



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO

FELIPE FIOCHI PENA

**INCÊNDIOS FLORESTAIS NA COMARCA DE UBERABA NOS ANOS
DE 2017 E 2018: ASPECTOS LEGAIS E DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL**

UBERABA - MG
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO

FELIPE FIOCHI PENA

**INCÊNDIOS FLORESTAIS NA COMARCA DE UBERABA NOS ANOS
DE 2017 E 2018: ASPECTOS LEGAIS E DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental, sob a orientação do Professor Dr. Ricardo Vicente Ferreira.

UBERABA - MG
2019

**Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do
Triângulo Mineiro**

P454i Pena, Felipe Fiochi
Incêndios florestais na Comarca de Uberaba nos anos de 2017 e 2018:
aspectos legais e da distribuição espacial / Felipe Fiochi Pena. -- 2019.
47 f. : il., graf., tab.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) --
Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2019
Orientador: Prof. Dr. Ricardo Vicente Ferreira
Coorientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Valera

1. Incêndios Florestais. 2. Legislação ambiental. 3. Comarca – Uberaba
(MG). 4. Geoprocessamento. 5. Google Earth. I. Ferreira, Ricardo Vicente.
II. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. III. Título.

CDU 630*43 (815.1)

FELIPE FIOCHI PENA

INCÊNDIOS FLORESTAIS NA COMARCA DE UBERABA NOS ANOS DE 2017 E 2018:
ASPECTOS LEGAIS E DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

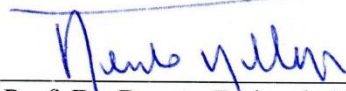
Dissertação apresentada à Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, para obtenção do título de mestre.

Aprovada em 21 de outubro de 2019

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Ricardo Vicente Ferreira
Orientador – UFTM



Prof. Dr. Renato Farias do Valle Junior
Membro Titular – IFTM / UFTM



Profa. Dra. Maytê Maria Abreu Pires de Melo Silva
Membro Titular – IFTM

Dedicatória

Aos meus pais, Reginaldo e Rosana, por sempre
acreditarem em mim e por terem abdicado de suas
vidas em prol das realizações
e da felicidade de seus filhos.

Às minhas irmãs Maria Fernanda e Mariana,
pelo afeto e incentivo de sempre.

À minha avó Maria Do Carmo, por todo o seu carinho.

À minha esposa Juliana e ao meu filho Theo,
por todo amor, incentivo, apoio e compreensão.

Vocês são o meu esteio!

Agradecimentos

A caminhada até aqui não foi fácil! Além disso, ninguém conquista nada sozinho! Parece clichê, mas não é! No meu caso, minha caminhada remete ao período da graduação e de lá para cá a minha gratidão é imensa há algumas pessoas que Deus fez com que cruzasse meu caminho, facilitando a minha caminhada e possibilitando que eu me aprimorasse como pessoa e como profissional. Sendo assim, gostaria de agradecer à Dra. Eliane Maria Ferreira Magalhães, minha primeira mentora, que me ensinou que antes de tudo, para sermos bons profissionais, precisamos ser probos! Não poderia deixar de agradecer à minha amiga e ex-colega de trabalho, Dra. Kamila Borges Alves, que com paciência me ensinou muito sobre Direito Ambiental. Não menos importante, gostaria de agradecer imensamente ao Dr. Carlos Alberto Valera, meu docente no curso de Direito, que além de ser um exemplo de correção e retidão, ainda é uma referência nacional no ramo do Direito Ambiental. Obrigado por ser meu coorientador e por estar sempre a me ensinar! Além disso, a presente dissertação de mestrado não poderia chegar a bom porto sem o precioso apoio do meu orientador, Professor Doutor Ricardo Vicente, que topou o desafio comigo, embora tivéssemos formações totalmente diferentes! Muito obrigado por toda a paciência, empenho e sentido prático com que sempre me orientou neste trabalho! Não poderia deixar de agradecer também ao Professor Doutor Renato do Valle Junior, pela excepcional colaboração na minha dissertação, da mesma forma que agradeço imensamente ao dileto colega de mestrado Vinícius Silva Rodrigues. Desejo, igualmente, agradecer a todos os meus colegas do Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental e a todo o corpo docente, especialmente aos professores Júlio César e Deusmaque cujo apoio e amizade estiveram presentes em todos os momentos. Não posso deixar de mencionar e agradecer à minha sócia Mayara Valera que “segurou as pontas” do escritório durante os momentos em que precisei me ausentar para produzir meu trabalho acadêmico. Por último, quero agradecer à minha família e amigos pelo apoio incondicional que me deram, especialmente por compreenderem a minha ausência do convívio familiar durante este período de elaboração da dissertação. Por fim, agradeço imensamente aos colegas do Cartogeo, Claudio Pantaleão, Leidiane Rezende, Ana Batoni e Ítalo Santana, que contribuíram muito para a minha pesquisa.

“No que diz respeito ao empenho, ao compromisso, ao esforço, à dedicação, não existe meio termo. Ou você faz uma coisa bem feita ou não faz.”

Ayrton Senna da Silva

RESUMO

Os incêndios florestais são um problema ambiental no Brasil, embora haja farta legislação quanto à proibição do uso indiscriminado do fogo, o uso ilegal é recorrente e tem grande intensidade no bioma Cerrado. Este estudo visa contribuir para compreensão atual da legislação ambiental e eficiência dos sistemas de monitoramento aplicados a incêndios florestais, bem como analisar e evidenciar que as alterações do uso do solo podem ser identificadas por meio das ocorrências de queimadas antrópicas. Neste sentido, foram analisadas as mudanças do uso e ocupação do solo nos municípios que integram a Comarca de Uberaba, através do sensoriamento remoto de imagens e dados oficiais, no período de 2017 e 2018. São expostos dados oficiais fornecidos pelo 8º Batalhão dos Bombeiros Militares do Corpo de Bombeiros de Minas Gerais, relativo aos registros dos incêndios na zona rural da Comarca de Uberaba nos anos supracitados como: os principais tipos de vegetação atingidos pelo fogo, as prováveis causas dos incêndios, bem como locais e os períodos do ano com maiores recorrências. Os resultados demonstram que quase 90% (noventa por cento) dos registros foram considerados inconclusivos quanto às causas reais, dificultando a aplicação da lei e a responsabilização dos infratores. Além disso, com a utilização do Google Earth Engine (GEE) verificou-se que a hipótese levantada é verdadeira, já que em todos os municípios estudados mais de 50% (cinquenta por cento) das ocorrências estão relacionadas à alteração do uso do solo.

Palavras-chave: Comarca de Uberaba, Direito Ambiental, dados oficiais, geoprocessamento, Google Earth Engine, incêndios florestais, legislação.

ABSTRACT

Forest fires are an environmental problem in Brazil, although there is abundant legislation regarding the prohibition of the indiscriminate use of fire, illegal use is recurrent and has great intensity in the Cerrado biome. This study aims to contribute to the current understanding of environmental legislation and the efficiency of monitoring systems applied to forest fires, as well as to analyze and evidence that land use changes can be identified through the occurrence of anthropogenic burning. In this sense, changes in land use and occupation in the Uberaba district were analyzed through remote sensing of official images and data from 2017 to 2018. Official data provided by the 8th Military Firefighters Battalion are exposed. of the Fire Department of Minas Gerais, regarding the records of fires in the rural area of the Uberaba County in the aforementioned years as: the main types of vegetation affected by the fire, the probable causes of the fires, as well as locations and periods of the year with the highest recurrences. The results show that nearly 90% (ninety percent) of the records were considered inconclusive as to the actual causes, making law enforcement and accountability of violators difficult. In addition, with the use of Google Earth Engine (GEE) it was found that the hypothesis raised is true, since in all municipalities studied more than 50% (fifty percent) of occurrences are related to land use change.

Keywords: Uberaba District, environmental law, official data, geoprocessing, Google Earth Engine, forest fires, legislation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Localização da Comarca de Uberaba.	24
Figura 2. Fluxograma da pesquisa.....	25
Figura 3. Registros das Ocorrências dos anos de 2017/2018 em vermelho e detecção do INPE relativa ao mesmo período em azul. Fonte: Do autor.....	28
Figura 4. Registros das Ocorrências do CBMMG dos anos de 2017/2018 e pontos de queimada registrado por teledetecção do INPE relativa ao mesmo período.....	29
Figura 5. Causas presumidas dos incêndios, conforme registros oficiais do 8º BBM, relativa aos anos de 17/18.....	30
Figura 6. Causa presumida por código de infração, conforme registros oficiais do 8º BBM, relativa aos anos de 17/18.....	30
Figura 7. Registros oficiais do 8º BBM por frequência e data, relativo aos anos de 2017 e 2018	31
Figura 8. Registros oficiais relativos apenas à Comarca de Uberaba dos anos de 17/18.....	32
Figura 9. Alteração do Uso do Solo com focos de queimadas do Município de Uberaba.....	34
Figura 10. . Alteração do Uso do Solo com focos de queimadas do Município de Delta.....	36
Figura 11. Alteração do Uso do Solo com focos de queimadas do Município de Veríssimo ..	38
Figura 12. Alteração do Uso do Solo com focos de queimadas do Município de Campo Florido.	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Infrações administrativas	20
Tabela 2. Código e a respectiva descrição.....	31
Tabela 3. Mudanças de Classes – Município de Uberaba	35
Tabela 4. Áreas de mudanças de classe coincidentes com o Buffer – Município de Uberaba.	35
Tabela 5. Número total de Buffer em razão do número total de buffers que está contido em alguma mudança de classe – Município de Uberaba.....	35
Tabela 6. Mudanças de Classes – Município de Delta	37
Tabela 7. Áreas de mudanças de classe coincidentes com o Buffer – Município de Delta	37
Tabela 8. Número total de Buffer em razão do número total de buffers que está contido em alguma mudança de classe – Município de Delta.....	37
Tabela 9. Mudanças de Classes – Município de Veríssimo	39
Tabela 10. Áreas de mudanças de classe coincidentes com o Buffer – Município de Veríssimo	39
Tabela 11. Número total de Buffer em razão do número total de buffers que está contido em alguma mudança de classe – Município de Veríssimo.....	39
Tabela 12. Mudanças de Classes – Município de Campo Florido	40
Tabela 13. Áreas de mudanças de classe coincidentes com o Buffer – Município de Campo Florido	41
Tabela 14. Número total de Buffer em razão do número total de buffers que está contido em alguma mudança de classe – Município de Campo Florido.....	41
Tabela 15. Diferenciação entre Cidades X Área medida dentro do Buffer	41
Tabela 16. ANOVA – Análise do número de Buffer contendo cada classe versus Cidade	42

LISTA DE SIGLAS

G7 - Grupo dos Sete Países com as maiores economias do mundo (Alemanha, Canadá, Estados Unidos, França, Itália, Japão e Reino Unido)

SIG - Sistema de Informações Geográficas

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

CIMAN - Centro Integrado Multiagências de Coordenação Operacional

GPS - sigla em inglês que significa Sistema Global de Posicionamento

CBMMG - Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Minas Gerais

GEE - Google Earth Engine

SIDS - Sistema Integrado de Defesa Social

REDS - Registro de Eventos de Defesa Social

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
2.	OBJETIVOS	16
3.	CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO	16
3.1	Uso do SIG como ferramenta de diagnóstico das queimadas	16
3.2	A plataforma Google Earth Engine (GEE)	17
3.3	Os Aspectos Jurídicos dos Incêndios Florestais e das Queimadas	18
3.4	Da Suscetibilidade do Cerrado para Ocorrência de Incêndios e sua relação com as atividades antrópicas	21
4.	MATERIAIS E MÉTODOS	23
4.1	Caracterização da área de estudo	23
4.2	Ocorrências Registradas no SIDS (Sistema Integrado de Defesa Social) do Corpo de Bombeiros	25
4.3	Diagnóstico das queimadas pela plataforma GEE através da coleção MapBiomas e Validação dos mapas com os dados oficiais obtidos junto ao CBMMG	27
5.	RESULTADOS	28
5.1	Análise dos dados fornecidos pelo 8º BBM do CBMMG	28
5.2	Dos resultados decorrentes da alteração do uso do solo nos municípios de Uberaba, Delta, Veríssimo e Campo Florido, comparados com os registros de Incêndios	32
5.3	5.3 Análise estatística de variância (ANOVA)	41
6.	DISCUSSÃO	42
7.	CONCLUSÕES	44
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
	REFERÊNCIAS	46

1. INTRODUÇÃO

Devido a crescente demanda das atividades antrópicas sobre os recursos naturais, os crimes ambientais despertam preocupação em todo o país. Contudo, faz-se necessário compreender a realidade atual da legislação ambiental e a eficiência dos sistemas de monitoramento e combate dos incêndios na vegetação.

A preocupação com o uso indiscriminado do fogo na vegetação tem sido cada vez mais constante, motivo pelo qual tem sido objeto crescente de atualizações normativas, visando dar suporte jurídico à prevenção e ao seu combate. De acordo com Gonçalves et al. (2005) a questão dos incêndios florestais e queimadas no Brasil são antigos e remetem ao período colonial. O autor pontua que, no modelo de cultura desenvolvido pela colonização, a utilização do fogo era um “instrumento de limpeza na abertura de novas frentes de plantio, na eliminação de restos de cultura e no manejo de pastagens.”

