



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Agrárias
Campus Regional Montes Claros

ICA
INSTITUTO DE
CIÊNCIAS AGRÁRIAS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

**ANÁLISE TEMPORAL DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DE UMA
BACIA HIDROGRÁFICA EM ÁREA PRIORITÁRIA PARA
CONSERVAÇÃO NA REGIÃO NORTE DO ESTADO DE MINAS
GERAIS**

HELDER GONÇALVES DE ARAÚJO



Helder Gonçalves de Araújo

**ANÁLISE TEMPORAL DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DE UMA BACIA
HIDROGRÁFICA EM ÁREA PRIORITÁRIA PARA CONSERVAÇÃO NA REGIÃO
NORTE DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola e Ambiental.

Orientadora: Prof.^a Flavia Mazzer Rodrigues

Montes Claros

Instituto de Ciências Agrárias – UFMG 2022



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COLEGIADO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA / TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC)

Aos dezoito dias do mês de fevereiro de 2022, às 09h 00min, o estudante Helder Gonçalves de Araújo, matrícula 2017436245, defendeu o Trabalho intitulado “Análise Temporal de Uso e Ocupação do Solo de uma Bacia Hidrográfica em Área Prioritária para Conservação na Região Norte do Estado de Minas Gerais” tendo obtido a média (95) noventa e cinco.

Participaram da banca examinadora os abaixo indicados, que, por nada mais terem a declarar; assinam eletronicamente a presente ata.

Nota: 95 (noventa e cinco)

Orientador(a): Flávia Mazzer Rodrigues

Nota: 95 (noventa e cinco)

Examinador(a): Leidivan Almeida Frazão

Nota: 95 (noventa e cinco)

Examinador(a): Michelle Adelino Cerqueira



Documento assinado eletronicamente por **Flavia Mazzer Rodrigues da Silva, Professora do Magistério Superior**, em 18/02/2022, às 15:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Leidivan Almeida Frazao, Professora do Magistério Superior**, em 21/02/2022, às 10:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Michelle Adelino Cerqueira, Usuário Externo**, em 21/02/2022, às 10:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 1225506 e o código CRC 10066716.

Dedico este trabalho a todas as pessoas que
fizeram parte da minha trajetória acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo que conquistei até agora, mas peço a Ele para me dar sabedoria para conquistar muito mais.

A Universidade Federal de Minas Gerais, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes.

A minha orientadora Flavia Mazzer Rodrigues, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

O meu obrigado aos meus irmãos que, nos momentos de minha ausência, sempre fizeram entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente!

A todos os meus amigos, meus sinceros agradecimentos. Vocês desempenharam um papel significativo no meu crescimento, e devem ser recompensados com minha eterna gratidão.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho e que fizeram parte de minha formação, o meu muito obrigado.

*“Para que a luz brilhe tão intensamente, a
escuridão tem de estar presente”.*

Francis Bacon

RESUMO

As Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade são um instrumento de política pública orientador para o desenvolvimento de ações de pesquisa, recuperação de áreas degradadas, identificação de áreas com potencial para criação de unidades de conservação, ações de proteção ao uso sustentável e regularização ambiental. Em razão da atribuição primordial dos recursos hídricos para a manutenção e harmonização do crescimento econômico com equidade social e preservação ambiental, as bacias hidrográficas tem sido adotadas como unidades de estudo para intervenções e manejo, conjuntamente, com o mapeamento do uso e ocupação do solo auxiliando no esclarecimento do comportamento hidrológico, o que por sua vez, fornece informações essenciais para subsidiar a gestão territorial. Com base neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo realizar o mapeamento e a análise temporal do uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas (BHC), pertencente a uma porção de área prioritária para conservação, inserida na geologia do Espinhaço, região norte do Estado de Minas Gerais. No mapeamento foram utilizados as bases cartográficas e os dados gerados pelo projeto de Mapeamento Anual de Uso e Cobertura do Solo do Brasil (MapBiomias), no período de 2000 a 2020, permitindo assim, uma análise dos avanços do uso do solo e a perda da cobertura vegetal da bacia ano a ano, contemplando uma evolução histórica da BHC. A Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas estende-se por uma área de aproximadamente 1.332,69 km². O valor de amplitude altimétrica é de 647 m e cota máxima de 1.398 m. Quanto à declividade, na BHC predomina o relevo suave a ondulado (3% a 20%). Na Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas observou uma expressiva área de Formação Natural evidenciando a importância da conservação e preservação da área. Tal expressividade reflete o índice percentual de 77% em relação a área total. O uso Pastagem foi o maior crescimento em área, aproximadamente 1.1530,62 km², ou 8,42% da área da bacia enquanto que a Silvicultura apresentou um valor de 12,14%. Portanto, os dados gerados neste trabalho suportam a necessidade de ampliar os mecanismos de proteção e conservação dos recursos naturais da área de estudo, especialmente os mananciais e suas áreas de recarga, fundamentais para garantir a oferta hídrica na região.

Palavras-chave: Áreas Prioritárias. Uso do Solo. Mapeamento. Sistema de Informação Geográfica.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Localização das Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira do Estado de Minas Gerais.....	19
Figura 2: Localização das Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira do Estado de Minas Gerais.....	23
Figura 3: Localização do Rio Cogonhas na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Jequitinhonha, Estado de Minas Gerais.....	33
Figura 4: Localização e Hidrografia da Bacia Hidrográficao do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.....	39
Figura 5: Mapa de Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.....	41
Figura 6: Mapa da Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.....	43
Figura 7: Uso e Ocupação do Solo - Ano 2000 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.....	46
Figura 8: Uso e Ocupação do Solo - Ano 2001 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.....	47
Figura 9: Uso e Ocupação do Solo - Ano 2002 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.....	48
Figura 10: Uso e Ocupação do Solo - Ano 2003 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.....	49
Figura 11: Uso e Ocupação do Solo - Ano 2004 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.....	50
Figura 12: Uso e Ocupação do Solo - Ano 2005 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.....	51
Figura 13: Uso e Ocupação do Solo - Ano 2006 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.....	52
Figura 14: Uso e Ocupação do Solo - Ano 2007 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.....	53
Figura 15: Uso e Ocupação do Solo - Ano 2008 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.....	54
Figura 16: Uso e Ocupação do Solo - Ano 2009 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.....	56
Figura 17: Uso e Ocupação do Solo - Ano 2010 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.....	57

Figura 18: Uso e Ocupação do Solo - Ano 2011 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.....	59
Figura 19: Uso e Ocupação do Solo - Ano 2012 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.....	60
Figura 20: Uso e Ocupação do Solo - Ano 2013 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.....	61
Figura 21: Uso e Ocupação do Solo - Ano 2014 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.....	62
Figura 22: Uso e Ocupação do Solo - Ano 2015 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.....	63
Figura 23: Uso e Ocupação do Solo - Ano 2016 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.....	66
Figura 24: Uso e Ocupação do Solo - Ano 2017 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.....	67
Figura 25: Uso e Ocupação do Solo - Ano 2018 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.....	68
Figura 26: Uso e Ocupação do Solo - Ano 2019 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.....	69
Figura 27: Uso e Ocupação do Solo - Ano 2020 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.....	70
Gráfico 1: Uso e Ocupação do Solo da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas em intervalos de 5 anos.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação das Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira, Estado de Minas Gerais.....	20
Tabela 2: Classificação das Áreas Prioritárias do Estado de Minas Gerais.....	24
Tabela 3: Classes utilizadas no Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo.....	37
Tabela 4: Uso e Ocupação do Solo – Período: 2000 e 2005 da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas, Estado de Minas Gerais.....	44
Tabela 5: Uso e Ocupação do Solo – Período: 2006 e 2010 da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas, Estado de Minas Gerais.....	48
Tabela 6: Uso e Ocupação do Solo – Período: 2011 e 2015 da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas, Estado de Minas Gerais.....	52
Tabela 7: Uso e Ocupação do Solo da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas em intervalos de 5 anos.....	56

LISTA DE ABREVIATURAS

APP	–	Área de Preservação Permanente
BHC	–	Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas
CDB	–	Convenção sobre Diversidade Biológica
CONAMA	–	Conselho Nacional do Meio Ambiente
IBGE	–	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICA	–	Instituto de Ciências Agrárias
INPE	–	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MMA	–	Ministério do Meio Ambiente
SIG	–	Sistema de Informação Geográfica
SNUC	–	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
UC	–	Unidade de Conservação
UFMG	–	Universidade Federal de Minas Gerais

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1 As Bacia Hidrográfica e Uso e Ocupação do Solo.....	12
2.2 Unidades de Conservação.....	14
2.3 Áreas e Ações Prioritárias para a Conservação	17
2.4 Serra do Espinhaço	27
2.5 Projeto MAPBIOMAS	29
2.6 As Geotecnologias.....	31
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3.1 Caracterização da Área de Estudo	32
3.2 Coleta e Análise dos Dados	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas.....	39
4.2 Mapa de Declividade.....	40
4.3 Mapa de Hipsometria	42
4.4 Mapa de Uso e Ocupação do Solo.....	44
5. CONCLUSÃO.....	71
REFERÊNCIAS	72

1. INTRODUÇÃO

Minas Gerais é um Estado brasileiro, que possui uma riqueza ambiental considerável e está localizado na confluência dos domínios de Mata Atlântica e Cerrado, sendo que ao norte o estado possui uma pequena faixa do Bioma da Caatinga. Seu relevo é caracterizado pela presença de diversas serras e cordilheiras, com altitudes elevadas variando de 800 a 2.800 metros acima do nível do mar (SCALCO, 2019). Além disso, possui uma volumosa rede hidrográfica, sendo que o estado é dividido em nove bacias hidrográficas, a saber: do Rio Doce, do Rio Grande, do Rio Jequitinhonha, do Rio Paranaíba, do Rio Paraíba do Sul, do Rio Pardo, do Rio Piracicaba e Jaguari, do Rio São Francisco e dos Rios do Leste (MINAS GERAIS, INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2010).

Dada a indispensabilidade de proteção dos recursos naturais, a sua utilização racional e a garantia principalmente dos corpos d'água, aliado às ações mitigatórias dos impactos ambientais estimulados pela forma desorganizada do uso e ocupação do solo, são aspectos importantes no planejamento e manejo de bacias hidrográficas com vistas ao bem estar de todos, à preservação do meio e resolução dos conflitos relacionados às áreas agrícolas (AMARAL; DE SOUZA RIOS, 2012).

Esses conflitos nas áreas agrícolas e o acelerado crescimento populacional manifesta-se a demanda por novas áreas, seja para suprir a necessidade de moradias ou para a execução de certas atividades, contribuindo para uma ocupação tumultuada e o uso descontrolado do solo (NASCIMENTO; FERNANDES, 2017). Adicionalmente, Moreira *et al.*, (2015) enfatizam que o uso do solo, incluindo o tipo de vegetação e as atividades antropogênicas, afeta a produção de água. Esse fator é dos mais relevantes a ser considerado no manejo de bacias hidrográficas.

Como forma de moderar esses impactos, as Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade são um instrumento de política pública orientador para o desenvolvimento de ações de pesquisa, inventário da biodiversidade, atuação e recuperação de áreas degradadas, identificação de áreas com potencial para criação de unidades de conservação, corredores ecológico e demais ações e tomada de decisões ambientais. São áreas definidas geograficamente com base em informações especializadas sobre ocorrência dos alvos de conservação (espécies ameaçadas de extinção, raras ou endêmicas e os serviços ecossistêmicos relevantes para a conservação da biodiversidade), informações especializadas de atividades antrópicas (barramentos,

estradas, áreas sem cobertura vegetal remanescente, mineração, entre outras), bem como de informações posicionadas sobre atividades que favorecem a conservação e o uso sustentável da biodiversidade (projetos ambientais, manejo florestal, ecoturismo) (MMA, 2021).

Contudo, as Unidades de Conservação (UCs) constituem uma forma efetiva de proteção e conservação do ambiente, pois se mostram como uma importante estratégia para o respaldo dos recursos naturais, tendo em vista que a partir de sua criação, os diversos segmentos atuantes são envolvidos na definição e no planejamento de ações relacionadas no uso de práticas sustentáveis das áreas protegidas (PEREIRA *et al.*, 2020).

Para tanto, o mapeamento do uso e ocupação do solo é imprescindível para analisar a circunstância pela qual determinado espaço geográfico está sendo utilizado, podendo subsidiar ações públicas, visto que ao verificar a condição do solo em determinada área, pode-se elaborar um manejo de uso do solo adequado e garantir a conservação dos recursos naturais (PRUDENTE; ROSA, 2007).

Neste contexto, de acordo com os estudos de Santos *et al.*, (2009); Carvalho *et al.*, (2009) e Santos *et al.*, (2012), áreas que possuem uma cobertura do solo inapropriadas apresentam elevados índices erosivos. Concomitantemente, Silva *et al.*, (2017) e Simonetti *et al.*, (2019), afirmam os processos erosivos são um fenômeno recorrente em qualquer ambiente, porém o risco de degradação do solo brasileiro é mais preocupante por causa das condições climáticas, assim como a erodibilidade intrínseca de alguns tipos de solos.

Portanto, de acordo com Almeida, Veloso e Nery (2016), o sensoriamento remoto consiste em um relevante instrumento na gestão de recursos naturais como, por exemplo, solo, água e vegetação. Assim, problemas pertinentes a modificação do uso do solo e na cobertura vegetal pode ser identificado com a utilização dessa ferramenta. Além disso, outra considerável vantagem do sensoriamento remoto é o mapeamento de áreas com inúmeras formas de resoluções temporais e espaciais (PONZONI *et al.*, 2012).

É notório, que essas geotecnologias vêm ganhando destaque no que diz respeito ao planejamento das diferentes formas de uso do solo (ALVES *et al.*, 2020; MORANDI *et al.*, 2020), pois são ferramentas que permitem além das tomadas de decisões o ordenamento territorial (NARDINI *et al.*, 2012).

Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo utilizar geotecnologias para realizar um mapeamento temporal do uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas (BHC), localizada na região norte do Estado de Minas Gerais, abrangida em parte pela Serra do Espinhaço, para subsidiar ações e contribuir com o planejamento e gestão ambiental.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 As Bacias Hidrográficas e Uso e Ocupação do Solo

Próximo de dois bilhões de pessoas carecem de acesso à água com qualidade adequada (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020). No Brasil este número é de aproximadamente 35 milhões de pessoas, contrariando o fato de que o país detém 15% da água doce mundial (RIBEIRO, 2019).

A complexa relação entre sociedade e natureza têm conduzido a diversos questionamentos sobre a dinâmica entre as mesmas e muito tem-se buscado para uma sensata compreensão dos elementos que integram a ambiência, seus processos, os fenômenos e os comportamentos do meio físico relacionados frente as diferentes traços de interferência antrópica no ambiente (NASCIMENTO; FERNANDES, 2017).

De acordo com Valle Júnior *et al.*, (2010) tal perspectiva carece de uma reorganização do espaço, um melhor planejamento do uso do solo já agricultáveis e o gerenciamento dos recursos naturais.

Apesar disso, as regiões áridas e semiáridas recobrem grande parte da superfície continental e requerem uma atenção ainda maior no que se refere aos recursos hídricos, pois apresentam alta propensão à escassez hídrica (ARAÚJO *et al.*, 2019).

Para tanto, as bacias hidrográficas têm se tornado objetivo de incontáveis estudos devido a sua importância socioeconômica e ambiental, uma vez que garantem água de qualidade para a população em seu entorno e participa efetivamente da renovação dos recursos hídricos (CARVALHO NETO, 2020).

Sendo assim, as definições propostas para bacia hidrográfica assemelham-se ao conceito dado por Christofolletti (1980), no qual considera que as bacias hidrográficas são compostas por um conjunto de canais de escoamento de água, sendo uma unidade física limitada pelos divisores de água. Também compreendida como rede hidrográfica ela é uma unidade natural que recebe a influência da região que drena; é um receptor de todas as interferências naturais e antrópicas que ocorrem na sua área tais como: topografia, vegetação, clima e uso e ocupação do solo.

Adicionalmente, os componentes das bacias hidrográficas coexistem em permanente e dinâmica interação, respondendo às interferências naturais e àquelas de natureza antrópica, o que afeta os ecossistemas como um todo (NASCIMENTO; FERNANDES, 2017), justificando a necessidade constante e indispensável de estudos em

bacias hidrográficas para fundamentar a exploração sustentável dos recursos naturais e ambientais (VASCO *et al.*, 2011).

