

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CAIO VINICIUS CARVALHO DA CONCEIÇÃO

**USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E FOCOS DE QUEIMADAS NO
MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA-MG ENTRE 2001 A 2021**

Uberlândia

2023

CAIO VINICIUS CARVALHO DA CONCEIÇÃO

**USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E FOCOS DE QUEIMADAS NO
MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA-MG ENTRE 2001 A 2021**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Samara Carbone

Uberlândia
Setembro/2023

CAIO VINICIUS CARVALHO DA CONCEIÇÃO

**USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E FOCOS DE QUEIMADAS NO
MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA-MG ENTRE 2001 A 2021**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Uberlândia – MG, 26 / setembro / 2023

Banca Examinadora:

Técnica. Ma. Márcia Regina Batistela Moraes
Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dr. Roberto Terumi Atarassi
Universidade Federal de Uberlândia

Prof^a. Dr^a. Samara Carbone
Universidade Federal de Uberlândia

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais por todo esforço, apoio e carinho incondicional a mim oferecido em todos os momentos da minha vida.

Dedico a vocês esse trabalho.

RESUMO

A utilização do sensoriamento remoto para fins ambientais possibilitou nas últimas décadas o monitoramento e observação de diversos fatores como alteração no uso e ocupação do solo, qualidade da água e do ar, detecção de queimadas e desmatamentos. Esse estudo utilizou dados de uso e ocupação do solo fornecidos pelo MapBiomas e dados de focos de queimadas (FQ) fornecidos pelo INPE, ambos entre os anos de 2001 e 2021 para o município de Uberlândia-MG. Observou-se nesse período a ocorrência de 1684 FQ acumulados, concentrados principalmente entre os meses de agosto e setembro, dos quais 30% dos FQ ocorreram dentro da área de estudos (área criada dentro do perímetro urbano) que ocupa apenas 17% de todo o município. Notou-se uma relação entre as áreas com recorrência de FQ e a transformação no uso e ocupação do solo antes majoritariamente ocupado por pastagem, que deram lugar a áreas urbanas e áreas agrícolas como culturas de soja, silvicultura etc. Na divisão por zonas (1 – 4), dentro da área de estudo, constatou-se uma maior expansão e alteração do solo nas zonas 2 e 3 que estão localizadas no setor sul da malha urbana. Estas zonas apresentaram maior crescimento das áreas urbana e agrícola, além da maior concentração de FQ observados dentro da área de estudos, sugerindo o uso de fogo para a limpeza e uso do solo nesta região.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto. Focos de Queimadas. Uso do solo. Cerrado.

ABSTRACT

The use of remote sensing for environmental purposes has enabled the monitoring and observation of several factors such as soil alteration, water and air quality, detection of fires and logging in the last decade. This study used land use and occupation data provided by MapBiomas and data from fire outbreaks (FO) provided by INPE, both between the years 2001 and 2021 for the municipality of Uberlândia-MG. It was observed the occurrence of 1684 accumulated FO, concentrated mainly between the months of August and September, of which 30% occurred within the study area (area created inside the urban perimeter) which occupies only 17% of the entire municipality. A relationship was observed throughout the municipality between areas with recurrence of FO and the transformation of land use previously occupied by pasture, which gave rise to urban areas and agricultural areas such as soybean crops, forestry, etc. In the division by zones (1 – 4), within the area of study, there was a greater expansion and alteration of the soil in zones 2 and 3, which are located in the southern sector of the urban perimeter. These zones presented greater growth in urban and agricultural areas, in addition to the greater concentration of observed FO within the area of study, suggesting the use of fire for soil cleaning in this region.

Keywords: Remote Sensing; Wildfires; Land use; Cerrado.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	OBJETIVOS.....	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1	Expansão urbana	14
3.1.1	Expansão urbana de Uberlândia	15
3.1.2	Plano diretor.....	16
3.2	Cerrado.....	17
3.3	Queimadas e incêndios florestais.....	19
3.4	Sensoriamento remoto.....	21
3.5	Uberlândia	22
4	METODOLOGIA	26
4.1	Fonte de dados.....	26
4.2	Tratamento de dados.....	27
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32
5.1	Uso e ocupação do solo	32
5.1.1	Município de Uberlândia	32
5.1.2	Área de estudo (zonas).....	36
5.1.3	Análise por zonas.....	42
5.2	Focos de queimadas (FQ) na área de estudo	45
5.3	Uso e ocupação do solo e FQ	49
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
7	REFERÊNCIAS.....	52

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização vem ocorrendo de forma significativa desde a revolução industrial, onde a presença da comunicação, transporte, consumo e novas tecnologias mudou a perspectiva de vida, tornando-se atrativo morar na cidade em vez do campo. Essa nova perspectiva intensificou o processo de crescimento demográfico e expansionismo urbano, que começou a ocupar e transformar o solo antes usado para agricultura, em solo com valor especulativo para construção de casas, rodovias e indústrias (CAMPOS, 2009).

Durante a segunda metade do século XX, o processo de urbanização no Brasil se dava pela formação das grandes metrópoles e centros urbanos, quando foram formadas 12 regiões metropolitanas e 37 centros urbanos, o que representava ao todo 47% da população brasileira vivendo nessas regiões (GROSTEIN, 2001).

Como forma de orientar e organizar o crescimento das cidades brasileiras, foi estipulado no ano de 2001 pela Lei Nacional nº 10.257/2001, conhecida como Estatuto da Cidade, introduz a obrigatoriedade do plano diretor para cidades que apresentem certos critérios como número de habitantes maior que 20 mil. O plano diretor surge de maneira a garantir a função social da cidade junto ao crescimento de forma planejada e estruturada, fazendo com que questões ambientais e sociais fossem levadas em consideração nas tomadas de decisões (ESPÍNDOLA; RIBEIRO, 2020).

O plano diretor da cidade de Uberlândia apresenta diretrizes para a expansão urbana da cidade, planejando e mitigando os possíveis impactos ambientais causados pela expansão. Porém a sua última atualização foi no ano de 2006, uma defasagem de 17 anos, de crescimento e novas tecnologias, estando em desacordo com o Estatuto da Cidade pela Lei Nacional nº 10.257/2001 que determina a revisão do Plano Diretor Municipal a cada 10 anos.

Para ajudar na tomada de decisões quando se fala em expansão urbana, a utilização do geoprocessamento, principalmente o sensoriamento remoto, se tornou uma ferramenta fundamental de análise, permitindo observar e enxergar de forma específica diversas alterações ocorridas na superfície terrestre, de fontes naturais ou antrópicas, podendo ajudar a entender as relações entre homem e natureza. Uma das utilizações do sensoriamento remoto, é na detecção dos focos de queimadas (FQ) na superfície terrestre, através de dados obtidos por sensores presentes nos satélites na órbita terrestres (SILVA; PESTANA; MARTINS, 2019).

Os FQ observados e estudados no sensoriamento remoto, apresentam uma íntima relação com as ações antrópicas, principalmente na agropecuária, uma vez que o fogo é culturalmente usado desde a antiguidade para a abertura de terrenos, limpeza de pastos, na

colheita, no controle de pragas entre outros usos, sendo uma prática comumente observada até os dias atuais. Também é possível encontrar FQ em áreas urbanas principalmente na queima de resíduos sólidos/ biomassa e na limpeza de lotes para diversos fins (MACHADO; SILVA; BIUDES, 2014).

Além dos FQ o processo de expansionismo urbano também pode ser observado através do sensoriamento remoto, uma vez que diferentes uso e ocupação do solo emitem diferentes quantidades e tipos de energias que são captadas pelos satélites. E essa diferença, juntamente com dados de diferentes anos coletados, permite avaliar a expansão ou retração dos diferentes usos do solo, e observar por exemplo áreas de crescimento urbano e áreas de perda da vegetação nativa de um município ou estado em foco (FLORENZANO, 2002).

O presente trabalho tem como objetivo analisar a expansão urbana da cidade de Uberlândia – MG em seus diferentes setores (Norte, Sul, Leste e Oeste) dentro e fora do perímetro urbano, observando a transformação do uso e ocupação do solo em áreas de uso antrópico, além da utilização de queimadas durante o período de expansão. Essa análise se faz fundamental para entender melhor a expansão urbana e como ela vem ocorrendo no município de Uberlândia – MG, podendo ajudar nas tomadas estratégicas de decisões.

2 OBJETIVOS

A transformação dos solos utilizados na agricultura em solos anexados ao tecido urbano em expansão das cidades, tem despertado diversas discussões quanto aos seus impactos ambientais e consequências. Neste contexto, pretende-se avaliar como estas transformações têm ocorrido no município de Uberlândia – MG entre os anos de 2001 e 2021, analisando também os focos de queimadas (FQ) ocorridos dentro do município nesse mesmo período, identificando a relação entre a transformação do solo e os números acumulados de FQ.

De forma específica pretende-se:

- Mapear e calcular a modificação do uso e ocupação do solo dentro da área de estudos e município de Uberlândia entre os anos de 2001 e 2021;
- Mapear e identificar as zonas de maior frequência de focos de queimadas dentro do perímetro urbano e município de Uberlândia entre os anos de 2001 e 2021;
- Avaliar a possível relação da transformação do solo observada em 2001 para 2021 com focos de queimadas;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Expansão urbana

A expansão urbana é um processo dinâmico que todas as cidades passam como consequência do seu desenvolvimento, resultando em crescimento. O crescimento possibilita novas especulações imobiliárias, novos empreendimentos e nova mão de obra para a cidade, direta ou indiretamente (SANTORO, 2012).

No Brasil o processo de expansionismo urbano é relativamente recente, se dando a partir do século 20. Políticas públicas e econômicas, mudança no estilo de vida, desenvolvimento dos meios de transporte e comunicação nas grandes cidades como Rio de Janeiro e São Paulo, levaram a uma migração interna da população como nunca vista. Durante a década de 50 a industrialização brasileira acelerou ainda mais o processo de urbanização, com a promessa de empregos e novas oportunidades nas grandes cidades. No ano de 1970, a partir do censo demográfico, a população urbana superou a rural no Brasil (BRITO; SOUZA, 2005).

O processo de expansionismo urbano pode ser analisado sobre diversas perspectivas, como, por exemplo, econômica, populacional, ambiental e territorial. A expansão urbana em termos territoriais, representa a aplicação do perímetro urbano com a transformação e ocupação de novas áreas ao redor das cidades, antes ocupado por vegetação nativa ou agricultura (NASCIMENTO; MATIAS, 2011).

Na literatura, é possível encontrar sete tipos de expansões urbanas distintas para o Brasil. Elas estão divididas em dois grandes grupos que as definem como crescimento territorial urbano intensivo e extensivo. O crescimento territorial intensivo representa a alta densidade ocupacional no perímetro urbano, podendo ser limitado aos centros urbanos ou em suas periferias. Ocorre com a verticalização das construções ou divisão dos terrenos antes ocupados somente por uma família para dar espaço, como por exemplo, a prédios (JAPIASSÚ; LINS, 2014).

O crescimento territorial urbano extensivo, reflete o crescimento horizontal da cidade, com a expansão do tecido e agregação de novas áreas ao seu perímetro urbano da cidade. Esse crescimento pode ocorrer das seguintes formas: 1 – por dispersão urbana, 2 – por difusão urbana, 3 – por soma de novas áreas, 4 – tentacular e 5 – por anéis concêntricos (JAPIASSÚ; LINS, 2014).

3.1.1 Expansão urbana de Uberlândia

A região do Triângulo Mineiro teve a sua formação no século XVIII, a partir das rotas de expedição em busca de ouro e diamantes para o estado de Goiás. A conhecida rota “Estrada Imperial Real” teve sua construção nesse período, saindo de São Paulo com destino a Goiás, passando por Uberaba e Araguari, atuais cidades do Triângulo Mineiro (BRANDÃO, 1989).

A privilegiada localização dessas cidades, como encontro das principais rotas comerciais e exploratórias da época, fez da região um local de abastecimento e parada dos tropeiros e mineradores que se deslocavam para as demais regiões centrais do país, criando bases para desenvolvimento na região. Inicialmente o pequeno comércio existente deu suporte à agricultura e à pecuária extensiva, que eram realizadas tanto para o abastecimento dos tropeiros, como também para a subsistência da população que ali se fixava (BRANDÃO, 1989).

Após esse período no final do século 19 houve uma queda do crescimento comercial da região do triângulo, novas rotas haviam sido criadas ligando a região de São Paulo ao Centro - Oeste do país, utilizando estradas e portos que não passavam pela região. No entanto a sua localização estratégica entre as principais capitais, fez com que Uberaba, Uberlândia e Araguari continuasse seu desenvolvimento (JUNGES; WERNKE; WESTPHAL, 2018).

Nos anos de 1950 a região sudeste, principalmente a cidade de São Paulo, teve seu auge do desenvolvimento industrial e econômico. As cidades de Uberlândia e Uberaba, integrantes do Triângulo Mineiro, tiveram papel fundamental no escoamento e abastecimento de produtos para a capital paulista. Durante esse período a cidade de Uberlândia deu início a uma nova fase de modernização da agropecuária e desenvolvimento econômico, podendo se consolidar até os dias atuais como uma das maiores economias do país (GUIMARÃES, 2004).

A cidade de Uberlândia na década de 60 apresentava segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) uma população total de 88.282 habitantes, sendo 71.717 localizados na zona urbana da cidade. Esse número cresce para 358.165 habitantes na zona urbana em 1991 e 583.879 habitantes na zona urbana nos anos 2010 (IBGE, 2011). Esse crescimento populacional em um curto espaço de tempo levam a problemas de segurança pública, degradação ambiental exagerada, deficiência no setor de saúde e transporte, dentre outros (RODRIGUES; SOARES, 2004).

3.1.2 Plano diretor

O plano diretor municipal (PDM) é um instrumento de gestão pública obrigatório dentre outros, em municípios com mais de 20 mil habitantes, integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas. O PDM tem por objetivo orientar políticas de desenvolvimento e expansão urbana, abordando temas como meio ambiente, saúde, segurança pública, uso e ocupação do solo, transporte, construção civil, hidrografia, drenagem urbana etc (REZENDE; ULTRAMARI, 2007).

A cidade de Uberlândia na década de 90, pressionada pela crescente expansão populacional, juntamente com a constituição de 1988 que adotou uma política de descentralização administrativa, repassando aos municípios a autoridade de gestão pública como, expansão urbana, fez com que em 1990 a equipe técnica da Secretaria Municipal de Planejamento Urbano da Prefeitura Municipal de Uberlândia, juntamente com o escritório Jaime Lerner de Planejamento Urbano, de Curitiba dessem início ao PDM de Uberlândia (REZENDE; ULTRAMARI, 2007; RODRIGUES; SOARES, 2004).

O PDM de Uberlândia teve a sua primeira versão preliminar aprovada pela lei nº 078 de 27 de abril de 1994 e sua revisão feita em 2006 pela lei complementar nº 432 de 19 de outubro de 2006 sendo esse o plano diretor atual da cidade. O Estatuto da Cidade, pela Lei Nacional nº 10.257/2001, determina que o PDM deve ser revisado a cada 10 anos. A cidade de Uberlândia se encontra em discordância com o Estatuto da Cidade.

O Plano Diretor de Uberlândia estabelece diretrizes para a expansão urbana do município, buscando um desenvolvimento ordenado e sustentável. Entre as diretrizes estabelecidas, destaca-se as seguintes:

Art. 10, II: Priorizar a ocupação de áreas com infraestrutura instalada e com adequadas condições de acessibilidade e mobilidade urbana;

Art. 10, III: Definir áreas de expansão urbana de acordo com a capacidade de suporte do meio ambiente e dos serviços públicos;

Art. 10, IV: Garantir a preservação e a recuperação de áreas de preservação ambiental e dos mananciais de água;

Art. 10, V: Incentivar a implantação de equipamentos urbanos e comunitários nas áreas de expansão urbana, garantindo a qualidade de vida da população.

Portanto, o plano diretor sugere que a expansão urbana de Uberlândia deve seguir uma direção que priorize áreas já urbanizadas, com boa infraestrutura e acessibilidade, evitando a ocupação de áreas rurais e de proteção ambiental. Além disso, deve ser realizada de forma planejada, levando em conta a capacidade de suporte ambiental e dos serviços públicos, com a

preservação de áreas naturais e a implantação de equipamentos urbanos que garantam a qualidade de vida da população.

