



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI**  
**Coordenadoria do Curso de Geografia – Bacharelado**

**USO DO SENSORIAMENTO REMOTO PARA ANÁLISE AMBIENTAL  
DE ÁREAS AFETADAS POR QUEIMADAS EM MINAS GERAIS NO  
ANO DE 2014**

**Laura Rafaela Soares da Silva**

**São João del-Rei – MG**  
**10 de novembro de 2016**

**LAURA RAFAELE SOARES DA SILVA**

**USO DO SENSORIAMENTO REMOTO PARA ANÁLISE AMBIENTAL  
DE ÁREAS AFETADAS POR QUEIMADAS EM MINAS GERAIS NO  
ANO DE 2014**

Monografia apresentada à Coordenadoria do Curso de Geografia da  
Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para  
obtenção do grau de Bacharel em Geografia

**Aluna:** Laura Rafaela Soares da Silva

**Orientadores:** Dr. Márcio Roberto Toledo e Dr. Gabriel Pereira

**São João del-Rei – MG  
10 de novembro de 2016**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me dado força e objetivo para ter chegado até aqui. Agradeço a minha mãe Simone pelo incentivo a seguir meu sonho, apoio e compreensão. A minha família e amigos, agradeço pelo apoio que me deram desde o princípio da minha jornada acadêmica.

Aos meus orientadores e "pais acadêmicos" os drs. Gabriel Pereira, Mário Toledo e a dra. Francielle Cardoso meu muito obrigado pelos ensinamentos, orientação e contribuição durante este período acadêmico.

A minha amiga Maria Isabel agradeço pela amizade, ajuda, compreensão, palavras de incentivo e de conforto nos momentos em que tudo parecia dar errado, principalmente nessa reta final, foi de grande importância para mim.

Por todas as amigas que conquistei em São João del Rei e na UFSJ agradeço imensamente por cada risada, conversa, apoio e zelo durante esses anos. Agradeço especialmente aos amigos do grupo Julio e Elas (Julio Costa, Viviane Valéria e Bruna Cardoso), a Raphaela Amorim, aos Jacus orientandos, Thiago Gonçalves que contribuíram para a realização deste, sem o apoio e compreensão de vocês a realização deste trabalho não seria possível. Agradeço ao apoio a cada um que direta e indiretamente colaboraram com a minha permanência e conclusão da minha graduação.

## RESUMO

Minas Gerais é uma área territorial extensa com características fitogeográficas peculiares que contribuem para que o Estado seja alvo de investidas da agricultura, pecuária e até da mineração. O bioma Cerrado ocupa cerca de 57% de todo o território de Minas Gerais, tornando-se alvo de expansão agrícola desenfreada. As Unidades de Conservação e seus mecanismos controladores, presentes em quase todo o Estado visando a preservação de grande parte das Serras e minerais, são responsáveis por gerenciar as Áreas de Proteção Ambiental (APA's), Parque Estaduais, Reservas Biológicas e Reserva Particular de Patrimônio Natural, entre outros. Entretanto, em algumas Unidades de Conservação a ocupação antrópica é permitida, fazendo com que ocorram mudanças na paisagem. As transformações oriundas dos impactos causados pelo uso do fogo como agente transformador da paisagem tornam-se de grande importância para a ampliação do conhecimento científico. O uso do sensoriamento remoto para mapear áreas de queimadas tem se tornado um método muito utilizado, por ser mais acessível e não necessitar de contato direto com o alvo para que as análises ambientais ocorram de forma precisa. Nesse trabalho foram utilizadas imagens do Satélite Landsat 8 para analisar os impactos causados pelo uso do fogo como instrumento de manejo, e empregado o método para mapeamento de edição topológica nas áreas de queimadas. A partir do mapeamento foi possível analisar, estimar e determinar a dinâmica espacial das queimadas para o ano de 2014 em todo o território de Minas Gerais, sendo possível relacionar o uso e ocupação com os focos de queimadas em Unidades de Conservação, áreas com maiores focos de queimadas e relacionar com a atividade econômica dos municípios que tiveram áreas queimadas superiores a 150 km<sup>2</sup>.

Palavras-chave: Cerrado, Sensoriamento Remoto, Unidades de Conservação.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	6
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	7
<b>2.1. Objetivos específicos</b> .....	7
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	8
<b>3.1. Uso do Sensoriamento remoto aplicado ao Mapeamento de Queimadas</b> .....	8
<i>3.1.1 Resposta Espectral das queimadas e propriedade do sensor</i> .....	8
<b>3.2. Unidades de Conservação</b> .....	9
<b>4. ÁREA DE ESTUDO</b> .....	10
<b>5. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	12
<b>5.1. Aquisição de Imagens</b> .....	12
<i>5.1.1 Imagens Landsat 8</i> .....	12
<b>5.2. Processos Metodológicos</b> .....	13
<i>5.2.1 Banco de dados</i> .....	13
<i>5.2.2 Fusão e Recorte de Imagens</i> .....	13
<i>5.2.3 Mapeamento</i> .....	14
<i>5.2.3.1 Layout de Impressão</i> .....	14
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	14
<b>6.1. Área Total Queimada para o ano de 2014</b> .....	14
<b>6.2. Espacialização das Unidades de Conservação no Estado de Minas Gerais</b> .....	15
<i>6.2.1. Queimadas em Unidades de Conservação</i> .....	16
<b>6.3. Relação Territorial de Áreas Queimadas e Tipos de Vegetação</b> .....	17
<i>6.3.1 Distribuição de Municípios e área afetada por queimada</i> .....	18
<b>7. CONCLUSÃO</b> .....	19
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	19

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Sensor Landsat 8 OLI/TIRS .....	9
Figura 2 - Localização da área de Estudo.....	11
Figura 3 – Orbitas/pontos de Minas Gerais .....	13
Figura 4 - Área Queimada no Estado de Minas Gerais no ano de 2014. ....	15
Figura 5 - Unidades de Conservação em Minas Gerais .....	16
Figura 6 - Queimadas em Unidades de Conservação.....	17
Figura 7- Área Queimada por Município.....	18

## 1. INTRODUÇÃO

Visando minimizar os impactos causados ao meio ambiente a legislação ambiental brasileira designa vários institutos que propõe à preservação do meio ambiente. O novo Código Florestal Brasileiro para a proteção de Áreas de Preservação Permanente – APP, art 3º, Lei 12.651 de 25 de maio de 2012, determina “área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa” (BRASIL, 2012).

Os danos causados por queimadas descontroladas, tem se tornado objeto de polêmicas e preocupação em esferas nacionais e internacionais. Ao se utilizar as queimadas para a limpeza de extensas áreas para fins econômicos, se reduzem os custos para a produção agrícola, acarretando impactos para a biodiversidade e atmosféricos, como perda de fauna e flora. Ainda, as liberações de gases provenientes dos incêndios geram o aumento dos gases do efeito estufa, e causam mudanças climáticas e irregularidades atmosféricas (AMUNDSON e DAVIDSON, 1990; FEARNSIDE, 1997; MASCARENHAS et.al, 2009).