Contudo, o planejamento e a gestão integrada dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica devem destacar os usos múltiplos e seus propósitos, considerando a gestão econômica e os objetivos sociais e ambientais. Devem envolver tanto a relação com outras áreas e diferentes níveis de ações públicas, como também demais órgãos da sociedade, com vistas a um processo de tomada de decisão minimizando os conflitos (COSTA *et al.*, 2021).

Carvalho (2020) mostra que a delimitação e o reconhecimento do ambiente físico da bacia hidrográfica como porção de uma Área Prioritária dispõem de uma visão estratégica do planejamento, trazendo consigo a concepção do recorte territorial como célula de análise integrada, que permite a conexão entre a organização espacial dos grupos sociais e os aspectos do ambiente físico.

Dessa forma, o planejamento do uso e ocupação do solo visa garantir a conservação e a preservação, além do ordenamento territorial das bacias hidrográficas que tem sido destacado como um dos principais caminhos para aumentar a produção de água de boa qualidade e um método efetivo e econômico no manejo de bacias hidrográficas (MAFRA *et al.*, 2020).

Isto posto, o conhecimento do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica tem sido um fator essencial ao estudo dos processos que se desenvolvem nesta porção de superfície terrestre, ao passo que os efeitos do mau uso causam deterioração ao ambiente (FIORESE, 2021).

Portanto, a caracterização e o planejamento ambiental constituem em um sistema de relevância para o gerenciamento de uma bacia hidrográfica. Nesse sentido, o mapeamento e o monitoramento do uso e ocupação do solo, visa subsidiar ações e contribuir com a toma de decisões e ações estratégicas (ROSA, 2018).

Neste contexto, estudos referentes ao uso e ocupação do solo de uma bacia hidrográfica origina-se do princípio de promover a gestão integrada dos recursos naturais de forma sustentável, com o intuito de otimizar esses bens e reduzir os impactos ambientais (SILVA *et al.*, 2020).

Além disso, Joia *et al.*, (2018) destacam que, as transformações na organização espacial das cidades gradativamente vêm contribuindo para o avanço da vulnerabilidade ambiental, sobretudo os decorrentes do extremo climático, processam-se nos espaços urbanos, gerando inundações periódicas, e, nos espaços rurais, provocando a erosão do solo.

Desta forma, faz-se necessário o ordenamento territorial, para reparar os conflitos de ocupação e compatibilizar as atividades com suas vulnerabilidades.

Carneiro e colaboradores (2010), enfatizam a importância da integração entre o planejamento dos recursos hídricos e o ordenamento territorial em bacias hidrográficas, considerando urgente a necessidade da integração das políticas públicas por meio de uma harmonização entre as tomadas de decisões e a distribuição do espaço territorial.

Neste cenário, a utilização das geotecnologias auxiliam nas ações ambientais permitindo a preservação e conservação dos recursos naturais, de forma precisa e rápida, a fim de identificar áreas com maior propensão a perturbações (MOURA; GRIGIO; DIODATO, 2010).

Rocha (2020) afirma que o SIG integra vários métodos (processamento digital de imagens, análises estatística e geográfica), tendo como eixo central um banco de dados. As informações podem ser armazenadas e manipuladas de forma versátil. Os resultados podem ser armazenados em um formato mais compreensível para os tomadores de decisão como entes públicos.

2.2 Unidades de Conservação

Dada a crescente degradação ambiental nos estados brasileiros, o Governo passou a idealizar mecanismos legais de proteção da natureza, dentre eles a criação de Unidades de Conservação (UCs). Esta é uma das estratégias mais importantes de conservação da biodiversidade, de proteção dos recursos naturais e de fragmentos de ecossistemas *in situ*, instituída não só em Minas Gerais e no Brasil, mas em diversos outros países do mundo (SCALCO, 2019).

As Unidades de Conservação (UCs) são territórios e recursos naturais com organização, funcionamento e estrutura relevantes, instituídas pelo poder público com objetivo de conservação e têm sido decisivas na formulação da estratégia de proteção da diversidade biológica (ANDRADE, IADANZA, 2016).

UCs são definidas pela Lei 9.985, de 18 de julho de 2000 que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC e estabeleceu os critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação e define em seu Art. 2º, inciso I para os fins previstos na Lei que:

“O 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”

Sendo assim, as unidades de Conservação podem ser divididas em dois grupos: Unidades de Proteção Integral (UPI) e Unidades de Uso Sustentável (UUS). As UPI tem o objetivo de preservar a natureza, sendo autorizado apenas o uso indireto de seus recursos, por meio do turismo ecológico, educação ambiental e da pesquisa científica. As UUS buscam unir a conservação da natureza, o uso sustentável dos recursos naturais e o envolvimento do homem nas áreas protegidas, desde que se mantenha constante os recursos renováveis explorados (Lei nº 9.985/2000, art. 7).

No Brasil, a construção das Reservas Extrativistas pelos seringueiros da Amazônia brasileira, nos anos de 1980, é um exemplo contundente e exitoso de Unidade de Conservação. Elas combinam conservação do meio natural e interesses de povos e populações locais que lutavam contra a expropriação de seus territórios e recursos, contra o avanço da destruição das florestas e dos ecossistemas e pela garantia de seus meios de trabalho, sustento e modo de vida, que implicavam, necessariamente, na manutenção das florestas e das águas (ANDRADE; LADANZA, 2016).

A primeira UC brasileira surgiu em 1937, com a criação do Parque Nacional de Itatiaia, no Rio de Janeiro (TOZZO, 2014). Atualmente, segundo o cadastro de UC, encontram-se cadastradas no Ministério do Meio Ambiente 2.546.797 km² de áreas destinadas à preservação e conservação da natureza, sendo 662.177 km² para Unidades de Proteção Integral, distribuídas em três esferas administrativas (149 na esfera Federal, 387 na Estadual e 206 na Municipal), e 1.884.620 km² para a Unidade de Uso Sustentável (855 na esfera Federal, 577 na Estadual e 135 na Municipal) (MMA, 2019).

A proteção de áreas naturais assim como a preservação da diversidade biológica, tanto para a criação de áreas protegidas quanto para a gestão é fundamental utilizar-se de conhecimentos técnico e científico, para procurar assegurar a efetividade, eficácia e eficiência do sistema (MILANO, 2001).

Freire (2020), em estudo realizado com o objetivo do mapeamento, análise e a caracterização de 14 Unidades de Conservação de Proteção Integral localizadas no Bioma Caatinga registradas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), do Ministério do Meio Ambiente (MMA), concluiu que áreas significativas das UCs (2.546,86

km² ou 18,68%) foram degradadas entre os anos de 2000 a 2017, o que representa grave ameaça à conservação da biodiversidade do bioma.

Para que as Unidades de Conservação tenham o sucesso esperado é preciso que haja compreensão por parte do poder público sobre a importância destes recursos e da decisão de estabelecer ações que atuem aos desafios que se revelam essas Unidades de Conservação e proporcionem o seu fortalecimento. Tais ações somente serão bem sucedidas se contarem, no seu processo de elaboração, implementação e acompanhamento, com a participação da populações que vivem nesses ambientes ou a eles estão conectados (ANDRADE; LADANZA, 2016).

2.3 Áreas e Ações Prioritárias para a Conservação

As “Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade” são um instrumento de política pública orientador para o desenvolvimento de ações de pesquisa, inventário da biodiversidade, recuperação de áreas degradadas e de espécies sobreexploradas ou ameaçadas de extinção, licenciamento ambiental, fiscalização, identificação de áreas com potencial para criação de unidades de conservação, corredores ecológicos, ações de fomento ao uso sustentável, ações de regularização ambiental (MMA, 2019).

As Áreas Prioritárias são definidas utilizando-se da metodologia do Planejamento Sistemático da Conservação (PSC), que está baseada em um programa de geoprocessamento e de modelagem matemática, conjuntamente com um sistema participativo com diversos setores da sociedade. As Áreas Prioritárias são definidas no território e estão associadas a ações que devam ser executadas pelos governos federal, estadual e municipal e também pela sociedade civil. As regras para a identificação de tais Áreas e Ações Prioritárias foram instituídas formalmente pelo Decreto N° 5092 de 21/05/2004 no âmbito das atribuições do MMA (MMA, 2021).

O Decreto estabelece que as Áreas Prioritárias de Conservação possuem a finalidade de promover iniciativas voltadas à criação de Unidades de Conservação, além de licenciar atividades consideradas potencialmente poluidoras bem como fomentar o uso e exploração sustentável em consonância com a regularização ambiental (BRASIL, 2004).

Ainda de acordo com o Ministério do Meio Ambiente, a utilização das ferramentas de planejamento espacial, como do Planejamento Sistemático da Conservação (PSC), auxilia a identificar os sítios mais importantes do ponto de vista biológico, assim como aqueles que

devam receber atenção urgente, sob risco de se perder sua biodiversidade associada e seu uso sustentável, além dos relevantes serviços prestados pelos ecossistemas. São consideradas informações sobre quais espécies ocorrem em determinada área prioritária, o grau de importância biológica bem como a urgência de agir sobre esses locais (MMA, 2021).

Dessarte, o território é analisado para buscar áreas que ainda não são protegidas por Unidades de Conservação, para que possam promover a manutenção de espécies e ecossistemas. Deve-se ressaltar que as Áreas Prioritárias, dessa forma, são apenas elementos para o planejamento dos órgãos ambientais, não sendo impeditivas de nenhum tipo de intervenção humana (MMA, 2021).

É importante ressaltar que o Planejamento Sistemático da Conservação (PSC), é uma metodologia utilizada para localizar e delimitar um conjunto de áreas de interesse, de modo a complementar o sistema de áreas já existente do Sistema de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC e o cumprimento de metas e estratégias para conservação de alvos de conservação (MMA, 2021).

A abordagem do PSC descrita por Margules *et al.*, (2000), atua como um suporte à tomada de decisão, associando informações sobre os alvos de conservação, custos da conservação e aspectos da paisagem, retratando critérios fundamentais para preservação da diversidade biológica. As ferramentas utilizadas nesta priorização encontram-se em contínuo aperfeiçoamento, e podem variar de acordo com as avaliações para cada Bioma.

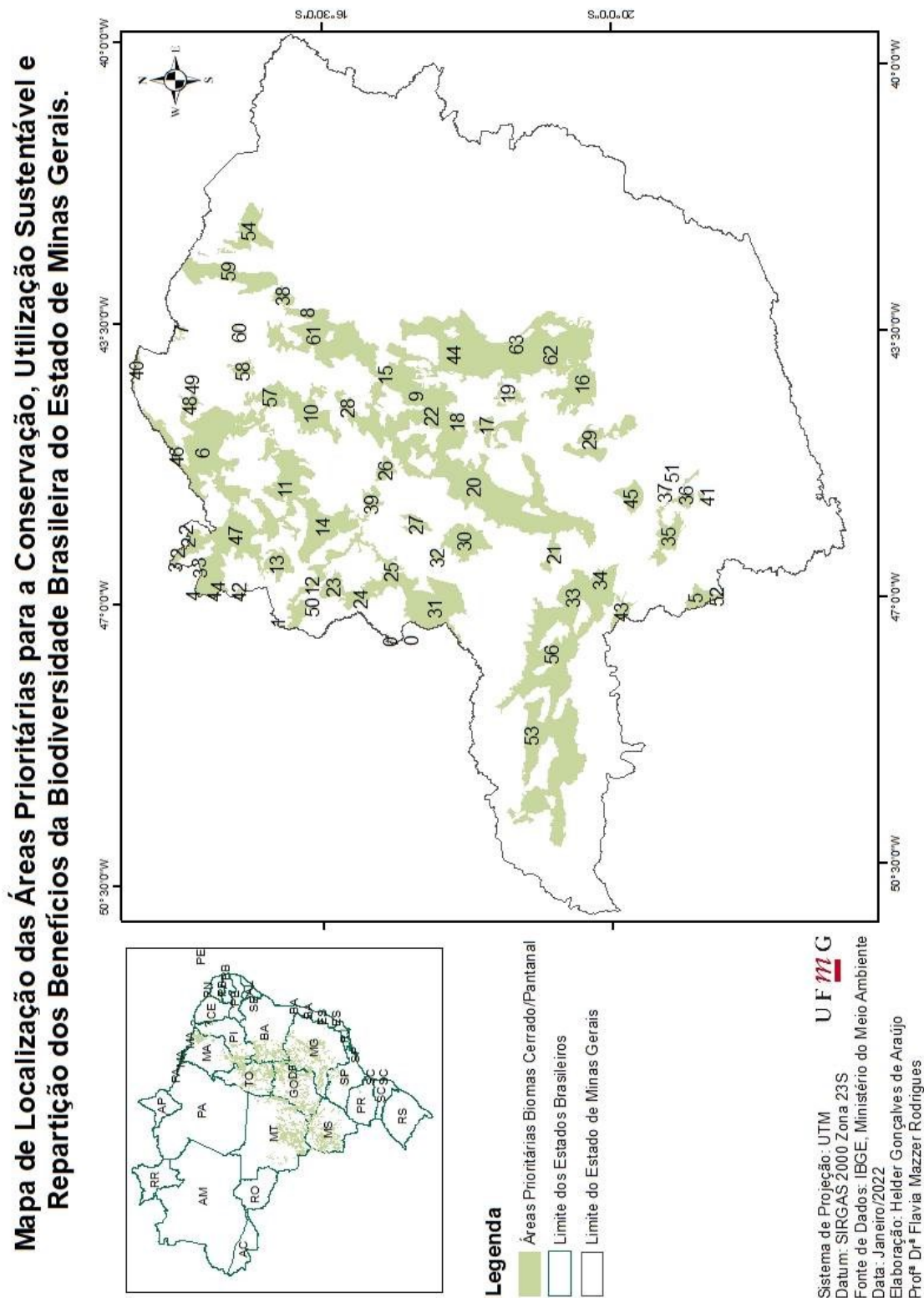
Em todos os Biomas, foi utilizada a metodologia aprovada pela CONABIO por meio da Deliberação CONABIO N° 39, de 14 de dezembro 2005, e baseou-se na utilização do *software* Marxan, e na integração de atividades de modelagem computacional, com a validação da informação gerada por especialistas de diferentes setores e regiões dos biomas. Os resultados obtidos para cada um dos biomas são sistematizados em um único mapa (pdf e *shapefiles*) e em fichas descritivas das áreas com suas ações recomendadas, além da informação de importância biológica e prioridade de ação (MMA, 2018).

Para tanto, o processo da segunda atualização das Áreas Prioritárias para conservação no Cerrado e Pantanal ocorreu durante os anos de 2011 e 2012, por meio de várias reuniões técnicas temáticas, com a participação de pesquisadores, gestores e representantes de diversas instituições e foi conduzido pelo MMA, com a participação técnica do WWF e com o apoio do WWF Brasil (MMA, 2018).

A Portaria N° 463, de 18 de dezembro de 2018, do Ministério do Meio Ambiente incorpora os resultados da 2ª Atualização do Cerrado, Pantanal e Caatinga (FIGURA 1) já

reconhecidos pela Portaria N° 223, de 21 de junho de 2016. Foram indicadas 431 áreas prioritárias no Cerrado, sendo 181 áreas protegidas e 250 áreas novas, o que representa um incremento substancial em relação às 68 áreas propostas em 1998. Para o Estado de Minas Gerais foram indicadas 64 áreas (FIGURA 1), com classificação de acordo com a importância biológica, urgência de ação e a principal ação de intervenção (TABELA 1) (MMA, 2018).

FIGURA 1 – Localização das Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira do Estado de Minas Gerais.



Fonte: Adaptado de BRASIL, 2018.

TABELA 1 – Classificação das Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira, Estado de Minas Gerais.