Juntamente com o plano diretor, existem no município de Uberlândia leis com o objetivo de direcionar/definir o zoneamento do município, como a Lei complementar nº 525, de 14 de Abril de 2011 estabelece os zoneamentos urbanos no município de Uberlândia, com a definição e especificação da área de expansão urbana prevista para a cidade:

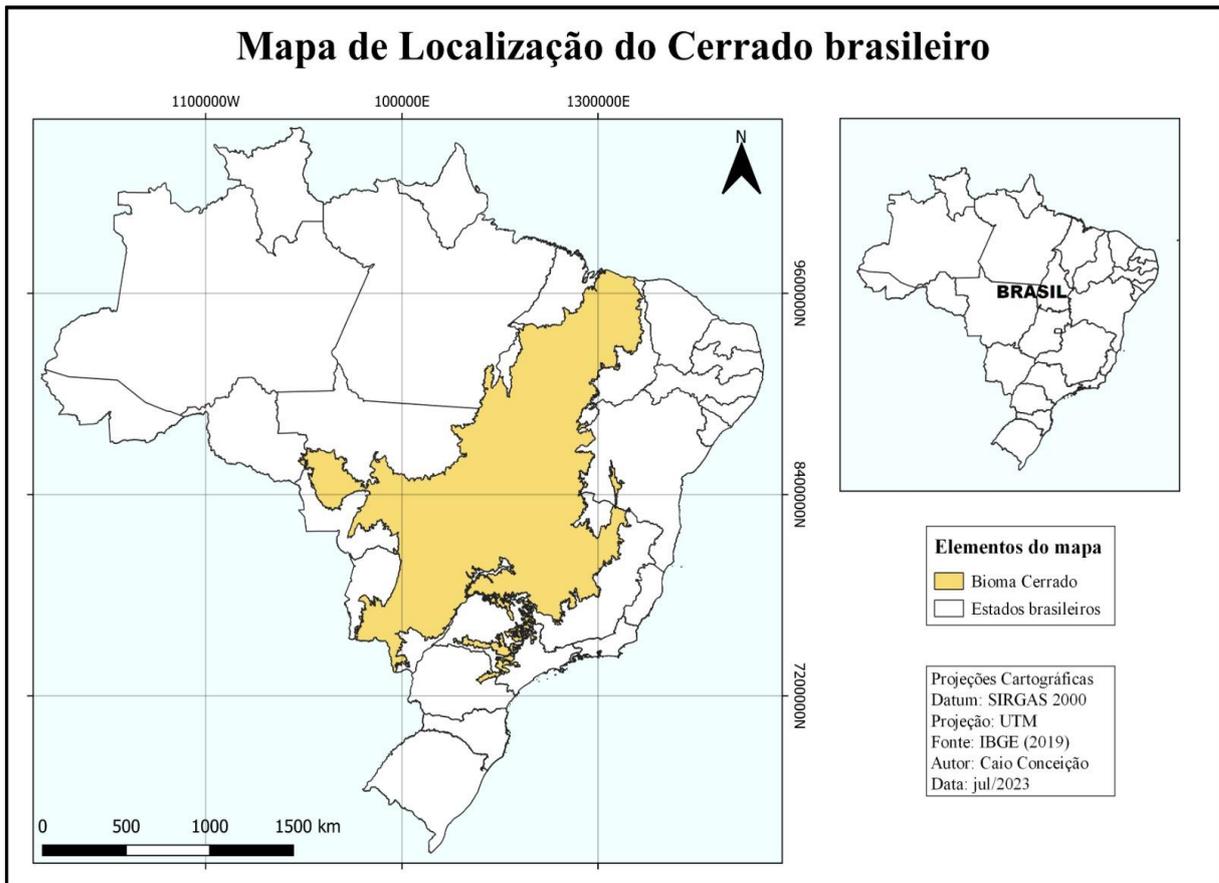
Art. 16, II: Macrozona de Expansão Urbana - MEU: compreende as áreas contíguas ao Distrito Sede, com distâncias entre 5 km e 11 km, com o objetivo de proteger os pontos de captação de água do Ribeirão Bom Jardim e do Rio Uberabinha, os Córregos Marimbondo e Terra Branca, à jusante do perímetro urbano e faixas de futura expansão urbana;

Dentro da Macrozona de Expansão Urbana (MEU) existem atualmente 12 Zonas de Urbanização Específica (ZUE), concentradas principalmente no setor sul da MEU. As ZUE têm por objetivo apresentar os critérios de ocupação e construção dentro da área de MEU, sendo descritas as suas localizações e áreas ocupadas nas Leis Complementares de nº 617/2019, 679/2019, 687/2019, 717/2020, 736/2022 e Lei Complementar nº 760/2023.

3.2 Cerrado

Sendo o segundo maior bioma do Brasil, o Cerrado ocupa cerca de 2.036.448 km² do território brasileiro, o que representa aproximadamente 24% de todo o território nacional (PENNEREIRO *et al.*, 2018). Sua predominância se dá na região central do Brasil, indo do Mato Grosso do Sul até o estado do Maranhão, passando por Minas Gerais, Bahia e Piauí. Encontramos dentro de seu ecossistema as matas de galeria, savanas, campos e matas (KLINK *et al.*, 2005).

Figura 1: Mapa de localização do bioma Cerrado no Brasil.



Fonte: Autor (2023).

O bioma Cerrado está inserido em regiões com altitudes que varia de 300 a 1.600 metros em relação ao nível do mar. Neste bioma localizam-se as nascentes de três importantes bacias hidrográficas do país e América Latina: Amazônica, São Francisco e Prata (LIMA, 2018). O cerrado apresenta um clima sazonal tropical, marcado por longos períodos de seca durante os meses mais frios do ano e elevada precipitação nos meses mais quentes. A precipitação no Cerrado varia de 750 a 2000 mm por ano e sua temperatura de 6 a 28°C do inverno ao verão em algumas partes do bioma (LIMA, 2018).

Tais fatores tornam o Cerrado uma das maiores biodiversidades do planeta, com 11.627 espécies vegetais vasculares nativas (DUARTE; LEITE, 2020). Mesmo com tamanha biodiversidade, o Cerrado está na lista dos biomas mais ameaçados do mundo, com 132 espécies de flora ameaçadas de extinção (DUARTE; LEITE, 2020). A alta riqueza de espécies encontrada no Cerrado, torna esse bioma a mais diversificada savana tropical do mundo, sendo um hotspot para novas espécies (KLINK *et al.*, 2005).

O relevo em grande parte do Cerrado é constituído de planaltos e chapadões, composto por solos intemperizados e ácidos (KLINK *et al.*, 2005). Para a agricultura o clima sazonal, o terreno plano e a elevada precipitação, tornaram o Cerrado perfeito para o cultivo da soja, *commodity* usada desde a geração de energia até a ração animal, tendo grande valor no mercado interno e internacional. Estima-se que desde 1970 até os dias atuais mais de 2.000.000 de km² de Cerrado nativo já foram perdidos para a agricultura (DUARTE; LEITE, 2020).

Essa perda pode ser melhor observada na região Centro-Oeste do país, onde nos últimos 30 anos ocorreu um crescimento demográfico maior do que a média nacional, com o surgimento de 1500 cidades sobre o Cerrado (CHAVEIRO, 2010). Esse avanço e crescimento, é a principal ameaça para o bioma, onde a área ocupada pela agricultura cresceu aproximadamente 6 vezes entre os anos de 1985 e 2020 (AZEVEDO *et al.*, 2022).

3.3 Queimadas e incêndios florestais

A queimada assim como os incêndios florestais representam o processo de queima da biomassa que utiliza matéria orgânica como sua fonte de energia. O fogo transforma as cadeias carbônicas dos organismos vegetais em calor, água e dióxido de carbono, além de outros poluentes atmosféricos em menor escala (FREITAS *et al.*, 2005). O fogo é capaz de realizar alterações físico-químicas e biológicas no ecossistema, transformando e moldando a terra por onde passa. Por esse motivo a queimada vem sendo utilizada por diversos povos para manejar culturas, limpar terrenos, abrir novas áreas, controlar pragas, eliminar lixo e como forma de manejo do solo (MACHADO; SILVA; BIUDES, 2014).

Os incêndios florestais podem ocorrer de forma natural no ambiente, geralmente em regiões de clima seco e quente, como no Brasil em algumas estações do ano. A baixa umidade do ar, junto a elevadas temperaturas, ocasiona um excesso de evapotranspiração da vegetação, tornando-a um material altamente inflamável. Esses fatores unidos à chegada da estação chuvosa que traz grandes tempestades de raios, resultam em diversos focos de queimadas pelo país (NOBRE; SAMPAIO; SALAZAR, 2007).

Apesar da ocorrência natural, a maioria dos incêndios florestais tem origem antrópica e se concentram nos países em desenvolvimento e de clima sazonal como o Brasil (FREITAS *et al.*, 2005; MACHADO; SILVA; BIUDES, 2014). Essas queimadas são premeditadas e em sua maioria tem por objetivo a alteração da vegetação e do solo, seja na limpeza de terreno ou na eliminação de resíduos vegetais. No Brasil durante os meses de julho a outubro, considerado o período de seca em grande parte do território nacional, observa-se uma concentração de focos

de queimadas nas áreas de cerrado e de Floresta Tropicais (COUTINHO, 2002). Além da baixa umidade relativa do ar e elevadas temperaturas que favorecem a ocorrência e permanência dos incêndios florestais, também os ventos promovem a propagação e, portanto, a dificuldade no seu controle.

O Cerrado brasileiro é um bioma que evoluiu para coexistir com o fogo, criando mecanismo para se proteger, como cascas grossas em suas árvores nativas, reserva de água no solo e vegetação de médio e pequeno porte (COUTINHO, 2002). Sua relação com o fogo também é observada em processos ecológicos de rebrota, troca de casca das árvores, quebra de dormência de algumas sementes e limpeza do solo, processos essenciais para o equilíbrio ecológico do bioma (ROCHA; NASCIMENTO, 2021).

Apesar de adaptado a coexistir com o fogo, o aumento na frequência, proporção e duração dos incêndios florestais, causam ao Cerrado uma redução da germinação de grande parte das espécies da flora, além da perda da biodiversidade, compactação do solo, redução da porosidade, aumento da erosão, perda das camadas superficiais de solo, redução da matéria orgânica, contaminação dos corpos hídricos, liberação de gases de efeito estufa para atmosfera, alteração nos processos ecológicos, dentre outras consequências (ROCHA; NASCIMENTO, 2021).

O estado de Minas Gerais no qual o Cerrado ocupa grande parte de seu território, registrou segundo Pereira (2014) nos anos de 1999 a 2009, 67.334 focos ativos de incêndios, sendo que a maioria ocorreu na época de seca no cerrado com 56.512 focos durante os meses de julho a outubro. Foi registrado que do total, 14,45% ocorreram na região do Triângulo Mineiro (PEREIRA *et al.*, 2014).

Entre os anos de 2010 e 2020 a região do Triângulo Mineiro apresentou um aumento de 18% na sua ocupação de infraestrutura urbana, saindo de 35,3 mil hectares para 41,7 mil. Em paralelo a região apresentou nesse mesmo período 17.959 focos de incêndios, sendo que a região de Uberlândia acumulou 36,44% desse total, ou 6.545 focos de queimadas em 10 anos, uma média de 654,5 focos por ano (ALVARENGA, 2022).

A acelerada expansão, tem causado problemas como as queimadas, que acabam se tornando recorrentes dentro e próximo às cidades. A utilização do fogo na agricultura para estimular a rebrota das pastagens e no expansionismo urbano para abertura de novas áreas ou terrenos, traz danos ambientais irreversíveis para o Cerrado como, a fragmentação das florestas, extinção da biodiversidade, invasão por novas espécies, perda dos horizontes do solo, contaminação dos córregos e rios, alteração do clima regional e influência no ciclo do carbono (KLINK *et al.*, 2005).

O Cerrado é composto por vegetação com galhos retorcidos e grossos, como suporte a incêndios naturais e de baixa proporção, sugerindo resistência ao fogo. A queimada como forma de colheita, abertura e limpeza de terrenos é uma prática comumente utilizada no cerrado, porém, as queimadas premeditadas e com alta recorrência causada por ação humana, levam a perda de nutrientes do solo, compactação, erosão, perda da fauna e flora local, além de impactar no aquecimento global, com a transformação e liberação de grandes toneladas de CO₂ para atmosfera (KLINK *et al.*, 2005; OYAMA *et al.*, 2016).

3.4 Sensoriamento remoto

A Terra é composta por um mosaico de inúmeras cores, formas e relevos, que montam as nossas cidades, florestas e oceanos. Juntamente com o seu tamanho e o seu dinamismo, torna-se complexo e difícil se obter dados e informações precisas da superfície terrestre para estudos e tomada de decisões estratégicas.

A tecnologia vem ajudando a humanidade a obter essas informações sobre a superfície terrestre desde sempre, seja com os ábacos, astrolábio etc. Hoje o sensoriamento remoto nos permite observar de forma analítica a superfície terrestre, e através de imagens e dados obtidos realizar a tomada de importantes decisões (FIGUEIREDO, 2005).

O sensoriamento remoto representa a captação da energia refletida ou emitida pela superfície terrestre por sensores artificiais sem o contato físico entre o sensor e a superfície. A informação captada pelo sensor a bordo de um satélite ou drone, por exemplo, é enviada para estações receptoras em Terra que transforma essa informação em gráficos, tabelas e imagens para serem analisadas e estudadas (FLORENZANO, 2002).

Com isso, o sensoriamento remoto permite obter dados de grande relevância para tomada de decisões políticas, econômicas e principalmente ambientais. Trazendo informações estratégicas de locais de difícil ou nenhum acesso e com grande extensão territorial, sem a necessidade de se realmente estar no local (Ponzoni; Shimabukuro, 2007).

Para fins ambientais, as imagens obtidas através do sensoriamento remoto podem ser aplicadas, por exemplo, no monitoramento de queimadas, desmatamento, contaminação de rios, análise da cobertura vegetal, uso e ocupação do solo, produtividade agrícola, expansão urbana, dentre outros cenários (FLORENZANO, 2002).

O monitoramento de queimadas através do sensoriamento remoto é uma das principais maneiras de se mensurar os focos de queimadas (FQ) no território brasileiro e devido a sua vasta extensão, a fiscalização terrestre torna-se inviável. Diversas ONGs e órgãos

governamentais como MAP BIOMAS e Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE) respectivamente, apresentam programas de monitoramento utilizando a tecnologia de sensoriamento remoto (MapBiomias Fogo 2021;INPE 2020).

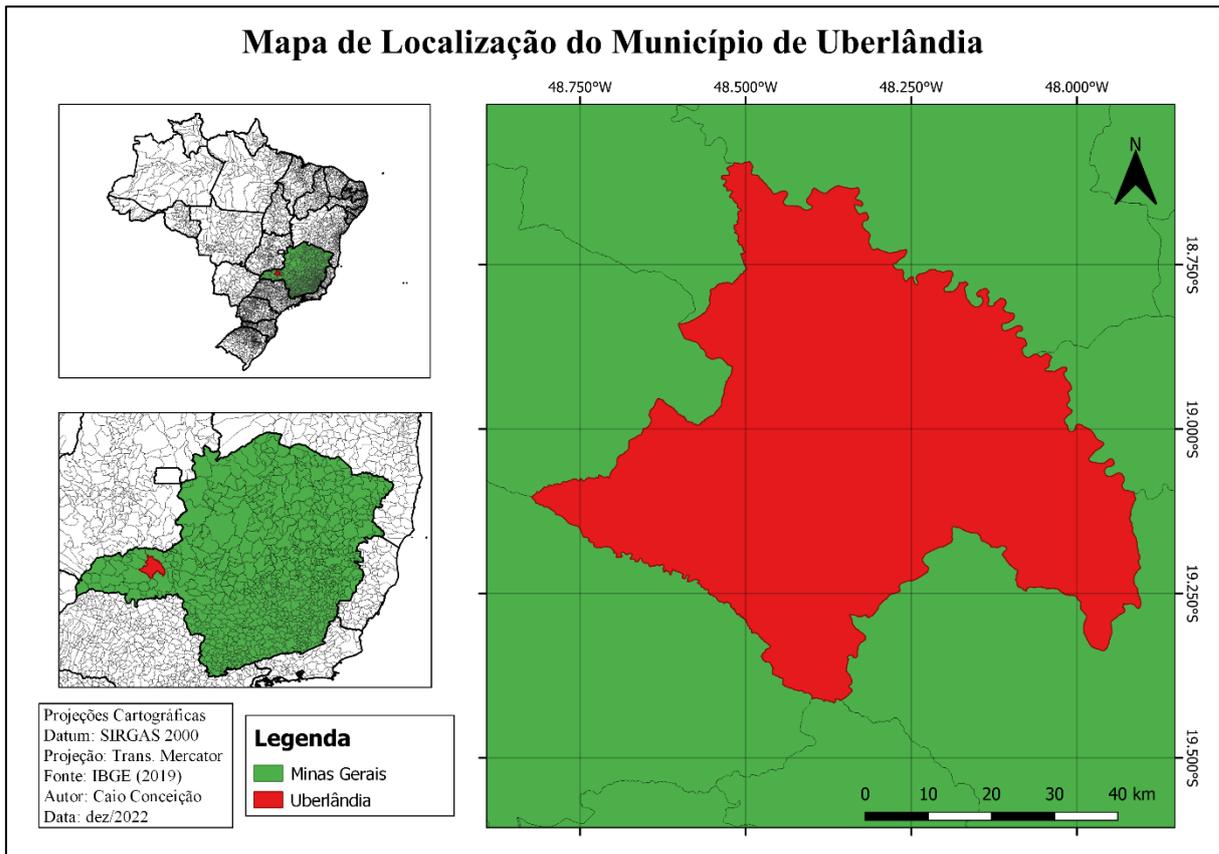
O monitoramento é feito a partir de satélites, geoestacionários ou não, que observam a terra com sensores capazes de enxergar além da faixa visível ao olho humano (comprimentos de onda de 0,38 a 0,74 micrômetros, “ μm ”), observando através do infravermelho (075 a 1000 μm) a quantidade de energia emitida pelos focos de queimadas. Algoritmos utilizam das leis de Wien de 1839, Stefan- Boltzman de 1894 e de Plank de 1900, para relacionar a energia emitida nas queimadas com a sua temperatura em graus Kelvin (INPE, 2020).