A prática de queimadas em propriedades rurais deverá ser previamente comunicada aos órgãos responsáveis pela preservação ambiental, como previsto na legislação ambiental, este comunicado deverá ser feito ao Órgão Ambiental Estadual ou ao IBAMA mais próximo embasado pela Portaria/IBAMA/nº 231/88 de 08 de agosto de 1988. A detenção para quem não cumpre com essa exigência está prevista pela Lei Federal nº 9.605 de fevereiro de 1998 – Lei de Crime Ambiental, que prevê pena de reclusão de 2 a 4 anos e multa (IPEF, 1988; BRASIL, 1998).

O desempenho do sensoriamento remoto para a avaliação e mapeamento de extensas áreas territoriais tem se tornado muito eficaz e um importante aliado para a verificação e observação de Leis Ambientais (FERREIRA et al., 2008). O monitoramento através de imagens de satélite tem se tornado o método mais utilizado, devido a sua eficiência, baixo custo e divulgação gratuita pela Internet comparado a outros métodos para a detecção de impactos ambientais nas extensões territoriais (BATISTA, 2004; REMMEL & PERERA, 2001).

Desta maneira, o uso do sensoriamento remoto permite adquirir dados de áreas mais extensas e de intervalos regulares, permitindo a disponibilidade de informações espaciais e

temporais sobre as ocorrências de queimadas, quantificar as áreas afetadas pelo fogo e aprimorar os estudos relacionados ao tema (FRANÇA e FERREIRA, 2005).

A extensão territorial do Estado de Minas Gerais contribui para a formação vegetal diversificada, abrangendo três domínios do bioma brasileiro, Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga. O Cerrado corresponde ao bioma de maior expressão no Estado de Minas Gerais (COURA, 2006). As características fisionômicas do Cerrado e a falta de políticas mais atuantes para a preservação deste bioma contribuiu com que as mudanças neste bioma ocorram de forma mais agressiva e intensa pela agricultura, pecuária e monoculturas (MASCARENHAS et al, 2009).

O Cerrado dispõe de biodiversidade rica e as alternativas fitogeográficas do bioma fizeram com que o Cerrado fosse a principal alternativa para a expansão agropecuária, devido a facilidade de mecanização, proximidade com mercados consumidores, aproximação com a malha viária, terras de baixo custo e irrigação efetiva com a disponibilidade hídrica (RESENDE, 1996; MASCARENHAS et al, 2009). O desmatamento indiscriminado e os investimentos da agropecuária causaram impactos para a biodiversidade, contaminação de solos e surgimento e assoreamento dos processos erosivos, aumentando o risco de extinção deste bioma (CASTRO, 2005). Sendo assim, este trabalho tem como objetivo aferir os impactos causados pelo uso do fogo como instrumento de manejo e de mudanças de uso e cobertura da terra.

## **2. OBJETIVOS**

O objetivo do trabalho visa analisar o uso do Sensoriamento Remoto como mecanismo de análise ambiental de áreas afetadas por queimadas em Minas Gerais para o ano de 2014, dando enfoque para o bioma Cerrado.

### **2.1. Objetivos específicos**

- a) Espacializar e quantificar as queimadas em Minas Gerais adquiridas a partir do uso do sensoriamento remoto no ano de 2014.
- b) Avaliar a incidência de áreas queimadas em Unidades de Conservação.
- c) Relacionar as queimadas mais expressivas com os municípios mineiros e sua relação com a composição vegetal.



### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. Uso do Sensoriamento remoto aplicado ao Mapeamento de Queimadas

O Sensoriamento Remoto pode ser definido como método para obter informação sobre uma área, fenômeno ou objeto, a partir de análise de dados coletadas por sensores, e que não necessita necessariamente de estar em contato com o alvo (VETTORAZZI, 1996).

O uso do Sensoriamento Remoto para a identificação e estudos de queimadas através de dados orbitais ocorre a partir da identificação de áreas afetadas por queimadas e identificação de focos ativos. A identificação da cicatriz de queimada indica variações de resposta espectral, podendo variar ao longo do tempo, tipo de vegetação atingida, eficiência da queimada, substrato, estágio e estrutura fenológica da vegetação, entre outros (CHU e GUO, 2014). A identificação das áreas afetadas por queimadas ocorre pela detecção das variações provocadas por focos ativos apresentam são mais fáceis para identificação em forma de cicatriz de queimada, pois permite análises de maior precisão (SETZER et al., 2008; FRANÇA e FERREIRA, 2005).

Já a identificação de focos ativos está relacionado com a detecção da radiação eletromagnética emitida por altas temperaturas alcançadas em incêndios florestais, em que a identificação ocorre com a coincidência entre o momento de ocorrência do incêndio e passagem do satélite. Porém, podem apresentar erros na quantificação dos focos ativos, já que para a identificação de focos ativos a passagem do sensor tem que ocorrer no momento de ocorrência e no local específico, proporcionando para a identificação de padrões espaciais e temporais (MARTÍN & CHUVIECO, 1995; LENTILE et al., 2006; PEREIRA, 2004)

##### 3.1.1 Resposta Espectral das queimadas e propriedade do sensor

A assinatura espectral resultante da queimada provoca a alteração desta resposta e possibilita o uso dos dados de satélite para a detecção (LIBONATI, 2006). A detecção dos focos de incêndio ocorre por duas fontes de radiação: através da emissão e reflexão provenientes de outras fontes, e interferindo nos processos e na área de reflexão proveniente (FRANÇA e FERREIRA, 2005).

A bordo do satélite Landsat 8 estão acoplados os sensores *Operational Land Imager* (OLI) e o *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) que tem como objetivo proporcionar melhor desempenho radiométrico e possui resolução radiométrica de 16 bits (USGS, 2013). O satélite Landsat 8 possui bandas multispectrais no visível e infravermelho desenvolvida para o monitoramento ou identificação de diversos alvos terrestres (LIMA, 2010). As bandas do sensor OLI/TIRS do satélite Landsat – 8 podem ser observadas na Figura 1 a seguir:

SATÉLITE LANDSAT-8	
Características	Sensores <i>Operational Land Imager (OLI) Bandas 1 a 9 e Thermal Infrared Sensor (TIRS) Bandas 10 e 11</i>
Largura de Faixa	170x185 km
Bandas Espectrais/Resolução espacial	Banda 1 <u>Coastal aerosol</u> (0,43-0,45 $\mu\text{m}$ ) - 30 m Banda 2 <u>Blue</u> (0,450-0,51 $\mu\text{m}$ ) - 30 m Banda 3 <u>Green</u> (0,53-0,59 $\mu\text{m}$ ) - 30 m Banda 4 <u>Red</u> (0,64-0,67 $\mu\text{m}$ ) - 30 m Banda 5 <u>Near Infrared NIR</u> (0,85-0,88 $\mu\text{m}$ ) - 30 m Banda 6 <u>SWIR 1</u> (1,57-1,65 $\mu\text{m}$ ) - 30 m Banda 7 <u>SWIR 2</u> (2,11-2,29 $\mu\text{m}$ ) - 30 m Banda 8 <u>Panchromatic (PAN)</u> (0,50-0,68 $\mu\text{m}$ ) - 15 m Banda 9 <u>Cirrus</u> (1,36-1,38 $\mu\text{m}$ ) - 30 m Banda 10 <u>Thermal Infrared TIRS 1</u> (10,6-11,19 $\mu\text{m}$ ) - 100 m Banda 11 <u>Thermal Infrared TIRS 2</u> (11,5-12,51 $\mu\text{m}$ ) - 100 m
Resolução Radiométrica	16 Bits
Projeção	Projeção UTM, <u>Datum WGS 1984</u>
Revisita	16 dias
Órbita	<u>Heliossíncrona</u> (altitude de 705 km)

Figura 1 - Sensor Landsat 8 OLI/TIRS

Fonte: USGS, 2013

A banda multiespectral do infravermelho próximo (de 0,7 a 1,3  $\mu\text{m}$ ) é a mais indicada para identificar e mapear queimadas, devido à alta reflectância da vegetação e predominância do espalhamento interno da radiação da folha, já que durante o incêndio ocorre a redução da radiação proveniente da folha e eleva o contraste entre a área queimada e não queimada (FRANÇA e FERREIRA, 2005).