No ano de 2019 o Brasil voltou a ser foco da atenção mundial por conta dos incêndios na Amazônia, tendo, inclusive, entrado na pauta de discussão da reunião da cúpula do G7 (grupo dos sete países com as maiores economias, sendo eles Alemanha, Canadá, Estados Unidos, França, Itália, Japão e Reino Unido), ocorrida na França no mês de Agosto. Segundo o GREENPEACE (2019) “de janeiro a 20 de agosto, o número de queimadas na região foi 145% superior ao registrado no mesmo período de 2018.”

A área de objeto do presente estudo também tem sofrido com o excesso de queimadas registradas no corrente ano, que se intensificaram nos últimos meses. Segundo matéria publicada no Jornal da Manhã (2019), até 20 de setembro de 2019 o “Corpo de Bombeiros de Uberaba registrou 38.130 ligações apenas nas linhas 193. Somente no mês de setembro foram 3.719 ligações, sendo que no dia 18, data em que a cidade mais parece ter sofrido com incêndios, foram registradas 350 ligações em um só dia.”

Referida área está totalmente inserida no Bioma Cerrado, bioma este que está diretamente relacionado com a ocorrência de incêndios. Ressalta-se que o Cerrado detém 5% (cinco por cento) da biodiversidade do planeta, sendo considerado a savana mais rica do mundo, porém, um dos biomas brasileiros mais ameaçados (MMA, 2004).

E no plano legal, como é tratada a questão das queimadas e incêndios pelo ordenamento jurídico brasileiro? No período imperial já havia dispositivos legais que visavam regulamentar e restringir o uso do fogo. Contudo, as legislações que tratavam do tema eram esparsas, somente

passando a ter um tratamento mais específico ao longo das últimas 3 (três) décadas, iniciando-se com a promulgação da Constituição Federal de 1988.

Com arcabouço constitucional criado, a normatização infraconstitucional foi sendo aprimorada e, dentre as inovações normativas, podemos citar a promulgação da Lei dos Crimes Ambientais sancionada em 1998, seu Decreto regulamentador publicado em 2008 e mais recentemente a Lei Federal 21.61 de 25 de maio de 2012 e a Lei Estadual 20.922 de outubro de 2013.

De outro lado, a tecnologia tem sido uma importante aliada para o monitoramento de áreas desmatadas e acometidas por incêndios, principalmente através de imagens georreferenciadas e Sistemas de Informações Geográficas (SIG's). As informações geográficas são oriundas de satélites que geram imagens, no qual é possível observar diferentes fenômenos ambientais como: desmatamento criminoso, erosão do solo, queimadas, áreas de extração de minérios entre outros (GRANEMANN et al., 2009).

Quando aplicado em estudos de avaliação ambiental, o SIG é uma ferramenta eficiente para um melhor planejamento e auxílio no processo decisório, permitindo um estudo contínuo e evolutivo de determinada situação, integrando diferentes dados e transformando-os em informações atualizadas (MORAES; SANTOS; SOBRAL, 2006).

No Brasil, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) vem trabalhando no desenvolvimento de sistemas de Geoprocessamento e Processamento de Imagens desde 1984 (SIBGRAPI, 1992). O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), em parceria com o INPE, lançou em 2014 o Centro Integrado Multiagências de Coordenação Operacional (CIMAN) “plataforma virtual criada para o monitoramento das queimadas e focos de incêndio em todo o território nacional, disponibilizando informações em tempo real” (ASCOM, 2014).

De acordo, Thach et al. (2018) o desenvolvimento de modelos confiáveis de previsão de perigo de incêndio florestal é importante para a segurança pública, manejo florestal e planejamento de supressão. Acrescenta ainda que o estudo sobre incêndios florestais, incluindo o desenvolvimento de modelos de alta precisão para previsão de incêndios para determinar medidas de prevenção apropriadas, é uma tarefa urgente.

Contudo, embora haja legislação pertinente, buscou-se verificar, com o presente trabalho se, na prática, a mesma tem surtido os efeitos esperados. Além disso, de acordo com Souza (2017) “com o advento de novas tecnologias de comunicação, em especial o surgimento da *internet*, o acesso as informações permitiram a universalização do conhecimento e da

informação pelo globo.” Não bastasse isso, segundo ainda o citado autor, “o desenvolvimento das redes de satélites orbitais ao longo do globo terrestre permitiu mapear o nosso planeta de uma visão jamais imaginada, bem como extrair informações valiosíssimas.”

Uma vez comprovada a hipótese de que a alteração do uso do solo identifica a ocorrência de queimadas antrópicas, o presente trabalho irá contribuir na elaboração de mapas de risco para subsidiar a fiscalização e a consequente responsabilização dos infratores.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo geral analisar se as mudanças temporais no uso e ocupação do solo favorecem a identificação de queimadas antrópicas nos municípios que integram a Comarca de Uberaba.

Para se alcançar o objetivo geral foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Diagnosticar áreas de queimadas a partir do sensoriamento remoto de imagens e de dados oficiais e análise da legislação vigente, nos anos de 2017 e 2018;
- Analisar a ocorrência de incêndios entre municípios com a mudança do uso e ocupação do solo;
- Abordar a legislação aplicável às queimadas e verificar se as normas positivadas em conjunto com os instrumentos atuais de apuração dos ilícitos tem se mostrado suficientes e eficientes.

3. CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO

3.1 Uso do SIG como ferramenta de diagnóstico das queimadas

O Sistema de Informações Geográficas (SIG) proporciona a capacidade de coletar, sobrepor, manipular e visualizar um grande volume de dados, que podem ser derivados a partir da análise da possibilidade de ignição de um incêndio em vegetação, do seu potencial de propagação e dos efeitos relacionados. Ele pode ser uma ferramenta para a coordenação de todos os envolvidos que devem tomar as medidas necessárias para a defesa contra os impactos relacionados a incêndios, e especificar o local, o momento e o modo de realização dessas medidas. Um mapa preciso do perigo de incêndio é muito útil para identificar áreas altamente suscetíveis a incêndios florestais (BUI; VAN LE; HOANG, 2018).

Portanto, a utilização do SIG é de suma importância para o planejamento e diagnóstico ambiental, de forma que por meio da combinação de software e hardware, as informações

geoespaciais são processadas para obter a entrada e o armazenamento de dados. Sendo assim, essa ferramenta poderá ser utilizada no planejamento de proteção contra incêndio (DONG et al, 2017).

Segundo Paz et al. (2011) os mapas de risco de incêndio originados a partir de um SIG permitem aos gestores florestais planejar estrategicamente as atividades de prevenção a longo prazo.

O mapeamento fornece uma análise rápida da situação de risco para tomada de decisão em relação à prevenção e combate a incêndios, como a definição das áreas de maior risco, que necessitam de maior fiscalização; a restrição do acesso a determinadas trilhas nos períodos críticos de risco de incêndio e, quando possível, a construção de aceiros, assim como a orientação para atividades realizadas nas proximidades. Tais mapas auxiliam também no planejamento de combate, como por exemplo, na alocação de recursos em pontos estratégicos (SILVEIRA et al., 2013).

3.2 A plataforma Google Earth Engine (GEE)

A ferramenta Google Earth Engine (GEE) foi lançada em dezembro de 2010 na 16ª Conferência da ONU sobre Mudanças Climáticas e é uma avançada plataforma de processamento geoespacial baseada em nuvem com o objetivo principal de monitorar mudanças ambientais de larga escala (FALEIROS, 2010).

“Ele incorpora uma ampla gama de ferramentas de manipulação espacial que permite cientistas, pesquisadores e desenvolvedores detectar mudanças, mapas de tendências e quantificar diferenças sobre a superfície da Terra” (LABGIS, 2018). Segundo ainda o supracitado autor, é exatamente esta capacidade de analisar e manipular dados de acordo com as necessidades do usuário que o diferencia das aplicações tradicionais do Google Earth.

A ferramenta integra um conjunto de dados geoespaciais com cobertura global, a capacidade de armazenamento e processamento altamente elevados, correspondentes ao ambiente de computação da nuvem Google, e um ambiente de desenvolvimento integrado suportando a implementação de algoritmos de análise e processamento de dados geoespaciais nas linguagens Java Script e Python (GORELICK, 2013).

Segundo ainda Gorelick (2013), dentre os dados geoespaciais disponíveis no catálogo do Google, pode-se destacar vários produtos com cobertura regional e/ou global dos sensores

ASTER, MODIS, LANDSAT, NOAA e produtos MeaSURES (novos registros de imagens da superfície terrestre que parte do princípio da junção de diferentes dados com o objetivo de formar uma série temporal única, consistente e coerente). O supracitado autor salienta ainda que além dos dados já disponíveis na infraestrutura Google, o usuário pode enviar os seus dados para a integração/processamento remoto.

O estabelecimento da plataforma Google Earth Engine (GEE) revolucionou o processamento de dados geoespaciais por proporcionar facilidade, extensa documentação e agilidade de processamento. O GEE possui escala planetária, reunindo mais de 40 anos de imagens de satélite em todo o mundo, fornecendo ferramentas com alta capacidade computacional para analisar e extrair informações, com servidores oferecidos pela própria plataforma (Cayo e Chaves, 2017).

Assim torna-se viável a aplicação do seu uso para estimar áreas de queimadas no presente trabalho.

3.3 Os Aspectos Jurídicos dos Incêndios Florestais e das Queimadas

No Brasil, o marco da legislação ambiental se deu com a edição da Lei nº 6938/81, a qual implementou a Política Nacional do Meio Ambiente, tratando os recursos naturais de forma integrada e holística. Logo em seguida, com a promulgação da Constituição de 1988, o meio ambiente consagrou-se como um direito fundamental. A carta magna também consagrou de forma explícita (e implícita) os mais relevantes princípios do Direito Ambiental.

O Direito Ambiental nasceu do inquestionável direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e a sadia qualidade de vida (ARAÚJO, 2010), está em permanente desenvolvimento, acompanhando as mudanças sociais em vigência. A dialética entre a natureza e a realidade social é uma unidade constantemente renovada e em contínua modificação.

As questões atinentes ao meio ambiente ganham cada vez mais relevância na atualidade, tendo em vista os reflexos e transformações decorrentes do uso desenfreado dos recursos naturais, que foi desencadeada com a Revolução Industrial iniciada na Europa no século XVIII. Isso porque, a inserção de tecnologia possibilitou a transformação maciça de matéria prima em produto manufaturado o que passou a refletir no meio ambiente, que segundo LEAL, FARIAS e ARAÚJO (2008), passou da paisagem natural para aquela modificada pelo homem.

Entretanto, conforme a sociedade foi evoluindo, as normas que regulamentam o convívio em sociedade também foram sendo aperfeiçoadas. Com relação à regulamentação do uso do fogo, as primeiras disposições legais remontam o período do Brasil-Colônia. O “Regimento do Pau Brasil” de 12 de dezembro de 1605, por exemplo, já dispunha acerca da proibição do uso do fogo nas matas onde fossem encontradas a espécie Pau Brasil.

Contudo, embora houvesse disposições legais esparsas sobre o tema, a legislação sobre o uso do fogo e os impactos dessa prática no meio ambiente ainda eram muito incipientes. Este cenário começou a mudar com a promulgação da Constituição Federal de 1988, considerada por muitos como a “Constituição Verde”.

Isso porque a Constituição possui um capítulo destinado à proteção do meio ambiente, dispondo que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (artigo 225).

Ainda no citado artigo, em seu inciso VII, há disposição expressa de que é incumbido ao Poder Público proteger a fauna e a flora de práticas que coloquem em risco sua função ecológica, bem como, prescreve o §3º deste mesmo inciso, que “as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.”

Com arcabouço constitucional criado, a normatização infraconstitucional foi sendo aprimorada ao longo dos últimos 31 (trinta e um) anos, e, dentre as inovações normativas, podemos citar a promulgação da Lei dos Crimes Ambientais sancionada em 1998, seu Decreto regulamentador publicado em 2008 e mais recentemente o Novo Código Florestal, de maio de 2012.

Sancionada em 12 fevereiro de 1998, a Lei Federal nº 9.605, conhecida como Lei dos Crimes Ambientais, “dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências”. Foi essa lei que tipificou o ato “provocar incêndio” como crime ambiental, estabelecendo a respectiva pena em seu artigo 41.

Já o Decreto Federal nº 6.514, de 22 de julho de 2008, “dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências.” Nele, há o estabelecimento de penalidades administrativas para as infrações ambientais e, dentre elas, está tipificada como infração

administrativa, por exemplo, a ação de fazer uso de fogo em áreas agropastoris sem autorização do órgão competente ou em desacordo com a autorização obtida.

A Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012, por sua vez, versa sobre a proteção à vegetação nativa, bem como revogou a Lei Federal 4.771/65, que era o antigo Código Florestal Federal. Neste diploma legal há um capítulo dedicado à proibição ao uso do fogo e acerca do controle dos incêndios, inclusive disciplinando as situações excepcionais nas quais o emprego do fogo poderá ser previamente autorizado.

Na esfera Estadual, o Estado de Minas Gerais também disciplina a questão através da Lei Estadual 20.922 de 16 de outubro de 2013, denominada de Código Florestal Mineiro e que dispõe “sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado”. Referida legislação, da mesma forma que a normativa federal, possui um capítulo dedicado ao uso do fogo e a prevenção e combate a incêndios.