Os satélites possuem diferentes bandas espectrais, sendo que cada banda é a informação obtida por um sensor capaz de enxergar em um determinado comprimento de onda dentro do espectro eletromagnético. A junção e sobreposição de diferentes bandas permite o cálculo do NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), um índice que realça características como biomassa, superfície foliar, saúde vegetal, exposição do solo, evolução do cultivo, etc. (ALBUQUERQUE; RIBEIRO; SALES, 2019).

3.5 Uberlândia

O município de Uberlândia está localizado na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, à sudoeste do estado de Minas Gerais, Figura 2. Apresenta uma área territorial segundo o IBGE de 4.115,206 km² e uma população estimada em 706.597 habitantes sendo a 2º maior população do estado. Tem coordenadas geográficas 18° 55’ 23’’Sul e 48° 17’ 19’’ Oeste e altitude média de 865 metros (IBGE 2021).

Figura 2: Mapa de localização do município de Uberlândia.

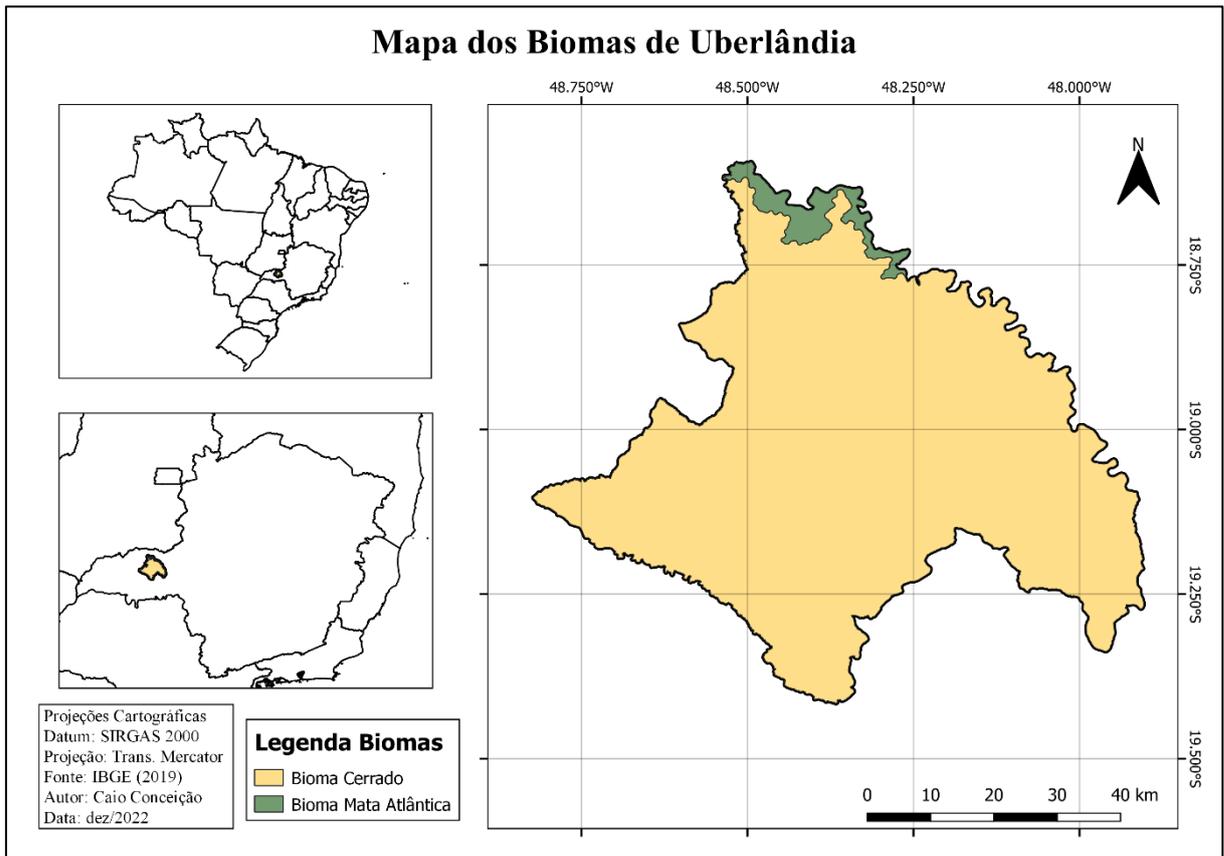


Fonte: Autor (2022)

Segundo dados da Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-SISEMA), o município de Uberlândia está localizado no bioma Cerrado e apresenta uma pequena porção na sua região norte com presença de Mata Atlântica, ocupando cerca de 3% da área do município (Figura 3). Sua bacia hidrográfica é a do Rio Paranaíba e seu principal curso d'água é o Rio Uberabinha que atravessa todo território do município e deságua no Rio Araguari (IDE-SISEMA, 2022).

O solo no município de Uberlândia é composto majoritariamente pelo latossolo vermelho distrófico, porém se observa em pequenas frações pelo município a presença de cambissolo háplico Tb eutrófico, gleissolo melânico Tb distrófico, agrissolo vermelho-amarelo eutrófico, latossolo vermelho eutrófico e latossolo vermelho-amarelo distrófico (UFV *et al.*, 2010).

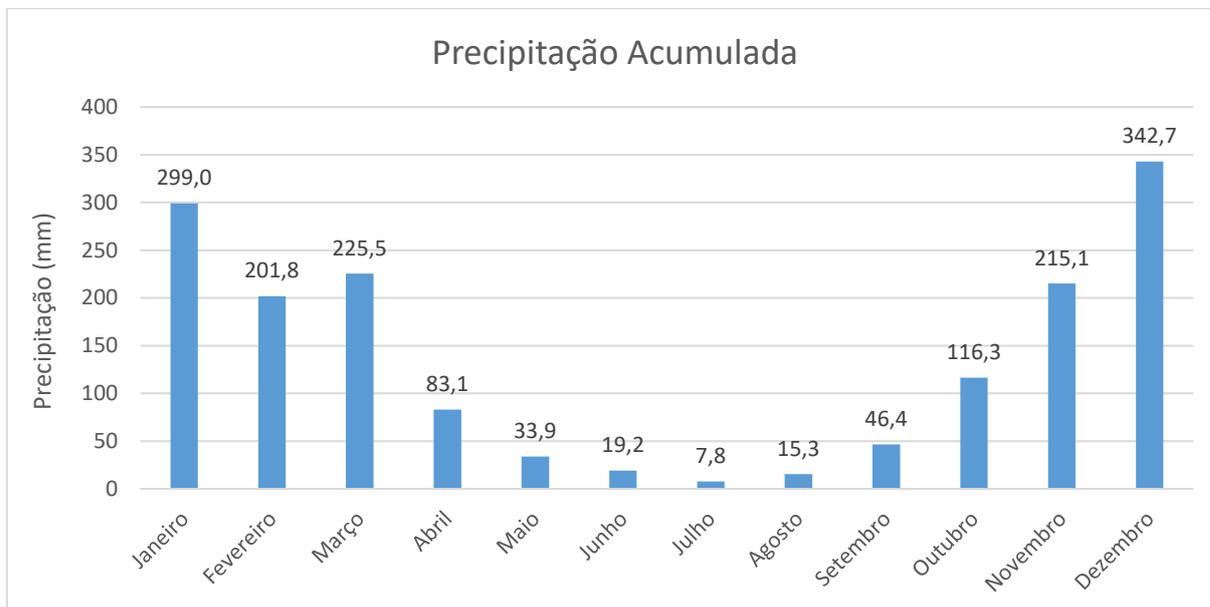
Figura 3: Mapa dos biomas no município de Uberlândia.



Fonte: Autor (2022).

A região apresenta clima tropical semiúmido com dois períodos bem definidos, seco e chuvoso. Os meses que compreende o período chuvoso vão de outubro a março e o período seco se estende de abril a setembro, conforme Figura 4. A temperatura média anual é de 22,6°C e a precipitação acumulada anual média é de 1.606 milímetros (PETRUCCI, 2018).

Figura 4: Normal climatológica entre os anos de 1981 e 2010 para o município de Uberlândia – MG.

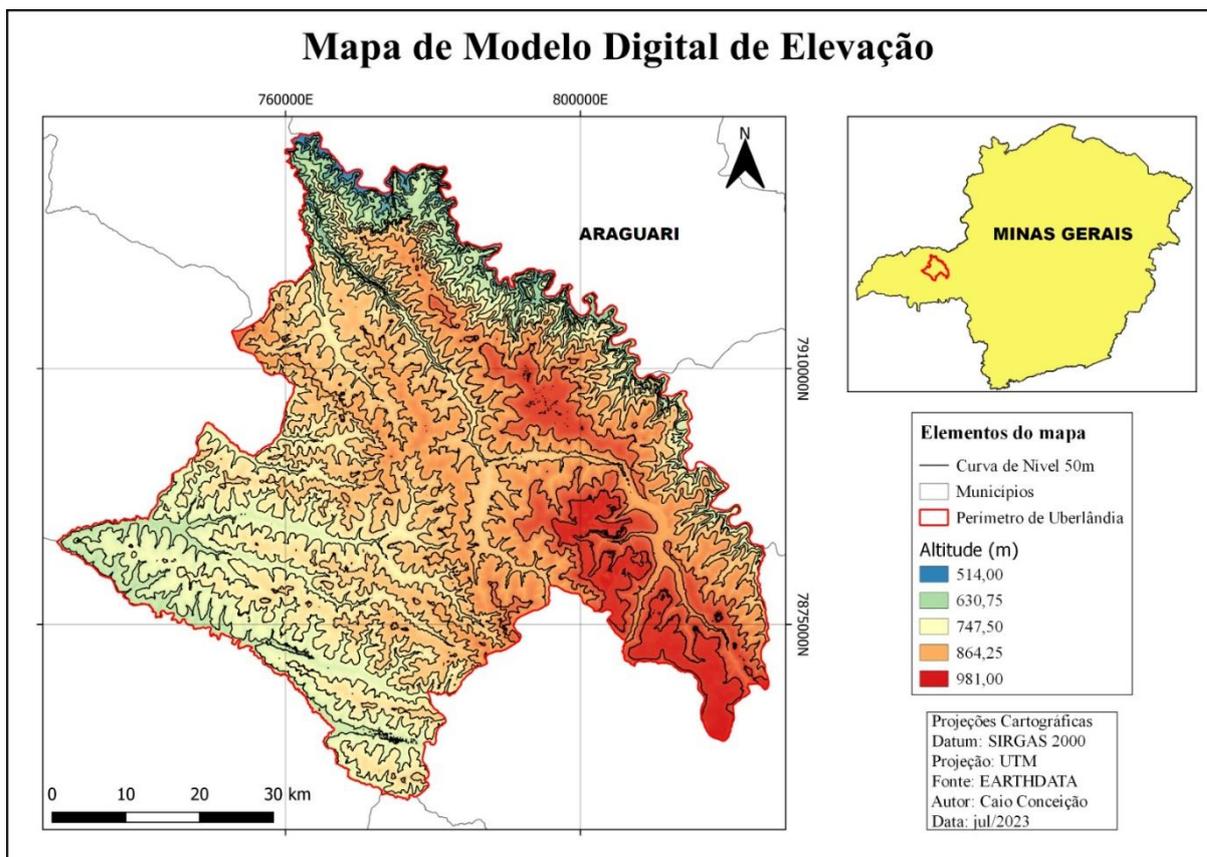


Fonte: INMET (2023)

O município de Uberlândia apresenta altitude máxima de 981 metros e mínima de 514 metros. A região com maior elevação está localizada na parcela central e sudeste do município com altitudes maiores que 747 metros, região que também apresenta grandes áreas planas. A parcela sudoeste tem altitude inferior a 747 e apresenta uma menor quantidade de regiões planas em comparação a região sudeste.

Observa-se na Figura 5 que ao se aproximar da fronteira do município entre Uberlândia e Araguari – MG, na porção nordeste, ocorre uma grande queda de altitude em pouco espaço, sendo uma região montanhosa e de grande declive chegando ao mínimo observado no município de 514 metros. Essa declividade é causada pela proximidade do Rio Araguari que corre no fundo do vale, sendo o marco físico da divisa entre os municípios.

Figura 5: Mapa de elevação do município de Uberlândia-MG.



Fonte: Autor (2023).

4 METODOLOGIA

4.1 Fonte de dados

O presente trabalho utilizou dados de acesso livre na internet por três sítios eletrônicos (Quadro 1). A partir dos produtos disponibilizados pelo IBGE foram obtidos dados da malha urbana do Brasil, biomas, focos de queimadas e informações de uso e ocupação do solo.

A partir da base de dados do MapBiomias, que utiliza imagens do satélite Landsat com resolução espacial de 30 metros para criação de um mosaico que cobre todo o Brasil, obteve-se produtos de uso e ocupação do solo e mapa de transição dos últimos 36 anos (1985 a 2021) lançado no mês de agosto de 2022 (MAPBIOMAS, 2022).

Utilizando dados do Programa de Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), obteve-se informações sobre os focos de queimadas em todo o Brasil, como frequência, data de ocorrência, localização georreferenciada e intensidade. Vale ressaltar que o sensor presente no satélite de referência utilizado no programa do INPE, apresenta uma

limitação espacial para detecção de FQ, captando somente FQ maiores do que 30 m² de área (DE ALMEIDA ABREU; DO SOCORRO AGUIAR SOUZA, 2016).

Quadro 1: Descrição da fonte, tipo e formato de dados utilizados.

Base de dados	Dados	Formato
IBGE	Divisão da malha urbana e biomas / Dados analíticos	Shapefile / Excel
MapBiomas	Mapas / Dados analíticos / Imagens de satélite	Shapefile / Excel / TIF
INPE	Dados vetoriais / Dados analíticos	Shapefile / Excel

Fonte: Autor (2022)

4.2 Tratamento de dados

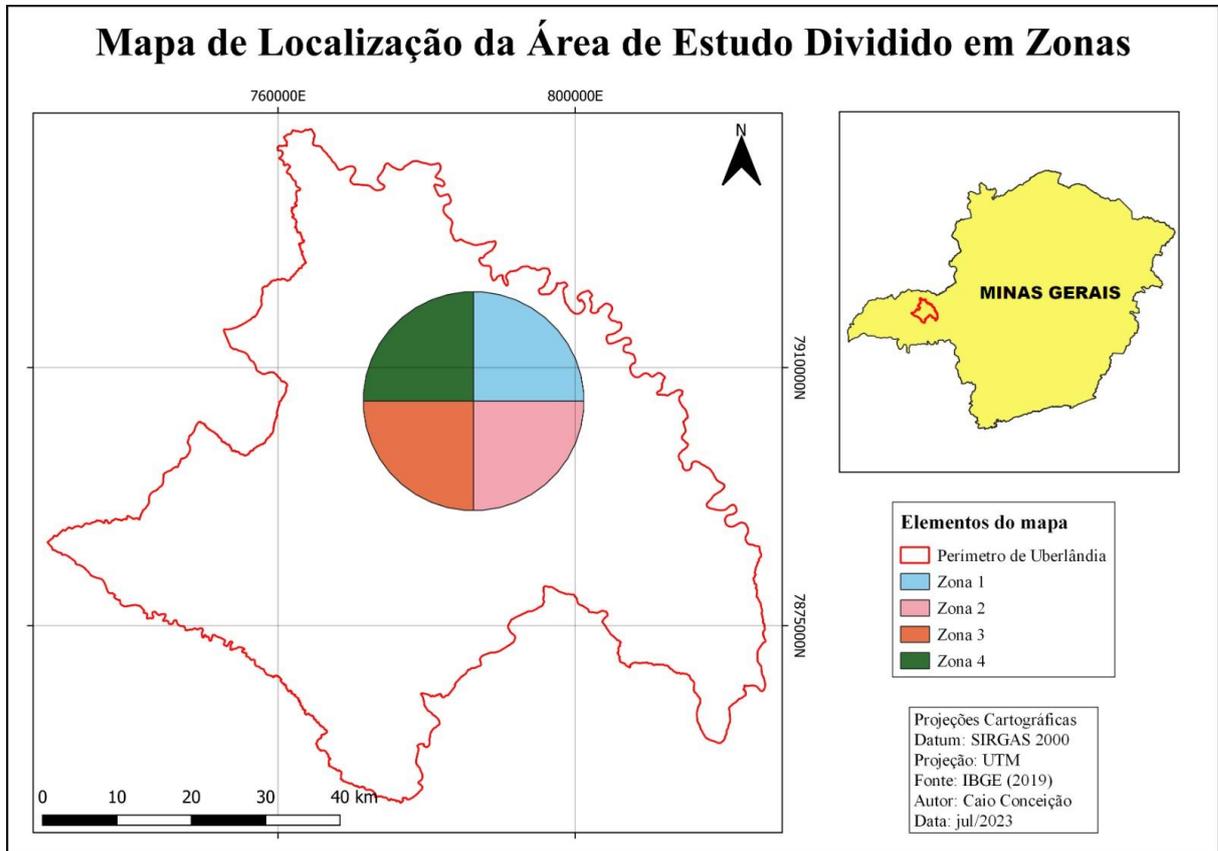
Foram utilizados os *softwares QGIS* para realizar o geoprocessamento e *Microsoft Excel* para análises estatísticas. Observa-se na Figura 7 as etapas metodológicas realizadas neste estudo.