O infravermelho próximo e canais do visível são mais utilizados para o estudo da vegetação, estimativa da vegetação por meio dos índices de vegetação e detecção de cicatriz de queimadas. A absorção da água é distinguida na região do infravermelho médio (de 1,3 a 3  $\mu\text{m}$ ), desta maneira, a ocorrência das queimadas acarreta no aumento da reflectância oriundo da perda de água pela vegetação (FRANÇA e FERREIRA, 2005).

### 3.2. Unidades de Conservação

A criação e gestão das Unidades de Conservação entrou em vigor com o decreto nº 9.985 de 18 de julho de 2000, Capítulo I, Art. 2º inciso I, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), como “*espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção*”.

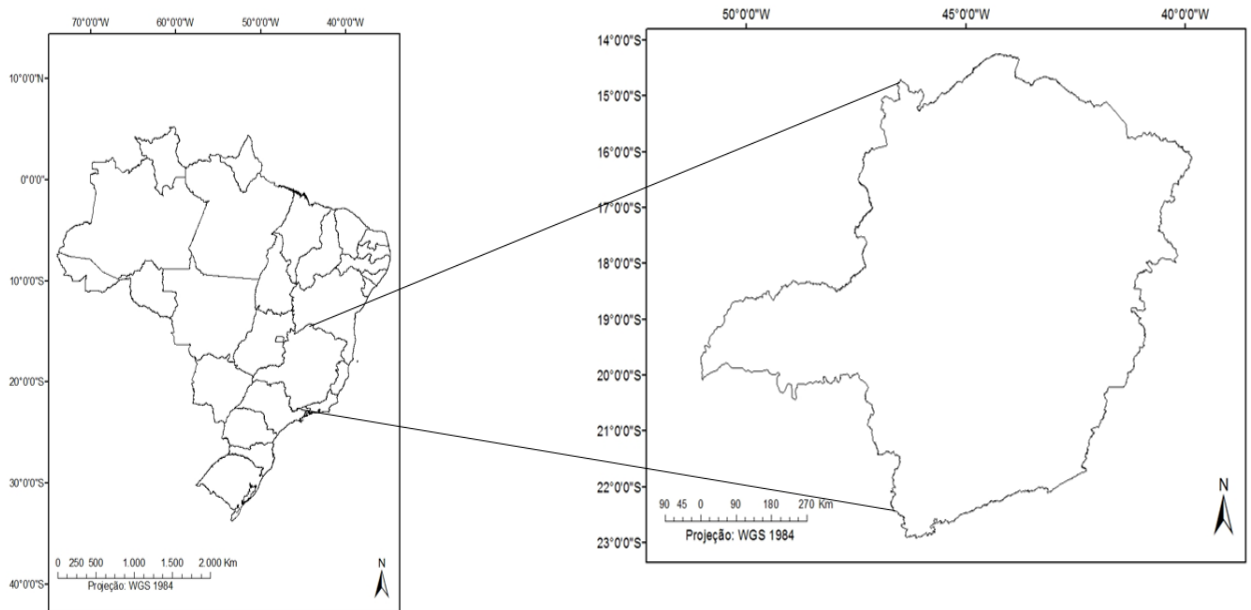
Visando preservar e restaurar no ecossistema as Unidades de Conservação foram criadas nos anos 2000 com a promulgação da Lei nº 9.985, estabelecendo os critérios e normas para a concepção, implantação e gestão das unidades de conservação (LIMA, 2010).

As Unidades de Conservação são classificadas em duas categorias: I) Unidades de Proteção Integral, tendo como objetivo principal a preservação da natureza, admitindo o uso indireto dos recursos naturais, com exceção dos casos previstos em Lei, incluindo os parques nacionais, estações ecológicas, reservas biológicas, refúgios de vida silvestre e monumentos naturais; II) Unidade de Uso Sustentável, apontando as categorias das Unidades de Proteção a fim de estabelecer as diferenças peculiares para a criação e gestão das Unidades, inclui as áreas de relevante interesse ecológico, área de proteção ambiental, reserva extrativista, floresta nacional, reserva de fauna, reserva particular do patrimônio natural e reserva de desenvolvimento sustentável (MMA, 2011).

A ocupação humana é permitida nas Unidades de Conservação de Uso Sustentável, preservando os recursos naturais ali existentes (LIMA, 2010). O programa *Man and Biosphere* (MAB), organizado pela UNESCO em 1971 correlacionou o uso da “otimização da relação homem-natureza” com “a realidade da ocupação humana no interior de áreas naturais protegidas” (BRITO, 2000).

#### **4. ÁREA DE ESTUDO**

O Estado de Minas Gerais compreende uma área de 586.521 km<sup>2</sup> o que corresponde a um percentual aproximado de 7% do território brasileiro (Figura 2), as águas subterrâneas correspondem a 548 km<sup>2</sup> e possui cerca de 853 municípios (IBGE, 2016). As mudanças de uso e cobertura da terra para fins econômicos (mineração, pecuária, agricultura, etc.) torna-se possível devido a extensão territorial e biodiversidade presente no Estado. Devido a amplitude territorial de Minas Gerais, características físicas como o relevo, o clima e os recursos hídricos contribuem com a formação de cobertura vegetal diversificada (COURA, 2006).



*Figura 2 - Localização da área de Estudo*

O bioma de maior expressão do Estado é o Cerrado, ocupando 57% do território total. Em síntese, o cerrado é caracterizado por um complexo vegetacional composto de três formações (RIBEIRO; WALTER, 1998):

- a) Florestais, com formação de dossel contínuo ou descontínuo e predomínio de espécies arbóreas,
- b) Campestre, que engloba áreas com predomínio de espécies herbáceas e algumas arbustivas, mas sem a presença de árvores na paisagem;
- c) Savânicas, com presença de áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato graminoso, sem a formação de dossel contínuo (RIBEIRO; WALTER, 1998).

O Estado de Minas Gerais como em toda região Sudeste do Brasil o clima tropical é definido por verões chuvosos e invernos secos (MARENGO, 2016). Na região do extremo norte de Minas Gerais o clima predominante é o semiárido, devido à baixa pluviosidade. As temperaturas médias anuais para a grande porção do Estado são superiores a 18°C, exceto na região centro-sul de altos planaltos, onde as temperaturas médias são inferiores a 18°C no inverno (MINAS GERAIS, 2016).

No que se refere a formação do solo, Minas Gerais possui 9 tipos principais, conforme a SiBCS – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, sendo composto por argissolos,

cambissolos, espodossolos, gleissolos, latossolos, luviosolos, neossolos flúvico, lítolico e quartizareno, nitossolos e planossolos (CURI, 2008).