Contudo, embora em linhas gerais tenha dado tratamento igualitário ao assunto, referida legislação é mais abrangente que a federal em alguns aspectos, disciplinando de maneira mais detalhada as questões atinentes à prevenção e ao combate aos incêndios.

Não bastasse isso, em 02 de março de 2018 entrou em vigor o Decreto Estadual nº 47.383 que “estabelece normas para licenciamento ambiental, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades.” No referido Decreto são tipificadas duas condutas como infração administrativa, estando elas descritas nos Códigos 312 e 314 do ANEXO III, a que se refere o artigo 112 do Decreto nº 47.383, a seguir transcritas:

Tabela 1. Infrações administrativas

Código da infração	312
Descrição da infração	Criar condições favoráveis à ocorrência de incêndios florestais em áreas consideradas críticas, como margens de rodovias e ferrovias, áreas de preservação permanente, reserva legal, unidades de conservação de uso sustentável e unidades de conservação de proteção integral e zona de amortecimento, corredores ecológicos, fragmentos florestais nativos e sob linha de transmissão de energia elétrica.
Classificação	Grave
Incidência da pena	Por ato
Valor da multa em Ufemg	a) Margens de rodovias e ferrovias, áreas de preservação permanente, reserva legal, corredores ecológicos, fragmentos florestais nativos de grande porte e sob linha de transmissão de energia elétrica: de 175 a 500 por ato;

	b) Unidades de Conservação de Uso Sustentável e Zona de amortecimento de Unidades de Conservação Integral: de 800 a 1.500 por ato; c) Unidades de Conservação de Proteção Integral: de 1.200 a 2.000 por ato.
--	--

Código da infração	314
Descrição da infração	Provocar incêndio em florestas e demais formas de vegetação.
Classificação	Gravíssima
Incidência da pena	Por hectare ou fração
Valor da multa em Ufemg	a) Área comum ocupada com pastagem exótica ou culturas agrícolas e florestais: 175 a 500 por hectare ou fração; b) Área comum ocupada com florestas e demais formas de vegetação nativa: 500 a 1.500 por hectare ou fração; c) Reserva Legal: 500 a 1.500 por hectare ou fração; d) Área de Preservação Permanente, Unidades de Conservação de Uso Sustentável e Zona de Amortecimento de Unidades de Conservação de Proteção Integral: 700 a 2.000 por hectare ou fração; e) Unidades de Conservação de Proteção Integral: 1.000 a 3.000 por hectare ou fração; f) Bioma de Mata Atlântica: 1500 a 3000 por hectare ou fração; g) Margens de rodovias e ferrovias e sob linha de transmissão de energia elétrica: 500 a 1.500 por hectare ou fração.
(Item com redação dada pelo Anexo do Decreto nº 47.474, de 22/8/2018.) (Vide art. 11 do Decreto nº 47.474, de 22/8/2018.)	

Vê-se, portanto, que há farta legislação acerca da proibição do uso indiscriminado do fogo e, em contrapartida, há a previsão de penalidades pesadas aos infratores, motivo pelo qual, para que a lei cumpra com o seu caráter repressor-pedagógico, necessário se faz a verificação se os instrumentos de identificação destes infratores estão cumprindo o seu papel.

Dessa forma, tem-se que os dados oficiais de incêndios e queimadas ocorridos na zona rural de Uberaba, registrados pelo Corpo de Bombeiros de Minas Gerais e analisados no presente estudo, estão sujeitos à incidência de todas as legislações tratadas neste capítulo.

3.4 Da Suscetibilidade do Cerrado para Ocorrência de Incêndios e sua relação com as atividades antrópicas

Embora o Cerrado tenha uma suscetibilidade natural ao fogo em virtude de suas características fitofisionômicas, combinada com as questões meteorológicas, segundo Pereira, França e Dos Santos (2003), as ações antrópicas são as principais causas de incêndios, dentre

as quais estão o uso do fogo para renovação e limpeza de pastagens, bem como para abertura de novas áreas agrícolas, ainda que existam tecnologias modernas na agropecuária.

A utilização do fogo na vegetação provoca aumento da fertilidade dos solos, ainda que temporária, pois provoca a queima da cobertura vegetal existente e, apesar de parte dos nutrientes serem volatilizados, uma boa parte é depositada no solo sob a forma de cinzas, aumentando a quantidade de nutrientes disponíveis para o crescimento e desenvolvimento das culturas (COUTINHO, 2005).

Segundo ainda os supracitados autores, “três condições simultâneas são necessárias para que uma queimada ocorra em vegetação: a) condições meteorológicas propícias; b) disponibilidade de combustível vegetal; c) existência de fonte de ignição.”

Não bastasse isso, além dos parâmetros relativos ao tipo de vegetação, tipo e quantidade de combustível vegetal e padrões meteorológicos sazonais, segundo Chuvieco et al. (1997) e Ferraz e Vettorazzi (1998), devem ser levados em consideração outros parâmetros, tais como, declividade, exposição solar, uso da terra, malha viária, restrições de acesso, rede de aceiros, densidade populacional e padrões de distribuição espaço-temporal das queimadas.

No estudo realizado por Pereira et al. (2003) foi avaliada a relação entre a susceptibilidade da vegetação do Cerrado ao fogo e a proximidade de indicadores de atividade antrópica, sendo elas a existência de malha viária e a ocorrência de focos de queimadas anteriormente no mesmo local. Com relação à questão da malha viária, eles entenderam que estes locais seriam o (p. 502) “meio de acesso às áreas de atividades agropecuárias, nas quais o fogo é largamente utilizado como prática de manejo.”

4. MATERIAIS E MÉTODOS

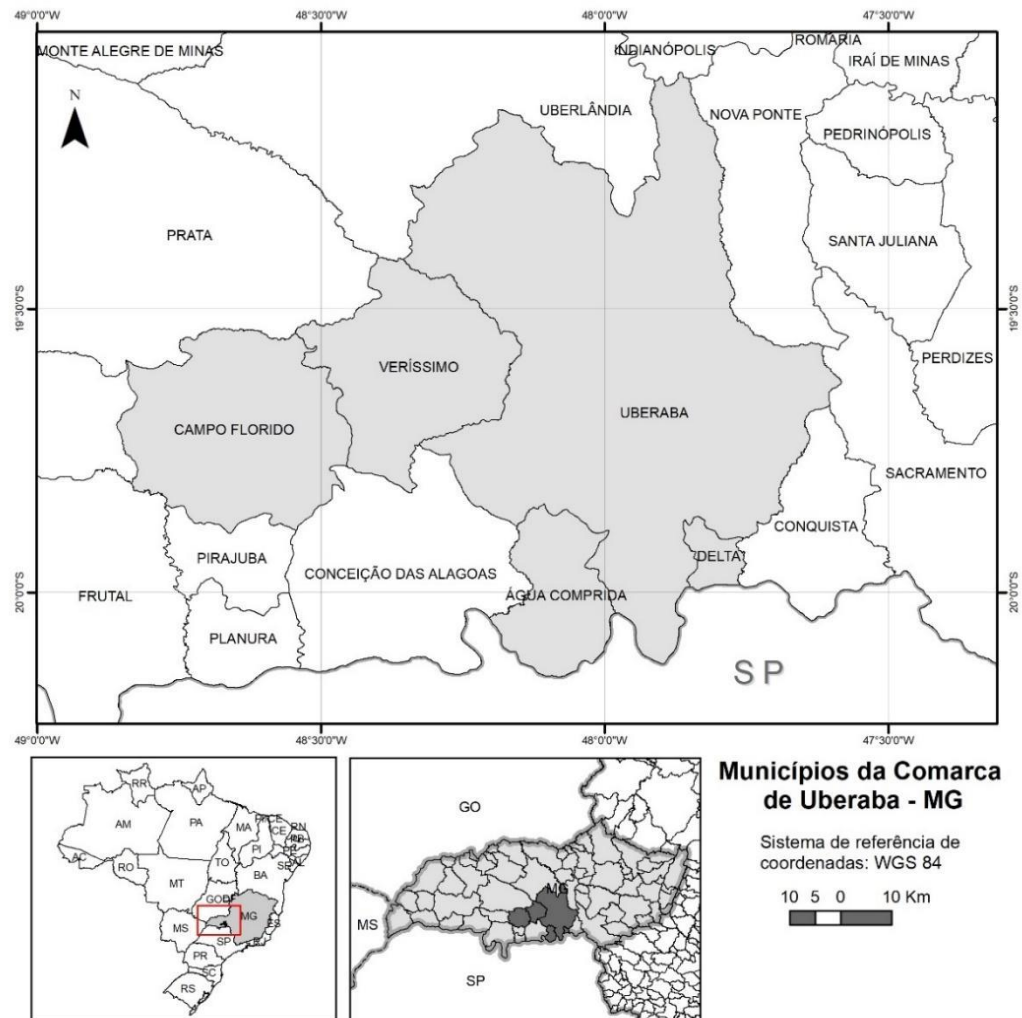
Para a realização da pesquisa foi utilizado o método analítico dos documentos oficiais e da legislação vigente aplicável à questão dos incêndios florestais. Procedeu-se, ainda, com a análise desses dados após serem geoespacializados, fazendo-se a verificação do lançamento das ocorrências (tipificação da infração verificada e seu respectivo quantitativo), bem como, a comparação dos dados oficiais com os obtidos por meio de teledetecção junto ao Programa Queimadas (<http://queimadas.dgi.inpe.br>) desenvolvida e mantida pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisa Espacial). Fez-se, também, a verificação do uso solo nos locais onde ocorreram os registros.

Com relação aos produtos da pesquisa, a fim de que fosse possibilitada a análise dos resultados, foram utilizados os métodos cartográficos, com a elaboração de mapas de localização dos registros obtidos, mapa de alteração de uso do solo dos municípios de Uberaba, Delta, Campo Florido e Água Comprida entre os anos de 2016 e 2018, bem como procedeu-se a elaboração de gráficos, demonstrando os resultados de forma quantitativa, seja através de números absolutos, seja por meio de análise percentual. Por fim, foi realizada uma análise estatística dos resultados obtidos.

4.1 Caracterização da área de estudo

A área de estudo corresponde à Comarca de Uberaba, localizada na região sudeste do Brasil, no triângulo Mineiro fazendo parte desta Comarca os municípios de Uberaba, Delta, Água Comprida, Veríssimo e Campo Florido, conforme (figura 1) abaixo:

Figura 1 Localização da Comarca de Uberaba.



Segundo o IBGE (2004), a Comarca de Uberaba está totalmente inserida no Bioma Cerrado, é caracterizada pelo clima Tropical, com duas estações bem definidas, sendo seca no inverno e chuvosa no verão. O uso da terra na zona rural é predominantemente ocupado por pastagens e pela atividade de agricultura.

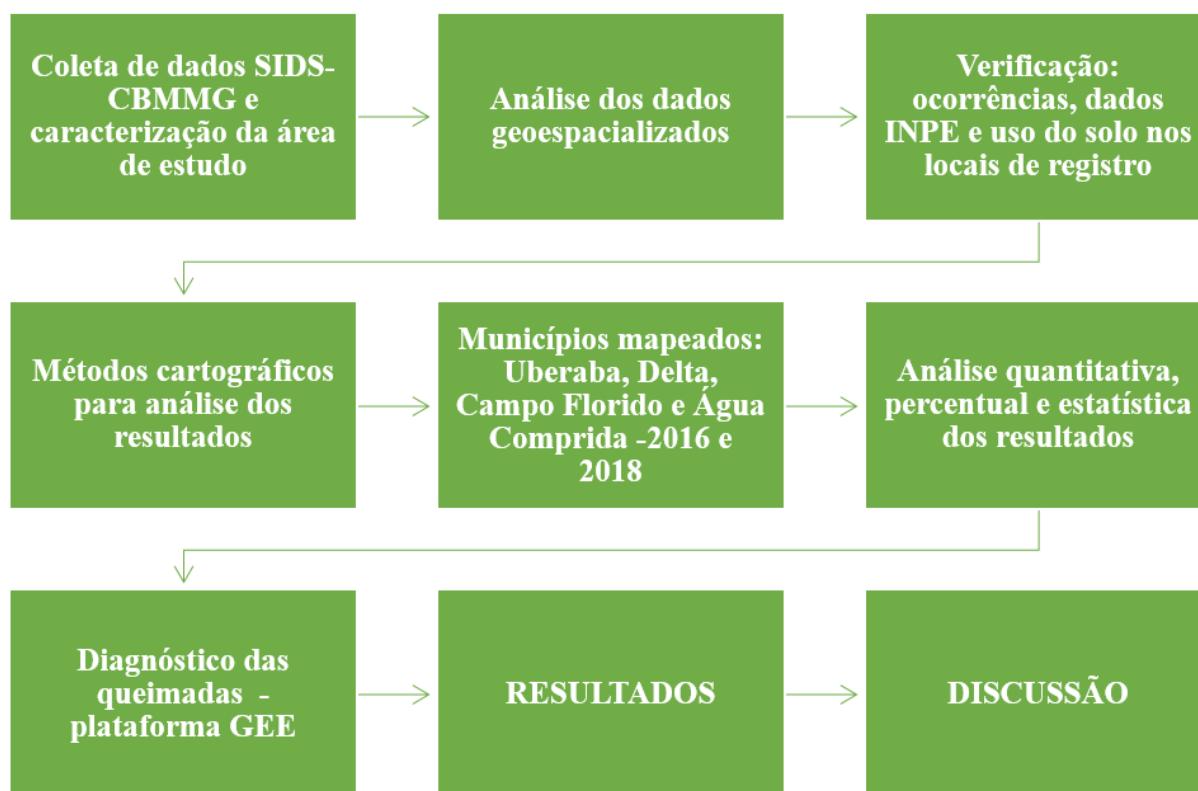
Segundo Valle Junior et. al. (2010) o clima da região, pela classificação do Köppen, é do tipo Aw, com domínio climático conceituado como semi-úmido, sendo de 4 a 5 meses secos e temperatura média anual de 23,2 °C.