A partir de registros históricos da cidade, encontrados de forma digital no portal virtual da Prefeitura de Uberlândia, foram obtidas informações sobre a construção e expansão da cidade desde a sua fundação. O texto traz que o ponto de partida do desenvolvimento da cidade como a conhecemos hoje, se deu na Praça Clarimundo Carneiro, localizada na região central da cidade, 18°55'20,54" S 48°16'53,15" O. A partir desse ponto, a cidade se desenvolveu de forma planejada, se expandindo principalmente nas direções norte e leste, onde naquela época se localizava a antiga ferrovia que passada pela cidade (LOPES, 2017).

Como forma de criar uma área de estudo que compreendesse todo o perímetro urbano e a as áreas em expansão da mancha urbana, criou-se uma circunferência com raio aproximado de 15 quilômetros, partindo do ponto central anteriormente definido na Praça Clarimundo Carneiro até o bairro Morada Nova, na região sudoeste da cidade, sendo a última área construída dentro da mancha urbana. Com a circunferência criada totalizando 690 km², dividiu-se a circunferência em 4 áreas iguais (172 km² cada) denominadas neste estudo como zonas, a zona 1 (Z1) se sobrepôs sobre a região nordeste da cidade; A zona 2 (Z2) sobre a região sudeste,

zona 3 (Z3) sobre a região sudoeste e zona 4 (Z4) sobre a região noroeste da cidade, como esquematizado na Figura 6.

Figura 6: Mapa de localização da área de estudo dividida em zonas.



A partir dos mapas de uso e ocupação do solo obtidos através do MapBiomas, de diferentes coleções entre os anos de 2001 e 2021, calculou-se no *software QGIS* a área ocupada de cada classe de uso e ocupação do solo no município de Uberlândia entre os anos, calculando também as diferenças e transformações ocorridas. As definições de cada classe que representa o tipo de uso do solo estão dispostas no Quadro 2, que traz a definição das 16 classes e subclasses observadas em todo o município de Uberlândia como demonstrado na Figura 8 (MAPBIOMAS, 2022).

Quadro 2: Classes e subclasses de uso e ocupação do solo encontradas no município de Uberlândia.

Classes	Subclasses	Definições
Agropecuária	Silvicultura (monocultura)	Espécies arbóreas plantadas para fins comerciais (ex. pinus, eucalipto, araucária).
	Cana	Áreas cultivadas com a cultura da cana-de-açúcar.
	Café	Áreas cultivadas com a cultura do café.
	Mosaico de Usos	Áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura.
	Outras Lavouras Temporárias	Áreas ocupadas com cultivos agrícolas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a colheita necessitam de novo plantio para produzir.
	Citrus	Áreas cultivadas com a cultura do citrus.
Área Antrópica	Áreas urbanizadas	Áreas com significativa densidade de edificações e vias, incluindo áreas livres de construções e infraestrutura.
	Outras áreas não vegetadas	Áreas de superfícies não permeáveis (infraestrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em suas classes e regiões de solo exposto em área natural ou em áreas de cultura em entressafra.

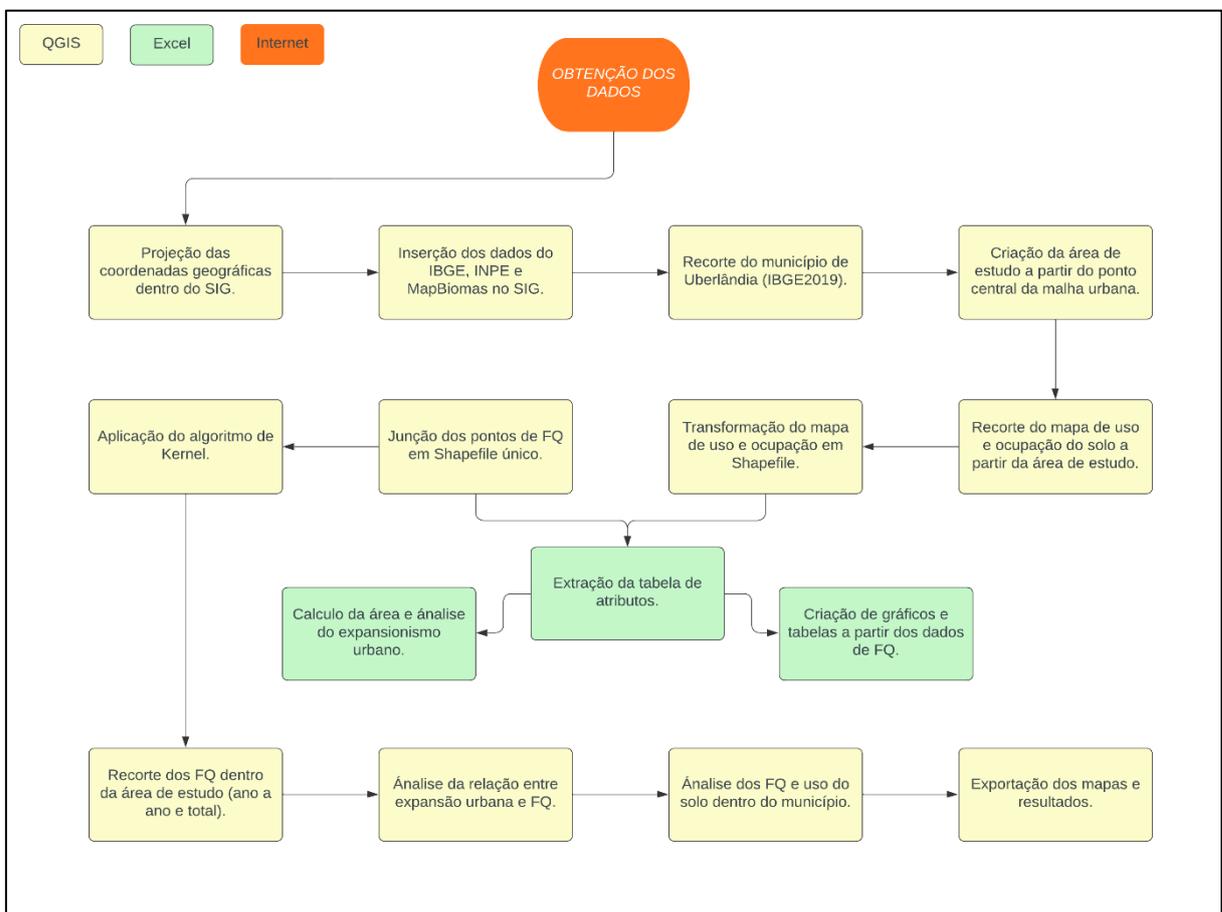
Corpo Hídrico	Rios	Rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água
Floresta	Formação florestal (cerrado).	Formações savânicas com estratos arbóreo e arbustivo-herbáceos definidos (Cerrado Sentido Restrito: Cerrado denso, Cerrado típico, Cerrado ralo e Cerrado rupestre).
Formação Natural não Florestal	Campos alagados e áreas pantanosas	Vegetação com predomínio de estrato herbáceo sujeita ao alagamento sazonal (ex. Campo Úmido) ou sobre influência fluvial/lacustre (ex. Brejo). Em algumas regiões a matriz herbácea ocorre associada às espécies arbóreas de formação savânica (ex. Parque de Cerrado) ou de palmeiras (Vereda, Palmeiral).
	Formação campestre	Formações campestres com predominância de estrato herbáceo (campo sujo, campo limpo e campo rupestre) e algumas áreas de formações savânicas como o Cerrado rupestre.
Pastagem	Pastagem	Área de pastagem, predominantemente plantadas, vinculadas a atividade agropecuária. As áreas de pastagem natural são predominantemente classificadas como formação campestre que podem ou não ser pastejadas

Com o objetivo de relacionar os FQ com o expansionismo urbano, utilizou-se os pontos extraídos do INPE para observar relações entre a malha urbana e a concentração dos FQ. Realizou-se um geoprocessamento com os dados de localização dos FQ de cada ano, que foram submetidos ao algoritmo de Kernel como método estatístico da estimativa da densidade para obtenção da concentração dos FQ. Os mapas de calor, ou mapas de Kernel, observam a proximidade entre os pontos para se criar de maneira visual e gráfica a densidade ou concentração do seu objeto de estudo dentro de um espaço vetorial (X,Y).

A partir das etapas de geoprocessamento, extraiu-se as tabelas de atributos, que continham as informações necessárias para as análises críticas. Utilizou-se o *Excel* para criação de gráficos e tabelas das informações recolhidas

Com a informação anual dos FQ e área urbana dentro dos diferentes setores da cidade, foi possível analisar a relação e evolução ano a ano do número de FQ, a área acrescida anualmente dentro da mancha urbana, a frequência anual e mensal das queimadas, locais com maior incidência e a relação do crescimento urbano com os FQ.

Figura 7: Fluxograma das etapas de análise e geoprocessamento do estudo.



5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Uso e ocupação do solo

5.1.1 Município de Uberlândia

Ao realizar a transformação dos arquivos vetoriais em raster, originados da coleção 7 do MapBiomass, que analisou o uso e ocupação do solo de todo o Brasil no ano de 2021, foi possível calcular a área que cada uma das classes ocupava dentro do município de Uberlândia. A Tabela 1 traz a área que cada agrupamento de classes descrito na metodologia desse trabalho, ocupava nos anos de 2001 e 2021, além da diferença entre os anos.

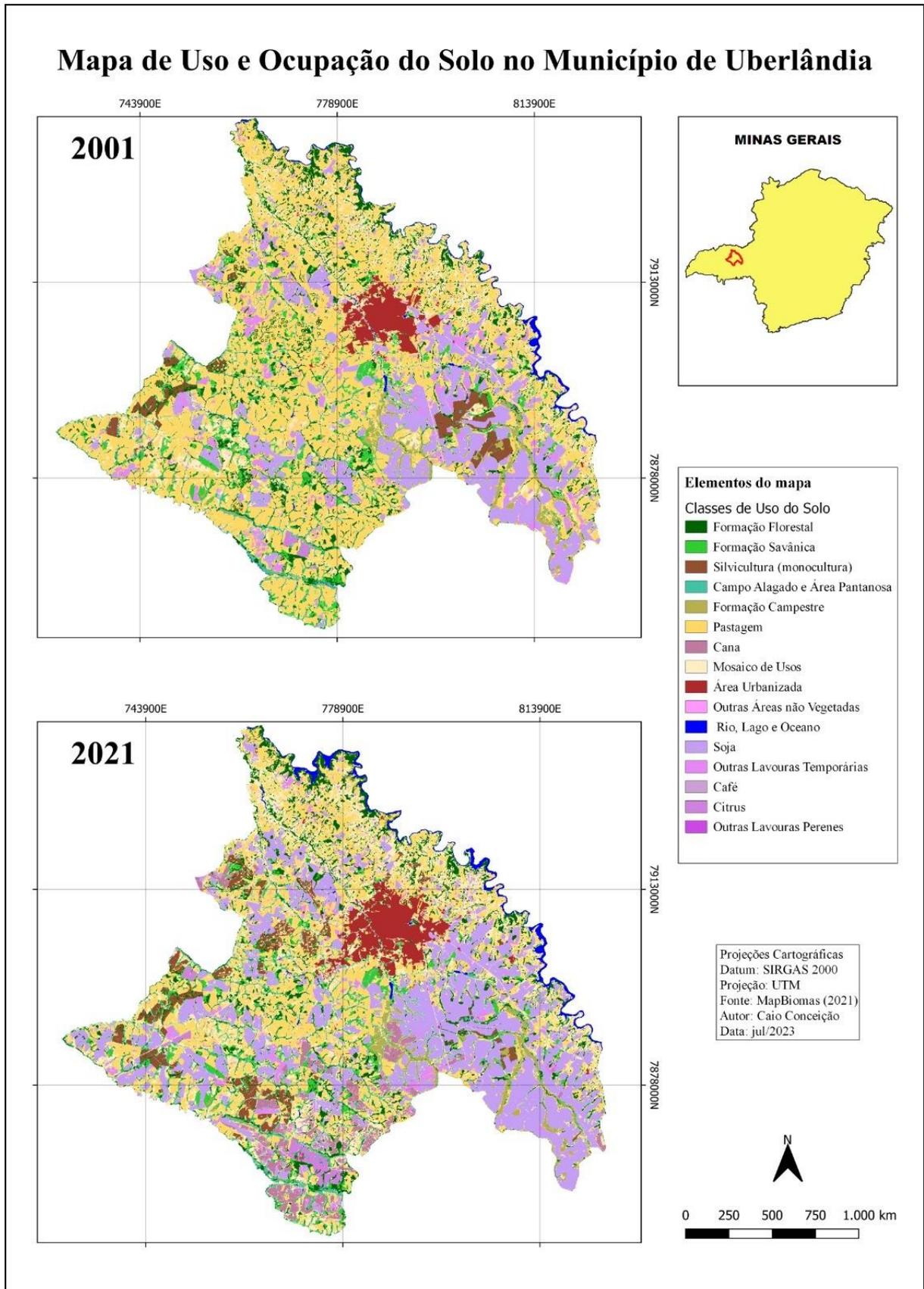
Tabela 1: Áreas das classes de uso e ocupação do solo nos anos de 2001 e 2021 dentro do município de Uberlândia.

Classes	Área em km ²		
	Ano de 2001	Ano de 2021	Diferença
Agropecuária	1337	2141	+803
Área Urbanizada	106	160	+54
Outras Áreas Não Vegetadas	17	10	-7
Corpo Hídrico	42	59	+17
Floresta	573	535	-38
Formação Natural Não Floresta	238	260	+22
Pastagem	1803	951	-853
Total	4116		-

Fonte: Autor (2023)

O município de Uberlândia tem uma área aproximada de 4115 km², dos quais no ano de 2001 apresentava 79% ocupada ou modificado pela ação antrópica com 1803 km² (44%) de pastagem, 1337 km² (32%) ocupados pela classe agropecuária e 106 km² (2,6%) ocupados pela classe área urbanizada dentro do município. Os outros 21% do município estavam divididos entre florestas com 573 km² (14%), formação natural não florestal com 238 km² (6%) e 42 km² (1%) de corpos hídricos.

Figura 8: Uso e ocupação do solo no município de Uberlândia - MG nos anos de 2001 e 2021.



Fonte: Autor (2023).

Entre os anos de 2001 e 2021, pelo menos 890 km² de área foram transformados em áreas de uso alternativo do solo, com a perda/transformação de 853 km² de pastagem e 38 km² de florestas que deram lugar a 804 km² de área ocupada pela classe agropecuária e 54 novos km² de área urbanizada. Observou-se também o crescimento da classe corpo hídrico (Rios, lagos e oceanos) com 17 km² e 22 km² de formação natural não florestal.

O crescimento das áreas ocupadas pela classe corpo hídrico e formação natural não florestal que compreende áreas de brejo e pântanos, está associado a novas áreas de represamento de água em áreas agrícolas para fins de irrigação e dessedentação animal. O represamento dentro do município também está ligado a criação de pequenas centrais hidrelétricas (PCH) e usinas hidrelétricas, como as usinas hidrelétricas Amador Aguiar I e II, ambas construídas em 2006 e localizadas no Rio Araguari, divisa entre o município de Uberlândia e Araguari – MG. Seus reservatórios ocuparam uma área de 18,66 km² e 45,11 km² respectivamente, aumentando assim a área coberta por corpos hídricos dentro do município (Consórcio Capim Branco Energia (2023)).