## **5. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **5.1. Aquisição de Imagens**

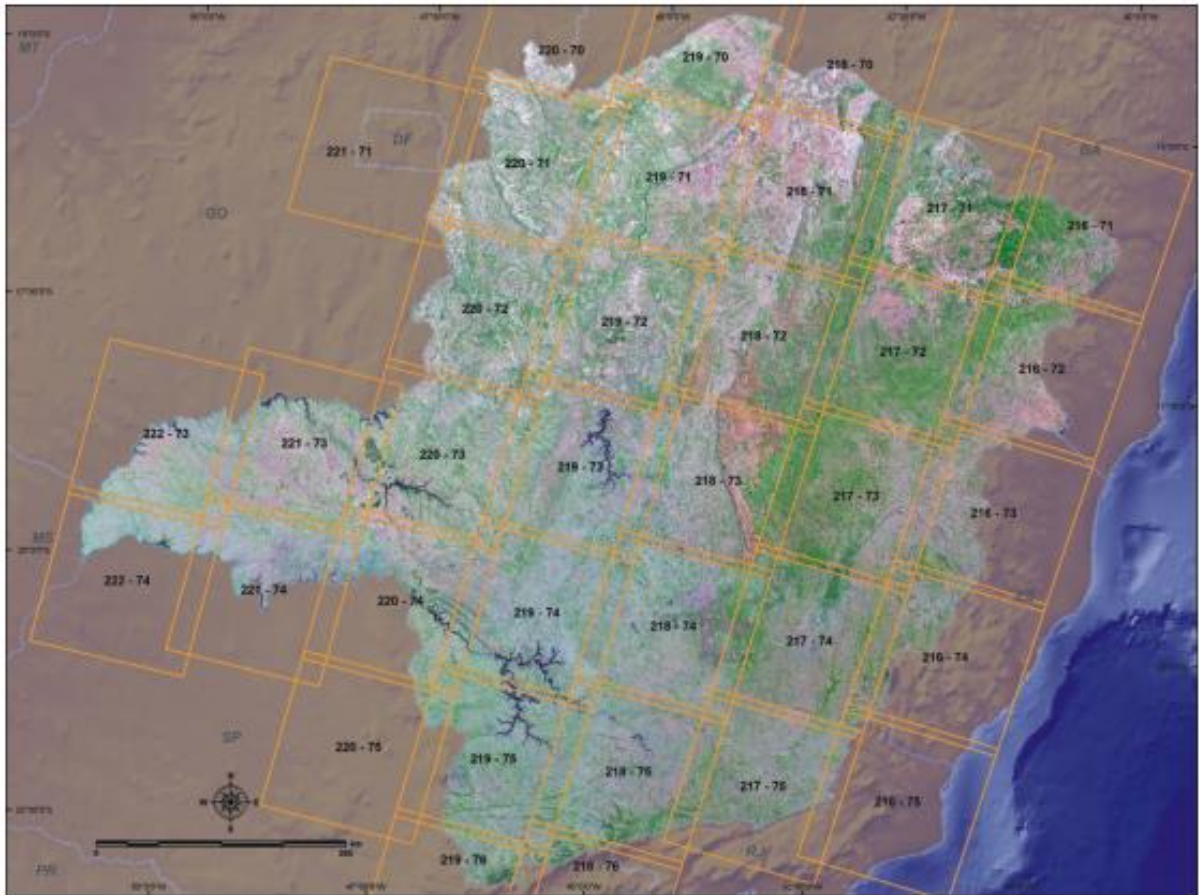
A delimitação da área de estudo foi possível devido aos arquivos vetoriais georreferenciados do Estado de Minas Gerais contendo os limites administrativos, obtidos gratuitamente no *United States Geological Survey* no site <http://earthexplorer.usgs.gov/>.

As imagens utilizadas para este trabalho são oriundas de satélites. Os registros destas imagens são obtidos como matrizes, denominado de “pixel” e com valor proporcional à energia refletida ou emitida pela área da superfície terrestre. Devido aos processos de aquisição de imagem, os produtos obtidos podem exigir correção individual (CÂMARA, 2001).

#### *5.1.1 Imagens Landsat 8*

O uso de sistemas sensores orbitais iniciou-se na década de 1960, tornando possível estudos da superfície terrestre com maior precisão, tornando seu uso em diversos ramos do conhecimento, pois as imagens de satélite contribuem para a formação de mapas temáticos (LIMA, 2010). As atividades do satélite Landsat-8 iniciaram no primeiro semestre de 2013, os acervos digitais entraram em vigor a partir do segundo semestre desse mesmo ano (USGS, 2013).

Foram utilizadas 35 órbitas/ponto do sensor OLI do Landsat/8 com boa qualidade e menor cobertura de nuvens (Figura 3). As imagens utilizadas possuem o formato *geotiff*, e correspondem às órbitas/ponto de todo o Estado de Minas Gerais para o ano de 2014 nos meses de maio a novembro.



*Figura 3 – Orbitas/pontos de Minas Gerais*

Fonte: Inventário Florestal de Minas Gerais, 2006

## **5.2 Processos Metodológicos**

### *5.2.1 Banco de dados*

No *software* SPRING 5.1.8, software livre obtido gratuitamente do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/Divisão de Processamento de Imagens (INPE/DPI) os passos iniciais consistem em criar, definir os modelos de dados do banco de dados e inserir as cenas que serão trabalhadas (JACINTHO, 2003).

O mapeamento de queimadas necessitou da elaboração do banco de dados e projeto e plano de informação para importação das bandas multiespectrais, onde foi utilizada a projeção LATLONG/ ITRF (WGS84).

### *5.2.2 Processamento digital das imagens*

A fusão das imagens consiste em realçar e modificar sua escala de cinza para obter o melhor reconhecimento da área a ser mapeada. Foram importadas para o banco de dados as bandas multiespectrais: banda 4 e 5 (infravermelho próximo) e banda 6

(infravermelho/médio/ISWIR), sendo aplicada a composição colorida falsa cor **4B5G6R** para gerar a imagem multiespectral sintética (JACINTHO, 2003).

Após aplicar o contraste ou criação de imagem sintética as imagens foram recortadas dentro do limite da área de estudo. O recorte foi utilizado para as cenas que estavam fora do limite da área de estudo e o mapeamento foi realizado apenas dentro do limite do Estado já incluso no programa Spring 5.1.8 para auxiliar a delimitação.

### 5.2.3 Mapeamento

Para a realização do mapeamento foi criada uma categoria temático e um plano de informação para cada imagem multiespectral sintética, o processo de mapeamento foi efetivado por Edição Topológica, método que consiste em mapear manualmente os focos de queimadas através da Edição Vetorial para criação de polígonos e associação da classe temática, criada anteriormente para as cicatrizes de queimadas encontradas no processo de mapeamento. Posteriormente os PI's foram salvos no formato *shapefile* para acabamento e confecção dos mapas finais no ArcGis 10.1.