ID	Nome	Importância Biológica	Urgência de Ação	Ação Principal
0	Rio São Marcos	Alta	Muito Alta	Fomento ao uso sustentável
1	Formosa	Muito Alta	Muito Alta	Implementação CAR, boas práticas
2	Mambáí	Muito Alta	Muito Alta	Criação Corredor
3	Rio Corrente	Muito Alta	Muito Alta	Fomento ao uso sustentável
4	Rio Cana Brava	Alta	Muito Alta	Fomento ao uso sustentável
5	Rio Sapucaí	Alta	Muito Alta	Recuperação APP, RL
6	Pandeiros Conchá e Gibão	Extremamente Alta	Extremamente Alta	Criação UC PI
7	Jaíba	Muito Alta	Alta	Recuperação
8	Ribeirão Ticororó	Muito Alta	Alta	Criação UC PI
9	Serra do Cabral	Extremamente Alta	Extremamente Alta	Criação UC PI
10	Rio Paracatu 2	Muito Alta	Alta	Fomento ao uso sustentável
11	São Romão	Muito Alta	Extremamente Alta	Implementação CAR, boas praticas
12	Unai	Muito Alta	Muito Alta	Recuperação
13	Santuário São Miguel	Muito Alta	Muito Alta	Criação UC PI
14	Bonfinópolis	Muito Alta	Extremamente Alta	Fomento a atividades sustentáveis
15	Jequitaiá	Muito Alta	Extremamente Alta	Criação UC PI
16	Rio Paraopeba	Muito Alta	Muito Alta	Criação UC US
17	Felixlândia	Muito Alta	Alta	Criação UC US
18	Corinto	Muito Alta	Muito Alta	Compensação ambiental
19	Curvelo	Muito Alta	Alta	Recuperação
20	Rio Borrachudo	Alta	Muito Alta	Recuperação APP, RL
21	Ibiá	Alta	Alta	Recuperação APP, RL
22	Rio das Velhas	Muito Alta	Extremamente Alta	Criação de mosaico, corredor
23	Unai II	Muito Alta	Muito Alta	Criação UC PI
24	São Pedro	Alta	Alta	Criação UC PI
25	Rio Paracatu	Alta	Alta	Recuperação APP, RL
26	Buritizeiro	Muito Alta	Alta	Criação UC PI
27	São Bartolomeu	Alta	Alta	Recuperação APP, RL
28	Riacho do Bano	Muito Alta	Muito Alta	Recuperação APP, RL
29	Divinópolis	Muito Alta	Extremamente Alta	Recuperação
30	Presidente Olegário	Alta	Alta	Criação UC PI
31	Vazante	Alta	Alta	Criação UC PI
32	Rio das Tabocas	Alta	Alta	Criação UC PI
33	Araxá	Muito Alta	Extremamente Alta	Implementação CAR, boas praticas
34	Tapira	Alta	Alta	Criação UC PI
35	Alpinópolis	Muito Alta	Alta	Recuperação APP, RL
36	Furnas	Muito Alta	Alta	Criação Corredor
37	Cristais	Muito Alta	Alta	Recuperação
38	Riacho dos Machados	Muito Alta	Alta	Criação UC US
39	João Pinheiro	Alta	Alta	Recuperação
40	Foz do Carinhanha	Extremamente Alta	Muito Alta	Criação UC
41	Campos Gerais	Muito Alta	Alta	Recuperação APP, RL
42	Rio Urucuia	Muito Alta	Alta	Criação UC
43	Sacramento	Muito Alta	Alta	Recuperação
44	Diamantina	Extremamente Alta	Extremamente Alta	Fomento ao uso sustentável
45	Cárstica de Arcos e Pains	Muito Alta	Muito Alta	Recuperação
46	Carinhanha	Extremamente Alta	Extremamente Alta	Criação UC PI
47	Formoso	Muito Alta	Extremamente Alta	Compensação ambiental
48	Peruaçu	Extremamente Alta	Muito Alta	Criação UC PI

Continuação...

Continuação...

49	Cavernas Peruaçu	Extremamente Alta	Muito Alta	Criação UC PI
50	Cavernas de Unaí	Alta	Alta	Implementação CAR, boas práticas
51	Cavernas de Candeias	Alta	Alta	Implementação CAR, boas praticas
52	Mococa	Muito Alta	Muito Alta	Recuperação APP, RL
53	Ituiutaba	Muito Alta	Extremamente Alta	Criação UC PI
54	Montezuma	Muito Alta	Alta	Criação UC US
55	Rio Pardo	Muito Alta	Muito Alta	Recuperação
56	Rio Araguari	Muito Alta	Extremamente Alta	Recuperação
57	Rio Macaúbas	Muito Alta	Alta	Fomento ao uso sustentável
58	Riacho São Felipe	Extremamente Alta	Muito Alta	Fomento a atividades sustentáveis
59	Rio Sucuru	Alta	Alta	Implementação CAR, boas praticas
60	Verdelândia	Muito Alta	Alta	Recuperação APP, RL
61	Montes Claros	Muito Alta	Extremamente Alta	Recuperação APP, RL
62	Carste Lagoa Santa	Extremamente Alta	Extremamente Alta	Criação UC PI
63	Mosaico Cipó Intendente	Extremamente Alta	Extremamente Alta	Criação UC PI

*APP = Área de Preservação Permanente; UC = Unidade de Conservação; CAR = Cadastro Ambiental Rural; RL = Reserva Legal; PI = Proteção Integral; US = Uso Sustentável
Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2018).

Os dados apresentados pelo Ministério do Meio Ambiente é de referência básica para a localização e identificação de áreas prioritárias no território brasileiro. A versão de 2018 é mais refinada e foi produzida com informações atualizadas e detalhadas, por isso as áreas são tão distintas daquelas apontadas na 1ª Atualização ocorrida no ano de 2007.

Com base nesta informação, uma série de instrumentos legais vigentes determina ao Estado a identificação e gestão especial de Áreas Prioritárias para a Conservação e Restauração da Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos em Minas Gerais. O Conselho de Política Estadual de Meio Ambiente (COPAM) determinou, por meio das Deliberações Normativas Nº 55, 13 de junho de 2002, e Nº 217, de 07 de dezembro de 2017, o uso do documento “Biodiversidade em Minas Gerais: um Atlas para sua Conservação” na seleção de locais para novas Unidades de Conservação (UC) e no licenciamento ambiental (IEF, 2021).

Apesar disso, a Lei Nº 20.922, de 16 de outubro de 2013, que dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade em Minas Gerais, previu a atualização das Áreas Prioritárias no prazo de dois anos. No entanto, as ferramentas de planejamento da gestão territorial ambiental de que o Estado dispõe, encontram-se desatualizadas, sendo a última versão das Áreas Prioritárias data do ano de 2005 (IEF, 2021).

Em conclusão, o Planejamento Sistemático da Conservação e da Restauração da Biodiversidade e dos Serviços Ambientais dos Biomas Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica em Minas Gerais, considerou o desafio da atualização e em 2021 publicou a compilação de dados espaciais, geoprocessamento, modelagem matemática, e participação da comunidade científica, sociedade civil e órgãos de governo na seleção de Áreas Prioritárias. Contudo,

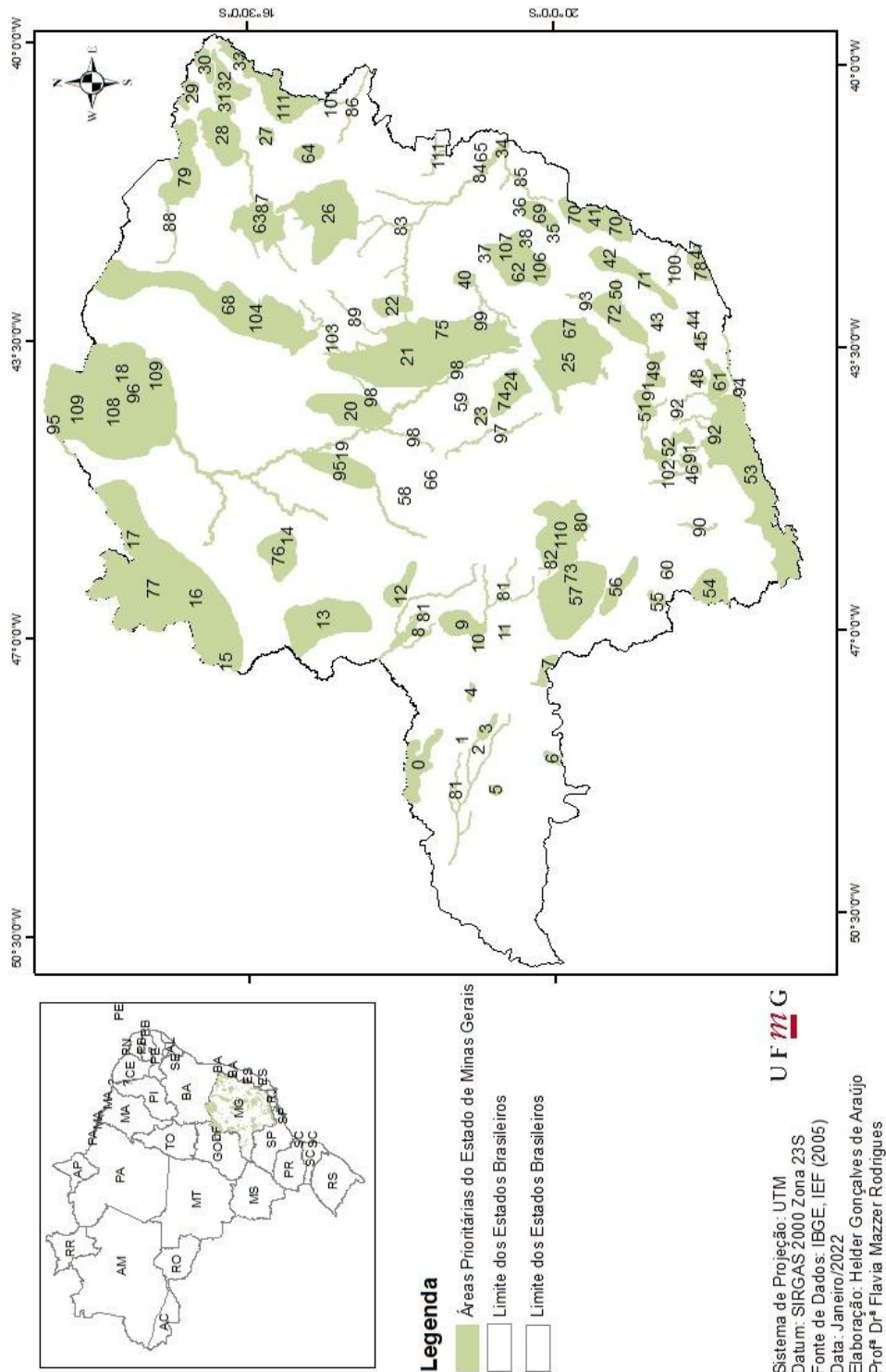
apresentou mapas temáticos capazes de direcionar a implantação das diversas políticas públicas relacionadas ao ambiente como: conservação e gestão da biodiversidade aquática, criação e gestão de áreas protegidas, restauração de ecossistemas, promoção de práticas sustentáveis, conservação e revitalização da oferta hídrica e de mananciais, pesquisa e manejo para a conservação da biodiversidade, fiscalização e regularização ambientais. Idealizado e desenvolvido pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF), o projeto foi co-financiado pelo IEF e pela Contribuição Financeira da Cooperação Brasil-Alemanha/Banco KfW. Sua construção envolveu imenso esforço colaborativo entre IEF e Consórcio integrado por WWF-Brasil, Universidade Federal de Minas Gerais e Fundação Biodiversitas, bem como Semad, Igam e Feam (IEF, 2021).

Ressalva-se que, o Projeto Áreas Prioritárias: Estratégias para a Conservação da Biodiversidade e Ecossistemas de Minas Gerais do Estado de Minas Gerais não foi até a presente data disponibilizados os dados espaciais e por este motivo os dados serão analisados com base na publicação de 2005 e podem não ser as mesmas definidas pelo Ministério do Meio Ambiente, justificando-se por motivos de escalas de trabalho e metodologias empregadas.

Drummond *et al.*, (2005) abordaram em seu estudo as áreas prioritárias para conservação da biodiversidade, no Estado de Minas Gerais (FIGURA 2), elaborando o Atlas de Áreas Prioritárias, com classificação de acordo com a importância biológica e a principal ação (TABELA 2). Dentre as áreas elencadas por esses autores, destaca-se as classificadas como de importância biológica Especial, estando incluídas a região do Espinhaço Meridional e Setentrional, onde está localizada a área do presente estudo. Para essas regiões, os autores recomendaram a criação de Unidades de Conservação, bem como a realização de estudos científicos e inventários como as principais e mais urgentes ações de âmbito conservacionista.

FIGURA 2 – Localização das Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira do Estado de Minas Gerais.

Mapa de Localização das Áreas Prioritárias do Estado de Minas Gerais.



Fonte: Adaptado de INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTA, 2005.

TABELA 2 – Classificação das Áreas Prioritárias do Estado de Minas Gerais.

ID	Nome	Importância Biológica	Ação Principal
0	Matas de Itumbiara	Muito Alta	Criação de Unidade de Conservação
1	Fazenda Tatu	Extrema	Investigação Científica
2	Reserva do Panga	Muito Alta	Recuperação / Reabilitação
3	Veredas de Uberaba	Extrema	Criação de Unidade de Conservação
4	Reservatório de Miranda	Muito Alta	Promoção de Conectividade
5	Reservatório de Salto e Ponte	Alta	Promoção de Conectividade
6	Lagoas do Rio Uberaba	Extrema	Investigação Científica
7	Região de Conquista	Alta	Criação de Unidade de Conservação
8	Serra da Carça	Extrema	Criação de Unidade de Conservação
9	Ribeirão do Salitre	Muito Alta	Criação de Unidade de Conservação
10	RPPN Galheiro	Extrema	Promoção de Conectividade
11	Região de Araxá	Muito Alta	Criação de Unidade de Conservação
12	Vereda Grande	Muito Alta	Investigação Científica
13	Região de Paracatu	Muito Alta	Investigação Científica
14	Fazenda Brejão	Extrema	Criação de Unidade de Conservação
15	Vereda São Marcos	Especial	Criação de Unidade de Conservação
16	São Miguel	Extrema	Investigação Científica
17	Parque Nacional Grande Sertão Veredas	Extrema	Investigação Científica
18	Jaíba	Especial	Investigação Científica
19	Buritzeiro / Pirapora	Extrema	Criação de Unidade de Conservação
20	Serra do Cabral	Especial	Criação de Unidade de Conservação
21	Espinhaço Meridional	Especial	Criação de Unidade de Conservação
22	Serra do Ambrósio	Extrema	Criação de Unidade de Conservação
23	Paraopeba	Extrema	Criação de Unidade de Conservação
24	Área Peter Lund	Especial	Criação de Unidade de Conservação
25	Quadrilátero Ferrífero	Especial	Investigação Científica
26	Alto Mucuri	Muito Alta	Criação de Unidade de Conservação
27	Joáima	Alta	Criação de Unidade de Conservação
28	Reserva Biológica da Mata Escura	Extrema	Criação de Unidade de Conservação
29	Bandeira	Extrema	Manejo
30	Salto da Divisa	Extrema	Criação de Unidade de Conservação
31	Reservatório de São Simão	Muito Alta	Criação de Unidade de Conservação
32	Jacinto/ Rubim	Alta	Criação de Unidade de Conservação
33	Cariri	Extrema	Criação de Unidade de Conservação
34	Aimorés / Itueta	Muito Alta	Criação de Unidade de Conservação
35	RPPN Mata do Sossego	Muito Alta	Promoção de Conectividade
36	Caratinga	Extrema	Promoção de Conectividade
37	RPPN Fazenda Macedônia	Muito Alta	Investigação Científica
38	Entre Folhas	Muito Alta	Investigação Científica
39	Serra de Jaguaruçu	Muito Alta	Investigação Científica
40	Braúnas	Alta	Investigação Científica
41	Complexo do Caparaó	Especial	Manejo
42	Serra do Brigadeiro	Especial	Manejo
43	Alto Rio Pomba	Muito Alta	Criação de Unidade de Conservação
44	Região de São João Nepomuceno	Muito Alta	Criação de Unidade de Conservação
45	Juiz de Fora	Muito Alta	Criação de Unidade de Conservação
46	Luminárias / São Tomé das Letras	Muito Alta	Criação de Unidade de Conservação
47	Matas de Pirapetinga	Extrema	Criação de Unidade de Conservação
48	Região do Parque Estadual de Ibitipoca	Especial	Manejo
49	Barbacena e Barroso	Especial	Criação de Unidade de Conservação
50	Porto Firme	Extrema	Criação de Unidade de Conservação
51	Serra de São João	Extrema	Criação de Unidade de Conservação

Continuação...

Continuação...