O crescimento das áreas cultivadas como descrito na Tabela 2, foi observado em trabalhos como de Alves (2021), que analisou a transformação do uso e ocupação do solo para a região de Alfenas – MG, entre os anos de 1988 e 2017. Neste trabalho observou-se o crescimento das áreas ocupadas por *commodities* dentro da região estudada, como café, milho e soja, que tiveram um crescimento de 12,4%, 31,5% e 1800% respectivamente. Além do crescimento das *commodities*, o estudo também mostrou que as áreas ocupadas por lavouras temporárias como as culturas de batata, mandioca, arroz, etc. tiveram redução de área plantada durante os anos, dando lugar as plantações de *commodities*.

Tabela 2.:Quadro de áreas das subclasses da classe agropecuária nos anos de 2001 e 2021 dentro do município de Uberlândia.

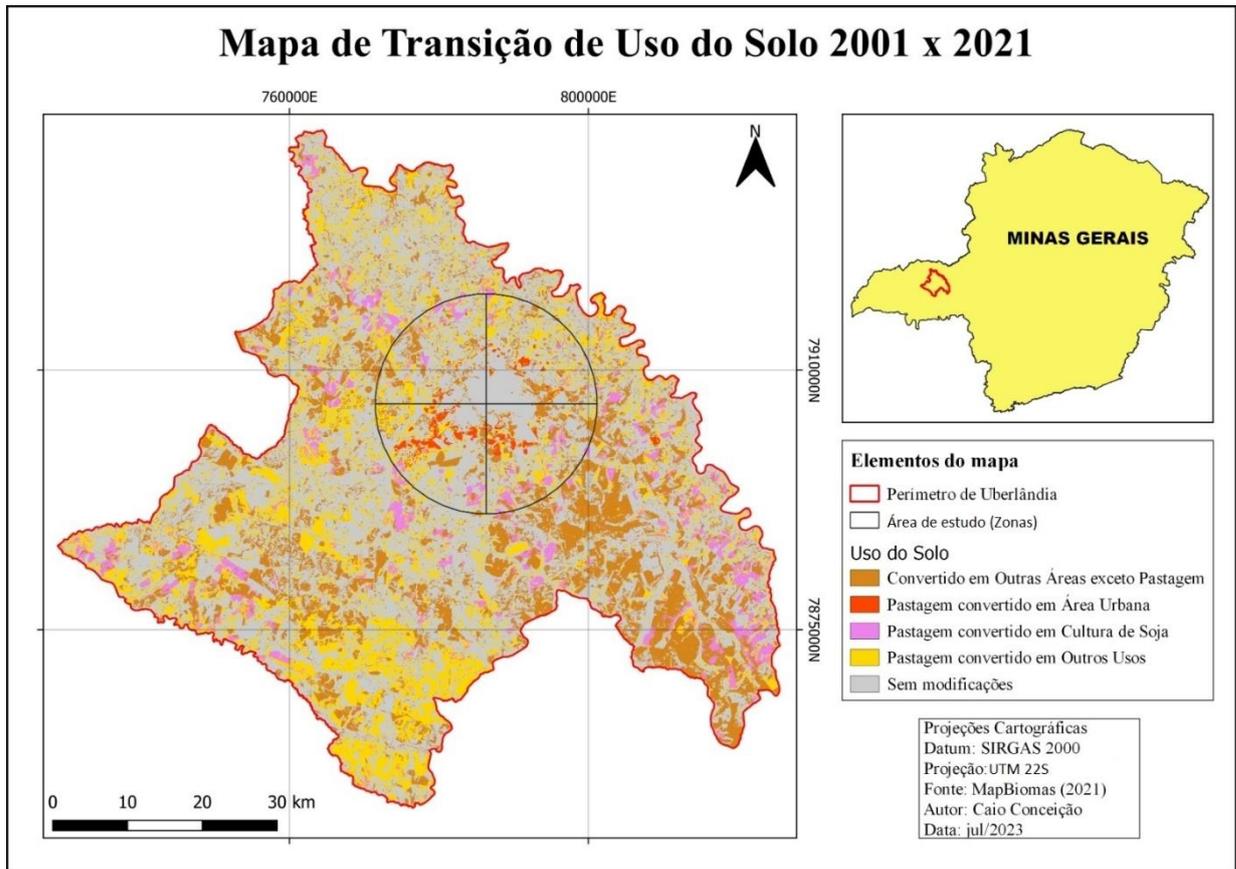
Subclasse	Área em km ²		
	Ano de 2001	Ano de 2021	Diferença
Café	1	2	+1
Cana	0	133	+133
Citrus	9	35	+26
Mosaico de Usos	529	779	+250
Outras Lavouras Temporárias	149	98	-50
Silvicultura (monocultura)	83	142	+59
Soja	572	956	+383
Total	1337	2141	+803

Fonte: Autor (2023)

A classe agropecuária como um todo apresentou um crescimento de 60% da sua área original no período analisado, esse crescimento está associado a transformação da área anteriormente ocupada por pastagem em áreas de cultivos, como a soja, que cresceu 383 km² no período, um crescimento de 67% da sua área cultivada. Além da soja, todas as outras culturas tiveram crescimento no município. Em média se teve o crescimento de 3% ao ano da classe agropecuária, com o acréscimo de 123 km² por ano de área cultivada ou ocupadas por mosaico de usos diversos.

A Figura 9 mostra os locais onde ocorreram transformações de uso do solo entre o ano de 2001 e 2021, destacando em amarelo as áreas que inicialmente no ano de 2001 eram ocupadas por pastagem e tiveram outro uso no ano de 2021, como em vermelho onde destaca-se as áreas que se tornaram área urbana a partir de áreas ocupadas por pastagem inicialmente e as áreas em roxo que também eram ocupadas por pastagem, mas se tornaram cultivo de soja. As áreas em laranja representam outras transformações ocorridas não envolvendo áreas de pastagem e em cinza são áreas que mantiveram o uso do solo entre os anos.

Figura 9: Mapa de transição entre o ano de 2001 e 2021 para o município de Uberlândia - MG.



Fonte: Autor (2023).

Nota-se uma grande transformação de áreas anteriormente ocupadas por pastagem na região sudoeste do município (áreas em amarelo), e que em 2021 foram ocupadas principalmente por plantações de citros, silvicultura e cana-de-açúcar. Além disso, a porção sudeste do município apresenta uma menor transformação a partir da classe pastagem, mas sim transformações a partir de outros usos (áreas em laranja) como, áreas anteriormente ocupadas por mosaicos de uso e lavouras temporárias que deram lugar a plantações de soja, cultura que ocupa quase que totalmente a região sudeste do município, Figura 8.

Levando em consideração o crescimento e transformação do solo ocorrido entre os anos, o município de Uberlândia apresenta no ano de 2021 uma maior área antrópica ocupada do que em 2001, com o crescimento da classe agropecuária ocupando o equivalente a 52% do município e 4% ocupados pela classe área antrópica (área urbanizada) no ano de 2021, contra 33% e 2,6% respectivamente no ano de 2001.

5.1.2 Área de estudo (zonas)

A partir da área encontrada de cada classe e subclasse dentro das zonas em cada ano analisado, foi possível observar as transformações ocorridas no uso do solo. A Tabela 3 mostra o uso e ocupação do solo dentro da área de estudos e a diferença de área ocorrida entre os anos de 2001 e 2021.

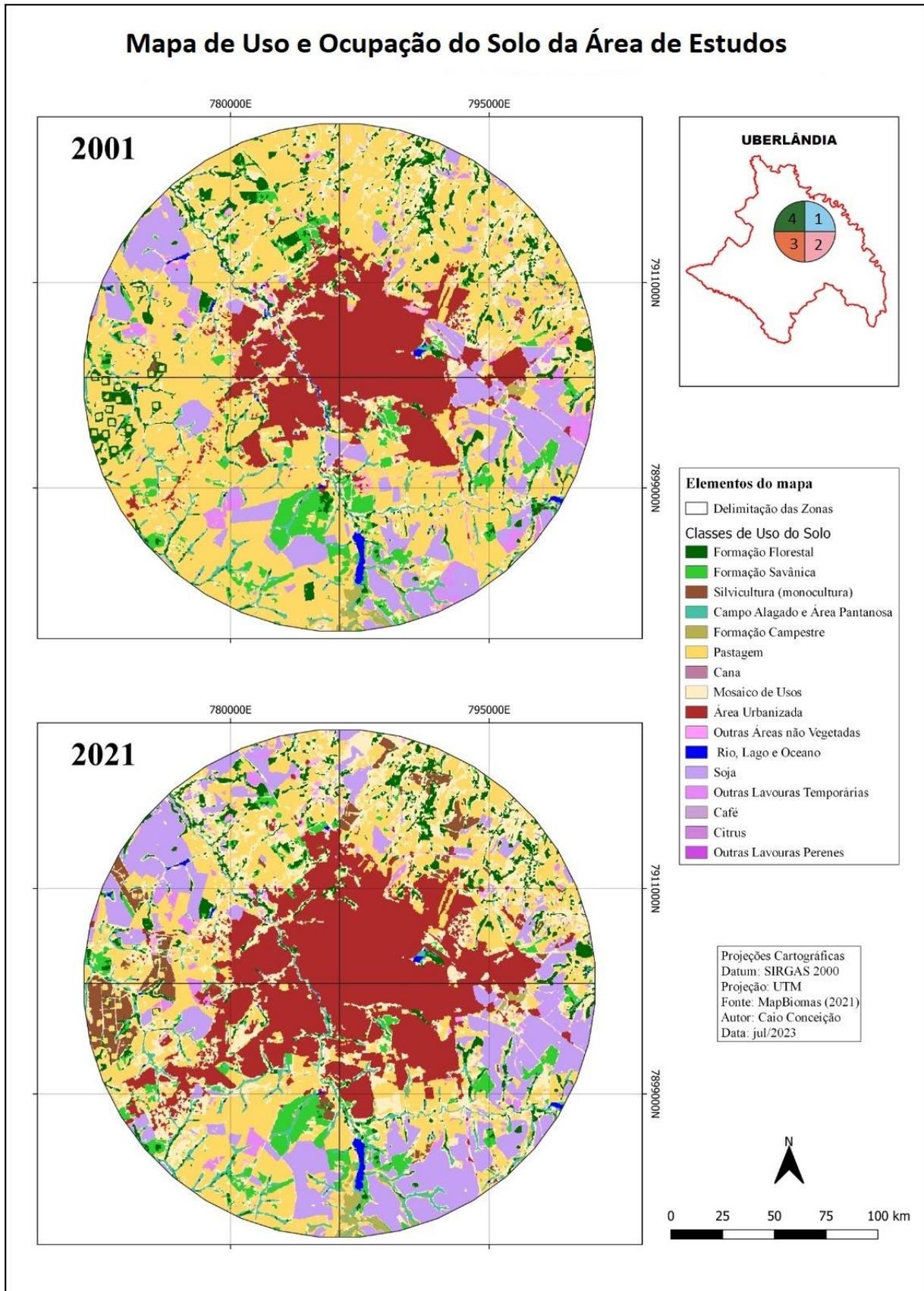
Tabela 3: Quadro de áreas das classes de uso e ocupação do solo nos anos de 2001 e 2021 dentro da área de estudos.

Classes	Área em km ²		
	Ano de 2001	Ano de 2021	Diferença
Agropecuária	174	267	+93
Área Urbanizada	105	157	+52
Outras Áreas Não Vegetadas	7	4	-3
Corpo Hídrico	3	2	-1
Floresta	77	65	-12
Formação Natural Não Floresta	22	26	+3
Pastagem	301	169	-132
Total	690		-

Fonte: Autor (2023)

A partir da Tabela 3 observa-se que todas as classes sofreram alterações de área no período de 2001 a 2021, ao todo, pelo menos 145 km² de solo sofreram transformações nos últimos 20 anos dentro da área de estudo, sendo 133 km² de pastagem, 12 km² de florestas e 1 km² de corpo hídrico que foram transformados em 93 km² de agropecuária, 52 km² de área urbanizada e 3 km² de formação natural não vegetal.

Figura 10: Uso e ocupação do solo na área de estudos nos anos de 2001 e 2021.



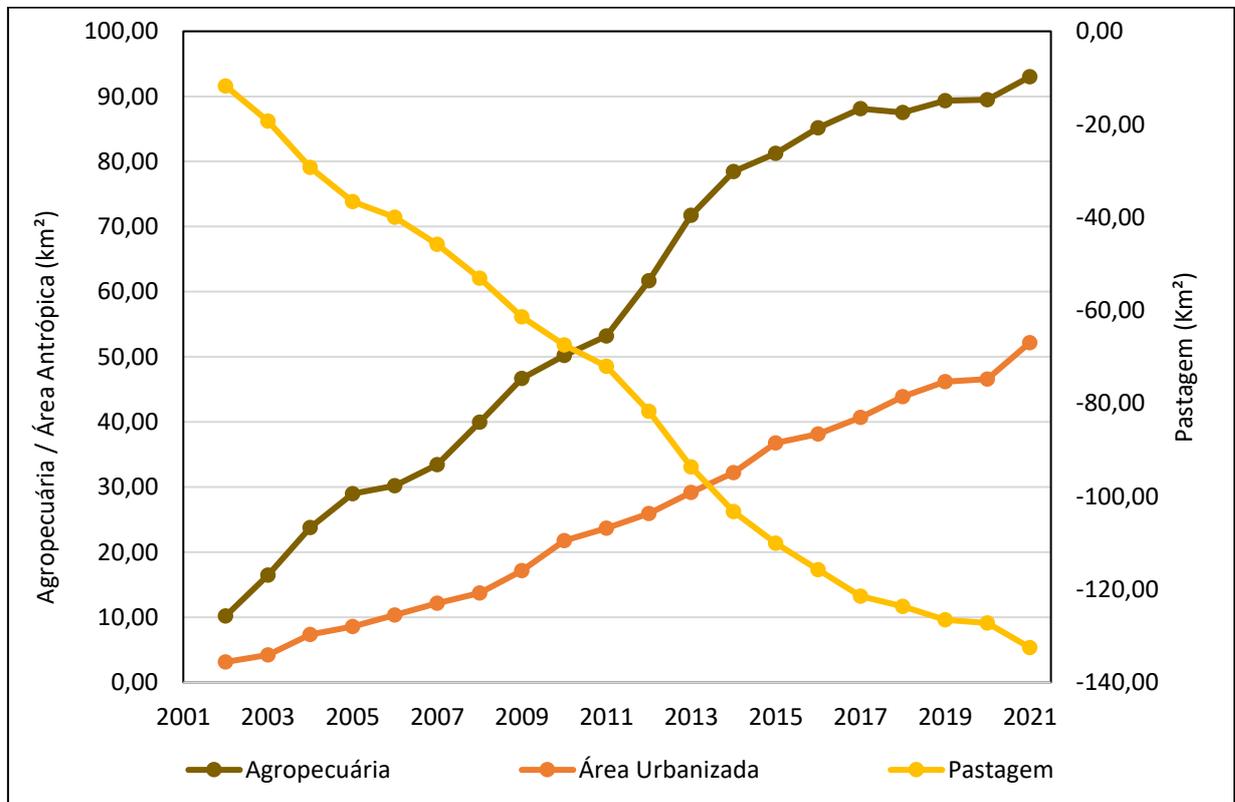
Fonte: Autor (2023).

A transformação do solo a partir de áreas de pastagem é um processo que ocorre em todo o Brasil sendo que na área de estudos teve uma redução de 44% das áreas de pastagem em 20 anos, valores bem acima da média do Brasil, que segundo dados do último censo agropecuário divulgado pelo IBGE em 2019, entre os anos 2006 e 2017 o Brasil teve uma redução de 17,89% das áreas de pastagem, e dentro da região sudeste, onde o município de Uberlândia está inserido, a redução foi de 26,67% (IBGE, 2019).

A Figura 11 mostra a variação de área acumulada desde o ano de 2001 até 2021 para as classes de pastagem, agropecuária e área urbanizada. É possível observar que a pastagem vem decrescendo de forma constante anualmente, com uma perda de 133 km² em 20 anos, resultando em uma taxa média aproximada de 6,7 km² ou 670 ha ao ano.

É provável que a transformação da pastagem em regiões de cerrado, além de ser um processo que vem ocorrendo em todo o Brasil devido a sua grande extensão e presença, é influenciada pela facilidade de suas áreas já estarem “limpas” sem grandes formações florestais em seu interior, típicas de áreas de pastagem deste bioma na região, o que a torna atrativa para novas configurações de usos.

Figura 11: Evolução temporal do uso do solo das classes pastagem, agropecuária e área antrópica dentro da área de estudos.



Fonte: Autor (2023)

Nota-se que a classe agropecuária e a classe área urbanizada tiveram crescimento proporcional ao decréscimo da classe pastagem, com uma taxa de crescimento de 5 e 2 km² ao ano respectivamente, totalizando um crescimento de 7 km² por ano, equivalente a taxa de transformação da pastagem. Vale ressaltar que a área de agropecuária teve um crescimento 1,9 vezes maior ao crescimento da área urbanizada.