A interligação dos municípios da Comarca por vias de circulação é um fator importante no estudo de ocorrência dos incêndios. Dessa forma, com relação à malha viária existente, tem-se que as principais vias de acesso são a BR-050, que vai de Brasília a Santos; A BR-262, que interliga o município de Uberaba com a capital Belo Horizonte e no outro trecho sai de Uberaba e chega até a BR-153; Há ainda a MG-427 que interliga a região com a região do Pontal do

Triângulo; Pode-se citar ainda, dentre as principais vias da região, a LMG-798 que faz ligação da região com o Norte de Minas e a Avenida Filomena Cartafina, que chega até as margens do Rio Grande. Além disso, há outras vias arteriais e vicinais que interligam os municípios componentes da Comarca.

O trabalho foi realizado seguindo-se o fluxograma (figura 2)

Figura 2. Fluxograma da pesquisa



4.2 Ocorrências Registradas no SIDS (Sistema Integrado de Defesa Social) do Corpo de Bombeiros

As informações e registros de queimadas utilizadas na presente pesquisa foram extraídas do Banco de Dados do SIDS (Sistema Integrado de Defesa Social), relativa aos anos de 2017 e 2018, e foi fornecida pelo Tenente-Coronel Anderson Passos, do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Minas Gerais (CBMMG).

Referidos dados contemplam todas as ocorrências de incêndio registradas pelo CBMMG na área de atuação do 8º BBM (8º Batalhão dos Bombeiros Militar) relativa ao

período retro mencionado. Insta mencionar que o supracitado Batalhão possui área de abrangência nos municípios de Uberaba, Delta, Conquista, Santa Juliana, Pedrinópolis, Perdizes, Araxá, Tapira, Sacramento, Ibiá, Pratinha, Campos Altos, Água Comprida, Conceição das Alagoas, Veríssimo, Campo Florido, Pirajuba, Planura, Frutal, Fronteira, Itapagipe, Comendador Gomes, São Francisco de Sales, Iturama, União de Minas, Limeira do Oeste e Carneirinho.

Sendo assim, o presente estudo consistiu na obtenção, junto à Corporação dos Bombeiros, desses dados oficiais, para que pudesse ser feita uma análise pormenorizada das informações. Isso porque, nos termos do artigo 3º, inciso I da Lei Complementar Estadual nº 54, de 13 de Dezembro de 1999, é de competência do Corpo de Bombeiros de Minas Gerais, dentre outras, a de “coordenar e executar as ações de defesa civil, proteção e socorrimento públicos, prevenção e combate a incêndio, perícias de incêndio e explosão em locais de sinistro, busca e salvamento”.

Primeiramente, foram obtidas as informações gerais das ocorrências contendo todas as tipologias de incêndios, relativa aos anos de 2017 e 2018, num total de 3.168 ocorrências. Os dados foram fornecidos em planilha eletrônica organizada em 9 (nove) colunas, contendo as seguintes informações: número da ordem, número do REDS (Registro de Eventos de Defesa Social), Município da Ocorrência, código da natureza da ocorrência, natureza da ocorrência, tipo de logradouro, logradouro, número, bairro e data do fato.

Em posse desses dados, foram selecionadas as ocorrências tidas como relevantes para o estudo em questão, em virtude do tipos de infração registrada, o município de ocorrência e o número do Boletim de Ocorrências, tendo sido gerado novo arquivo, que foi repassado ao Corpo de Bombeiros, para que fossem enviados os respectivos REDS com o inteiro teor da ocorrência registrada.

Segundo a Secretaria de Estado de Segurança Pública do Estado de Minas Gerais (2008), o REDS “é uma ferramenta estratégica e operacional, uma vez que monitora os indicadores de criminalidade, permitindo a redefinição das políticas de Segurança Pública e a dinâmica da criminalidade, permitindo a otimização dos recursos operacionais existentes.” Feito o registro, essa informação é lançada no SIDS (Sistema Integrado de Defesa Social), compondo um acervo digital disponível para o Corpo de Bombeiros do Estado.

Não bastasse isso, os registros contidos nos REDS possuem um nível de detalhamento de informações, contendo, por exemplo, a descrição, ainda que presumida, da infração e as coordenadas geográficas do local da ocorrência, o que possibilitou a realização de um novo

diagnóstico contendo o tipo de infração e seu posicionamento geográfico, cujo produto será tratado em tópico específico.

4.3 Diagnóstico das queimadas pela plataforma GEE através da coleção MapBiomas e Validação dos mapas com os dados oficiais obtidos junto ao CBMMG

Para o presente estudo foram utilizados os dados de mapeamento de uso do solo feito pela MapBiomas, que foram processados no GEE. Isso porque “as coleções do MapBiomas estão disponíveis como *assets* na plataforma Google Earth Engine e podem ser acessados, processados e analisados diretamente na plataforma sem necessidade baixar os dados.” (MAPBIOMAS, 2019)

Sendo assim, procedeu-se com a verificação da alteração do uso do solo entre os anos de 2016 e 2017 dos municípios de Uberaba, Delta, Veríssimo e Campo Florido, utilizando-se das supracitadas ferramentas a fim de se fazer um diagnóstico sobre a alteração do uso do solo no corte temporal proposto.

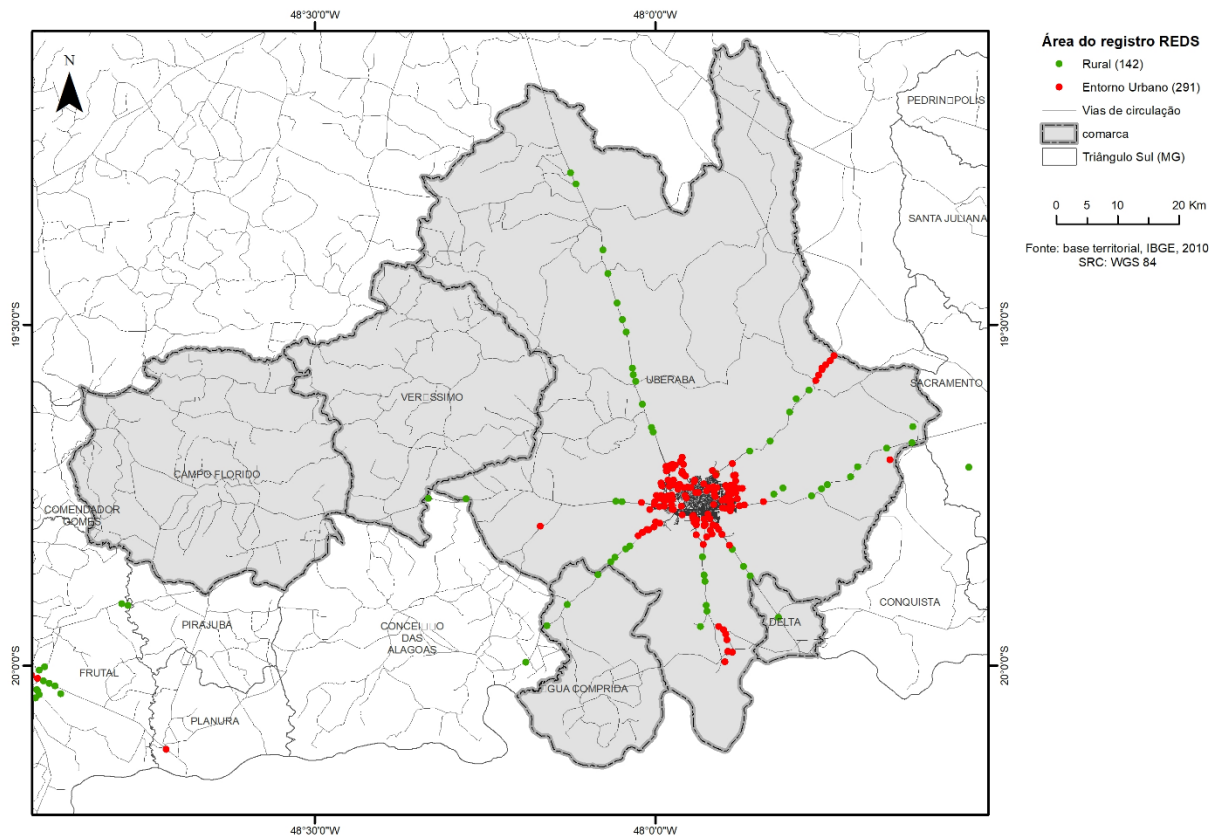
Gerados os mapas, realizou-se a combinação das informações obtidas com os dados oficiais das queimadas obtidas junto ao Corpo de Bombeiros, relativas aos anos de 2017 e 2018, no qual obteve-se não somente a determinação da alteração quanto ao uso e ocupação do solo, utilizando o MapBiomas (16/17), como a verificação se essas áreas coincidiam com as queimadas registradas.

5. RESULTADOS

5.1 Análise dos dados fornecidos pelo 8º BBM do CBMMG

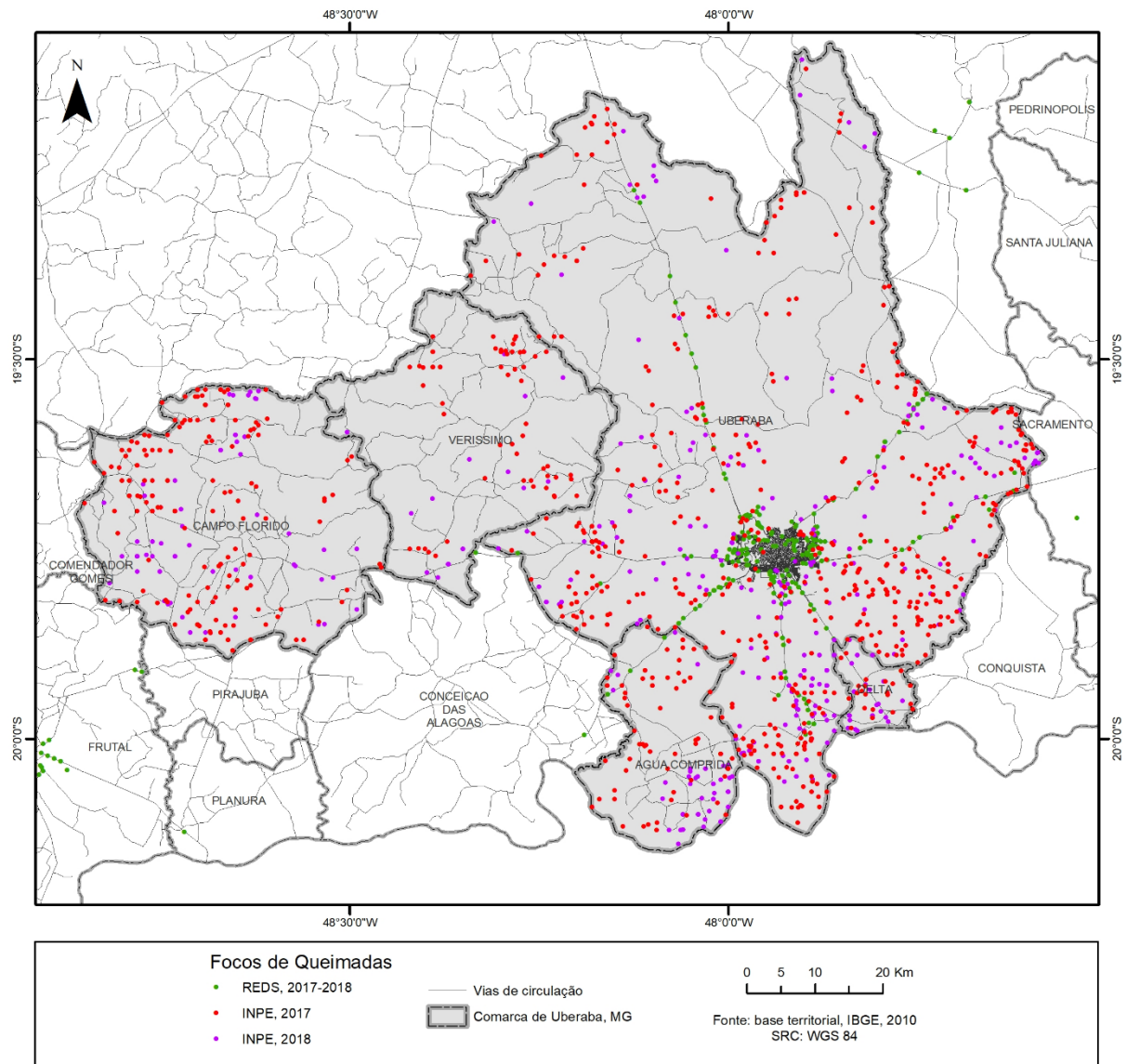
A partir da geoespacialização das ocorrências obtidas junto ao Corpo de Bombeiros, relativa ao ano de 2017 e 2018, verificou-se que quase a totalidade dos registros ocorridos em zona rural se deu em coordenada geográfica próxima ou sobreposta à malha viária existente (Figura 3).