#### 5.2.3.1 Layout de impressão

No aplicativo ArcMap oriundo do *software* Arcgis 10.1 foram inseridos os *shapes* do mapeamento das cicatrizes de queimadas para a confecção, acabamento e cruzamento do resultado das cicatrizes de queimadas com o *shape* das Unidades de Conservação, obtidos gratuitamente no *site* do Zoneamento Ecológico Econômico <http://www.zee.mg.gov.br/>. Os *shapes* do limite de Minas Gerais e dos municípios mineiros estão disponíveis no *site* do IBGE <http://mapas.ibge.gov.br/>.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1. Área Total Queimada para o ano de 2014

O resultado do mapeamento das cicatrizes de queimadas para o Estado de Minas Gerais para o ano de 2014 totalizou em 9.282 km<sup>2</sup> de área queimada, conforme **Figura 4**. As informações obtidas com o incêndio em determinada região, como sua fitogeografia (localização, vegetação atingida, extensão da área afetada e comportamento do fogo) são imprescindíveis para determinar as influências desta atividade e impactos causados no meio ambiente e atmosfera (BATISTA, 2009).

As ocorrências das queimadas de pequena extensão ocorreram principalmente nas regiões Noroeste, Triângulo Mineiro, Centro-Oeste, Sul, Central e Norte de Minas, visto que nestas regiões o bioma predominante é o Cerrado. Alvo de intensas investidas para a expansão

agrícola o bioma cerrado o uso do fogo é constantemente utilizado como agente modelador da paisagem, em muitas das vezes este recurso é utilizado para abertura de novas áreas destinadas para fins econômicos, tal como a agricultura, pecuária, etc.

A principal causa de queimadas está relacionada com a interferência antropogênica para mudança de uso e cobertura da terra, queima para limpeza, queimadas criminosas ou provocadas por incendiários, queimada acidental ou de recreação, causadas por fumantes, causas diversas, estradas de ferro e queimadas de origem natural oriundas de raios (SOARES, 1992).

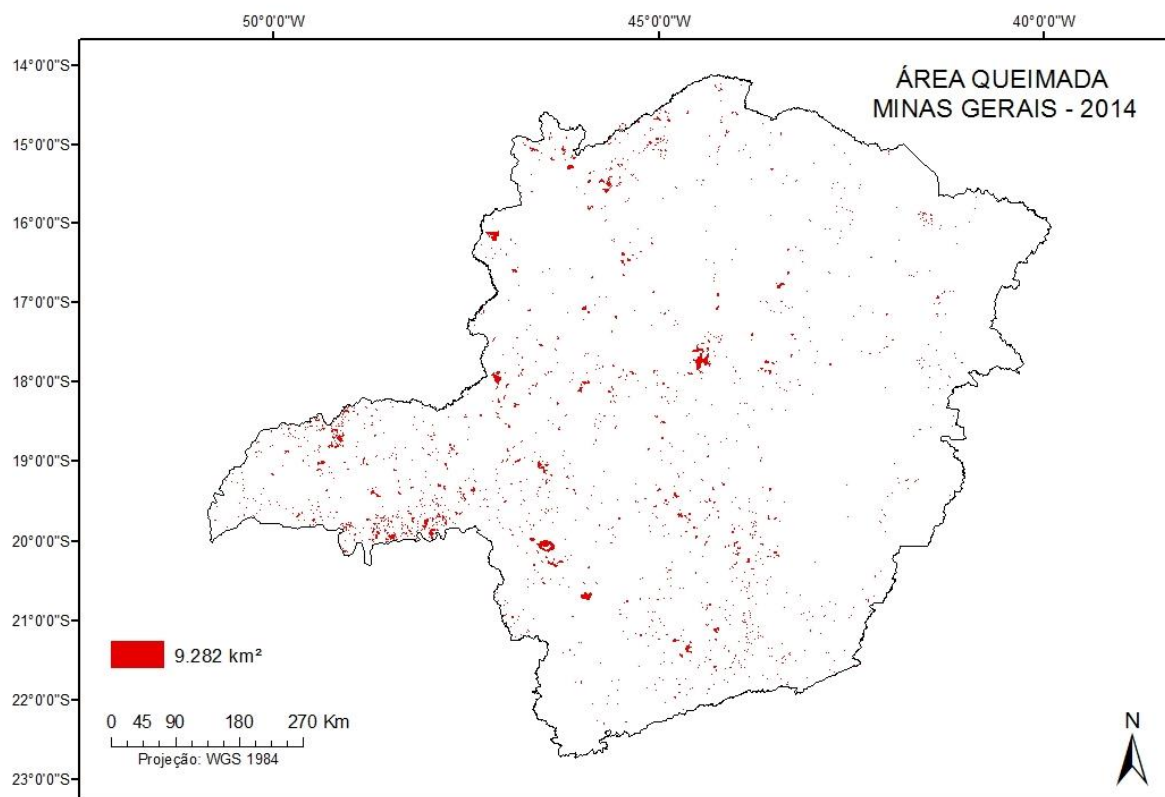


Figura 4 - Área Queimada no Estado de Minas Gerais no ano de 2014.

## 6.2. Especialização das Unidades de Conservação no Estado de Minas Gerais

A **Figura 5** representa as principais categorias de Unidades de Conservação presentes no Estado de Minas Gerais, no entanto, distinguidas em Unidades de Conservação de Uso Sustentável e Unidades de Proteção Integral, e que se subdividem em Área de Proteção Ambiental e Área de Proteção Especial, Parques Estaduais, Reservas Particular de Patrimônio Natural, Estações Ecológicas e Reservas Biológicas. O mapa para delineamento das Unidades



mostrou que os Parques Estaduais estão espacialmente em menor representação e as Áreas de Proteção estão em maior representatividade territorial no Estado.