Essa maior taxa de crescimento para as áreas de agropecuária pode ser justificada pela proximidade com o centro urbano, que primeiro transforma as pastagens ao seu redor em lavouras e áreas produtivas para atender a demanda da população da cidade e posteriormente transforma as mesmas áreas produtivas em áreas urbanas, à medida que a cidade se expande. Fatores como acesso a mercados, demanda por alimentos frescos, infraestrutura e mão de obra disponível, facilitam a produção e escoamento agrícola e agropecuária, tornando as áreas próximas a centros urbanos mais atrativas para os agricultores e pecuaristas (FREDERICO, 2011).

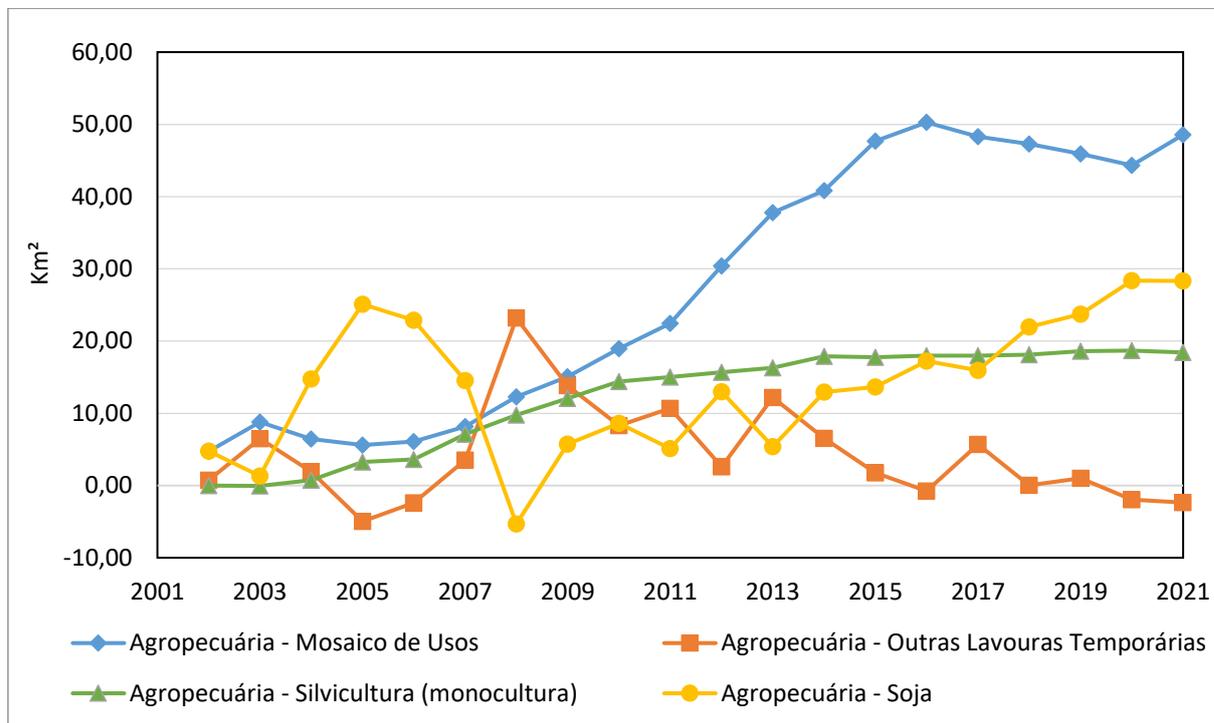
Apesar da constância na redução da pastagem e crescimento das outras duas classes, observa-se que entre os anos de 2020 e 2021, ocorreu um crescimento acentuado das áreas antrópica e de agropecuária, bem como uma aceleração na redução da pastagem.

Essa aceleração pode estar associada a pandemia da COVID-19, que assolou todos os países entre os anos de 2020 e 2023, onde a adoção generalizada do trabalho remoto durante a pandemia permitiu que muitas pessoas vivessem em áreas afastadas das cidades, aproveitando a flexibilidade geográfica o que aqueceu o setor imobiliário em algumas cidades e levou pessoas a procurarem uma vida mais saudável com alimentos frescos e sem agrotóxicos, criando a necessidade de fazendas e plantações próximas a cidades (SATHLER; LEIVA, 2022).

A Figura 12 mostra melhor a variação de área ocupada ao longo do período analisado dentro da classe de agropecuária, que é dividida entre as subclasses, mosaico de usos, lavouras temporárias, silvicultura e soja. Dentro da classe agropecuária, dos 93 km² novos de área, 28 km² foram ocupados por plantações de soja, 18 km² por silvicultura e 49 km² ocupados com mosaicos de usos diversos, que representam áreas de transição como loteamentos e solo exposto para plantio.

Ao todo, a subclasse do mosaico de uso diversos saiu de uma área ocupada em 2001 de 87 km² para uma área de 136 km² em 2021, um crescimento de 56% em sua área original. Já as subclasses da soja e outras lavouras temporárias apresentavam em 2001 uma área de 75 e 12 km² respectivamente, chegando em 2021 a uma área de 103 e 10 km², um crescimento de 38% na subclasse da soja e redução de 20% na subclasse de outras lavouras temporárias.

Figura 12: Gráfico da variação acumulada de área de uso e ocupação do solo dentro das subclasses da agropecuária.

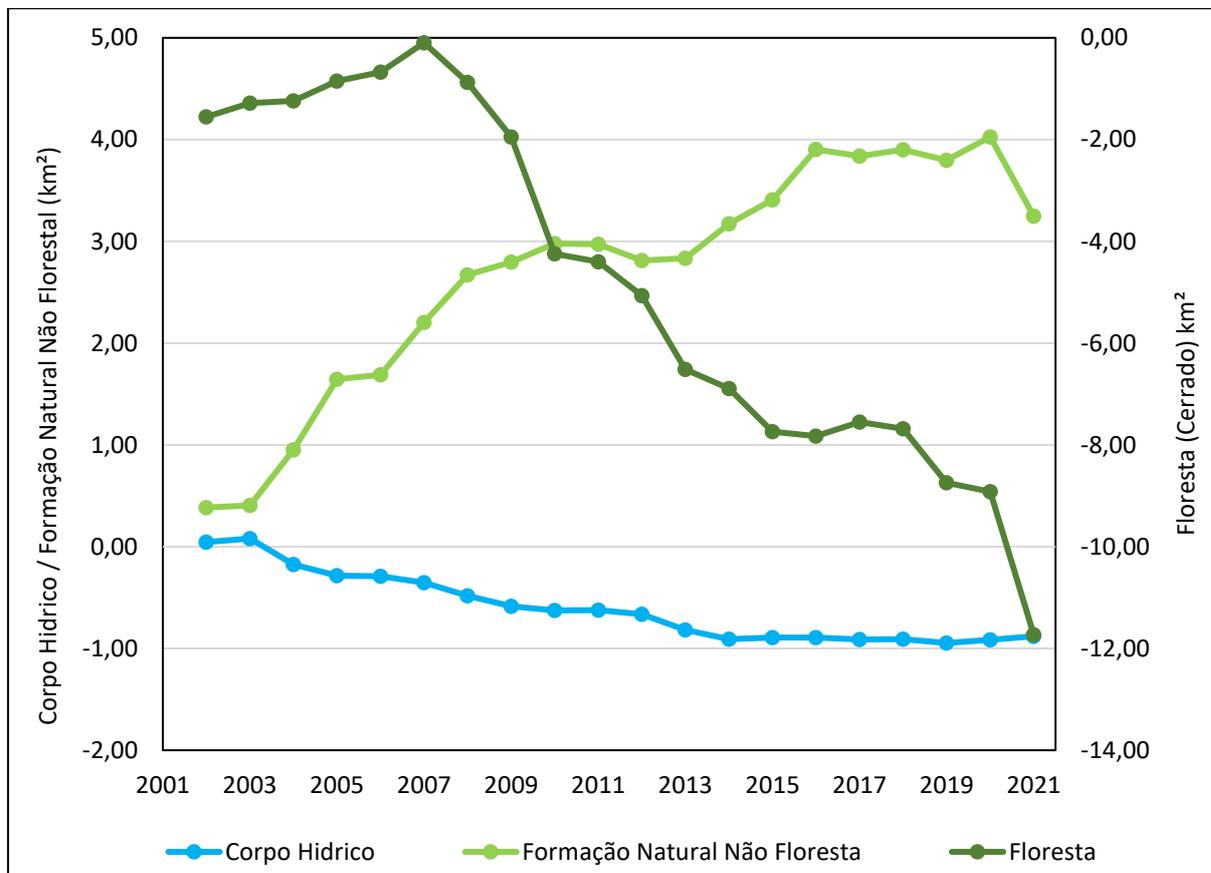


Fonte: Autor (2023)

Vale ressaltar que a subclasse silvicultura apresentava no ano de 2001 apenas 0,47 km² de área ocupada dentro da área de estudos. Durante o período analisado a subclasse silvicultura teve um crescimento de 3907 %, chegando a uma área ocupada de 18,42 km² no ano de 2021, sendo a área que teve o maior crescimento percentual dentro todas as classes e subclasse analisadas.

A Figura 12 mostra uma relação entre a área ocupada por soja e a área ocupada por outras lavouras temporárias dentro do perímetro urbano. Essa variação de área inversamente proporcional entre as duas subclasses é influenciada por diversos fatores como o clima, a demanda e solo, mas principalmente pela cultura da soja em si, que por ser uma commodity agrícola amplamente comercializada, pode afetar a demanda e os preços de outras culturas temporárias. Dependendo das condições de mercado, a preferência e a rentabilidade da soja podem influenciar os agricultores a dedicarem mais áreas para o seu cultivo em detrimento de outras culturas temporárias.

Figura 13: Variação acumulada da área de uso do solo das classes de corpo hídrico, formação natural e florestas ao longo dos 20 anos de análise.



Fonte: Autor (2023)

Além das transformações ocorridas nas classes de pastagem, agricultura e área antrópica, observa-se na Figura 13 a variação das classes de corpo hídrico, formação natural não florestal e florestas no perímetro urbano. Dentre as três classes, apenas a formação natural não florestal apresentou crescimento ao final dos 20 anos de análise, passando de 22 para 26 km² entre 2001 e 2021.

As classes de corpo hídrico e floresta tiveram uma redução de 1 km² ou 27% e 12 km² ou 15% respectivamente nos anos analisados, saindo de uma área em 2001 de 3 km² ocupada pela classe de corpo hídrico para uma área de 2 km² em 2021 e a classe de florestas saindo de 77 para 65 km² no ano de 2021.

5.1.3 Análise por zonas

Ao analisar a transformação de uso e ocupação do solo dentro da área de estudos, descrito na subcapítulo **Erro! Fonte de referência não encontrada.** pode-se ver a expansão

urbana da cidade de Uberlândia como um todo. A Tabela 4 nos mostra a transformação do solo ocorrida dentro de cada uma das 4 zonas na área de estudos observadas na Figura 6.

Tabela 4: Quadro de áreas em km² das classes por zona no ano de 2001 e 2021.

Zonas	1		2		3		4	
	2001	2021	2001	2021	2001	2021	2001	2021
Classes (km ²)	2001	2021	2001	2021	2001	2021	2001	2021
Agropecuária	44	62	61	79	26	56	43	71
Área Urbanizada	37	49	23	39	17	35	28	34
Outras Áreas não vegetadas	2	1	2	1	1	0	2	2
Corpo Hídrico	0	0	2	2	0	0	1	0
Floresta	16	17	18	14	22	17	20	17
Formação Natural Não Floresta	1	1	10	12	8	10	3	3
Pastagem	72	43	57	27	97	54	76	45

Fonte: Autor (2023)

A Tabela 4 nos mostra a distribuição do uso do solo dentro das quatro zonas da área de estudos. Pela divisão das zonas não partir do centro da mancha urbana e sim do local historicamente conhecido pelo início do desenvolvimento da cidade, representado na Figura 10 no cruzamento das linhas centrais da circunferência, é possível observar para qual lado a cidade mais se desenvolveu até o ano de 2001 e quais vieram sofrendo maior transformação a partir desse ano.

Com isso, observa-se que no ano de 2001 a parcela que apresentava maior área urbanizada era a zona 1, com 37 km², o que representava 21% da área total da zona, seguidos pelas zonas 4, 2 e 3, com 28, 23 e 17 km² respectivamente. Nota-se que a mancha urbana se desenvolveu até o ano de 2001 principalmente para as regiões norte da área de estudo, representadas pelas zonas 1 e 4, que apresentavam até o início da série histórica as maiores áreas ocupadas pela classe área urbanizada, indicando uma preferência de expansão urbana até o ano de 2001 para essa região norte.

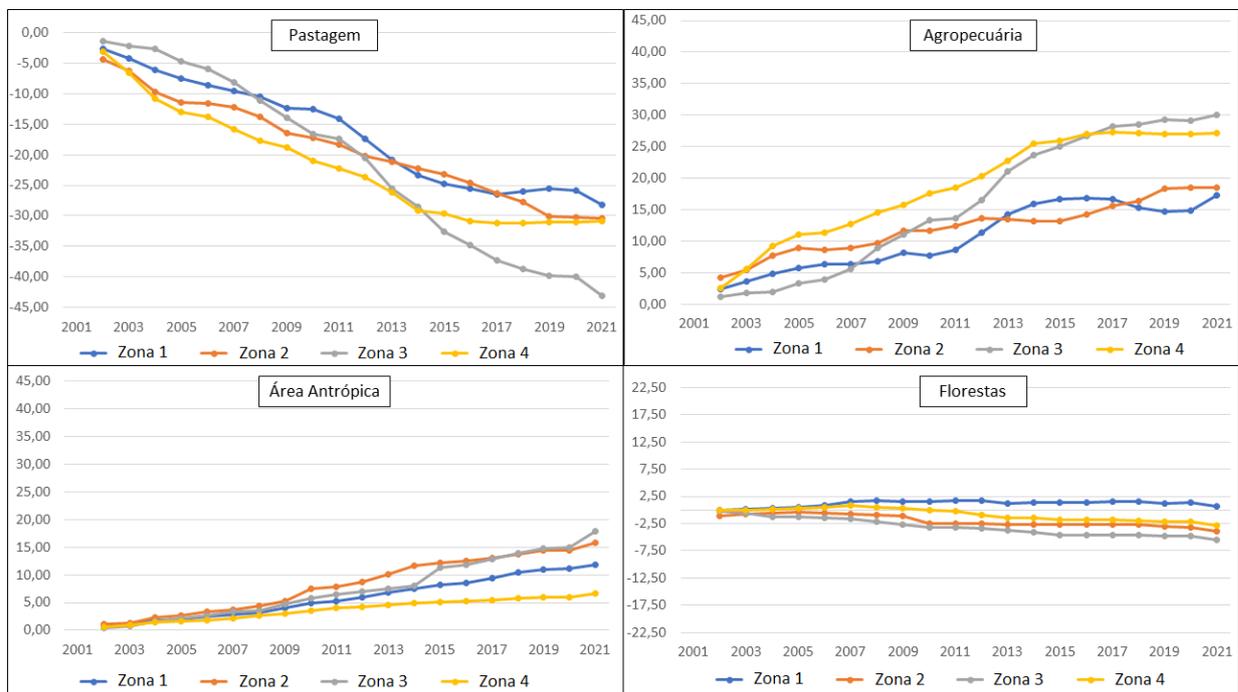
No ano de 2021 a zona 1 continua tendo a maior área ocupada pela classe de área antrópica com 49 km², um crescimento de 32% da classe. Observou-se também crescimento nas demais zonas, com 69% na zona 2, 103% na zona 3 e 24% na zona 4, chegando em 2021 respectivamente com 39, 35 e 34 km² de área urbanizada. Apesar da zona 1 apresentar maior

área antrópica ocupada, a zona 3 apresentou o maior crescimento e expansão da classe área urbanizada dentre todas as zonas, dobrando a sua área original ocupada por esse uso.

A zona 3 no ano de 2001, apresentava apenas 17 km² ocupado pela classe área antrópica, no ano de 2021 essa área cresce para 35 km². Esse elevado crescimento na zona 3 pode estar ligado à sua grande área inicial ocupada por pastagem, que no ano de 2001 ocupava 57% da área total da zona ou 97 km², além disso, fatores como a presença de grandes áreas planas e limpas como pastagem podem ter facilitado e tornado atrativo a expansão para essa área.

Observa-se na Figura 14 que a zona 3 além de maior crescimento de área antrópica, teve também a maior variação de área em todas as principais classes estudadas, com a redução de 43 km² de pastagem e 5,5 km² de florestas que deram lugar a área urbanizada e 30 novos km² de agropecuária. A zona 3 no ano de 2021 ainda é a zona que contém maior área de pastagem, com 57 km² ou 31% dos 172,5 km² da área total, seguida pela zona 4, 1 e 2 com respectivamente 45, 43 e 27 km² de pastagem.

Figura 14: Acúmulo da variação de área (km²) entre os anos de 2001 e 2021, iniciando em 2022 para as classes de pastagem, floresta, área antrópica e agropecuária por zona.