ID	Nome	Importância Biológica	Ação Principal
52	Itumirim	Muito Alta	Criação de Unidade de Conservação
53	Região da Serra da Mantiqueira	Especial	Investigação Científica
54	Região de Poços de Caldas	Extrema	Investigação Científica
55	Guaxupé	Muito Alta	Investigação Científica
56	Passos / Carmo do Rio Claro	Muito Alta	Criação de Unidade de Conservação
57	Serra da Canastra	Especial	Manejo
58	Estação Ecológica de Pirapitinga	Alta	Investigação Científica
59	Caverna do Salitre	Alta	Investigação Científica
60	Monte Belo	Muito Alta	Criação de Unidade de Conservação
61	Bom Jardim	Alta	Criação de Unidade de Conservação
62	Parque Estadual do Rio Doce	Especial	Recuperação / Reabilitação
63	Ítinga / Araçuaí	Muito Alta	Criação de Unidade de Conservação
64	Região de Novo Oriente de Minas	Alta	Investigação Científica
65	Parque Estadual Sete Salões	Alta	Investigação Científica
66	Fazenda Santa Cruz	Alta	Investigação Científica
67	Florestas da Borda Leste do Quadrilátero	Extrema	Manejo
68	Espinhaço Setentrional	Especial	Investigação Científica
69	Complexo Caratinga / Sossego	Muito Alta	Promoção de Conectividade
70	Carangola	Extrema	Promoção de Conectividade
71	Complexo da Serra do Brigadeiro	Extrema	Criação de Unidade de Conservação
72	Região de Viçosa	Muito Alta	Criação de Unidade de Conservação
73	Entorno da Serra da Canastra	Extrema	Manejo
74	Província Cárstica de Lagoa Santa	Extrema	Criação de Unidade de Conservação
75	Florestas da Encosta Leste do Espinhaço Meridional	Muito Alta	Investigação Científica
76	Brasilândia	Muito Alta	Criação de Unidade de Conservação
77	Cabeceiras do Urucuia	Muito Alta	Criação de Unidade de Conservação
78	Além Paraíba / Pirapetinga	Alta	Criação de Unidade de Conservação
79	Pedra Azul / Águas Vermelhas	Muito Alta	Criação de Unidade de Conservação
80	Caverna do Peixe	Alta	Criação de Unidade de Conservação
81	Remanescentes Lóticos do Rio Paranaíba	Extrema	Manejo
82	Alto Rio São Francisco	Muito Alta	Investigação Científica
83	Bacia do Rio Suaçuí Grande	Muito Alta	Investigação Científica
84	Baixo Rio Doce	Alta	Manejo
85	Rios Manhuaçu e José Pedro	Alta	Promoção de Conectividade
86	Rio Mucuri	Extrema	Recuperação / Reabilitação
87	Médio Jequitinhonha	Muito Alta	Investigação Científica
88	Bacia do Alto Rio Pardo	Muito Alta	Investigação Científica
89	Rio Preto	Alta	Investigação Científica
90	Várzeas do Rio Sapucaí	Alta	Criação de Unidade de Conservação
91	Rio das Mortes e Capivari	Alta	Criação de Unidade de Conservação
92	Alto Rio Grande e Aiuruoca	Muito Alta	Criação de Unidade de Conservação
93	Rio Piranga	Muito Alta	Recuperação / Reabilitação
94	Rio Preto / Afluente do Paraibuna	Muito Alta	Recuperação / Reabilitação
95	Rio São Francisco e Grandes Afluentes	Alta	Criação de Unidade de Conservação
96	Várzeas do Médio Rio São Francisco	Especial	Investigação Científica
97	Rio Paraopeba	Alta	Recuperação / Reabilitação
98	Tributários do Rio das Velhas	Muito Alta	Recuperação / Reabilitação
99	Alto Rio Santo Antônio	Especial	Criação de Unidade de Conservação
100	Rio Pomba	Extrema	Recuperação / Reabilitação

Continuação...

Continuação...

ID	Nome	Importância Biológica	Ação Principal
101	Rio Pampã	Muito Alta	Investigação Científica
102	Bacia do Rio do Cervo	Alta	Investigação Científica
103	Alto Jequitinhonha	Extrema	Investigação Científica
104	Rio Itacambirucu	Extrema	Criação de Unidade de Conservação
105	Pingo D'dgua	Muito Alta	Investigação Científica
106	Lagoas do Rio Doce	Especial	Manejo
107	Entorno do Parque Estadual do Rio Doce	Alta	Promoção de Conectividade ...continuação
108	Vale do Peruaçu	Especial	Manejo ...continuação
109	Complexo Jaíba / Peruaçu	Extrema	Investigação Científica
110	Cárstica de Arcos / Pains	Extrema	Criação de Unidade de Conservação
111	Pequenas Bacias do Leste	Alta	Criação de Unidade de Conservação

Fonte: FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, 2005.

Constata-se que as Áreas Prioritárias não são sinônimos de Unidades de Conservação, visto que estas abrigam diversas espécies ameaçadas e ambientes especiais, sendo o ponto de partida do processo de definição das Áreas Prioritárias. Isso significa que o que existe dentro destas áreas não é suficiente para a manutenção dos processos ecossistêmicos e das espécies e de suas populações a longo prazo, pois existem espécies e ecossistemas que não estão protegidos por nenhuma destas áreas, nem em quantidade suficiente em extensão, o que é específico para cada um dos alvos. Existem lacunas de proteção, que chamamos de “lacunas de representatividade ecológica”, que são áreas que deveriam estar protegendo a riqueza biológica, as várias fitofisionomias, e, no entanto, os instrumentos de gestão existentes podem não ser suficientes para garantir sua conservação. As Áreas Prioritárias possuem como objetivos identificar áreas complementares à conservação dos alvos definidos, nas quais uma série de ações pode ser identificada e priorizada (MMA, 2021).

Neste contexto, observa-se que estudos desenvolvidos por Pereira *et al.*, (2020), no município de Capitão Enéas, localizado ao Norte do Estado de Minas Gerais, concluiu que um significativo patrimônio biológico e arqueológico, abrangendo paisagens de interesse para conservação da biodiversidade regional e com base nas características dos meios físico, biótico e antrópico, foram propostas oito áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade e que reuniram informações úteis e orientadoras para a conservação ambiental e uso e ocupação dos solos agrícolas e não agrícolas.

As diferentes abordagens para seleção de Áreas Prioritárias visam sobretudo preservar os recursos naturais, porém com diferentes aspectos que vão desde a proteção de espécies em extinção, até propósitos turísticos como a preservação de paisagens. Tais

abordagens focam em temas específicos que carecem de uma perspectiva agregada com a áreas das bacias hidrográficas (BIDEGAIN, 2019).

Por fim, Pereira *et al.*, (2018) em estudo realizado na Mata Ripária do interior do Parque Estadual da Lapa Grande na região de Montes Claros, Minas Gerais, relatam que as áreas da Unidade de Conservação e sua zona de amortecimento desempenham um papel de importância para biodiversidade, uma vez que, prestam serviços ambientais imprescindíveis para a conservação de espécies e manutenção da água nos mananciais.

2.4 Serra do Espinhaço

A Cadeia do Espinhaço é composta por um conjunto de serras e chapadas localizadas no interior dos Estados de Minas Gerais e Bahia, leste do Brasil (DERBY, 1996; HARLEY, 1995). Possui limite sul no Quadrilátero Ferrífero e o limite norte prolonga-se pelo interior da Bahia (CETEC, 1983). Pode ser dividida em dois setores: Meridional (em Minas Gerais, tem seu início na Serra do Cipó até em torno de 550 km de extensão) e Setentrional (ao norte de Diamantina/MG até limite do Estado da Bahia com o Estado de Pernambuco e do Piauí), de características geológicas distintas (GONTIJO, 2008).

Sua maior porção em Minas Gerais (MG), a Serra do Espinhaço Meridional, agrupa o Planalto de Diamantina, a Depressão de Gouveia e a Serra do Cipó (VARAJÃO *et al.*, 2020), ocupando uma área de 3,5 milhões de hectares (SILVA *et al.*, 2013). Sua morfologia faz com que esta formação rochosa seja um grande divisor de águas, separando importantes bacias como a do Jequitinhonha, do São Francisco e do Doce (SAADI, 1995; SILVA, 2011).

A Serra do Espinhaço, há muito que se delimitam áreas com o intuito de proteção, como atesta o grande número de unidades de conservação (UCs) presentes. Além de sua fisiografia única, foi a grande quantidade de UC's ao longo de todo o Espinhaço que ajudou na decisão da UNESCO de cancelá-lo enquanto reserva da Biosfera no âmbito do Programa *Man and the Biosphere*, no ano de 2005. Outras chancelas vieram com a criação dos Mosaicos de Áreas Protegidas, tanto do Espinhaço – Alto Jequitinhonha / Serra do Cabral em 2010, como o da Serra do Cipó em 2018 (CONTIJO *et al.*, 2021).

Observa-se domínios fitogeográficos do Cerrado e da Mata Atlântica, ambos considerados *hotspots* de biodiversidade (MITTERMEIER *et al.*, 2004). A cobertura vegetal é formada por um mosaico de fitofisionomias, que incluem formações florestais associadas aos cursos d'água ou áreas de baixadas, geralmente representadas por florestas estacionais semidecíduas e distintas fisionomias savânicas (GIULIETTI *et al.*, 1987)

Os campos rupestres incluem formações herbaceoarbustivas associadas a solos litólicos, predominantemente quártzicos. Inseridos nos biomas do Cerrado e das Caatingas, são freqüentemente entremeados por matas ciliares e eventualmente salpicados de ilhas de capão. Ocorrem em altitudes a partir de 900 metros, ocupando de maneira disjunta as regiões mais elevadas do Espinhaço, desde o norte da Chapada Diamantina, na Bahia, até a Serra de Ouro Branco, em Minas Gerais. Podem ser encontrados também mais ao sul, nas Serras de São João d'El Rey, da Canastra e de Ibitipoca (Minas Gerais), a oeste, nas Serras dos Cristais e dos Pirineus e na Chapada dos Veadeiros (Goiás), e ao norte, nos Tepuis (norte da América do Sul) (RAPINI *et al.*, 2008).

Com base neste contexto, há uma proposta de criação da UC Águas do Espinhaço, no município de Itacambira, Estado de Minas Gerais, que vem sendo formatada desde 1999, a partir de uma mobilização conjunta dos moradores da cidade e representantes de instituições da área de meio ambiente, os quais mostraram-se receosos com a expansão da silvicultura na região e com a introdução da extração de minério. Essas atividades representavam uma ameaça às belezas e recursos naturais da região.

Para tanto, o processo de criação das unidades de conservação precisa estar apoiado em justificativas técnicas que corroborem a proposta, e deve prever necessariamente os procedimentos de consulta pública, o que certamente traz maior legitimidade a este processo e às ações futuras de gestão e manejo da UC. Vale ressaltar que Rapini *et al.*, (2008) concluíram em seus estudos que durante os séculos XVIII e XIX, a grande fonte de riqueza da Cadeia do Espinhaço esteve baseada na produção de minérios e atualmente, está concentrada em sua biodiversidade.

Por fim, Gontijo *et al.*, (2021) afirmam que o expressivo número de UCs da Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço contrasta com a pouca valorização patrimonial de seu meio natural. Por outro lado, o significativo pertence cultural e arquitetônico que constituem um patrimônio histórico e pré-histórico incomparáveis, também são pouco percebidos em ambiência relacionados ao turismo. Paisagens são apreciadas sem a adequada importância histórica; quedas d'água são desfrutadas de maneira excessiva, sem a valorização da preservação de suas nascentes e cursos d'água.

2.5 Projeto MAPBIOMAS

Partindo do pressuposto de inovar no mapeamento do uso e cobertura do solo no território brasileiro e em outros países tropicais, o MapBiomias surgiu com a premissa de colaborar com o estudo acerca da dinâmica anual do uso e ocupação da terra. Sua iniciativa envolve uma rede colaborativa de especialistas nos biomas, usos da terra, sensoriamento remoto, SIG e ciência da computação que utiliza processamento em nuvem e classificadores automatizados desenvolvidos e operados a partir da plataforma *Google Earth Engine* para gerar uma série histórica de mapas anuais de uso e cobertura da terra do Brasil (MAPBIOMAS, 2021).

A iniciativa MapBiomias foi formada em 2015 por universidades, ONGs e empresas a desenvolver um método rápido, confiável, colaborativo e de baixo custo para produzir um série temporal anual de mapas de cobertura e uso da terra do Brasil de 1985 a 2020 a 30 m resolução. Essa iniciativa de mapeamento é organizada por Biomas (Amazônia, Mata Atlântica, Caatinga, Cerrado, Pampa e Pantanal) e temas transversais (Pasto, Agricultura, Plantação Florestal, Zona Costeira, Mineração e Infraestrutura Urbana), envolvendo uma ampla gama de especialistas de sensoriamento remoto, geografia, geologia, ecologia, engenharia ambiental e florestal, ciência da computação, ciências humanas, jornalistas, desenhistas entre outros (MAPBIOMAS, 2021).

O projeto teve como propósito a criação de uma plataforma para facilitar a disseminação das informações para países e regiões interessadas na evolução das terras utilizando uma base de algoritmos e estabelecer uma rede colaborativa de especialistas nos biomas brasileiros para o mapeamento da cobertura do solo e da sua dinâmica de mudanças para otimizar as soluções (MAPBIOMAS, 2021).

Desde então, o MapBiomias produziu seis conjuntos de mapas digitais anuais de terras cobertura e uso da terra, denominados Acervos. A classificação de imagens de satélite Landsat métodos e algoritmos para cada coleção evoluíram ao longo dos anos. A Coleção 1 publicado em 2016 consistiu na primeira etapa do processo de mapeamento, abrangendo a período de 2008 a 2015 e com sete classes: floresta, agricultura, pastagem, plantação florestal, mangue e água. A Coleção 2 lançado em 2017, aplicando classificação empírica da árvore de decisão, abrangeu o período de 2000 a 2016 e incluiu 13 classes com subclasses de floresta, savana, pastagem, mangue, praia, infraestrutura urbana entre outras. A Coleção 2.3 foi baseada em uma nova abordagem de aprendizado de máquina de floresta aleatória para superar a calibração empírica do parâmetros de entrada para classificação de imagens. Em

2018, a Coleção 3 também se baseou na algoritmo de floresta aleatória, mas incluiu uma amostragem mais robusta para treinar o classificador e ampliou o período de mapeamento de 1985 a 2017. Em 2019, a Coleção 4 foi produzido incluindo 2018 na série temporal. Em 2020, a Coleção 5 foi produzida adicionando 2019 na série temporal e outras novas melhorias e métodos. A última Coleção 6 apresentou novas classes: Restinga Arborizada (somente na Mata Atlântica), Arroz, Café, Citros e Outras Culturas Perenes, totalizando 25 mapeados. Na Coleção 6, novos mosaicos Landsat foram processados usando dados de reflectância (SR), reunindo todas as imagens de cada ano, 90 imagens espectrais e temporais métricas foram geradas e disponibilizadas (MAPBIOMAS, 2021).

Observa-se que desde sua primeira coleção, publicada em 2016, os usuários do MapBiomias cresceram exponencialmente. Os produtos e plataforma do MapBiomias (<http://mapbiomas.org/>) estão sendo utilizados em diversas pesquisas aplicadas, em temas como planejamento do uso do solo, conservação (Crouzeilles *et al.*, 2019), biodiversidade (Vidal *et al.*, 2019), saúde (De Paiva *et al.*, 2019), agricultura e mudanças climáticas (Cohn *et al.*, 2019), entre outras.

De acordo com Gonçalves e Ribeiro (2021), a classificação disponibilizada pelo projeto MapBiomias constitui-se em uma notável fonte de informações em relação ao uso e cobertura do solo no território nacional. Ainda conclui que foi possível obter uma série histórica para três décadas, o que possibilitou a análise da classe Floresta Plantada para a região da Ilha de Santa Catarina e Baixada do Maciambu, evidenciando dados expressivos da área de cobertura, que aumentou cerca dez vezes em relação ao primeiro ano (1985).

Moraes (2020) conclui que estudos futuros serão necessários para a identificação do uso e ocupação do solo de forma mais acentuada, no sentido do desenvolvimento agropecuário e diversificação da indústria. Essa dinâmica do uso da terra, caso as estratégias e manejo sejam bem empregados, poderão permitir o aumento de áreas de reflorestamento do Bioma Mata Atlântica, indicando ser um crescimento sustentável.

Ademais, Santos Carneiro *et al.*, (2021) observou que o uso e ocupação das terras no Município de Ibitiara, no Estado da Bahia a partir da base de dados gerados pelo projeto MapBiomias, para o intervalo de tempo de 1985 a 2019, é notório o crescimento de quase todas as classes, revelando um processo de evolução, sendo as classes Pastagem e Infraestrutura Urbana as de marco principal para o desenvolvimento da região.