Figura 3. Registros das Ocorrências dos anos de 2017/2018 em vermelho e detecção do INPE relativa ao mesmo período em azul. Fonte: Do autor



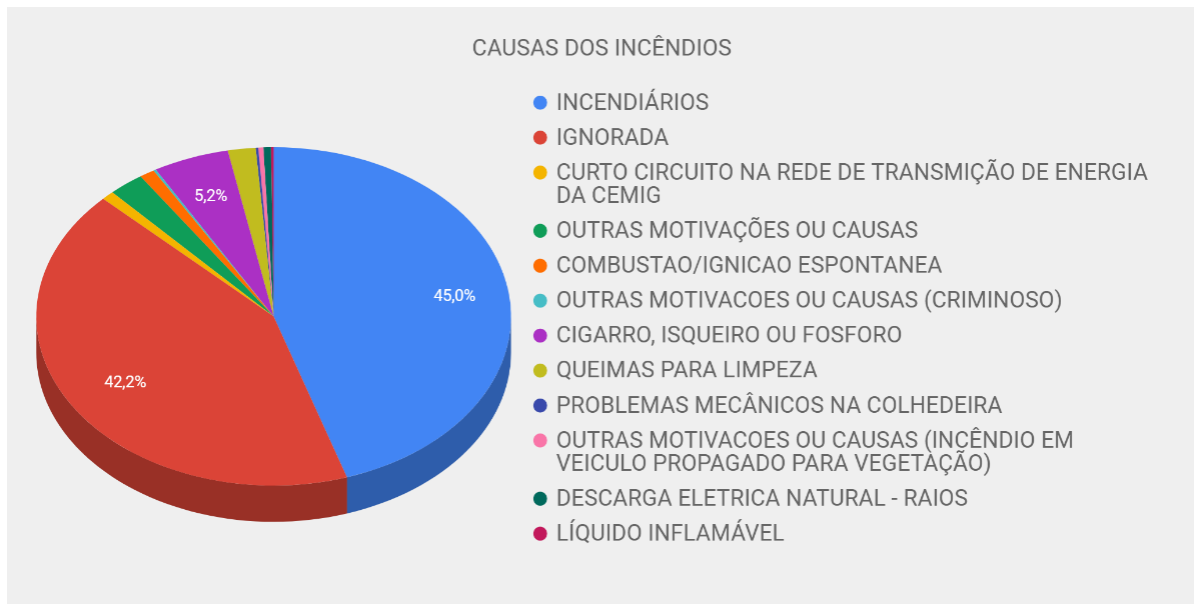
Existe um padrão quase linear do posicionamento registrado no REDS em relação às principais estradas e vias da região (Figura 3). Por conseguinte, os referidos dados foram comparados com os levantamentos dos focos de incêndio teledetectados por diferentes sensores orbitais processados pelo Programa Queimadas (INPE, 2019), considerou-se o mesmo período e área de abrangência (Figura 4)

Figura 4. Registros das Ocorrências do CBMMG dos anos de 2017/2018 e pontos de queimada registrado por teledetecção do INPE relativa ao mesmo período



Outro dado importante observado refere-se às possíveis causas dos incêndios. Isso porque verifica-se que quase 90% (noventa por cento) das ocorrências não possui causa determinada (Figura 5).

Figura 5. Causas presumidas dos incêndios, conforme registros oficiais do 8º BBM, relativa aos anos de 17/18



Abaixo, segue graficamente a quantidade de ocorrências registradas, levando-se em conta o código relativo à provável descrição da ocorrência principal (Figura 6).

Figura 6. Causa presumida por código de infração, conforme registros oficiais do 8º BBM, relativa aos anos de 17/18



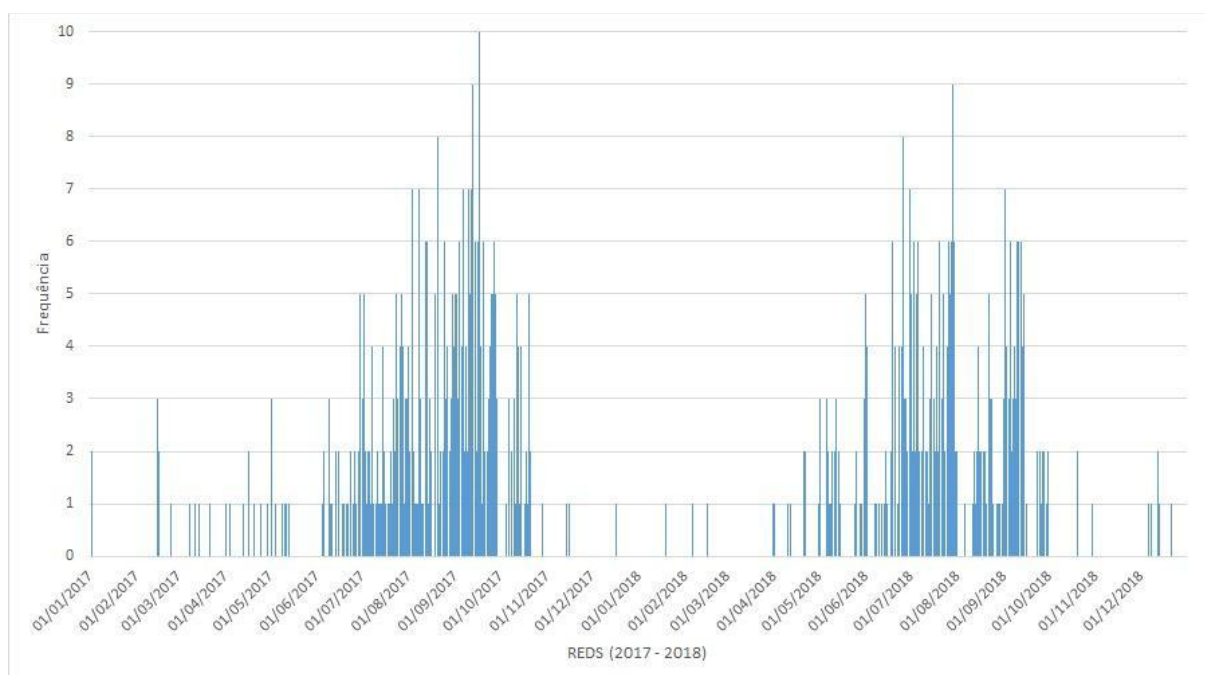
Para facilitar a compreensão do gráfico acima, segue abaixo a legenda com a descrição de cada um dos códigos contidos na planilha (Tabela 2).

Tabela 2. Código e a respectiva descrição.

Código	TIPIFICAÇÃO
4001	INCÊNDIO EM UNIDADE DE CONSERVAÇÃO (UC)
4002	INCÊNDIO NO ENTORNO DE UNIDADE DE CONSERVAÇÃO (UC)
4003	INCÊNDIO EM PRODUÇÃO AGRÍCOLA / PASTO
4004	INCÊNDIO EM AREA DE REFLORESTAMENTO
4005	INCÊNDIO EM AREA RURAL PERTENCENTE A ÓRGÃO PÚBLICO
4006	INCÊNDIO EM AREA RURAL PERTENCENTE A ÓRGÃO PRIVADO
4007	INCÊNDIO EM PROPRIEDADE RURAL PARTICULAR
4008	INCÊNDIO EM AREA RURAL NÃO PROTEGIDA

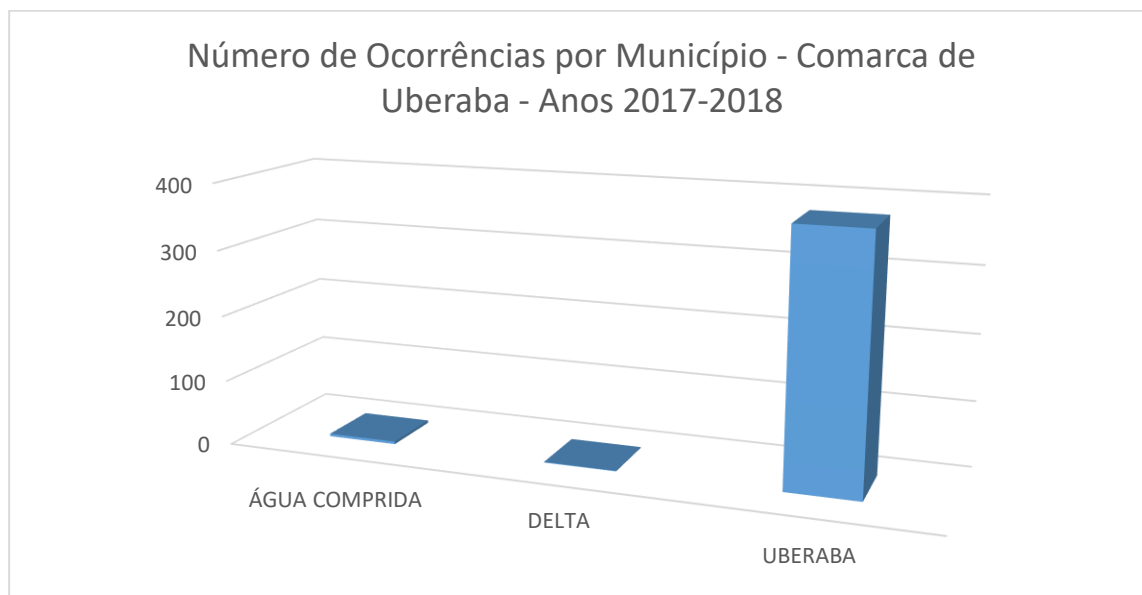
Analisando-se o gráfico denota-se que a maioria dos incêndios e queimadas foram registrados em área agrícola e de pasto, muito possivelmente decorrente de ação antrópica. Entretanto, deve-se levar em conta também as questões meteorológicas. Isso porque, comparando-se os registros de ambos os anos pesquisados, verifica-se que a maioria dos incêndios registradas ocorreram nos meses de julho a setembro, coincidindo com o período seco da região (Figura 7).

Figura 7. Registros oficiais do 8º BBM por frequência e data, relativo aos anos de 2017 e 2018



Por fim, levando-se em conta somente a Comarca de Uberaba, verifica-se que o registro das ocorrências se concentrou quase que exclusivamente no município de Uberaba, embora a Comarca seja composta por 5 (cinco) municípios (Figura 8).

Figura 8. Registros oficiais relativos apenas à Comarca de Uberaba dos anos de 17/18



Diante disso, deve-se buscar compreender se, de fato, por se tratar de um município maior é que há essa maior incidência de ocorrências ou se essa detecção se dá em virtude da maior infraestrutura material e humana por parte do Corpo de Bombeiros? Referido questionamento será trazido a lume no tópico destinado à discussão.

5.2 Dos resultados decorrentes da alteração do uso do solo nos municípios de Uberaba, Delta, Veríssimo e Campo Florido, comparados com os registros de Incêndios

Para uma melhor análise dos resultados obtidos, as análises não se deram em relação à Comarca, mas sim individualmente em relação aos municípios de Uberaba, Delta, Veríssimo e Campo Florido.