Fonte: Autor (2023)

Entre os anos de 2001 e 2021 a região sul da cidade, compreendida pelas zonas 2 e 3 apresentou um crescimento total de 34 km² da área urbanizada ao passo que a região norte, compreendida pelas zonas 1 e 4 tiveram um crescimento de 19 km². Em comparação observa-

se que a região sul teve um crescimento de área urbanizada 79% maior do que a região norte (zonas 1 e 4).

Analisando as áreas de pastagem, entre os anos de 2001 e 2021, a porção sul (zonas 2 e 3) apresentou uma maior perda de área de pastagem quando comparado com a porção norte (zonas 1 e 4). Isto é, enquanto a porção sul apresentou uma perda de 73 km² de área de pastagem, a porção norte apresentou uma perda de área de 59 km², ou seja, perda de pastagem pelas zonas sul foi aproximadamente 24% maior.

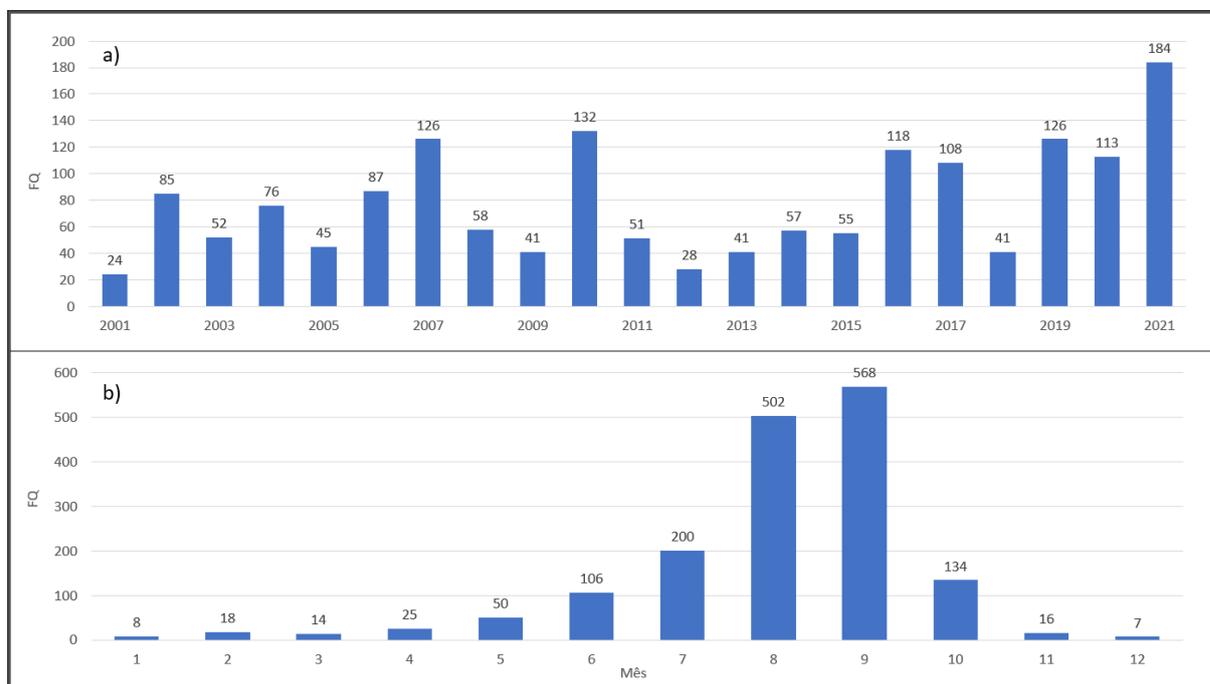
Apesar de apresentar a maior perda da área de pastagem nos últimos anos, as zonas da porção sul deste estudo (zonas 2 e 3) ainda apresentam a maior área de pastagem disponível em seu interior, e devido à relação entre a transformação de pastagem em área urbana e/ou agropecuária, espera-se que a expansão da cidade continue ocorrendo para zona sul devido a maior presença de área de pastagem disponível em seu interior, principalmente na zona 3, que ainda apresenta a maior área de pastagem dentre todas as zonas em 2021.

Estudos que analisaram o uso e ocupação do solo nas cidades de Vilhena – RO e Coronel Fabriciano – MG como descrito nos artigos de Nogueira (2017) e Pereira Horta (2013) respectivamente, também observaram a direta relação entre a transformação dos solos ocupados anteriormente por pastagem, dando lugar a áreas urbanizadas ou usos agropecuários como, plantações e uso diversos, reduzindo a área de pastagem total dos municípios.

5.2 Focos de queimadas (FQ) na área de estudo

A partir dos dados obtidos no INPE, foi possível fazer um levantamento histórico de todos os focos de queimadas entre os anos de 2001 e 2021 no município de Uberlândia. A Figura 15 nos mostra a quantidade acumulada de focos de queimadas (FQ) dentro do município de Uberlândia por ano e por mês.

Figura 15: a) Distribuição dos focos de queimadas (FQ) no município de Uberlândia acumulados entre os anos de 2001 e 2021. b) Distribuição dos focos de queimadas (FQ) no município de Uberlândia acumulados entre os anos de 2001 e 2021 por mês.



Fonte: Autor (2023)

Ao todo, foram observados no município de Uberlândia 1648 FQ entre os anos de 2001 e 2021, o que, em média, corresponde a aproximadamente 82 FQ por ano em todo o município. O ano de 2021 apresentou o maior número de casos dentre toda a série temporal, com 184 FQ observados, valor 124% maior do que a média anual do período. Os anos de 2001 e 2012 foram os anos com as menores ocorrências de FQ com apenas 21 e 24 respectivamente, valor 74 e 70% respectivamente menor do que a média mensal.

O ano de 2010 é o ano com o segundo maior acúmulo de FQ, com 132 casos, valor 61% maior a média mensal do período (82 FQ), esse pico também foi observado em trabalhos que analisaram os FQ no estado de Minas Gerais entre o período analisado. Segundo Mataveli e Chaves (2014) o ano de 2010 apresentou 21.386 FQ, sendo o maior valor da sua série que analisou os FQ entre 2009 e 2012. Encontrado no trabalho da Alvarenga (2022) analisando números de FQ entre 2010 e 2022 para a Mesorregião do Triângulo Mineiro, a maior ocorrência no ano de 2010.

Apesar da não constância dos valores anuais, nota-se uma tendência do aumento de FQ no município de Uberlândia, principalmente nos 6 anos finais da série temporal (2016 a 2021) onde 5 dos 6 anos tiveram valores pelo menos 43% de FQ a mais do que a média de todo o período (2010 a 2021).

O número de focos de queimadas pode variar significativamente de um ano para outro devido a uma série de fatores. Alguns dos principais motivos para a falta de constância nos números de focos de queimadas são as condições climáticas, como temperatura, umidade e vento, que desempenham um papel crucial na propagação e intensidade das queimadas.

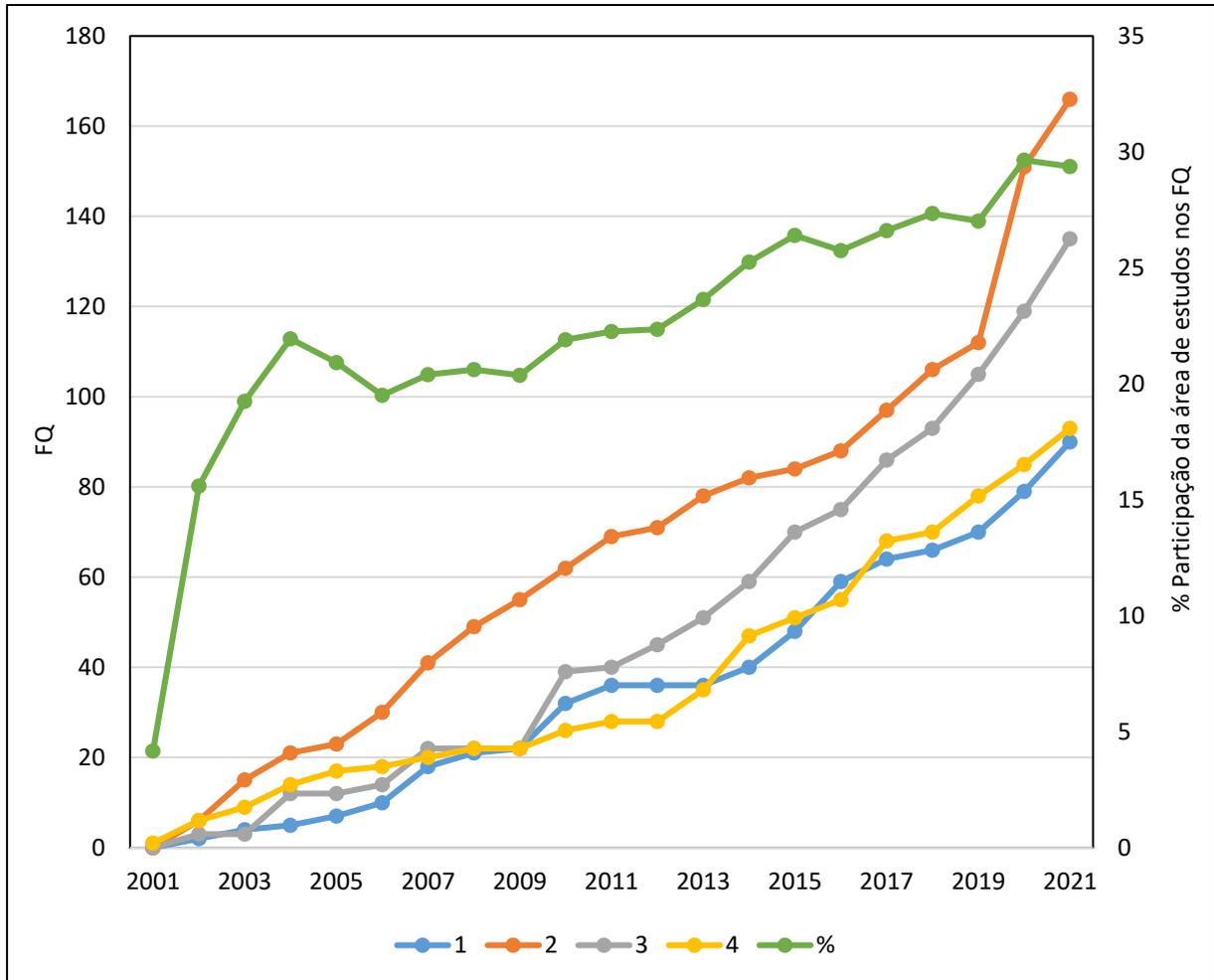
Além desses fatores, a disponibilidade de chuva que afeta diretamente a quantidade de material combustível disponível para queimar e as atividades humanas, como agricultura, desmatamento e queimadas deliberadas, apresentam um impacto significativo no número de focos de queimadas (SANTOS *et al.*, 2019).

Ao observar na Figura 15 a distribuição das queimadas acumuladas por mês, fica evidente uma maior frequência de casos nos meses de agosto e setembro, que sozinhos acumularam 1070 FQ, ou 65% de todos os FQ no município de Uberlândia. Essa concentração está associada, principalmente, às condições climáticas apresentadas durante os meses de agosto e setembro. Conforme a Figura 4 estes são os meses do final da estação seca da região, onde a precipitação média entre os meses de abril a setembro chega a 29 mm/mês, o que torna a vegetação seca e suscetível à incêndios florestais.

Em trabalhos como o do Santos (2019) que analisou a distribuição espaço temporal das queimadas entre os anos de 2003 a 2017 no estado de Minas Gerais, também foi observada a concentração dos FQ entre os meses de agosto a outubro, com o pico no mês de setembro, confirmando a relação dos focos de queimadas com a sazonalidade climática da região.

Observa-se na Figura 16 que dos 1648 FQ ocorridos no município de Uberlândia, 484 ocorreram dentro do perímetro urbano, o que representa aproximadamente 30% de todos os FQ. Vale ressaltar que a área de estudos corresponde a uma área de apenas 17% (690 km²) de todo o município (4.115 km²). Ao normalizar, ou seja, dividir os valores da área de estudos e do município por 10 para reduzir sua magnitude, obtém-se 7 FQ/km² dentro da área de estudos, ao passo que no município de Uberlândia tem-se 3 FQ/km².

Figura 16: Gráfico do acúmulo de focos de queimadas (FQ) na área de estudos distribuído por zona. Participação percentual dos FQ na área de estudos contra o total dos FQ do município (linha verde).



Fonte: Autor (2023)

A participação da área de estudos nos números de FQ veio crescendo ao longo dos anos, saindo 4% no ano de 2001, passando por 22% no ano de 2010 e chegando a uma máxima de 30% no ano de 2020. Nota-se que os anos iniciais foram os anos de crescimento mais acentuados dessa participação, chegando a aproximadamente 20% de participação dos FQ no município em apenas 4 anos (2004).

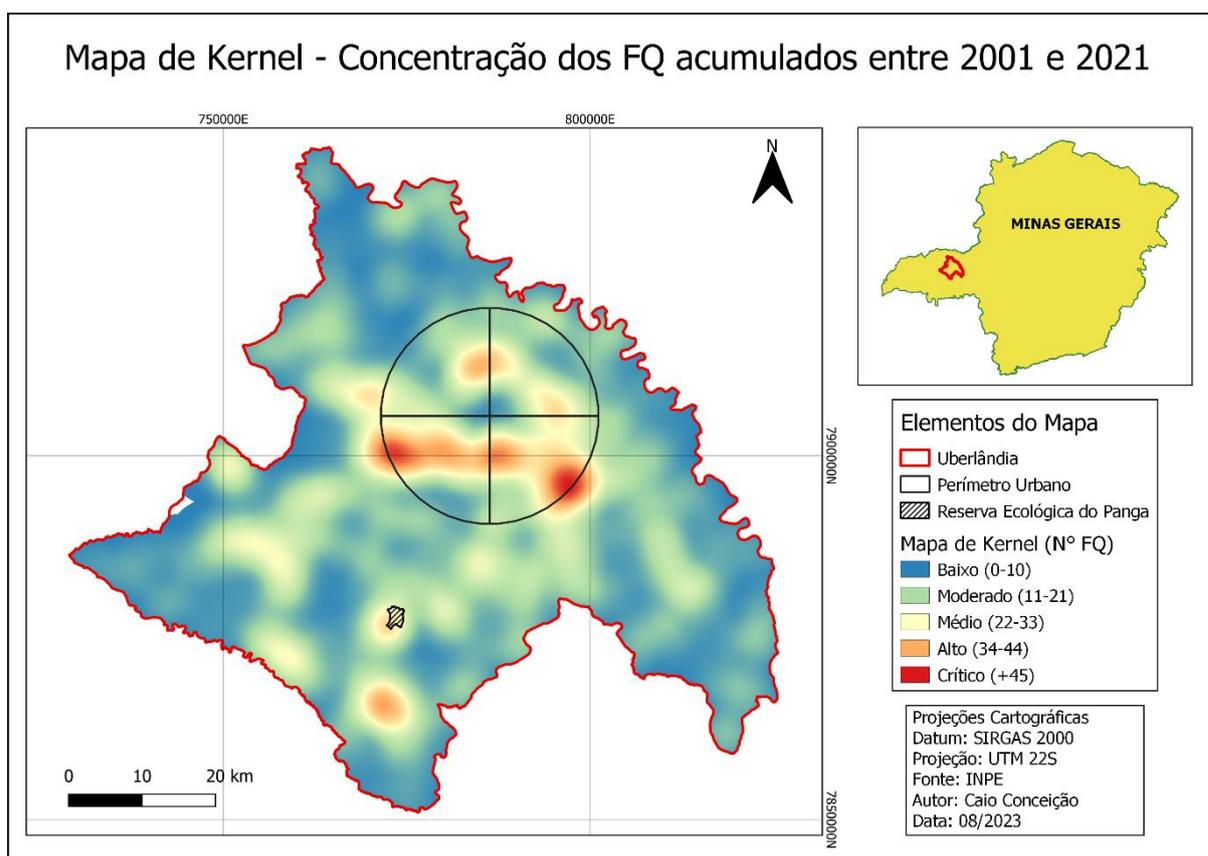
Observa-se que dos 484 FQ ocorridos dentro do perímetro urbano, 166 ocorreram dentro da área compreendida pela zona 2, seguido pela zona 3 com 135 FQ, zona 1 com 93 focos e zona 4 com 90. As zonas 2 e 3 representam a porção sul da área de estudos enquanto as zonas 1 e 4 representam a porção norte, com isso observa-se que o acúmulo de FQ na região sul foi de 63%, principalmente na região sudeste (zona 2) com 34% dos FQ, enquanto norte apresentou um acúmulo de 183 focos, o que representou 38% do total acumulado no período. A porção sul

apresentou ao todo 64% de FQ a mais do que a porção norte da área de estudos nos últimos 20 anos.