2.6 As Geotecnologias

O panorama mundial da informação e da comunicação vem passando por grandes transformações nos últimos anos, originadas através dos avanços tecnológicos. Historicamente a observação e a representação da superfície terrestre têm se apresentado como fator relevante na organização e desenvolvimento das sociedades. O conhecimento sobre a distribuição espacial dos recursos naturais, infraestrutura instalada, distribuição da população, entre outros, sempre fez parte, das informações básicas sobre as quais eram traçados os novos rumos para o desenvolvimento regional (ROSA, 2011).

Rosa (2011) reforça que, desde os tempos remotos até a atualidade, as informações e dados espaciais têm sido apresentados de forma gráfica pelos antigos cartógrafos e utilizados por navegadores e demais profissionais. A coleta de informações sobre a distribuição geográfica de recursos minerais, propriedades rurais e urbanas, animais e plantas sempre foi uma parte importante das atividades das sociedades organizadas. A obtenção de informações sobre a distribuição geográfica dos recursos naturais alavancou o desenvolvimento de inúmeros países, permitindo a ocupação territorial.

Segundo Santos (2012) somente com o desenvolvimento de tecnologias espaciais, incluindo os satélites artificiais, que se tornou possível visualizar a Terra a partir da coleta de dados e da aquisição de imagens da sua superfície, os dados adquiridos de forma remota por satélites artificiais auxiliam no diagnóstico sobre as implicações ambientais, econômicas, sociais, políticas e culturais, com relação à ocupação dos espaços urbanos, ajudando no planejamento sócio econômico-ambiental sustentável, e servindo de base para o desenvolvimento e realização de projetos associados às atividades humanas, como por exemplo, no planejamento ambiental.

O Geoprocessamento utiliza-se de um conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência geográfica no qual é empregado (MENGATTO JUNIOR *et al.*, 2017), o que auxiliam na produção de mapas, sendo este uma ferramenta crucial ao planejamento técnico-científico, orientando a tomada de decisão referente a utilização consciente da biodiversidade e da cobertura vegetal para unidades territoriais distintas (ROSÁRIO *et al.*, 2021). Além disso, as geotecnologias proporcionam maior agilidade e versatilidade, propagação das informações de maneira mais econômica e com maior agilidade (MENGATTO JUNIOR, *et al.*, 2017).

Os SIG têm se tornado cada vez mais usuais, pois as técnicas computacionais se tornam cada vez mais complexas, e com melhor desempenho, possibilitando então confrontar

dados distintos para produzir o resultado desejado com mais facilidade. Confrontar mapas com diferentes informações, permitindo gerar um novo mapa é uma ferramenta de grande eficiência, pois o mesmo auxilia no planejamento, nas tomadas de decisões e reduz a ambiguidade de interpretações (MENEZES, 2012).

O uso das técnicas de Sensoriamento Remoto integradas a Sistemas de Informações Geográficas permite o mapeamento, o monitoramento e a análise das mudanças de uso e cobertura da terra com maior frequência, maior detalhamento e melhor precisão, o que é essencial para o entendimento do processo de ocupação e do planejamento de ações para conservação e uso sustentável do solo. A diferença de objetivos, conceitos e técnicas adotadas em cada iniciativa impactam diretamente o resultado (ROSA, 2016).

Através das técnicas de geoprocessamento é possível analisar os conflitos de uso e ocupação do solo, delimitar as áreas de Preservação Permanente (APPs), nascentes, crescimento demográfico, agricultura e servindo assim, como objeto auxiliador para os órgãos públicos na tomada de decisões em casuais intervenções em APP, principalmente, tratando-se de atividades de recuperação e monitoramento de desmatamentos (NUNES et al., 2015).

Para o estudo da bacia hidrográfica e o entendimento das interações entre os seus diversos componentes e as ações antrópicas se faz necessário, antes de tudo, uma caracterização de seus parâmetros físicos, tais como área superficial, topografia, declividades, rede de drenagem, tipologia do uso e ocupação do solo, entre outros (BIELENKI JÚNIOR, 2007).

Adicionalmente, Vendrusculo *et al.*, (2021) afirma que é essencial o conhecimento das características da paisagem de uma microbacia hidrográfica para gerenciar adequadamente os recursos naturais, visando a conservação e prevenção dos problemas ambientais. Estas informações podem ser obtidas com o uso de geotecnologias, conforme observado nos trabalhos de Mauro *et al.*, (2019), Pacheco *et al.*, (2020) e Vasconcelos *et al.*, (2020).

Com o avanço acelerado das tecnologias na área de informática e a possibilidade de utilização de equipamentos mais eficientes a um custo acessível, os sistemas de informações geográficas e a cartografia digital tornaram-se ferramentas importantes no tratamento de dados especializados. As bases cartográficas utilizadas nos estudos ambientais garantem a precisão e as análises espaciais tornaram-se viáveis conforme afirma Bielenki Júnior (2007).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da Área de Estudo

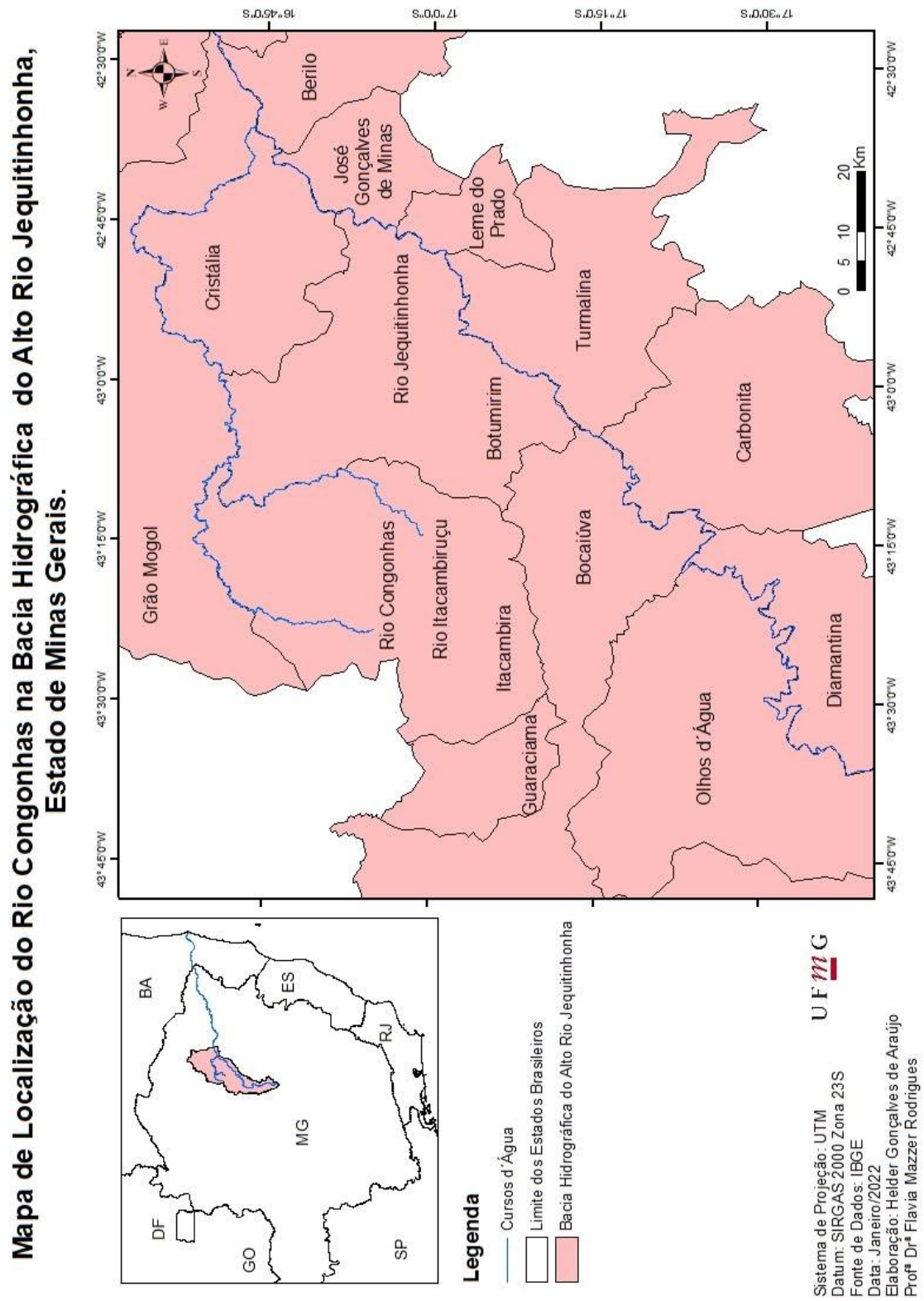
Para a realização deste trabalho definiu-se como área de estudo a Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas. Convencionou-se utilizar a sigla (BHC) para se referir à bacia hidrográfica do estudo. Localizada na Região Norte do Estado de Minas Gerais (FIGURA 3) e, inserida em áreas prioritárias para conservação, são elas: 68 (Espinhaço Setentrional) e 104 (Rio Itacambiruçu).

A BHC está localizada nos limites dos Municípios de Juramento, Itacambira, Grão Mogol e Francisco Sá, encaixada entre duas linhas de serras do sistema Espinhaço, no Vale do Jequitinhonha (Folha Botumirim escala 1:100.000, SE-23-X-B-IV IBGE), em uma faixa de 20 km de largura e altitudes de 870 e 1330 m. A bacia é limitada a oeste pela porção ocidental da Serra do Catuni, e a oeste pelo Sistema Espinhaço, com vários segmentos proeminentes, como a serra do Espaduatedo e da Porteira (SALLUN, SALLUN FILHO, KARMANN, 2008).

A Bacia Hidrográfica estudada está inserida na Bacia Hidrográfica do Alto Jequitinhonha. O Rio Congonhas é tributário do Rio Itacambiruçu, um dos mais significativos tributários da margem esquerda do Rio Jequitinhonha (PDRH – JQ1, 2013). O Rio Jequitinhonha nasce na Serra do Espinhaço, no Município do Serro - MG, a uma altitude aproximada de 1.300 metros. Sua bacia hidrográfica limita-se a norte com a bacia do Rio Pardo, a sul com a bacia do Rio Doce, a sudeste com a bacia do Rio Mucuri e várias outras pequenas bacias hidrográficas (Sucuruçu, Itanhém, Buranhém e Peruípe). A oeste confronta com a bacia hidrográfica do Rio São Francisco e a leste atravessa o limite entre os Estados de Minas Gerais e Bahia no Município Salto da Divisa e segue rumo ao Oceano Atlântico (FERREIRA; SAADI, 2013).

Dentro da grande área compreendida pelo município de Itacambira, a expressão fisiográfica mais proeminente deve-se ao início do segmento setentrional da Serra do Espinhaço. Os metassedimentos do Supergrupo Espinhaço distribuem-se como um cordão de serras quase sempre contínuos e em forma de arco, com fechamento ao sul da cidade de Itacambira e concavidade voltada para o norte, compreendendo as maiores elevações da região (IBGE, 1997).

FIGURA 3 - Localização do Rio Cogonhas na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Jequitinhonha, Estado de Minas Gerais.



Predominam ao longo de toda a área, vegetações rasteiras e de pequeno porte, características de campos de altitude. Localmente, matas ciliares ocorrem em regiões de relevo aplainado ou ao longo das drenagens. Nas chapadas, predomina o Cerrado baixo, representado por árvores como o pequizeiro e o pau-da-terra e a Caatinga arbustiva, com bromeliáceas e cactáceas (MARTINS, 2006).

Uma vez que a área de estudo encontra-se no Conjunto da Serra do Espinhaço, os solos são classificados em sua grande maioria como silto-arenoso a arenoso. Esses solos foram desenvolvidos sobre rochas quartzíticas do Supergrupo Espinhaço, em área de relevo muito movimentado, com frequentes áreas escarpadas, onde predominam terrenos caracterizados, sob o ponto de vista da pedologia, como áreas de afloramentos rochosos (PDRH-JQ1, 2013).

Ademais, a formação geomorfológica de serra faz da BHC importante do ponto de vista hidrológico para o semiárido norte-mineiro, uma vez que atuam como áreas de recarga hídrica e possuem inúmeras nascentes de importantes rios da região, os quais são responsáveis diretamente por abastecimento humano e animal, além de práticas agropecuárias. Esses dados foram demonstrados pelo estudo “Corredores Ecológicos” (2013) e corroborados pelo projeto “Águas do Sertão Mineiro” (2016) ambos desenvolvidos pelo Instituto Estadual de Florestas - Unidade Regional de Florestas e Biodiversidade – URFBio Norte.

3.2 Coleta e Análise de Dados

A metodologia utilizada neste trabalho consiste na aplicação de geotecnologias para a constituição de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), na organização de bases georreferenciadas da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas, no processamento digital de imagens para caracterização ambiental e na confecção de mapas temáticos que retratam os resultados obtidos. Portanto, o mapeamento de bacias hidrográficas se constitui, especialmente, em um trabalho de interpretação visual de dados realizado por meio da manipulação e estudo de imagens orbitais.

A delimitação da bacia hidrográfica foi realizada utilizando a cena SE-23-X-B do radar *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), modelo digital de elevação (*The Digital Elevation Model - DEM*) obtido para bacias hidrográficas do programa da EMBRAPA, produzido pela NASA, NIMA (*National Imagery and Mapping Agency*), DOD (*United States' Department of Defense*) e Agências Espaciais da Alemanha e Itália, e depois refinada pelo Projeto Embrapa Relevo (MIRANDA, 2005). Na manipulação dos dados, delimitação

automática da bacia hidrográfica e extração da rede de drenagem foi utilizada a plataforma TerraHidro, que é um aplicativo do Sistema de Informação Geográfica (SIG) TerraView.

No processo de delimitação de bacias hidrográficas em SIGs são utilizadas informações de relevo que podem ser representadas por uma estrutura numérica de dados correspondente à distribuição espacial da altitude e da superfície do terreno, denominada Modelo Numérico de Terreno (MNT). O MNT pode ser obtido por meio da interpolação de curvas de nível extraídas de uma carta topográfica ou através de imagens de sensores remotos (ALVES SOBRINHO *et al.*, 2010).

Nesse sentido, o modelo digital de elevação foi inicialmente submetido para a geração do Fluxo de Direção (*Flow Direction*), no qual cada célula será associada a possíveis orientações que o escoamento pode ser direcionado. Por conseguinte, utilizando o produto anterior, o Fluxo de Acumulação (*Flow Accumulation*) foi gerado e então cada célula da matriz é associada a quantidade de células que confluem ou convergem para ela. Nesse momento, é identificado o ponto de menor altitude da bacia hidrográfica (foz) que corresponde por sua vez à célula de maior fluxo acumulado. A delimitação da bacia, por fim, é realizada a partir da ferramenta *watershed*, considerando-se o fluxo de direção de cada pixel.

Na sequência, procedeu-se a identificação da rede de drenagem, que é constituída pelo curso d'água principal e por seus tributários e inclui todos os cursos d'água – perenes, intermitentes ou efêmeros (STRAHLER, 1952). O sistema de drenagem de uma bacia hidrográfica é fortemente influenciado por sua estrutura litogeológica, o que por consequência influenciará a taxa de formação do deflúvio (TONELLO *et al.*, 2006).

Para a realização do mapa temático de declividade, representação do relevo expressa como a variação de altitude entre dois pontos do terreno, em relação à distância que os separa, utilizou-se o Modelo Digital (DEM) como imagem de entrada. No Sistema de Informação Geográfica ArcGIS 10, versão ArcMap 10.1 (ESRI ArcGIS 10®) na opção *Slope* foi gerado a declividade segundo os intervalos apresentados a seguir, conforme EMBRAPA (2018):

Plano: superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos, com declividades variáveis de 0% a 3%.

Suave Ondulado: superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas (elevações de altitudes relativas até 50 m e de 50 m a 100 m, respectivamente), apresentando declives suaves, predominantemente variáveis de 3% a 8%.

Ondulado: superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives moderados, predominantemente variáveis de 8% a 20%.

Forte Ondulado: superfície de topografia movimentada, formada por outeiros e/ou morros (elevações de altitudes relativas de 50 m a 100 m e de 100 m a 200 m, respectivamente) e raramente colinas, com declives fortes, predominantemente variáveis de 20% a 45%.