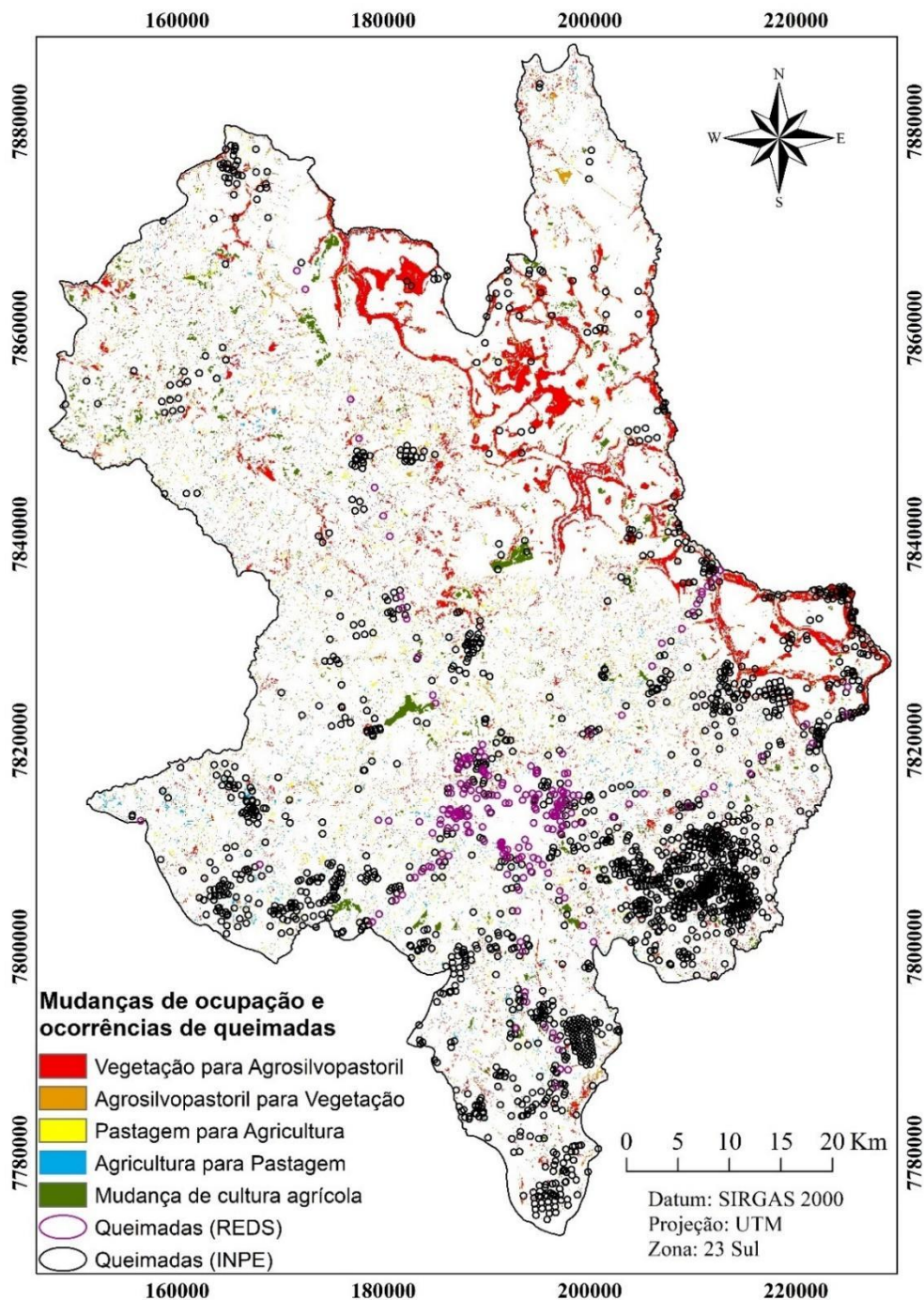
Estabeleceu-se, para fins de compreensão dos resultados obtidos, 5 (cinco) classes de mudança de uso do solo, sendo elas: 1 – Vegetação nativa para atividade agrosilvopastoril (identificada pela cor vermelha); 2 – Atividade agrosilvopastoril convertida em vegetação nativa (ou recuperada) – identificada pela cor alaranjada; 3 – a alteração do uso do solo de pastagem para agricultura (identificada pela cor amarela); 4 – a alteração do uso do solo de

agricultura para pastagem (identificada pela cor azul); 5 – e alteração da cultura agrícola cultivada (identificada pela cor verde).

Com relação aos pontos de teledetecção obtidos junto ao INPE e às coordenadas obtidas nos REDS, aplicou-se um buffer de 300 (trezentos) metros, tendo em vista que o bombeiro militar ao extrair o ponto de coordenada no local da ocorrência, o faz de forma aproximada, tendo em vista que não é possível pegar a coordenada exata do foco de incêndio, por medida de segurança.

O primeiro mapa refere-se ao município de Uberaba. Numa análise apressada já é possível identificar grandes áreas de vegetação nativa convertidas em atividades agrossilvopastoris na região mais ao norte do município, no interregno de um ano (Figura 9).

Figura 9. Alteração do Uso do Solo com focos de queimadas do Município de Uberaba



Verificou-se ainda que da área total do município de Uberaba, houve alteração no uso do solo em mais 10% (dez por cento) da área do território do município, no interregno de um ano, sendo que dos 47.147,33 hectares que sofreram alteração de uso, a maioria se deu para conversão de vegetação nativa em atividade agrossilvopastoril (Tabela 3).

Tabela 3. Mudanças de Classes – Município de Uberaba

Município de Uberaba		
Area total do Município (ha)		
453287,68		
Area total das classes de mudanças (ha)		
47147,33		
Classes	Area (ha)	Area (%)
1	26092,19	55,34
2	7003,62	14,85
3	3873,66	8,22
4	3265,6	6,93
5	6912,26	14,66

Tabela 2.

Não bastasse isso, verificou-se ainda que dentro das áreas que ocorreram mudança no uso do solo, no período estudado, houve uma coincidência com os buffers dos focos de incêndio numa área de 3.685,68 hectares, sendo que dessa área, 58,35% se refere à conversão de vegetação nativa em atividade agrossilvopastoril (Tabela 4).

Tabela 4. Áreas de mudanças de classe coincidentes com o Buffer – Município de Uberaba

Município de Uberaba		
Area total das classes dentro dos buffers(ha)		
3685,68		
Classes	Area (ha)	Area (%)
1	2150,73	58,35
2	504,1	13,68
3	287,65	7,80
4	299,89	8,14
5	443,31	12,03

Por fim, realizou-se a comparação entre o número total de buffers com o número de buffer que coincide com alguma das mudanças de classe (Tabela 5).

Tabela 5. Número total de Buffer em razão do número total de buffers que está contido em alguma mudança de classe – Município de Uberaba

Município de Uberaba		
n° total de Buffers	n° de buffers com alguma mudança de classe	
2456	2019	
Classes	n° de buffers contendo cada classe	(%)
1	1523	75,43
2	1229	60,87
3	744	36,85
4	767	37,99
5	798	39,52

Conforme se vê, os dados mostram o número de buffers que está contido em alguma mudança de classe. Dessa forma, no município de Uberaba, por exemplo, em 1523 buffers contém a classe 1 de mudança de ocupação. Isso equivale a 75,43% do número de buffers que

apresenta alguma mudança de ocupação, assim por diante. Não obstante, vale ressaltar que a soma dos valores percentuais não equivale a 100% pois há buffers que contém mais de uma classe de mudança, podendo ser contabilizado mais de uma vez em outras classes.

O mesmo processo foi feito com o município de Delta (Figura 10).

Figura 10. Alteração do Uso do Solo com focos de queimadas do Município de Delta

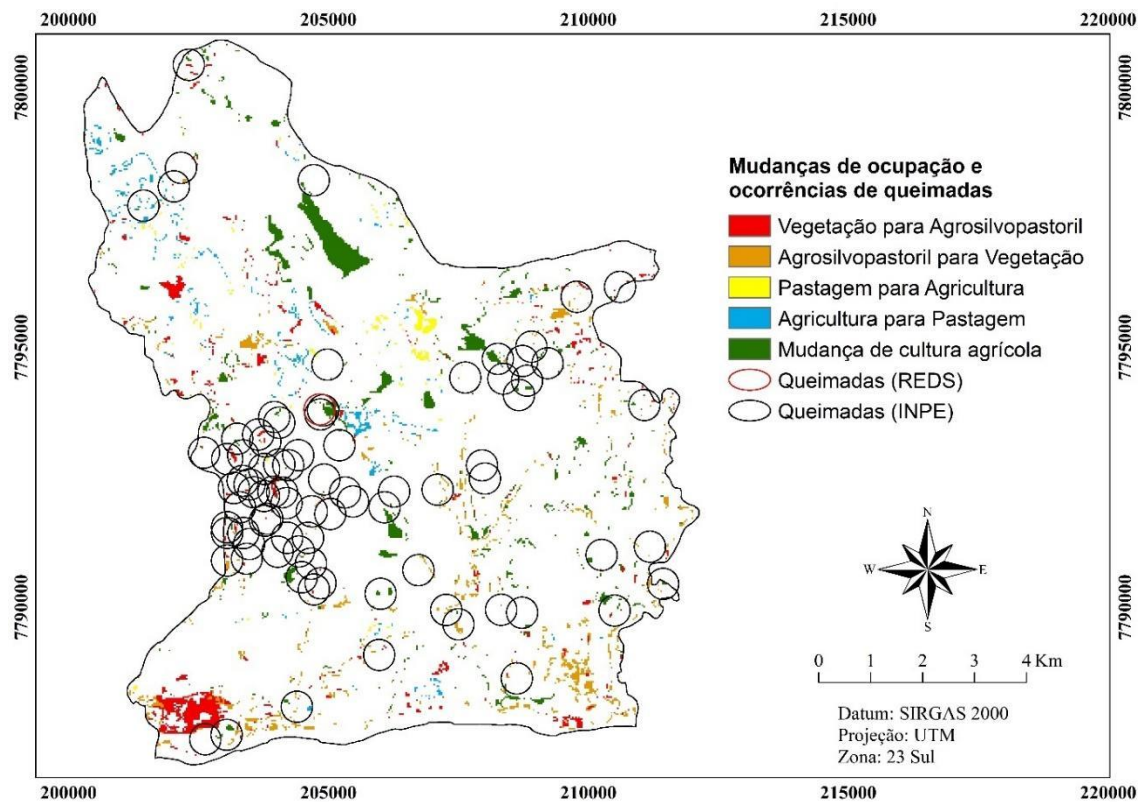


Tabela 6. Mudanças de Classes – Município de Delta

Município de Delta		
Área total do Município (ha)		
10161,17		
Área total das classes de mudanças (ha)		
662,26		
Classes	Área (ha)	Área (%)
1	160,36	24,21
2	158,11	23,87
3	29,18	4,41
4	61,95	9,35
5	252,66	38,15

Tabela 7. Áreas de mudanças de classe coincidentes com o Buffer – Município de Delta

Município de Delta		
Área total das classes dentro dos buffers(ha)		
84,71		
Classes	Área (ha)	Área (%)
1	19,36	22,85
2	16,93	19,99
3	1,59	1,88
4	4,19	4,95
5	42,64	50,34

Tabela 8. Número total de Buffer em razão do número total de buffers que está contido em alguma mudança de classe – Município de Delta

Município de Delta		
n° total de Buffers	n° de buffers com alguma mudança de classe	
91	79	
Classes	n° de buffers contendo cada classe	(%)
1	51	64,56
2	38	48,10
3	10	12,66
4	4	5,06
5	68	86,08

Da mesma maneira, procedeu-se com o município de Veríssimo (Figura 11).

Figura 11. Alteração do Uso do Solo com focos de queimadas do Município de Veríssimo

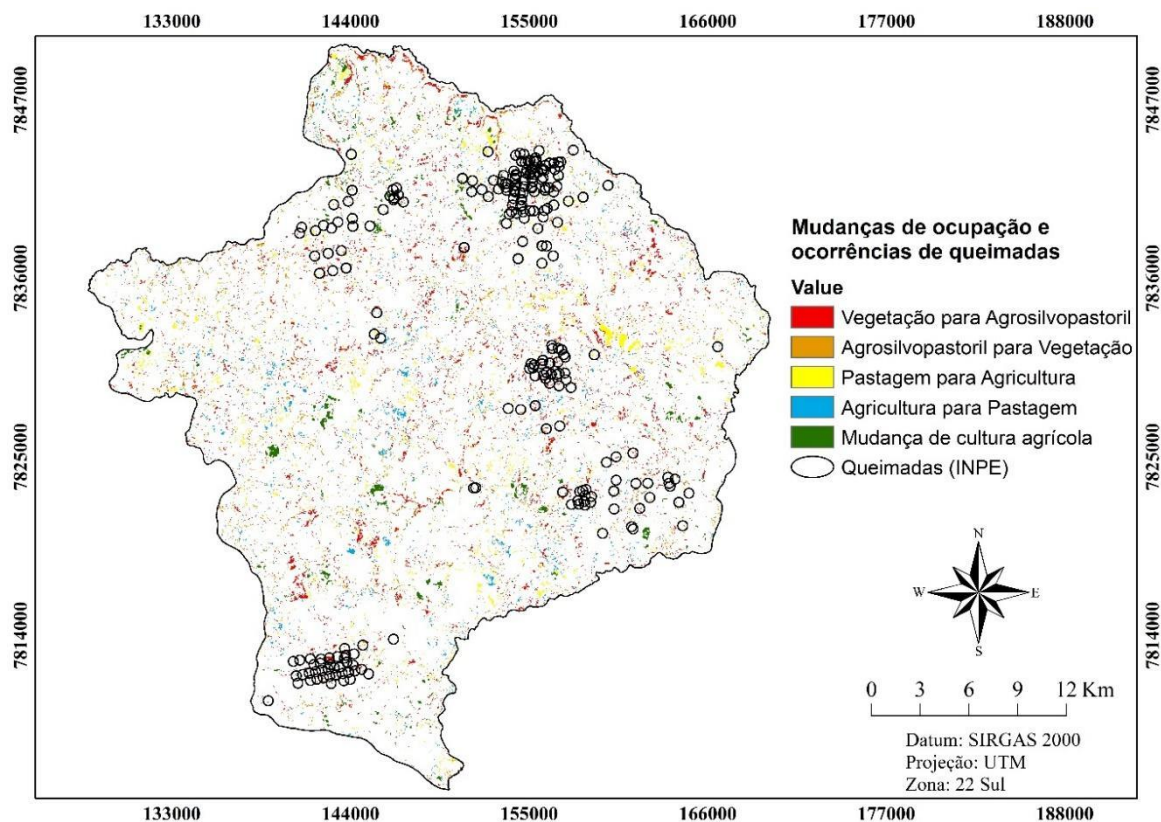


Tabela 9. Mudanças de Classes – Município de Veríssimo

Município de Veríssimo		
Área total do Município (ha)		
103302,97		
Área total das classes de mudanças (ha)		
5885,46		
Classes	Área (ha)	Área (%)
1	2135,4	36,28
2	1075,19	18,27
3	1069,14	18,17
4	786,51	13,36
5	819,22	13,92

Tabela 10. Áreas de mudanças de classe coincidentes com o Buffer – Município de Veríssimo

Município de Veríssimo		
Area total das classes dentro dos buffers(ha)		
245,18		
Classes	Area (ha)	Area (%)
1	102,79	41,92
2	33,41	13,63
3	37,64	15,35
4	25,9	10,56
5	45,44	18,53

Tabela 11. Número total de Buffer em razão do número total de buffers que está contido em alguma mudança de classe – Município de Veríssimo

Município de Veríssimo		
n° total de Buffers	n° de buffers com alguma mudança de classe	
277	270	
Classes	n° de buffers contendo cada classe	(%)
1	226	83,70
2	141	52,22
3	134	49,63
4	121	44,81
5	133	49,26

E, por fim, também foram realizados os mesmos procedimentos em relação ao município de Campo Florido (Figura 12).