5.3 Uso e ocupação do solo e FQ

A Figura 17 mostra a distribuição espacial e concentração dos FQ no município de Uberlândia. As áreas em vermelho mais forte representam uma maior concentração de FQ ao longo dos anos, essas áreas demonstram a recorrência dos focos principalmente em duas grandes áreas, uma ao redor do centro urbano e outra na região sudoeste do município.

Figura 17: Mapa de calor (Kernel) com a concentração do acúmulo de FQ entre os anos de 2001 e 2021.



Fonte: Autor (2023)

Os FQ encontrados dentro da área de estudos nas zonas 2 e 3 provavelmente estão associados à transformação do solo para usos alternativos como criação de áreas de especulação imobiliária, limpeza de lotes e criação de novas áreas de pastagem. Foi constatado nos capítulos anteriores que a área de estudos perdeu nos últimos anos 132 km² de áreas de pastagem e 12

km² de área de vegetação nativa, o que deram lugar a novas áreas antrópicas, 52 km² de malha urbana e 93 km² de áreas de agropecuária, principalmente soja e mosaico de usos diversos.

Além do crescimento da malha urbana em todo o perímetro urbano, a zona 2, que apresentou o maior número de FQ acumulado entre os anos, também é a zona que apresenta a maior área da classe agropecuária em seu interior, com crescimento de 30,5% chegando a 79 km² ocupados pela classe agropecuária. A zona 3 que apresentou o segundo maior números de FQ dentro do perímetro urbano, apresentou no mesmo período também a maior perda e transformação da classe pastagem com uma perda de 44% (Figura 9, Figura 14 e Figura 16).

Com isso é possível afirmar que a porção sul do perímetro urbano, compreendida pelas zonas 2 e 3 tiveram ao longo dos anos o maior crescimento da malha urbana, maior perda de pastagem e conseqüentemente a sua transformação em novas áreas de uso antrópico, estando em coerência com o plano diretor e as leis complementares que demonstram as Zonas de Urbanização Específicas (ZUE). A mesma região apresentou também a maior concentração de FQ no mesmo período, observando-se uma relação entre o crescimento da classe área urbanizada e a concentração dos números de FQ na mesma região.

A transformação do solo pela utilização de fogo foi observada em trabalhos por todo o Brasil. Souza Neto (2021) que analisou a distribuição dos FQ dentro do município de Mossoró-RN entre os anos de 2015 e 2017 encontrou grande concentração dos focos nas regiões ao redor do perímetro urbano e em áreas de pastagem recém abertas da zona rural do município. Carneiro and Albuquerque (2019) que analisaram os FQ também entre os anos de 2015 e 2017 para o município de Teresina-PI, observaram uma grande concentração dos FQ próximos ao perímetro urbano da cidade, sendo uma área em ascensão e expansão imobiliária, além de FQ em todo o município com pontos de grande concentração em áreas de uso antrópico.

De forma geral foi observada uma recorrência de FQ em todo o município de Uberlândia, principalmente dentro da área de estudos e em regiões específicas dentro da zona rural, que apresenta apenas 535 km² de vegetação nativa no ano de 2021, ou 13% de todo o município. Ao observar as Figura 17 nota-se que áreas com grande alteração do solo proveniente de pastagem ou que estão/ estavam ocupadas por cultivos de soja, citrus e silvicultura como na porção sudoeste do município, também são áreas onde observa-se uma grande concentração de FQ acumulado entre os anos, tendo uma relação nas áreas de uso antrópico e a concentração dos FQ.

Vale ressaltar que a zona rural apresenta uma maior área e mais vegetação/biomassa suscetível a queimadas do que dentro da área de estudo, influenciando na quantidade de FQ, uma vez que a falta de material combustível (vegetação) é um fator limitante para a propagação

do fogo. Espera-se encontrar mais casos de FQ dentro da área rural ao se comparar com o perímetro urbano (área de estudo). Porém a elevada concentração observada dentro da área de estudo indica uma origem antrópica para os FQ, em uma área impermeabilizada com baixa vegetação (combustível).

A área hachurada na Figura 17 mostra a localização da Reserva Ecológica do Panga (RPP). Um estudo publicado pelo Nunes (2021) analisou no ano de 2017 um evento onde mais de 200ha ou de vegetação nativa foram queimados no interior da reserva de forma acidental. A partir dos dados de FQ levantados neste trabalho, foi observado que além do ano de 2017, também ocorreram FQ no interior da citada reservar nos anos de 2014 e 2021, sendo uma área com grande recorrência de FQ, chamando a atenção por tal fato.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município de Uberlândia apresentou entre os anos 2001 e 2021 grandes mudanças na sua configuração de uso e ocupação do solo. Foi observado no acumulado do período, a redução de 47% da área original de pastagem e redução de 7% da área de florestas (cerrado), que deram lugar para o crescimento de 60% da área ocupada pela classe agropecuária, 51% da área urbanizada, 40% da área de corpos hídricos (represas/ barramentos artificiais) e 9% do crescimento de áreas ocupadas por formação natural não florestal (campos sujos/vegetação rasteira).

Observou-se que dentro da área de estudos estipulado por esse trabalho, contendo 4 zonas, a porção sul formada pelas zonas 2 e 3, apresentou a maior perda da área de pastagem (47%), maior crescimento da área urbanizada (84%) e maior crescimento da área ocupada pela classe agropecuária (56%) em comparação à região norte (zonas 1 e 4).

Isto é, o perímetro urbano (área de estudo) parece avançar para o sul nos últimos anos, indo de encontro ao proposto pelas leis complementares citadas no referencial teórico deste trabalho, que delimitam as Zonas de Urbanização Específicas, localizadas predominantemente nas zonas 2 e 3, como observado no Anexo I da Lei Complementar nº 525 de 14 de Abril de 2011, e Anexo II da Lei Complementar nº 760 de 21 de Agosto de 2023.

Dentro do município como um todo, foram encontrados 1648 FQ acumulados ao longo dos 20 anos estudados. Notou-se a recorrência dos FQ principalmente nas áreas dentro e ao redor do perímetro urbano, bem como em áreas ocupadas nos últimos anos por plantações de soja, silvicultura e citrus, que possivelmente utilizam o fogo como auxílio à colheita, controle de pragas e limpeza das áreas agrícolas.

Além disso, dos 1648 FQ, 484 FQ (30%) foram observados na área de estudo que compreende apenas 17% de toda a área do município. Dentro da área de estudos, 63% dos FQ foram observados na porção sul da cidade (zonas 2 e 3), mesma região com o maior crescimento urbano e da classe agropecuária, além da maior perda da área de pastagem dentro da área de estudo, apontando uma possível relação com a utilização do fogo para criação de área urbanizada, limpeza de terrenos e criação de novas áreas agrícolas.

7 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. M.; RIBEIRO, J. R. C.; SALES, M. C. L. A APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI) PARA ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO AÇUDE CASTANHÃO. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, p. 674–685, set. 2019.

ALVARENGA, K. L. D. L. E. **USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO TRIÂNGULO MINEIRO E A RELAÇÃO COM FOCOS DE QUEIMADAS DE 2010 A 2020**. [s.l.] Universidade Federal de Uberlândia, 2022.

ALVES, F. D. DA DIVERSIDADE AGRÍCOLA À COMMODITIZAÇÃO DO TERRITÓRIO: OS EFEITOS DO AGRONEGÓCIO NA REGIÃO IMEDIATA DE ALFENAS – MINAS GERAIS. **Boletim Alfenense de Geografia**, v. 1, n. 2, p. 129–150, 2021.

AZEVEDO, T. et al. **Relatório Anual do Desmatamento no Brasil 2021** Mapbiomas. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://alerta.mapbiomas.org>>.

BRITO, F.; SOUZA, J. DE. Expansão urbana nas grandes metrópoles: o significado das migrações intrametropolitanas e da mobilidade pendular na reprodução da pobreza. **São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n. 4, p. 48–63, 2005.

CAMPOS, E. T. A expansão urbana na região metropolitana de Florianópolis e a dinâmica da indústria da construção civil. p. 212, 2009.

CARNEIRO, K. F. DA S.; ALBUQUERQUE, E. L. S. Análise multitemporal dos focos de queimadas em Teresina, estado do Piauí. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 5, n. 2, p. 31–40, 6 set. 2019.

CHAVEIRO, E. F. A urbanização do Cerrado: espaços indomáveis, espaços deprimidos. **Revista UFG**, v. 12, n. 9, p. 27–31, 2010.

COUTINHO, L. M. O bioma do cerrado. In: **Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois**. [s.l.] UNESP, 2002.

DE ALMEIDA ABREU, F.; DO SOCORRO AGUIAR SOUZA, J. Dinâmica espaço-temporal de focos de calor em duas terras indígenas do Estado de Mato Grosso: Uma abordagem geoespacial sobre a dinâmica do uso do fogo por Xavantes e Bororos. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 1, p. 1–10, 2016.

DUARTE, T. E. P. N.; LEITE, L. B. Cidades Médias No Cerrado Brasileiro: Desafios Para a Conservação Da Biodiversidade. **Terr Plural**, v. 14, p. 1–7, 2020.

ESPÍNDOLA, I. B.; RIBEIRO, W. C. Cidades e mudanças climáticas: desafios para os planos diretores municipais brasileiros. **Cadernos Metrópole**, v. 22, n. 48, p. 365–396, maio 2020.

FIGUEIREDO, D. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto**. São Paulo: [s.n.].

FLORENZANO, T. G. Imagens de Satélite para Estudos Ambientais. In: **Imagens de Satélite para Estudos Ambientais**. São Paulo: [s.n.]. p. 1–97.

FREDERICO, S. As cidades do agronegócio na fronteira agrícola moderna brasileira. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 33, n. 1, p. 5–23, 2011.

FREITAS, S. R. et al. Emissões de queimadas em ecossistemas da América do Sul. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, p. 167–185, 2005.

GROSTEIN, M. D. Metrópole E Expansão Urbana: a Persistência De Processos “Insustentáveis”. **São Paulo em Perspectiva**, v. 15, n. 1, p. 13–19, 2001.

GUIMARÃES, E. N. a Influência Paulista Na Formação Econômica E Social. **Anais do XI Seminário Sobre a Economia Mineira**, v. 16, 2004.

IBGE. **Censo agropecuário 2017: resultados definitivos**. Rio de Janeiro - RJ: [s.n.]. v. 8

IBGE, I. B. D. G. E. E. **Evolução da Divisão Territorial do Brasil 1872-2010**. IBGE ed. Rio de Janeiro - RJ: [s.n.].

IDE-SISEMA. **INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS DO SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS**. Disponível em: <idesisema.meioambiente.mg.gov.br>.

INPE, I. N. DE P. **Programa Queimadas, INPE, Perguntas frequentes - Princípio físico da detecção de queimadas**. Disponível em: <<http://www.inpe.br/queimadas/portal/informacoes/perguntas-frequentes>>. Acesso em: 27 nov. 2022.

JAPIASSÚ, L. A. T.; LINS, R. D. B. The different forms of urban expansion. **Revista Nacional do Gerenciamento de Cidades**, v. 2, n. 13, p. 15–25, 2014.

JUNGES, I.; WERNKE, R.; WESTPHAL, J. Inovação nas indústrias do setor moveleiro em Tubarão, sul catarinense. **Economia & Região**, v. 6, n. 1, p. 107, 2018.

KLINK, C. A. et al. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. April, p. 147–155, 2005.

LIMA, I. C. **Monitoramento dos focos de queimadas nos biomas Amazônia e Cerrado nas estações seca e chuvosa de 2017**. [s.l.] Universidade Federal de Uberlândia, 2018.

LOPES, V. M. Q. C. **Cartilha: Uberlândia Lugares e Memórias**. Disponível em: <<http://docs.uberlandia.mg.gov.br/wp-content/uploads/2019/07/cartilha-nossas-historias.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2023.

MACHADO, N. G.; SILVA, F. C. P. DA; BIUDES, M. S. RELAÇÕES ENTRE QUEIMADAS URBANAS E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS EM CUIABÁ/MT, BRASIL. **Ciência e Natura**, v. 36, n. 3, 12 set. 2014.

MAPBIOMAS. **MapBiomass General “Handbook” Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD) Collection 7**, 2022. Disponível em: <https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/ATBD_Collection_7_v2.pdf>

MAPBIOMAS FOGO. Mapbiomas Fogo - As Cicatrizes Deixadas Pelo Fogo No. **Mapbiomas**, p. 1–10, 2021.

MATAVELI, G. A. V.; CHAVES, M. E. D. Análise da distribuição espacial dos focos de queimada no estado de Minas Gerais entre 2009 e 2012. **I Simpósio Mineiro de Geografia**, 2014.

NASCIMENTO, E.; MATIAS, L. F. Expansão urbana e desigualdade socioespacial: Uma análise da cidade de ponta grossa (Pr). **RA’E GA - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 23, n. 23, p. 65–97, 2011.

NOBRE, C. A.; SAMPAIO, G.; SALAZAR, L. Mudanças climáticas e Amazônia. **Ciência e Cultura**, v. 59, n. 3, p. 22–27, 2007.

NOGUEIRA, T. et al. DINAMICA DE USO E OCUPACAO TERRITORIAL DO PERIMETRO URBANO DE VILHENA – RO, UTILIZANDO GEOTECNOLOGIAS. **Agrarian Academy**, v. 4, n. 7, p. 152–165, 31 jul. 2017.

NUNES, B. Y. C. **ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE ABSORÇÃO DE CO₂ PELA VEGETAÇÃO APÓS UM INCÊNDIO NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO PANGA POR MEIO DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO OBTIDOS POR SENSORIAMENTO REMOTO**. [s.l.] UFU - Universidade Federal de Uberlândia, 2021.

OYAMA, B. S. et al. Chemical characterization of organic particulate matter from on-road traffic in São Paulo, Brazil. **Atmospheric Chemistry and Physics**, v. 16, n. 22, p. 14397–14408, 2016.

PENEREIRO, J. C. et al. Distributions of seasonal average temperature and precipitation trends in Brazilian Biomes. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, n. 1, p. 97–113, 2018.

PEREIRA, A. A. et al. Space-time frequency of hotspots in minas gerais from 1999 to 2009.

Cerne, v. 20, n. 3, p. 459–470, 2014.

PEREIRA HORTA, M. A. et al. Os efeitos do crescimento urbano sobre a dengue. **Revista Brasileira em promoção da Saúde**, v. 26, n. 4, p. 539–547, 2013.

PETRUCCI, E. **Características do clima de Uberlândia-MG: análise da temperatura, precipitação e umidade relativa**. [s.l.] Universidade Federal de Uberlândia, 8 fev. 2018.

REZENDE, D. A.; ULTRAMARI, C. Plano diretor e planejamento estratégico municipal: introdução teórico-conceitual. **Revista de Administração Pública**, v. 41, n. 2, p. 255–271, 2007.

ROCHA, M. I. S.; NASCIMENTO, D. T. F. Distribuição espaço-temporal das queimadas no bioma Cerrado (1999/2018) e sua ocorrência conforme os diferentes tipos de cobertura e uso do solo. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 14, n. 03, p. 1220–1235, 2021.

RODRIGUES, M. J.; SOARES, B. R. O PLANO DIRETOR E O SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTES DE UBERLÂNDIA (MG) Beatriz Ribeiro Soares THE DIRECTOR PLAN AND THE INTEGRATED TRANSPORTS SYSTEM OF UBERLÂNDIA (MG) INTRODUÇÃO No presente o trabalho Plano Diretor de O Plano Diretor de Uberlândia O. v. 8, n. 13, p. 158–174, 2004.

SANTORO, P. F. Planejar a expansão urbana: dilemas e perspectivas. p. 360, 2012.

SANTOS, B. A. et al. Space-time distribution of active fire in the Minas Gerais state | Distribuição espaço-temporal dos focos de calor no estado de Minas Gerais. **Anuario do Instituto de Geociencias**, v. 42, n. 3, p. 64–84, 2019.

SATHLER, D.; LEIVA, G. A cidade importa: urbanização, análise regional e segregação urbana em tempos de pandemia de Covid-19. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 39, p. 1–30, 2022.

SILVA, F.; PESTANA, A.; MARTINS, L. Sensoriamento Remoto Para Detecção De Queimadas No Cerrado Maranhense: Uma Aplicação No Parque Estadual Do Mirador Remote Sensing To Detect Burns in Cerrado Maranhense: an Application in the Mirador State Park.

Rev. Geogr. Acadêmica v. 13, n. 2, p. 90–105, 2019.

SOUZA NETO, L. T. DE et al. O uso do mapa de Kernel como subsídio para identificação da dispersão dos focos de queimadas no município de Mossoró (RN). **Revista de Geografia**, v. 38, n. 2, p. 244, 2021.

UFV, U. F. D. V. et al. **Mapa de solos do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <<http://www.feam.br/-qualidade-do-solo-e-areas-contaminadas/mapa-de-solos>>