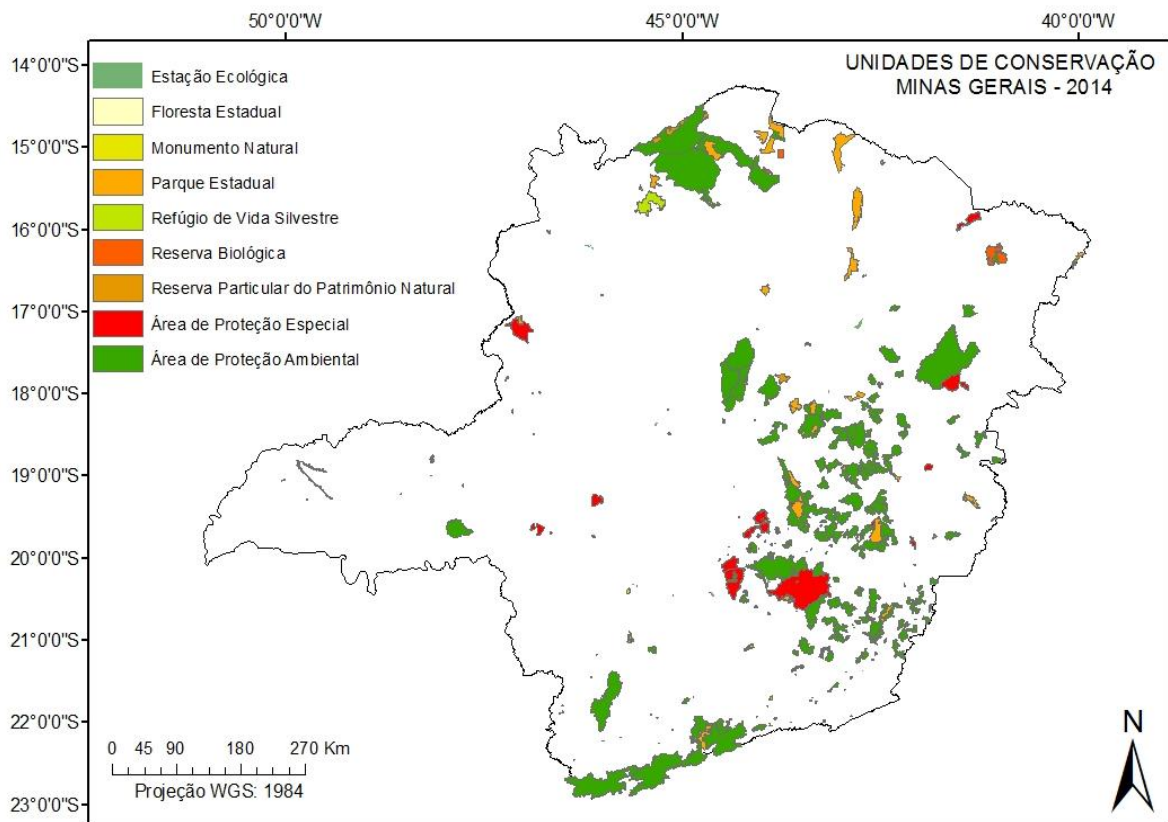


Figura 5 - Unidades de Conservação em Minas Gerais

### 6.2.1. Queimadas em Unidades de Conservação

A **Figura 6** exibe as cicatrizes de queimadas em Unidades de Conservação ocorridas durante o ano de 2014, nota-se que dentro do no limite das Unidades de Conservação ocorreram expressivas queimadas. A partir do cruzamento dos dados das Unidades de Conservação e da Área Queimada Total para o Estadono ano de 2014, os Parques Nacional da Serra da Canastra e o Parque Estadual da Serra do Cabral registraram as maiores cicatrizes de queimadas dentro do limite das Unidades de Conservação presente em Minas Gerais, ambos os Parques estão nas proximidades de municípios que tem como principal atividade econômica a agricultura.

Estima-se as áreas queimadas no Parque Nacional da Serra da Canastra, parte da extensão territorial localizada no município de São Roque de Minas, são de origem antrópica, ocorrem geralmente em estações secas e em grandes áreas, e os incêndios provenientes da ação climática, que são minoria, geralmente ocorrem em áreas menores e estações chuvosas (MEDEIROS E FIEDLER, 2006). Corroborando com o mapeamento realizado nessas áreas, a possível causa do incêndio que atingiu o Parque Nacional da Serra da Canastra foi oriunda de

alguma queimada nas proximidades e que fugiu do controle (AMDA, 2014). No Parque Nacional da Serra do Cabral, localizada porção centro-norte do Estado, indícios indicam que as causas das queimadas foram decorrentes de atividades antrópicas e possivelmente perdeu-se o controle do fogo.

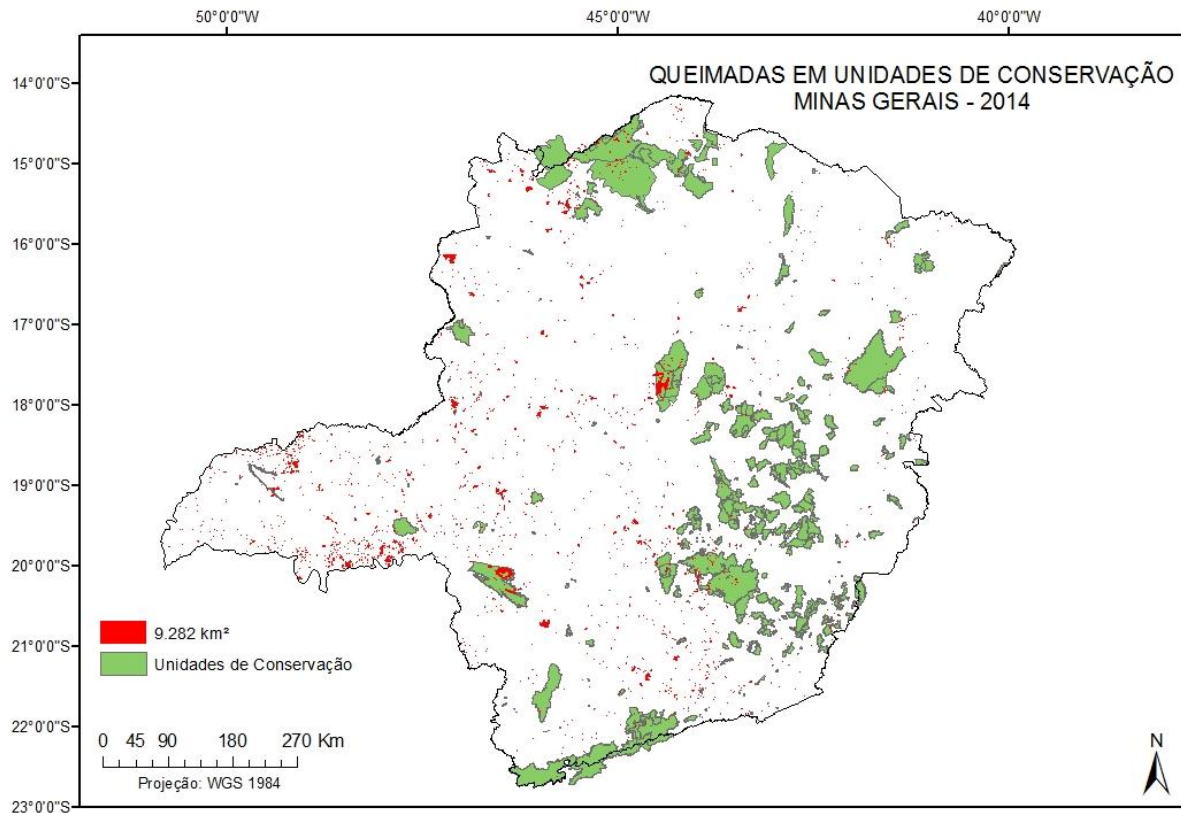


Figura 6 - Queimadas em Unidades de Conservação

### 6.3 Relação Territorial de Áreas Queimadas e Tipos de Vegetação

Para a **Figura 8** é abordada a distribuição de queimadas por municípios. O cruzamento desses dados (dados de Queimadas com os dados dos Municípios) possibilitou verificar nos municípios que as queimadas para o Estado de Minas Gerais mais intensas podem estar associadas às principais atividades econômicas. As atividades econômicas destes municípios intercalam entre a indústria e a agricultura, porém a agricultura é mais expressiva. Os municípios que mais apresentaram áreas queimadas foram: Lassance, São Roque de Minas, Uberaba, Arinos, Unai, Frutal, Canapolis, Coromandel, Conceição das Alagoas, Bonito de Minas que registraram queimadas igual ou superior a 150km<sup>2</sup>. Nesses municípios predomina a cultura de plantio de alimentos como: arroz, feijão, milho, mandioca, soja, banana, entre outros, podendo registrar até três safras anuais (IGTEC, 2016).