Figura 12. Alteração do Uso do Solo com focos de queimadas do Município de Campo Florido.

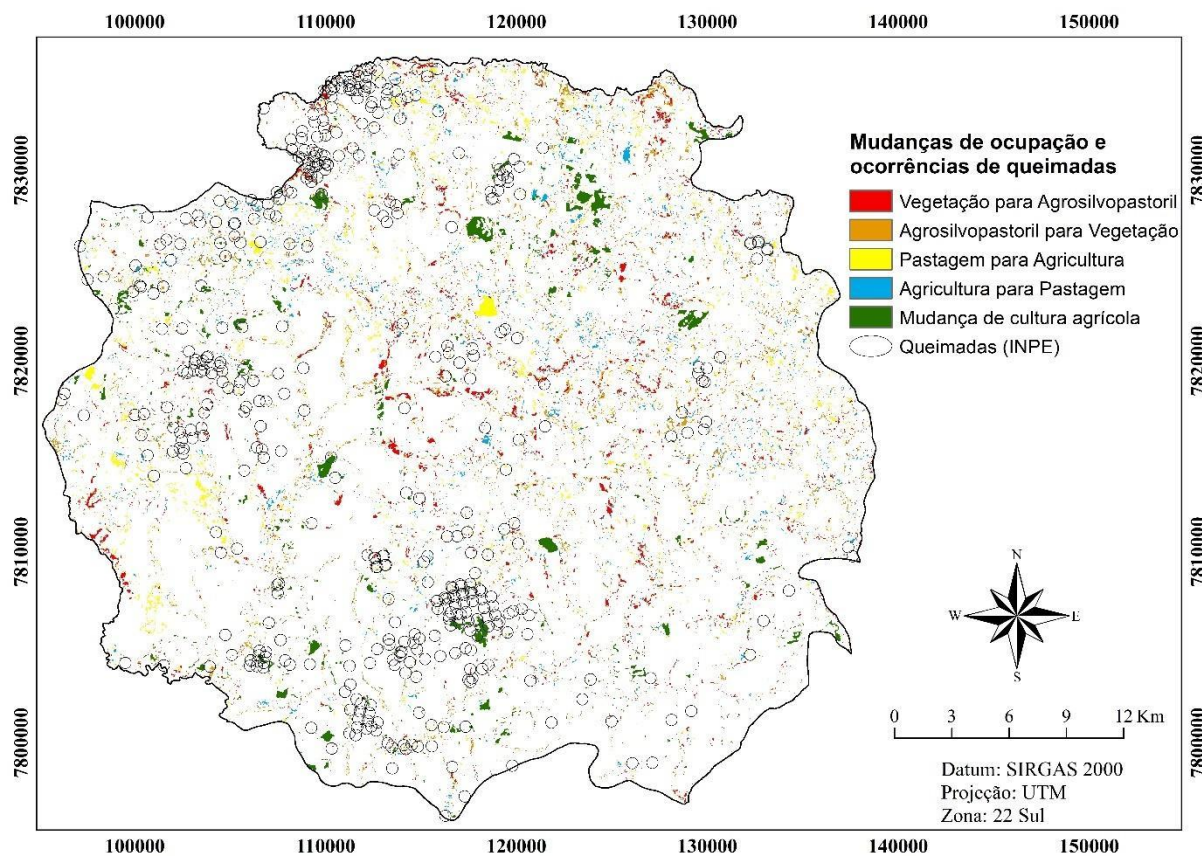


Tabela 12. Mudanças de Classes – Município de Campo Florido

Município de Campo Florido		
Área total do Município (ha)		
126404,39		
Área total das classes de mudanças (ha)		
7963,92		
Classes	Área (ha)	Área (%)
1	2029,12	25,48
2	1728,41	21,70
3	1398,2	17,56
4	902,93	11,34
5	1905,26	23,92

Tabela 13. Áreas de mudanças de classe coincidentes com o Buffer – Município de Campo Florido

Município de Campo Florido		
Área total das classes dentro dos buffers(ha)		
559,59		
Classes	Área (ha)	Área (%)
1	127,12	22,72
2	108,03	19,31
3	70,36	12,57
4	54,77	9,79
5	199,31	35,62

Tabela 14. Número total de Buffer em razão do número total de buffers que está contido em alguma mudança de classe – Município de Campo Florido

Município de Campo Florido		
n° total de Buffers	n° de buffers com alguma mudança de classe	
584	498	
Classes	n° de buffers contendo cada classe	(%)
1	286	57,43
2	305	61,24
3	223	44,78
4	180	36,14
5	244	49,00

5.3 5.3 Análise estatística de variância (ANOVA)

Por fim, realizou-se análise de variância (ANOVA) a diferenciação entre os municípios estudados e a área medida dentro do Buffer (tabela 15).

One-way ANOVA: Area(ha) versus Cidade

Tabela 15. Diferenciação entre Cidades X Área medida dentro do Buffer

Source	DF	SS	MS	F	P
Cidade	3	1746329	582110	3,65	0,035 significafivo (p<0,05)
Error	16	2549862	159366		
Total	19	4296191			

S = 399,2 R-Sq = 40,65% R-Sq(adj) = 29,52%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	Lower CI	Upper CI
1	5	49,0	30,9	(-----*-----)b Verissimo	(-----+-----)
2	5	111,9	56,7	(-----*-----)b Campo Florido	(-----+-----)
3	5	16,9	16,3	(-----*-----)b Delta	(-----+-----)
4	5	737,1	795,6	(-----*-----)a Uberaba	(-----+-----)

0 400 800 1200

A partir do resultado, observou-se que existe diferença entre as cidades e às áreas medidas dentro do Buffer segundo análise de variância $p < 0,05$, onde Uberaba segundo teste de TUKEY 5% se difere das outras cidades.

One-way ANOVA: Número Buffer (%) versus Cidade

Tabela 16. ANOVA – Análise do número de Buffer contendo cada classe versus Cidade

Source	DF	SS	MS	F	P
Cidade	3	400	133	0,29	0,830 (não significativo)
Error	16	7292	456		
Total	19	7692			

S = 21,35 R-Sq = 5,20% R-Sq(adj) = 0,00%

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
1	5	55,92	15,75	(-----+-----+-----+-----+-----)
2	5	49,72	10,02	(-----*-----)
3	5	43,29	34,30	(-----*-----)
4	5	50,13	17,26	(-----*-----)

30 45 60 75

Nesta segunda análise realizada o resultado obtido é de que existe diferença entre as cidades e número de Buffer contendo cada classe segundo análise de variância $p < 0,001$, onde Uberaba segundo teste de TUKEY 5% se difere das outras cidades.

6. DISCUSSÃO

Segundo Fiedler et al. (2006), o planejamento de prevenção e combate a incêndios “depende do levantamento das causas, da frequência e das consequências do fogo em uma determinada área”.

Sendo assim, no propósito de verificar as ocorrências efetivas de incêndio na região, a pesquisa observou os registros obtidos pelo sistema Programa Queimadas INPE, que é uma plataforma que registra os focos de incêndio por teledetecção. Foram recortados os incêndios do ano de 2017 e 2018 para todos os sensores disponíveis na plataforma.

Os dados de teledetecção foram sobrepostos aos registros dos REDS e por interpretação visual, verificou-se uma espacialização distinta entre as diferentes fontes. Os registros do CBMMG se limitam às vias de circulação, ao passo que os satélites apresentam uma distribuição irregular, conforme visto na figura 4.

Não bastasse isso, foram levantadas todas as alterações de uso e ocupação do solo ocorridas nos municípios de Uberaba, Delta, Veríssimo e Campo Florido, ocorridas entre os anos de 2016 e 2017 e comparadas com os focos de incêndio obtidos pelo INPE em 2017, bem como dos obtidos pelos REDS dos Bombeiros, também relativo ao ano de 2017.

Em posse destes dados, foi possível verificar algumas características em comum entre os municípios envolvidos, bem como verificou-se também aspectos divergentes entre eles. Entre os aspectos convergentes, tem-se que, com exceção ao município de Delta, todos os demais municípios tiveram predominância na conversão de áreas de vegetação nativa para atividade agrossilvopastoril. Isso se dá porque o município de Delta possui uma ocupação agrícola intensiva em sua área rural.

Muitos estudos ao redor de todo o globo já foram realizados visando a teledetecção de focos de incêndio, como ferramenta da gestão ambiental. Entretanto, não foi encontrado nenhum referencial teórico que comprovasse, separadamente, se as várias bases de mudança impactam na presença de incêndios e/ou queimadas antrópicas, portanto, o presente estudo tem caráter inovador, já que, de acordo com os resultados obtidos é possível estabelecer uma correlação entre a alteração do uso do solo com a sua consequente suscetibilidade para ocorrência de queimadas antrópicas.

Através da análise estatística verificou-se que a diferenciação entre as cidades e a área medida dentro do buffer, obtida na análise de variância, mostra que Uberaba teve uma área dentro do buffer, muito superior às outras cidades, devido este município ser muito maior em área territorial do que os outros municípios estudados.

Entretanto, na análise de variância (ANOVA) do número de Buffer contendo cada classe em relação a cada município estudado verificou-se que independentemente de Uberaba ser muito maior territorialmente que os outros municípios, estatisticamente o número de buffer versus as cidades tem o mesmo comportamento. Cerca de 50% (cinquenta por cento) dos casos de queimadas e incêndios estão associados à mudança de ocupação do uso do solo.

Dessa forma, a hipótese estabelecida é válida, já que o cruzamento de todas as bases obtidas obteve a ANOVA não significativa, já que o comportamento é idêntico, no sentido de que pelo menos metade dos incêndios e queimadas estão relacionados a alteração do uso do solo, implicando dizer que essa queimada é antrópica e criminosa.

Além disso, verificou-se uma deficiência nos dados fornecidos pelos Bombeiros, visto que eles demonstraram que a verificação e o respectivo combate ao incêndio não possui capilaridade, pois as ações ficam restritas quase que exclusivamente aos focos de incêndio

ocorridos às margens das vias. Não foi possível identificar se a questão se dá em virtude da eventual falta de infraestrutura e/ou de material humano na Corporação do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais.

Dessa forma, a conclusão que se pode chegar é que a prática do uso do fogo para abertura de novas frentes agrícolas, como forma de limpeza de área, embora arcaica, prejudicial ao meio ambiente e além de ser considerada ilícito civil, administrativo e criminal, continua sendo uma prática frequente.

Sugere-se, portanto, a elaboração de um mapa de risco, visando dar suporte à autoridade policial e ao Corpo de Bombeiros acerca das áreas com predição a incêndios e queimadas. Referida medida, além de ser um instrumento de apoio à tomada de decisão, ainda servirá de banco de dados para estudos futuros.

Portanto, os resultados mostram que o método poderá ser utilizado para o mapeamento de grandes extensões, visando ser uma ferramenta de gestão, de modo a prevenir e combater com mais eficiência os incêndios e as queimadas. Ressalta-se, entretanto, que é necessária a continuidade dos estudos, visando abarcar um período histórico mais abrangente, de forma a propiciar uma maior assertividade na tomada de decisão.

Os mapas gerados também poderão ser disponibilizados às autoridades competentes, principalmente ao 8º Batalhão do Corpo de Bombeiros, com o objetivo de direcionar os esforços para as áreas com maiores suscetibilidade à ocorrência de incêndios/queimadas.

Além disso, embora o Brasil possui uma legislação robusta sobre o tema, somente a normatização não é suficiente para a responsabilização dos infratores.

7. CONCLUSÕES

Existe relação entre as mudanças no uso e ocupação e as ocorrências de queimadas que se mostrou constante nos municípios, a favorecer a análise da vulnerabilidade da região. Assim, possibilitará a elaboração do mapa de risco, a propiciar a construção de um sistema de prevenção e combate a incêndios.

O cumprimento da legislação está associado à complexidade do problema, ligado principalmente à detecção dos incêndios pelas autoridades e a respectiva comprovação do nexo de causalidade entre o fato e o suposto causador do ilícito.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método proposto nessa pesquisa possui caráter atual, pois se baseia nas ferramentas mais avançadas disponíveis de forma gratuita na *internet*, tanto para avaliação das alterações do uso do solo, quanto para a teledetecção de focos de incêndio por satélite, através do geoprocessamento.