Montanhoso: superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituídas por morros, montanhas, maciços montanhosos e alinhamentos montanhosos, apresentando desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes e muito fortes, predominantemente variáveis de 45% a 75%.

Escarpado: áreas com predomínio de formas abruptas, compreendendo superfícies muito íngremes e escarpamentos, tais como: aparados, itaimbés, frentes de cuevas, falésias, vertentes de declives muito fortes, usualmente com declividades superiores a 75%.

Para a realização do mapa temático de hipsometria que representam a elevação de um terreno através de cores, geralmente utiliza-se um sistema de graduação de cores começam com verde escuro para baixa altitude e, passando por amarelo e vermelho, para grandes elevações, utilizou-se como base o modelo digital de elevação. A imagem de entrada no *software* ArcGIS 10, versão ArcMap 10.1 (ESRI ArcGIS) gerou, portanto, a hipsometria segundo as cores da legenda hipsométrica para essa camada de elevação da bacia hidrográfica estudada. A determinação desse parâmetro é importante, visto que ele pode interferir na intensidade de escoamento, devido à influência que exerce na distribuição da vegetação, nos tipos de solos, no clima e conseqüentemente na rede de drenagem (DUARTE *et al.*, 2007).

No presente estudo, foram utilizadas as classificações do uso e cobertura da terra no formato matricial (resolução espacial de 30x30 metros) para toda a área da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas. Os dados empregados foram do projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (Coleção 6 para o Bioma Cerrado), cujo projeto permite a criação de mapeamentos temáticos a partir de processos de classificação automática através de logaritmos aplicada a imagens de satélite Landsat (MAPBIOMAS 2021).

Através da plataforma *Dodashboard* do MapBiomas (2021), foram adquiridos os arquivos em formato shapefile dos limites do Bioma Cerrado com escala de 1:250.000 de

acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, no qual toda a Bacia Hidrológica de interesse está inserida (MAPBIOMAS, 2021).

No Projeto MapBiomias foi possível exportar dados de cobertura do solo, afim de acompanhar as mudanças anuais ao longo de 21 anos (2000 a 2020). Após o *download* da área de estudo no sistema de informação geográfica ArcGIS 10, versão ArcMap 10.1 (ESRI ArcGIS 10®) as informações de uso e ocupação do solo foram obtidas em um arquivo raster, houve a necessidade da conversão para o formato vetor (polígono), visando a realização dos cálculos de cada área de uso pertencentes a área de estudo. As classes utilizadas e de acordo com as nomenclaturas do projeto MapBiomias foram: – Formação Natural (Formação Natural Florestal e Não Florestal), Silvicultura, Pastagem, Agrícola/Pastagem, Infraestrutura Urbana, Áreas Não Vegetadas, Lavoura Perene e Corpos d'Água, estão descritas na Tabela 3.

Todos os mapas temáticos gerados foram atualizados para o Datum Horizontal SIRGAS 2000, com projeção UTM, Fuso 23S.

TABELA 3 - Classes utilizadas no Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo – MapBiomias.

Nível 1	Nível 2, 3 e 4	Descrição
Formação Natural Floresta	Formação Florestal/ Formação Savânica	- Tipos de vegetação com predominância de árvores espécies, com contínuo formação do dossel (Riparia Floresta, Floresta Da Galeria, Seco Floresta e Floresta Savana), bem como Semidecidual Sazonal Florestas. - Formações de savana com árvore definida e estrato arbustivo-herbáceo (Cerrado Stricto Sensu: Densa, típica, esparsa e Savana Rupestre).
Formação Natural não Florestal	Campo Alagado/ Formação Campestre	- Vegetação com predominância de estratos herbáceos a inundações sazonais (por exemplo, Campo Úmido) ou sob influência fluvial/lacustre (por exemplo, Brejo). - Formações campestres com uma predominância de estratos herbáceos (sujos, campos limpos e rupestres) e algumas áreas de savana formações como a cerrado rupestre.
Agropecuária	Pastagem	Área de pastagem, predominantemente plantada, produção pecuária ligadas atividades. Áreas de natureza pastagens são predominantemente classificado como pastagem formação que pode ou pode não ser pastado.
	Agricultura/ Pastagem	Áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura.
	Silvicultura	Espécies de árvores plantadas para fins comerciais (por ex. Pinus, Eucalipto, Araucária).
	Lavoura Perene	Áreas ocupadas com culturas agrícolas com ciclo vegetativo longo (mais de um ano), que permitir colheitas sucessivas, sem a necessidade de novos plantios.
Área Não Vegetada	Infraestrutura Urbana	Áreas urbanas com predominância de superfícies não vegetadas, incluindo estradas, rodovias e construções.
	Outras Áreas	Superfície não permeáveis (infraestrutura, urbana expansão ou mineração) não mapeado em suas classes.
Corpos d'Água	Rio, Lago, Oceano	Rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água.

Fonte: Do Autor, 2022.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas

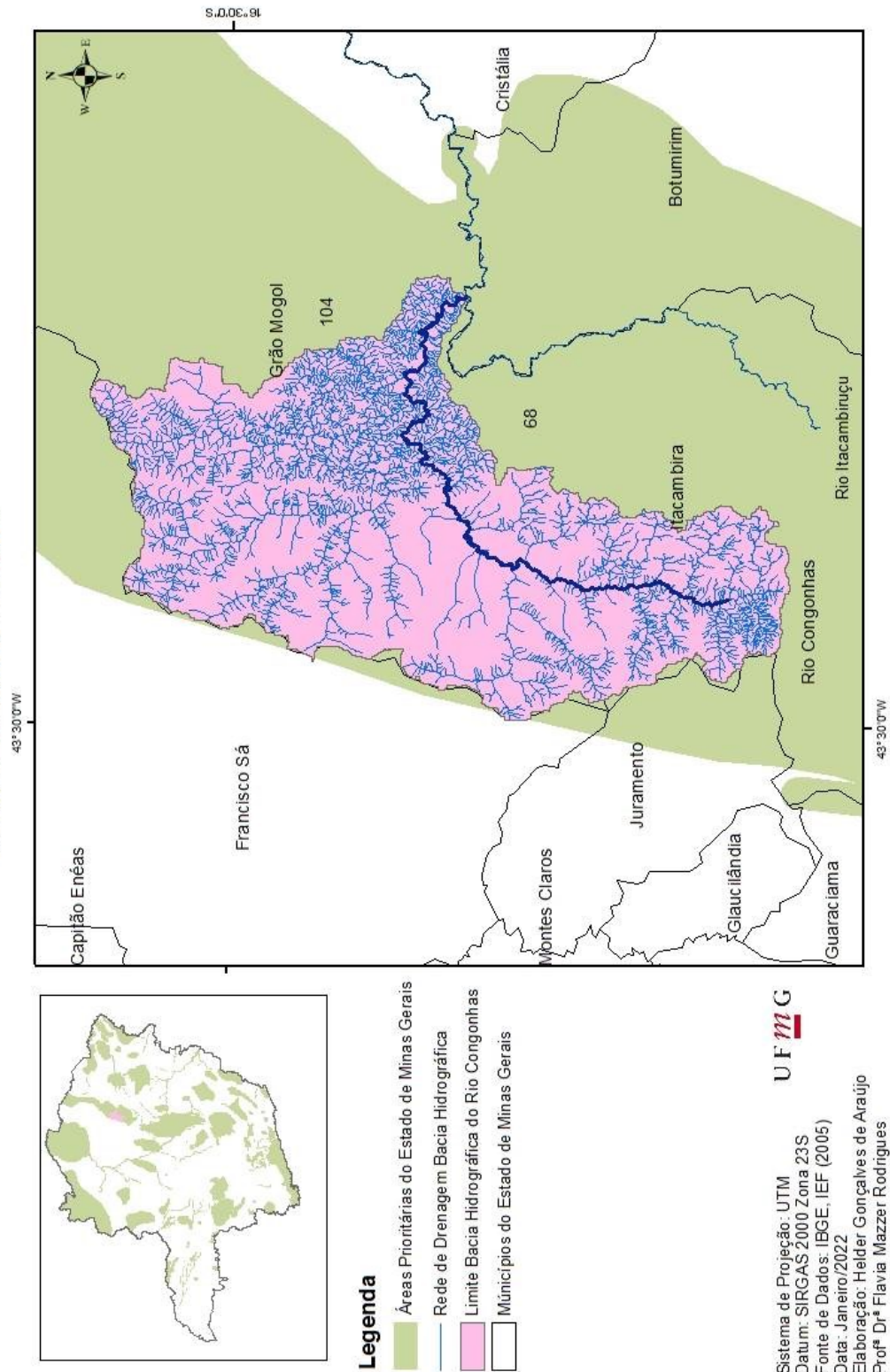
O estudo da hidrografia é fundamental para a identificação dos componentes naturais e antropogênicos envolvidos no fluxo hidráulico. A rede de drenagem foi extraída do Modelo de Elevação Digital do Terreno (DEM). Na Figura 4, pode-se verificar a abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas (BHC) nos municípios da Região Norte de Minas Gerais. A partir da análise da hidrografia constatou-se que a BHC apresenta área total de 1.332,6930 km², com aproximadamente 2.146 nascentes.

Importante mencionar que a área total de uma bacia inclui todos os pontos situados a altitudes superiores à da saída da bacia e dentro do divisor topográfico que separa duas bacias adjacentes (HORTON, 1945), constituindo-se como elemento básico para o cálculo das outras características físicas (LIMA, 2008). De acordo com Tucci (2004), em estudos de bacias hidrográficas, a determinação da área deve ser feita com muito rigor, pois é fundamental para definir o potencial de geração de escoamento da bacia, uma vez que o seu valor multiplicado pela lâmina da chuva precipitada define o volume de água recebido. Complementarmente, Machado *et al.*, (2011) pontuam que quanto maior a área, maiores devem ser os esforços de monitoramento e planejamento de uso e ocupação do solo, uma vez que pressupõe-se uma maior diversidade de ambientes que formam a bacia.

A análise da hierarquia fluvial mostrou que a BHC classifica-se como de 7^a ordem de magnitude. O método de ordenamento utilizado neste trabalho foi o proposto por Strahler (1952), cujo objetivo é trazer uma classificação que reflete o grau de ramificação dentro da bacia, como também auxiliar no gerenciamento físico-econômico da mesma, a exemplo da seleção de sub-bacias e microbacias mais representativas do ponto de vista físico.

FIGURA 4 - Localização e Hidrografia da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.

Mapa de Localização e Hidrografia da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas,
Estado de Minas Gerais.



4.2 Mapa de Declividade

Na área da BHC tem predominância a classe de relevo suave ondulado e ondulado, superfície de topografia pouco movimentada, declives suaves, variando de 3 a 20% (FIGURA 5), de acordo com a classificação EMBRAPA (2018). Na BHC é possível observar também os declives superiores a 20%, classe relevo forte ondulado que estão localizados principalmente no eixo central da bacia, região que corresponde à porção montanhosa característica da Serra do Espinhaço.

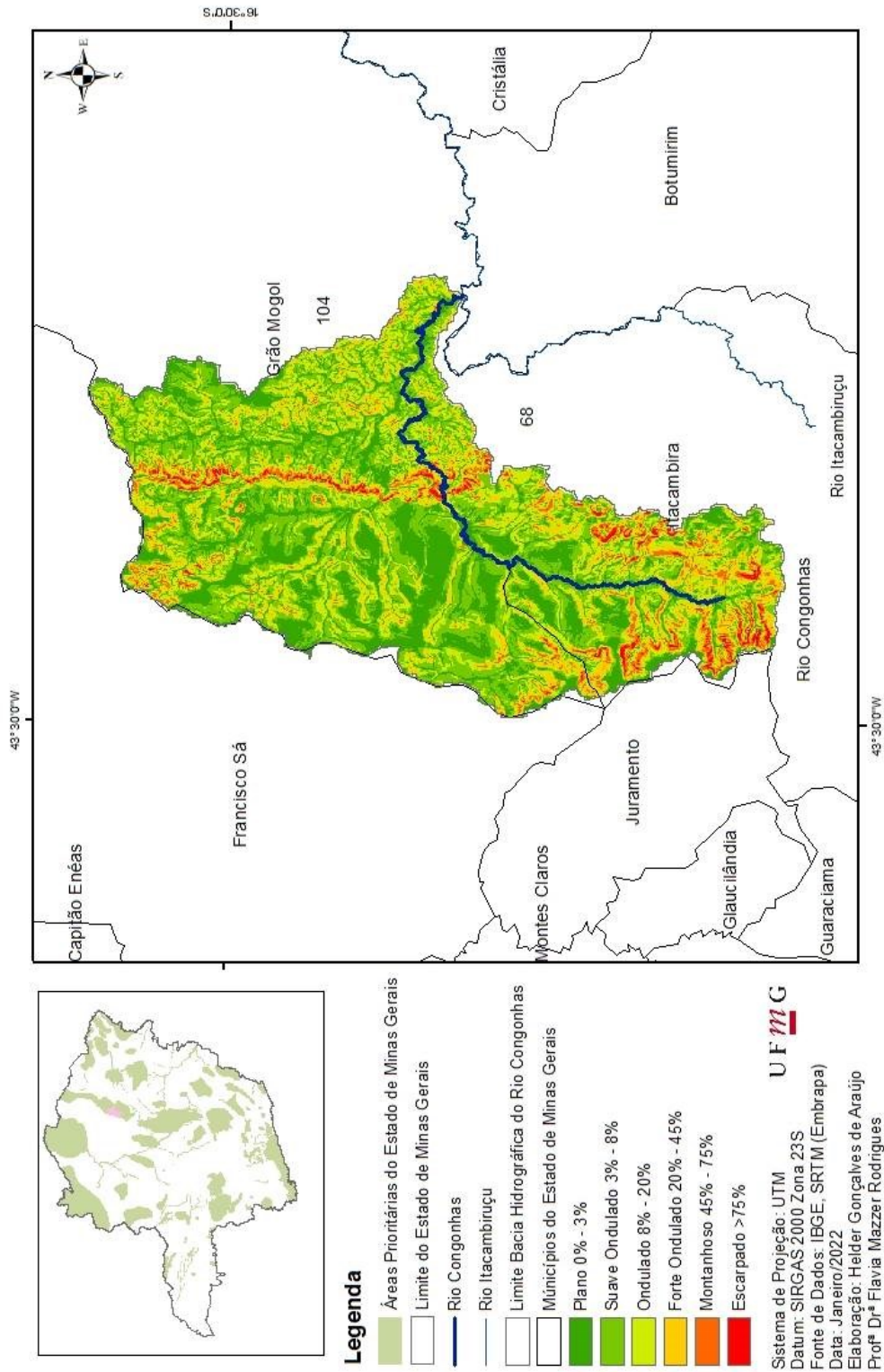
A declividade é uma característica que serve de indicador na definição de áreas de risco e restrição de uso, uma vez que interfere no deslocamento de partículas do solo (MACHADO *et al.*, 2011). Quanto maior a inclinação do terreno, maior a velocidade do escoamento, e menos tempo será demandado para a infiltração, o que favorece os processos erosivos e o escoamento superficial (RODRIGUES, 2013).

Com base nos dados apresentados, percebe-se que a BHC possui áreas mais elevadas e que, portanto, merecem atenção por apresentarem maior propensão à erosão natural. Em termos práticos, o plano de manejo da bacia deve contemplar restrições de uso para essas regiões. Nesse sentido, Cardoso e colaboradores (2006) recomendam a preservação da cobertura vegetal em áreas de maior declividade das bacias, com vistas à manutenção dos níveis de infiltração da água e a minimização de transporte de sedimentos para os cursos d'água.

Ademais, Tonello *et al.*, (2006) afirmam que a declividade de uma bacia hidrográfica é relevante no planejamento de uso e ocupação do solo, a fim de garantir a eficiência das intervenções antrópicas, os quais são determinantes na distribuição da água entre o escoamento superficial e subterrâneo.

FIGURA 5 – Mapa de Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.

Mapa de Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas, Estado de Minas Gerais.



4.3 Mapa de Hipsometria

O Mapa Hipsométrico representa as faixas de variação altimétrica das bacias por meio de curvas de nível. Essas faixas são representadas visualmente por cores as quais, por convenção, seguem o padrão de verde para as baixas altitudes e cores mais quentes chegando ao tom marrom para as altas altitudes (LADEIRA NETO, 2005). Esta variável, permite compreender a configuração e condições do desgaste do relevo, identificar as áreas mais rebaixadas pelos agentes externos, bem como as áreas mais preservadas devido à resistência dos componentes geológicos (CHRISTOFOLETTI, 1980).