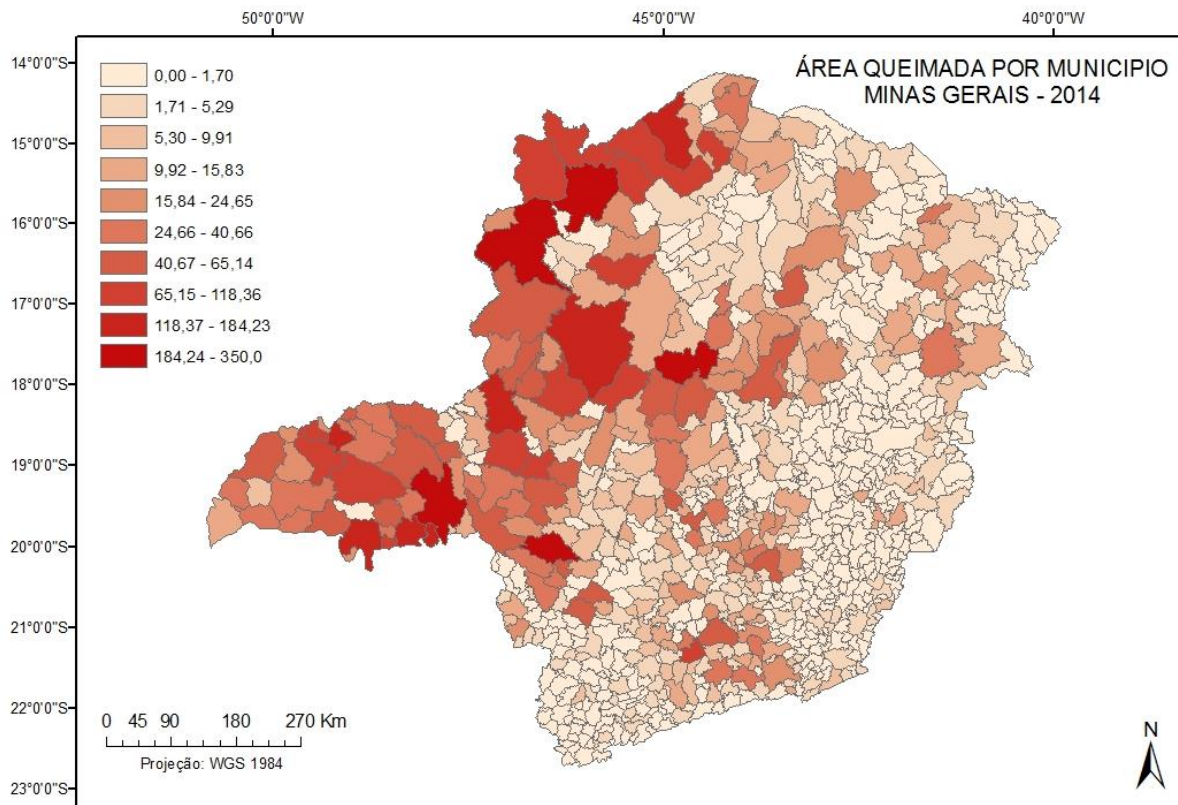


Figura 7- Área Queimada por Município

### 6.3.1 Distribuição de Municípios e área afetada por queimada

Os municípios que obtiveram área de abrangência de queimadas superior a 150 km<sup>2</sup> foram organizados por área de queimada e tipo de vegetação, como demonstrado na tabela a seguir, neste municípios a principal atividade econômica é a agricultura. No caso do município de Lassance que registrou área queimada de 350 km<sup>2</sup> a agricultura, como atividade econômica representativa, o plantio é voltado para a cultura de mandioca, tomate, feijão, milho, e fumo. Em São Roque de Minas a área de queimada totalizou 275 km<sup>2</sup>, tendo o cultivo voltado para a cultura de laranja, milho, café, cana-de-açúcar, mandioca, abacaxi, arroz, feijão e banana. E no município de Uberaba a área queimada foi de 241 km<sup>2</sup> a cultura predominante é de cana-de-açúcar, laranja, milho, soja, batata, sorgo, arroz, mandioca, feijão, cebola, café, tomate, uva e banana. O que poderia justificar a abrangência das áreas nos municípios descritos é o plantio das culturas descritas anteriormente (IGTEC, 2016).

<b>Municípios Mineiros</b>	<b>Área Territorial Total km<sup>2</sup></b>	<b>Área Queimada km<sup>2</sup></b>	<b>Tipo de vegetação</b>
LASSANCE	32.043.214	350.073	CERRADO

SÃO ROQUE DE MINAS	2.098.867	275.712	CERRADO
UBERABA	4.523.957	241.638	CERRADO
ARINOS	5.279.419	225.836	CERRADO
UNAI	8.448.082	223.493	CERRADO
FRUTAL	2.426.965	184.233	CERRADO E MATA ATLÂNTICA
CANÂPOLIS	839.737	173.787	CERRADO E MATA ATLÂNTICA
COROMANDEL	3.313.116	173.028	CERRADO
CONCEIÇÃO DE ALAGOAS	1.340.25	153.636	CERRADO
BONITO DE MINAS	3.904.911	151.610	CERRADO

## 7. CONCLUSÃO

O uso do sensoriamento remoto para o mapeamento de toda a extensão territorial de Minas Gerais mostrou-se bastante eficaz para identificar as queimadas ocorridas no ano de 2014. A metodologia utilizada para detecção de queimadas para o Estado mostrou-se bastante útil e conciso para a obtenção dos resultados na análise espacial das ocorrências de queimadas.

A vegetação presente nestes municípios é predominante o Cerrado caracterizado como última fronteira agrícola. O grau de intensidade para as áreas afetadas por queimadas no Estado e no interior das Unidades de Conservação podem estar diretamente relacionadas às atividades econômicas de cada município podendo influenciar diretamente na área queimada final.

Neste contexto, os resultados obtidos a partir deste trabalho podem auxiliar nas análises sobre as áreas afetadas por queimadas no ano e na área de estudo norteando ou atualizando para futuras pesquisas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMUNDSON, R. G. e DAVIDSON, E. A. **Carbon dioxide and nitrogenous gases in the soil atmosphere.** Journal of Geochemical Exploration, v.38, p.13 - 41, 1990.

ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE DEFESA AO MEIO AMBIENTE – AMDA. **Atividade privada no Canastra alimenta incêndios florestais.** Disponível em:

<http://www.amda.org.br/?string=interna-clipping&cod=7308>. Acesso em: 30 de outubro de 2016

BATISTA, A. C. **Deteção de incêndios florestais por satélites**. FLORESTA 34 (2), Mai/Ago, 2004, 237-241, Curitiba.

BATISTA, A. C.; SOARES, V. S.; NUNES, J. R. S. **Incêndios Florestais no Brasil: O Estado da Arte**. Curitiba. Paraná 2009.

BRASIL. **Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm). Acesso em: 25 de outubro de 2016

BRASIL. **Lei 12.651 de 2012**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm) Acesso em: 19 de outubro de 2016

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002; Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006. **Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas**: Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006 / Ministério do Meio Ambiente. – Brasília: MMA/SBF, 2011. 76 p.

BRITO, M. C. W. de. **Unidades de conservação: intenções e resultados**. São Paulo: Anablume/Fapesp, 2000.

CÂMARA, G. et al. Análise Espacial e Geoprocessamento. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.V. (Ed.). **Introdução à Ciência da Geoinformação**. 2001. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html>. Acesso em: 10 de outubro de 2016.

CASTRO, S.S. **Erosão hídrica na alta bacia do Rio Araguaia**: Distribuição, condicionantes, origem e dinâmica atual. Revista do Departamento de Geografia-USP, v. 17, p. 38-60, 2005.