Entretanto, por se tratar de uma metodologia inovadora, referido método necessita de maiores validações, com a sua replicação em outras áreas, principalmente utilizando-se de um recorte temporal maior.

1. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L. C. M. **Princípios Jurídicos do Direito Ambiental**. Revista Virtual da AGU. n° 106, nov/2010. Disponível em: <<http://www.agu.gov.br/page/download/index/id/2965218>>. Acesso em: 04 set. 2019.

ASCOM, Ibama. **Ibama e Inpe lança monitoramento de queimadas em tempo real**. 2014. Disponível em: <<https://portogente.com.br/noticias/meio-ambiente/83985-ibama-e-impe-lanca-monitoramento-de-queimadas-em-tempo-real>>. Acesso em: 09 set. 2019.

BRASIL. **Decreto-Lei 2.848, de 07 de dezembro de 1940**. Código Penal. Diário Oficial da União, Rio de Janeiro, 31 dez. 1940. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 08 ago. 2019.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.. Brasília, DF, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 05 jul. 2019.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente**. Mapeamento de Uso e Cobertura do Cerrado. Projeto TerraClass Cerrado 2013. Brasília, 21 maio 2004. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/tccerrado/Metodologia_TCCerrado_2013.pdf. Acesso em: 6 ago. 2019.

BRASIL, República Federativa do. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília: Senado Federal, 2019.

BRASIL, República Federativa do. **Lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm>. Acessado em: 08 de agosto de 2019.

BUI, Dieu Tien; VAN LE, Hung; HOANG, Nhat-duc. GIS-based spatial prediction of tropical forest fire danger using a new hybrid machine learning method. **Ecological Informatics**, [s.l.], v. 48, p.104-116, nov. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoinf.2018.08.008>.

CHUVIECO, E.; Salas, F.J.; Vega, C. Remote sensing and GIS for long-term fire risk mapping. In: **A review of remote sensing methods for the study of large wildland fires**. Ed. E. Chuvieco. Alcalá de Henares, Spain: Universidad de Alacá, 1997. p.91-108.

CABRAL, A. L. A; FILHO, L. O. M; BORGES, L. A. C. **Uso do fogo na agricultura: legislação, impactos ambientais e realidade na Amazônia**. Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, [S.I.], v. 9, n. 5, nov. 2013, p. 159-172, ISSN 1980-0827. Disponível em: <http://amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/577/601>. Acesso em: 08 de julho de 2019

CAYO, E.Y.T.; J.M. Chaves, 2017. Google Earth Engine como herramienta de detección de cambios espaciales e multitemporales: Caso glaciar Quelccaya, Perú. **XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, pp. 6710–6716.

COUTINHO, A. C. **Dinâmica das queimadas no Estado do Mato Grosso e suas relações com as atividades antrópicas e a economia local**. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) - Procam, Universidade de São Paulo, 2005. 308 p.

DONG, Xin-ming et al. Study on Urban Fire Station Planning based on Fire Risk. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON FIRE SCIENCE AND FIRE PROTECTION ENGINEERING, 8., 2017, China. **Procedia Engineering**. Hefei: Elsevier, 2018. v. 211, p. 124 - 130. Disponível em: <www.sciencedirect.com>. Acesso em: 19 ago. 2019.

EUGENIO, Fernando Coelho et al. GIS applied to location of fires detection towers in domain area of tropical forest. **Science Of The Total Environment**, [s.l.], v. 562, p.542-549, ago. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.231>. Acesso em: 19 ago. 2019.

FERRAZ, S.F.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. Acesso em: 19 ago. 2019.

FALEIROS, Gustavo. **Google Earth:monitoramento em tempo real**. 2010. Disponível em: <oeco.org.br/blogs/geonoticias/24619-google-earth-com-monitoramento-em-tempo-real/>. Acesso em: 23 set. 2019.

FIEDLER, N. C.; MERLO, D. A.; MEDEIROS, M. B. **Ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros**, Goiás. *Ciência Florestal*, v 16, n. 2, p.153-161, 2006.

GORELICK, Noel. Google Earth Engine. In: EGU General Assembly Conference Abstracts. 2013. p. 11997.

GONÇALVES, Juscelino dos Santos. **A Prática da Queimada no Saber Tradicional e na Concepção Científica de Risco: Estudo sobre o Uso do Fogo por Pequenos Produtores Rurais do Norte do Estado de Minas Gerais**. 2005. Tese (Programa de Pós Graduação em Extensão Rural) - Universidade Federal de Santa Maria - UFSM - RS, Viçosa - Minas Gerais, 2005. Disponível em: <http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/9957/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 jul. 2019.

GRANEMANN, D. C.; CARNEIRO, G. L. **Monitoramento de focos de incêndio e áreas queimadas com a utilização de imagens de sensoriamento remoto**. *Revista de engenharia e tecnologia*, v. 1, n. 1, p. Páginas 55-62, 2009. Acesso em 04 de agosto de 2019

GREENPEACE. **Amazônia sob ataque: queimadas têm aumento de 145% em 2019**. 2019. Disponível em: <<https://www.greenpeace.org/brasil/blog/amazonia-sob-ataque-queimadas-tem-aumento-de-145-em->>

2019/?gclid=Cj0KCQjwt5zsBRD8ARIsAJfI4BjBKL7UyJ3DAhnyKmyhAJmoq4qHGsdGSE LHPHX0FPgM05gebtPA2ucaAvkQEALw_wcB>. Acesso em: 22 set. 2019.

IBGE. 2004. **Mapa de Biomas do Brasil**. Escala 1:5.000.000. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>> Acesso em 04 de agosto de 2019.

INPE. **Programa de Monitoramento de Queimadas**. Disponível em <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas>. Acesso em: 25 de mai. de 2019.

LABGIS, Núcleo de Geotecnologias da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. **O QUE É O GOOGLE EARTH ENGINE E COMO VOCÊ PODE USAR?** 2018. Disponível em: <<https://www.labgis.uerj.br/noticias/o-que-e-o-google-earth-engine-e-como-voce-pode-usar>>. Acesso em: 23 set. 2019.

LEAL, Georla Cristina Souza de Gois; FARIAS, Maria Sallydelandia Sobral de; ARAÚJO, Aline de Farias. O PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO E SEUS IMPACTOS NO MEIO AMBIENTE URBANO. **Qualitas Revista Eletrônica**, Campina Grande, 1 jul. 2008. Disponível em: <http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/view/128/101>. Acesso em: 7 ago. 2019.

MACHADO, Diego Renier da Luz Cantanhêde Cardoso. **Crimes Contra a Flora: A Atuação do CIOPS nos casos de Incêndio em São Luís do Maranhão**. 2016. Monografia (Bacharelado em Direito) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2016. Disponível em: <https://monografias.ufma.br/jspui/handle/123456789/1616>. Acesso em: 2 ago. 2019.

MAPBIOMAS. **COMO FAÇO PARA ACESSAR OS DADOS DO MAPBIOMAS NO GOOGLE EARTH ENGINE?** 2019. Disponível em: <<http://mapbiomas.org/como-faco-para-acessar-os-dados-do-mapbiomas-no-google-earth-engine>>. Acesso em: 23 set. 2019.

JORNAL DA MANHÃ: Bombeiros chegam a receber 350 chamadas de incêndios em um dia. Uberaba, 22 set. 2019. Disponível em: <<https://jmonline.com.br/novo/?noticias,5,POL%C3%8DCIA,185749>>. Acesso em: 23 set. 2019.

MINAS GERAIS. **Decreto 47.383, de 2 de março de 2018**. Estabelece normas para licenciamento ambiental, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades. Minas Gerais, de 02 mar. 18. Disponível em: <<https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa-nova-min.html?tipo=DEC&num=47383&ano=2018>>. Acesso em: 01 ago. 2019.

MINAS GERAIS. **Lei Complementar nº 54, de 13 de dezembro de 1999**. DISPÕE SOBRE A ORGANIZAÇÃO BÁSICA DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS - CBMMG - E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS. Belo Horizonte - Minas Gerais, 14 dez. 1999. Disponível em: <<https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?num=54&ano=1999&tipo=LCP>>. Acesso em: 10 jul. 2019.

MINAS GERAIS. **Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013**. Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado. Belo Horizonte - Minas Gerais, 16 out. 2013. Disponível em: <<https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa-nova-min.html?tipo=Lei&num=20922&ano=2013>>. Acesso em: 27 jul. 2019.

MORAES, Luzia Alice Ferreira de; SANTOS, Ronaldo Luiz Correa dos; SOBRAL, Luis Gonzaga Santos. Metodologia de Aplicação do Geoprocessamento na Avaliação da Contaminação por Metal Pesado em Solo: Estudo de Caso em área Confinada de Indústria. **Série Gestão e Planejamento Ambiental**: coleção artigos técnicos nº 4, Rio de Janeiro, n. 7, p.9-32, dez. 2006. Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/385/1/sgpa-7.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2019.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Apresentação do Mapa de Cobertura Vegetal do IBGE**. Brasília, 21 maio 2004. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/mapas_cobertura_vegetal.pdf. Acesso em: 6 ago. 2019.

PAZ, Shlomit et al. Post-fire analysis of pre-fire mapping of fire-risk: A recent case study from Mt. Carmel (Israel). **Forest Ecology And Management**, [s.l.], v. 262, n. 7, p.1184-1188, out. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2011.06.011>.

PEREIRA, Alfredo; FRANÇA, Helena; DOS SANTOS, José Eduardo. MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DA SUSCEPTIBILIDADE DA VEGETAÇÃO DO CERRADO AO FOGO EM RELAÇÃO A INDICADORES ANTRÓPICOS. **Anais XI SBSR**, Belo Horizonte, 2003. Disponível em: http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.18.22.03/doc/04_427.pdf. Acesso em: 6 ago. 2019.

REGIMENTO DO PAU-BRASIL, de 12.12.1605. In: MENDONÇA, M. C. de, In: **Raízes da formação administrativa do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro: Conselho Federal de Cultura, 1972, t. 1. Disponível em: https://www.migalhas.com.br/arquivo_artigo/art20120328-01.pdf. Acesso em: 6 ago. 2019.

RODRIGUES, Alessandro Mariano; SETZER, Alberto Waingort. OS CORPOS DE BOMBEIROS MILITARES E OS CRIMES DE INCÊNDIO FLORESTAL E DE POLUIÇÃO POR QUEIMA INTENCIONAL NO BRASIL: UMA ABORDAGEM INICIAL. **RHM - Homens do Mato - Revista Científica de Pesquisa em Segurança Pública**, Mato Grosso, Jul/Dez 2013. Disponível em: http://revistacientifica.pm.mt.gov.br/ojs/index.php/semanal/article/view/223/pdf_119. Acesso em: 15 jul. 2019.

RODRÍGUEZ, A. C. M. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados na análise da legislação ambiental no Município de São Sebastião (SP)**. São Paulo: USP, 2000. Dissertação (Mestrado em Geografia), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-07042006-150606/publico/tese.pdf>> Acesso em: 04 set. 2019.

SESP, Minas Gerais - Secretaria de Estado de Segurança Pública. **REDS – Registro de Eventos de Defesa Social**. 2008. Disponível em:

<<http://www.seguranca.mg.gov.br/component/gmg/page/356-integra%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 23 jul. 2019.

SIBGRAPI, 5., 1992, Rio de Janeiro. **Anais do SIBGRAPI V.** Rio de Janeiro: Ibm Brasil, 1992. 9 p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Marco_Casanova/publication/47446268_Spring_Procesamento_de_Imagens_e_Dados_Georeferenciados/links/567ee94c08ae051f9ae66cd2.pdf>. Acesso em: 01 out. 2019.

SILVEIRA, A. H. de M. et al. **Proposta metodológica para risco de incêndio florestal: estudo de caso na zona de proteção ambiental (ZPA-1) em Natal/RN.** Revista Brasileira de Geografia Física, v.6, n.5. 2013. Acesso em 04 de agosto de 2019

SOUZA, Alfeu de Arruda. **Espaço Geográfico e Direito Ambiental: O Impacto das Tecnologias em Rede no Monitoramento da Ação Antrópica sobre a Natureza.** 2017. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós Graduação em Direito) - Universidade Federal de Santa Maria - UFSM - RS, Santa Maria - Rio Grande do Sul, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/14549/DIS_PPGDIREITO_2017_SOUZA_ALFEU.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR2EDsB_12w5LyIKDX76qd30BEBuEHCxeDE8LwMt-5aw7C8w_mgYnCtGHjU. Acesso em: 19 jul. 2019.

THACH, Nguyen Ngoc et al. Spatial pattern assessment of tropical forest fire danger at Thuan Chau area (Vietnam) using GIS-based advanced machine learning algorithms: A comparative study. **Ecological Informatics**, [s.l.], v. 46, p.74-85, jul. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoinf.2018.05.009>. Acesso em: 14 set. 2019.

VALLE JUNIOR, Renato Farias do et al. DETERMINATION OF PERMANENT PRESERVATION AREAS IN THE UBERABA RIVER BASIN BY GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS). **Global Science And Technology (issn 1984 - 3801)**, Goiânia, v. 3, n. 1, p.19-29, 12 mar. 2010. Disponível em: <<https://rv.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/view/93/145>>. Acesso em: 23 set. 2019.