Anais...** Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 61-70.

MACEDO, H. A.; SILVA, A.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J. Avaliação das queimadas no Pantanal do Paraguai na região de Corumbá e Ladário, MS no período de maio de 2009. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 2., Corumbá, 7-11 novembro 2009. **Anais...** Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.452-459.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico. **Perfil Estatístico de Mato Grosso do Sul 2015**. Campo Grande, 2016. 109 p.

MATOS, N. M. **Incêndios florestais no bioma pantanal: dinâmica espacial e temporal entre 2003 e 2013**. 2014. 107 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Universidade de Brasília, Brasília.

OLIVEIRA, U. C.; OLIVEIRA, P. S. Mapas de Kernel como subsídio à gestão ambiental: análise dos focos de calor na bacia hidrográfica do Rio Acaraú, Ceará, nos anos 2010 a 2015. **Espaço Aberto**, v. 7, n. 1, p. 87-99, 2017.

PARZEN, E. On estimation of a probability density function and mode. **The annals of mathematical statistics**, v. 33, n. 3, p. 1065-1076, 1962.

PCBAP – Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. In: **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai**. Volumes: I. 73 p. II, Tomos I e II-A, 334 p. e 386 p. Programa Nacional do Meio Ambiente – PNMA. 1997.

QGIS Development Team. **QGIS Geographic Information System Developers Manual**. Open Source Geospatial Foundation Project. Electronic document, 2019.

SETZER, A.W.; MORELLI, F. Diferenças na quantificação de focos de queima de vegetação conforme o satélite e o sensor do monitoramento. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO SOBRE CONTROLE DE INCÊNDIOS FLORESTAIS, 5., Campinas, São Paulo, abril/2011. **Anais...** São Paulo. 264-267 p., 2011.

SOUZA, N. P.; SILVA, E. M. G. C.; TEIXEIRA, M. D.; LEITE, L. R.; REIS, A. A.; SOUZA, L. N.; ACERBI JUNIOR, F. W.; RESENDE, T. A. 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: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16. (SBSR), Foz do Iguaçu, PR, 2013. **Anais...** São José dos Campos: INPE, p. 4958-4965.

STAMOU, Z; XYSTRAKIS, F.; KOUTSIAS, N. The role of fire as a long-term landscape modifier: Evidence from long-term fire observations (1922–2000) in Greece. **Applied Geography**, v. 74, p. 47-55, 2016.

TORRES, F. T. P.; RIBEIRO, G. A.; MARTINS, S. V.; LIMA, G. S. Perfil dos Incêndios em Vegetação nos Municípios de Juiz de Fora e Ubá, MG, de 2001 a 2007. **Floresta e Ambiente**, v. 17, n. 2, p. 83-89, 2012.

VIEGAS, A. **Incêndios destroem 25 mil ha de parque estadual em MS, diz entidade**. 2014. Agrotebate. G1 – O portal de notícias da Globo. Disponível em: <<http://glo.bo/1zUHKfS>>. Acesso em: 07 out. 2019.