CARVALHO, L. M. T. et al. Procedimentos para mapeamento. In: SCOLFORO, J. R.; CARVALHO, L. M. T. (Ed.). **Mapeamento e Inventário da Flora e dos Reflorestamentos de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2006. cap. 2, p.37-57.

CHU, T.; GUO, X. **Remote Sensing Techniques in Monitoring Post-Fire Effects and Patterns of Forest Recovery in Boreal Forest Regions**: a Review. Remote Sensing, v. 6, p. 470-520, 2014.

COURA, S. M. C., S. M. C. **Mapeamento de vegetação do estado de Minas Gerais utilizando dados MODIS**. São José dos Campos: INPE, 2006. 129p. ;

CURI, N. et al. Solos, geologia, relevo e mineração. **Zoneamento ecológico-econômico do Estado de Minas Gerais: zoneamento e cenário exploratórios**. Lavras: Editora UFLA, p. 73-88, 2008.

FEARNSIDE, P. M. **Greenhouse gases from deforestation in Brazilian Amazon: net committed emissions**. Climate Change, v.33, n.5, 1997. p.321-369.

FERREIRA, L. G.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, M. E. **Sensoriamento remoto da vegetação: evolução e estado-da-arte** DOI: 10.4025/actascibiolsoci. V30i4. 5868. Acta Scientiarum. Biological Sciences, v. 30, n. 4, p. 379-390, 2008.

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

FRANÇA, D.A.; FERREIRA, N.J. **Considerações sobre o uso de satélites na detecção e avaliação de queimadas.** Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, INPE, pp. 3017-3023, 16-21/abril/2005.

GOVERNO DE MINAS GERAIS – **MG.GOV.BR – Conheça Minas.** Disponível em: <https://www.mg.gov.br/governomg/portal/c/governomg/conheca-minas/geografia/9940-dados-gerais-minas/5681-dados-gerais/5146/5044>. Acesso em: 12 outubro 2016.

GOVERNO DE MINAS GERAIS. **Instituto de Geoinformação e Tecnologia – IGTEC.** Disponível em: [http://licht.io.inf.br/mg\\_mapas/mapa/cgi/iga\\_comeco1024.htm](http://licht.io.inf.br/mg_mapas/mapa/cgi/iga_comeco1024.htm). Acesso em: 19 de outubro de 2016.

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS – IPEF. **Portaria IBDF nº 231-P, de 08 de agosto de 1988.** Disciplina o uso do fogo sob forma de queima controlada. 4p. Disponível em: <http://www.ipef.br/legislacao/bdlegislacao/detalhes.asp?Id=283>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>. Acesso em 11 outubro 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável.** Rio de Janeiro: IBGE, 2008. 472 p.

JACINTHO, L. R. C. **Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto como ferramentas na gestão ambiental de unidades de conservação: o caso da área de proteção ambiental (APA) do Capivari-Monos.** 2003. 103 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) Universidade de São Paulo (USP), São Paulo. 2003.

LENTILE, L. B., et al. **Técnicas de sensoriamento remoto para avaliar características de incêndio ativos e efeitos pós-fogo.** International Journal of Wildland Fogo 15,3 (2006): 319-345.

LIBONATI, R., MORELLI, F., SETZER, A., da CAMARA, C., & PEREIRA, J. M. C. **Assinatura espectral de áreas queimadas em produtos MODIS.** CPTEC - INPE, 2006

LIMA, R. N. S. **Técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicado no Mapeamento e Análise de Fragmentos Florestais no Município de Juiz de Fora – MG 1987 e 2008.** 123 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M. Crise hídrica em São Paulo em 2014: seca e desmatamento. Geosp – Espaço e Tempo (Online), v. 19, n. 3, p. 485-494, mês. 2016. ISSN 2179-0892.

- MARTIN, M. P.; CHUVIECO, E. **Mapeamento e avaliação de terra queimada da análise multitemporal de imagen AVHRR NDVI**. EARSeL Avanços em Sensoriamento Remoto v. 4, p.7 – 13, 1995.
- MASCARENHAS, L. M. A.; FERREIRA, L. G.; FERREIRA, M. E. **Sensoriamento remoto como instrumento de controle e proteção ambiental: análise da cobertura vegetal remanescente na bacia do rio Araguaia**. Revista Sociedade & Natureza, v. 21, n. 1, 2009.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Monitoramento do Bioma Cerrado 2008-2009**. 2011. Disponível em [http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf\\_chm\\_rbbio/\\_arquivos/relatoriofinal\\_cerrado\\_2008\\_2009\\_72.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/relatoriofinal_cerrado_2008_2009_72.pdf). Acesso em 25 de outubro de 2016.
- PEREIRA, M. C.; FERNANDES, A. E.; BRAGA, R. A.; SILVA, R. A. B. e. **Deteção de queimadas com o uso do radiômetro AVHRR**. In: Ferreira, N. J. (coord.). Aplicações ambientais brasileiras dos satélites NOAA e TIROS-N. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. p. 41-55.
- REMMEL, T. K., e PERERA, A. H. **Mapeamento de incêndio em uma floresta boreal do Norte: avaliar métodos AVHRR / NDVI de deteção de mudanças**. Forest Ecology and Management 152,1 (2001): 119-129.
- RESENDE, M.; KER, J.C.F.; BAHIA, A.F.C. F. **Desenvolvimento sustentado do cerrado**. In: ALVAREZ, V; FONTES L.E.F.; FONTES M.P.F. (Org.). O solo nos grandes domínios do Brasil e o desenvolvimento sustentado. p. 169-197. Viçosa: UFV, 1996.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (eds.). Cerrado: Ambiente e Flora, p. 87-166. Planaltina: EMBRAPAC, 1998.
- SETZER, A.; MORELLI, F. **Occurrences of vegetation fires in the Protected Areas of the Brazilian Amazonia**. In: Conferência Científica Internacional LBA, GEOMA & PPBIO, 4.2008, Manaus. **Posters.... Disponível** em:[ftp://lba.cptec.inpe.br/presentations/LBA-IV-Conference-Nov2008/Manaus/Posters/Poster\\_567\\_Setzer\\_Morelli\\_LBA\\_fogoUCs.pdf](ftp://lba.cptec.inpe.br/presentations/LBA-IV-Conference-Nov2008/Manaus/Posters/Poster_567_Setzer_Morelli_LBA_fogoUCs.pdf). Acesso em: 27 ago. 2009.
- SOARES, R. V. **Ocorrência de Incêndios Florestais Em Reflorestamentos**. Revista Floresta, Curitiba, PR, v. 22, n.1/2, p. 39-54, 1992.
- USGS - United States Geological Survey. **Landsat: A Global Land-Imaging Mission. 2013**. Disponível em: <http://pubs.usgs.gov/fs/2012/3072/fs2012-3072.pdf>. Acesso: 11 de outubro de 2016.
- USGS - United States Geological Survey. **Landsat: Frequently Asked Questions about the Landsat Missions**. Disponível em: [http://landsat.usgs.gov/band\\_designations\\_landsat\\_satellites.php](http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php). Acesso: 11 outubro 2016.
- VETTORAZZI, C. A. **Técnicas de Geoprocessamento no Monitoramento de Áreas Florestadas**. Série Técnica IPEF, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, v.10, n.29, p.45-51, nov.1996.