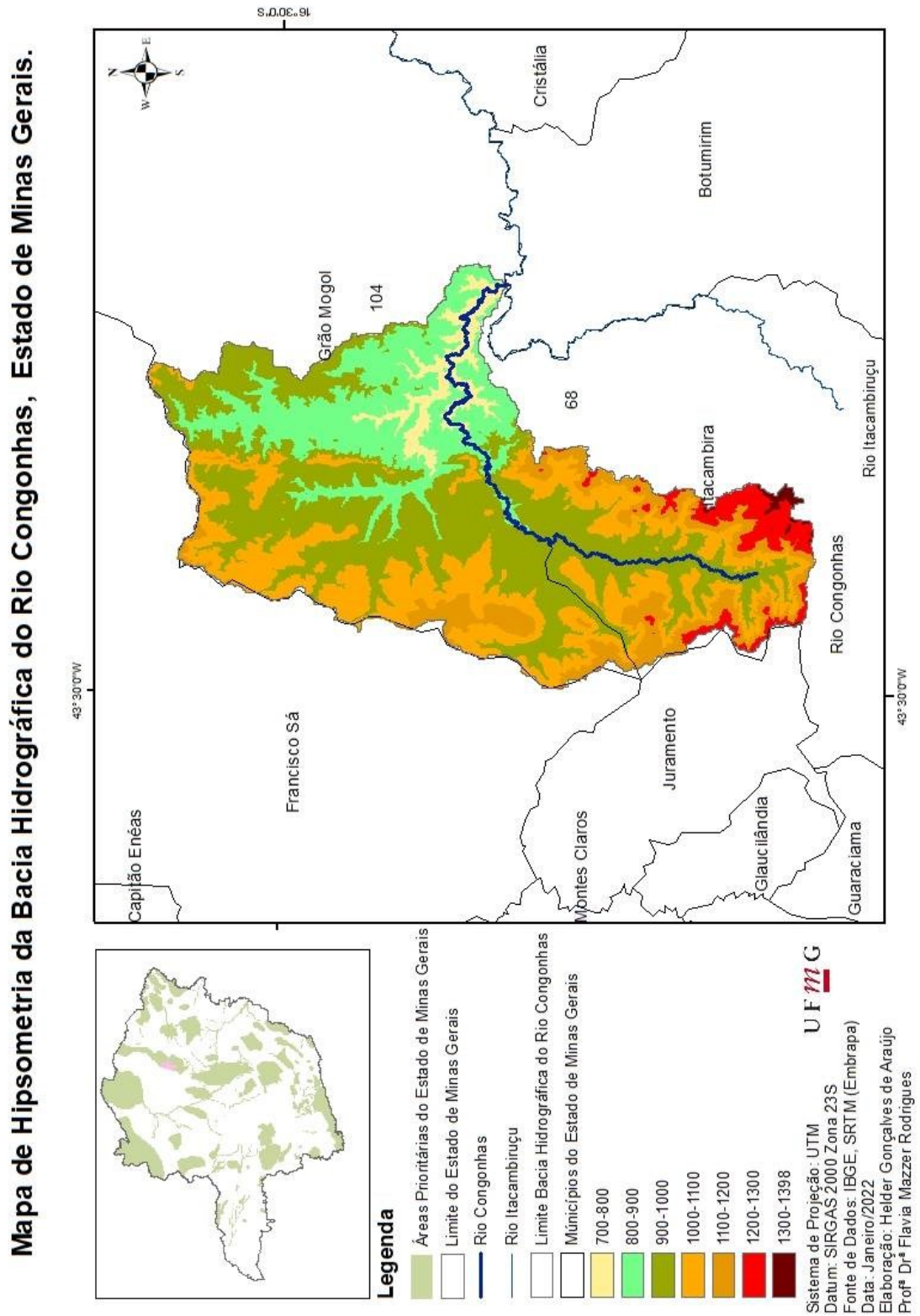
Através do processamento dos dados obteve-se que a BHC possui amplitude altimétrica de 647 metros, sendo sua área de menores altitudes (700-800 metros) localizada na porção leste, próxima à foz e sua área de maiores altitudes (1300-1398 metros) situada na região sudeste, próxima a nascente do rio Congonhas (FIGURA 6).

Nesse sentido, cabe destacar que a principal contribuição da análise hipsométrica para o gerenciamento das bacias hidrográficas é dar um indicativo da velocidade com que a água percorre a bacia considerando a energia cinética provocada pelo relevo, de modo que quanto maior essa variação maior será a rapidez com que ocorre o escoamento superficial e assim, menor será a quantidade de água infiltrada no solo, sujeitando a bacia à degradação (TRENTIN e ROBAINA, 2005).

Com base nessa informação, pode-se inferir que a variação altimétrica da BHC reforça a importância da restrição de uso antrópico das áreas mais elevadas, uma vez que a ausência de cobertura vegetal combinada com chuvas intensas pode contribuir para a intensificação dos processos erosivos nessas áreas e favorecer a acumulação de sedimentos nas de menor altitude (MARTINI, 2012; SILVA *et al.*, 2011b).

Assim sendo, Barbosa, Neto e Silva (2021) concluíram que o mapeamento quanto ao risco de inundação da Bacia Hidrográfica do Rio Jaboatão demonstrou que as regiões que apresentam maiores índices à ocorrência desse tipo de acidente são as que possuem um conjunto de parâmetros combinados, tais como baixas declividade e altitude, fortes intervenções antrópicas e solos com pouca capacidade de infiltração. Conjuntamente afirma que a utilização do Sistema de Informação Geográfica para mapeamentos temáticos apresenta resultados satisfatórios, podendo ser utilizado em tomadas de decisões por órgão gestores e/ou profissionais da área.

FIGURA 6 – Mapa da Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.



4.4 Mapa de Uso e Ocupação do Solo

No mapeamento do uso e ocupação do solo nas áreas da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas foi utilizado mapas do projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (MAPBIOMAS). Ao acessar a plataforma do projeto foi realizado o *download* da área do Estado de Minas Gerais e no sistema de informação geográfica ArcGIS 10, foi gerado o recorte do limite da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas. As ocorrências e distribuições do uso e ocupação do solo foram classificadas em: Formação Natural, Silvicultura, Pastagem, Agricultura/Pastagem, Infraestrutura Urbanizada, Lavoura Perene, Outras Áreas Não Vegetadas e Corpos d'Água. Para a classificação das formações vegetais naturais se fez necessário englobar outras fitofisionomias como as áreas biogeográficas definidas como formações florestais, savânicas, campestres e campo alagado, classes que subdividem o bioma Cerrado no qual a bacia encontra-se inserida. No Projeto MapBiomias foi possível exportar dados anuais de cobertura do solo, afim de acompanhar as mudanças ao longo de 21 anos (2000 a 2020).

Com base nos dados analisados e nos mapas temáticos gerados, para o ano de 2000 a 2005, observou-se na análise de uso e ocupação do solo, a ocupação predominante é Formação Natural, representando aproximadamente 77,4% da área de estudo; seguido do uso Silvicultura por ser uma área de grande expressividade na Região Norte Mineira e Pastagem com uma média no período de 4,14% da área da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas (TABELA 4; FIGURAS 7, 8, 9, 10, 11 e 12). Ressalva-se que o uso Pastagem apresentou um aumento na área ao longo do período de 2000 e 2005.

TABELA 4 - Uso e Ocupação do Solo – Período: 2000 e 2005 da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas, Estado de Minas Gerais.

% Área/ Ano	Formação Natural	Silvicultura	Pastagem	Agricultura/ Pastagem	Infraestrutura Urbana	Outras Áreas Não Vegetadas	Lavoura Perene	Corpos d'Água
2000	77.22	11.44	2.84	8.41	0.02	0.03	0.00	0.05
2001	77.37	11.33	2.80	8.40	0.02	0.03	0.00	0.05
2002	77.63	11.05	3.20	7.97	0.02	0.08	0.00	0.05
2003	77.67	10.74	4.40	7.04	0.02	0.08	0.00	0.05
2004	77.43	10.51	5.62	6.29	0.02	0.08	0.00	0.05
2005	77.26	10.51	5.98	6.05	0.02	0.13	0.00	0.05

Fonte: Do Autor, 2022.

FIGURA 7 – Uso e Ocupação do Solo - Ano 2000 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.

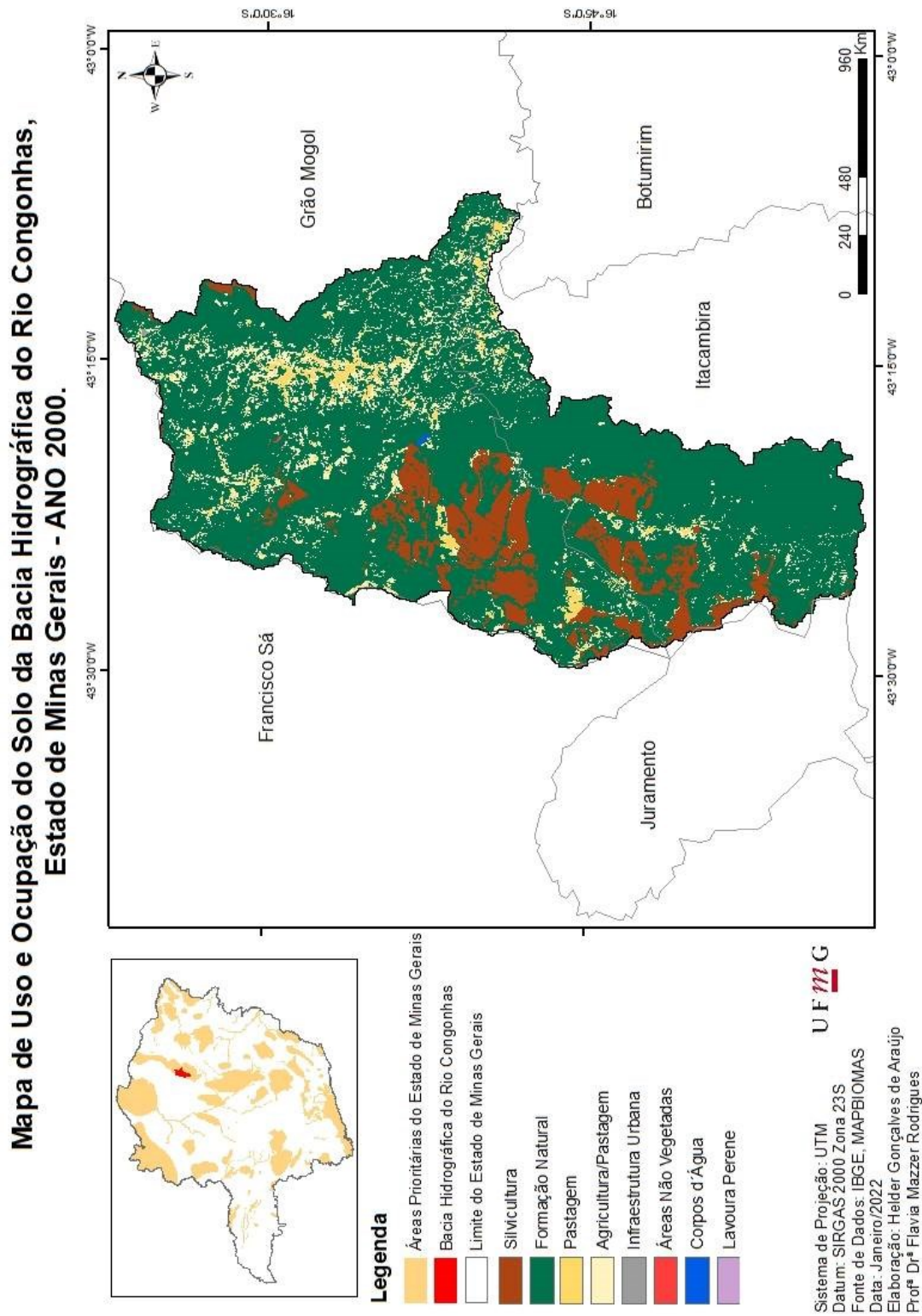


FIGURA 8 – Uso e Ocupação do Solo - Ano 2001 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.

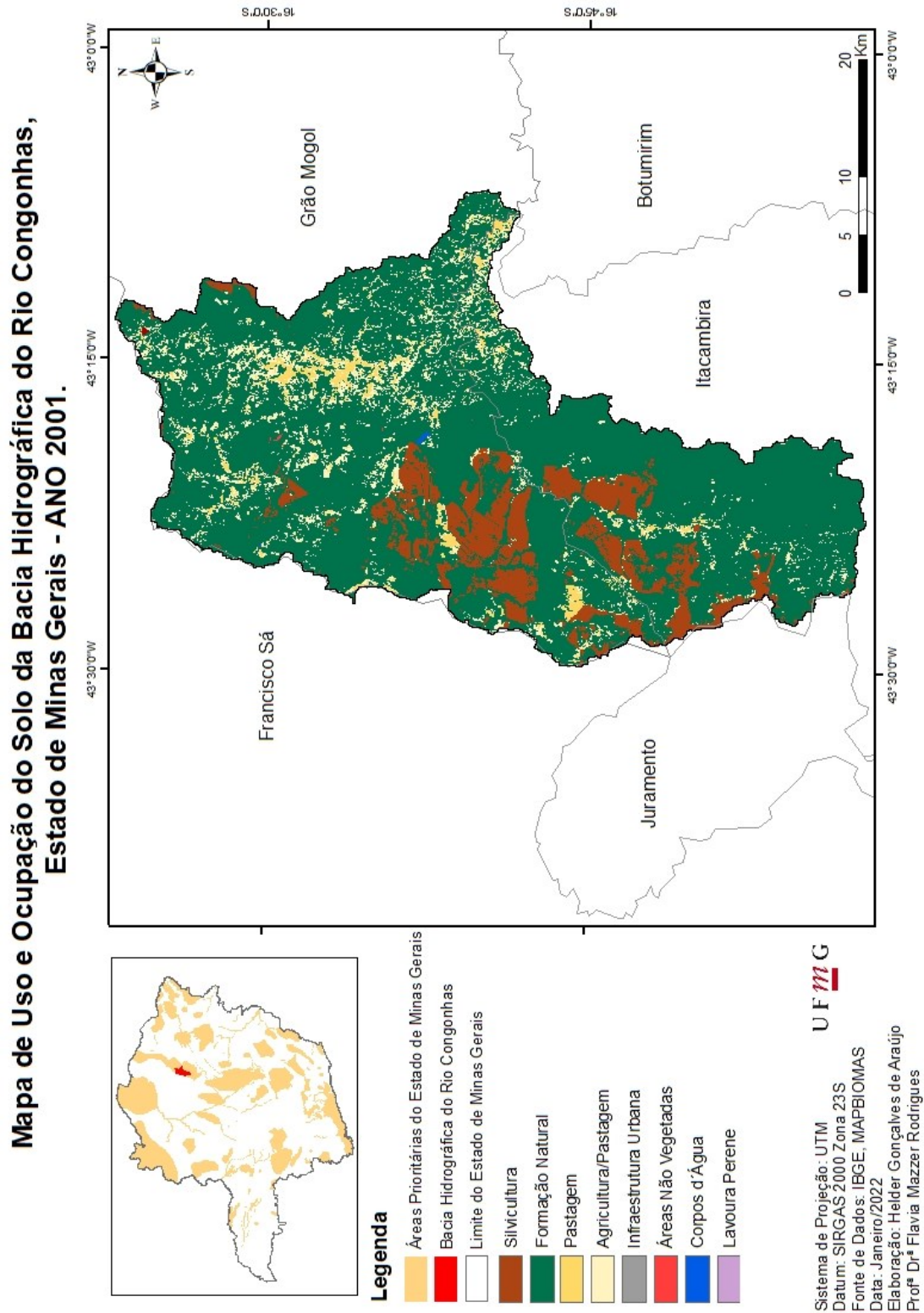


FIGURA 9 – Uso e Ocupação do Solo - Ano 2002 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.

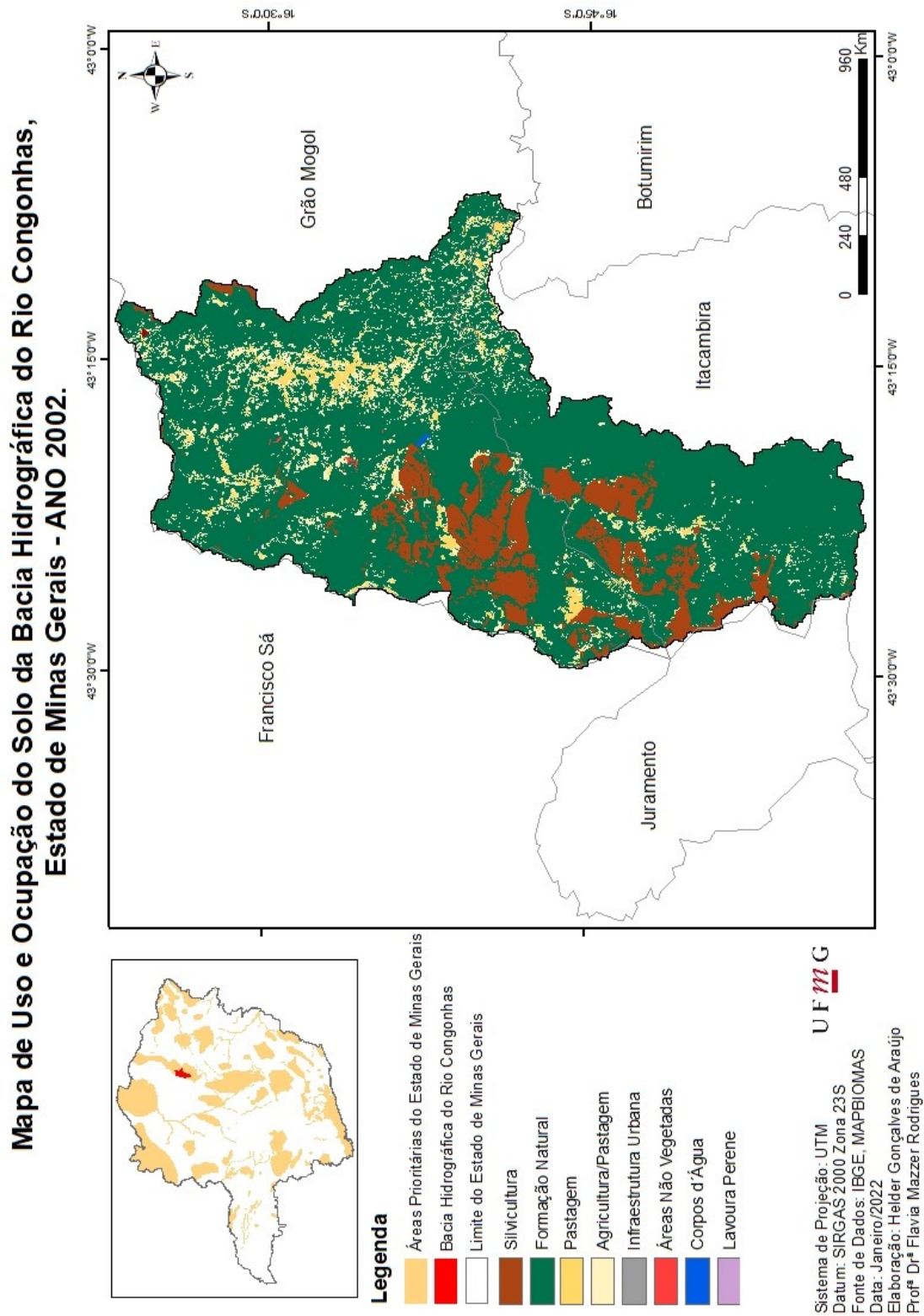


FIGURA 10 – Uso e Ocupação do Solo - Ano 2003 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.

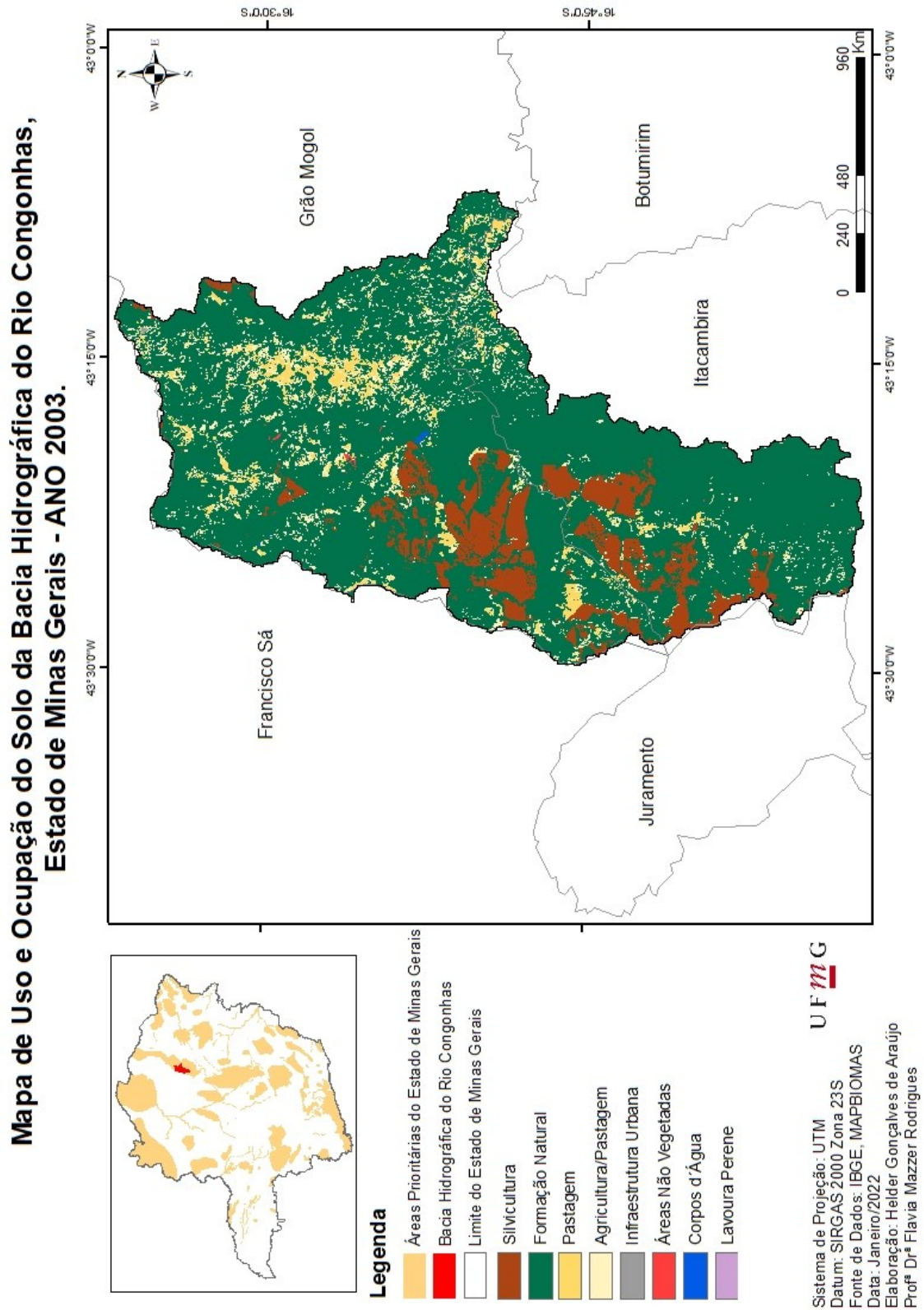


FIGURA 11 – Uso e Ocupação do Solo - Ano 2004 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.

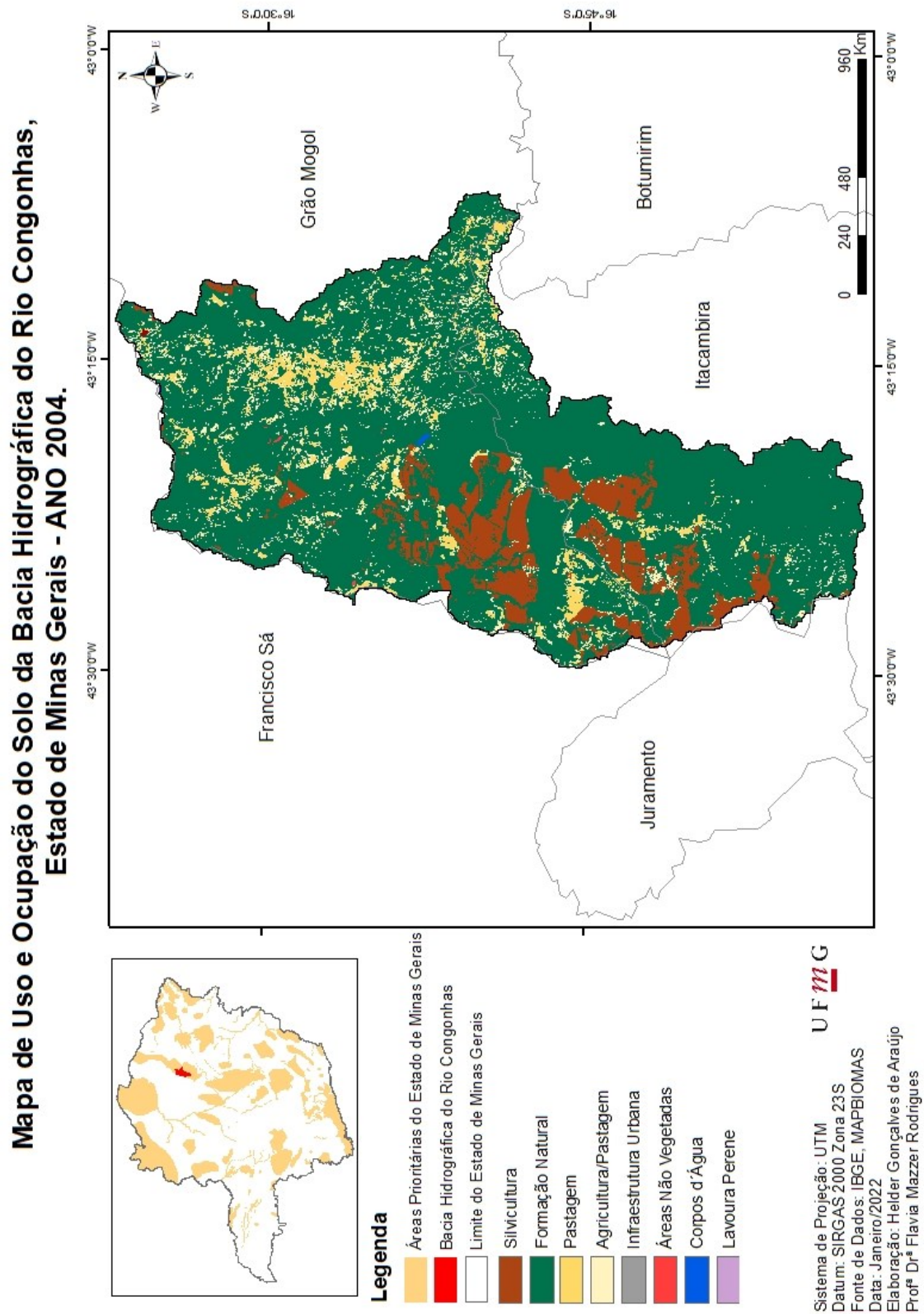
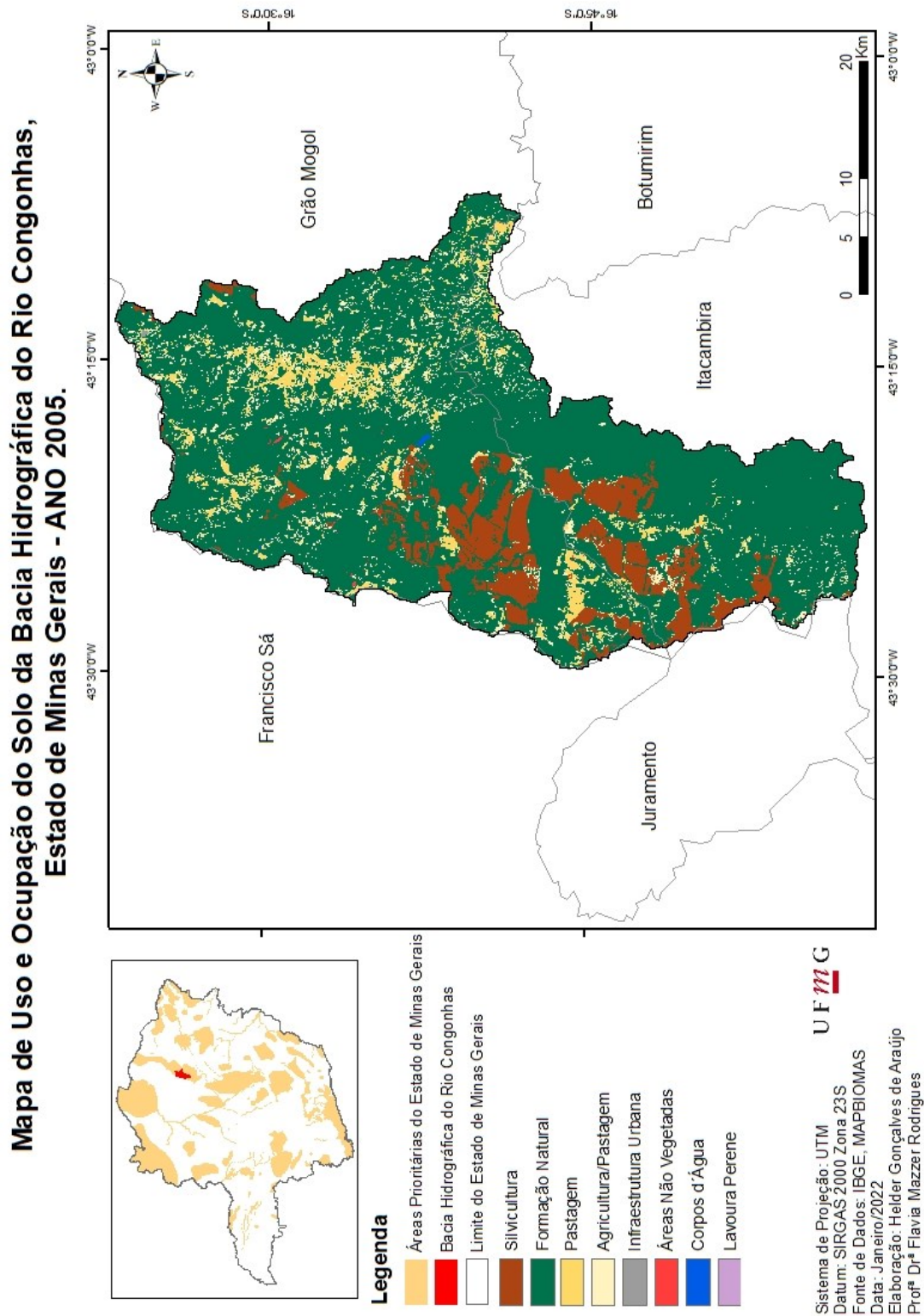


FIGURA 12 – Uso e Ocupação do Solo - Ano 2005 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.



Analisando os dados, observou-se um aumento no uso Lavoura Perene, visto que no ano de 2000 apresentou uma área de 1,98 hectares e 3,15 hectares no ano de 2005 e um decréscimo na área com o uso Silvicultura, aproximadamente 15230,7 hectares em 2000 e 13991,22 no ano de 2005. No uso referente a Infraestrutura Urbana não observou-se alterações, com aproximadamente 0,02% da área da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas para o período 2000 e 2005.

Com base nos dados, para o ano de 2006 a 2010, observou-se na análise de uso e ocupação do solo, a ocupação predominante é Formação Natural, mas que apresentou uma diminuição na área de 2564,46 hectares no referido período e concomitantemente o uso Silvicultura por ser uma área de grande expressividade na Região Norte Mineira e Pastagem ocorreu um aumento na área da bacia hidrográfica estudada. Ressalva-se que no ano de 2008 e 2009 a Lavoura Perene também apresentou um aumento na área de estudo (TABELA 5; FIGURAS 13, 14, 15, 16 e 17). Ressalva-se que o uso Infraestrutura Urbana apresentou um aumento na área ao longo do período de 2006 e 2010.

TABELA 5 - Uso e Ocupação do Solo – Período: 2006 e 2010 da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas, Estado de Minas Gerais.

(ha) Área/ Ano	Formação Natural	Silvicultura	Pastagem	Agricultura/ Pastagem	Infraestrutura Urbana	Outras Áreas Não Vegetadas	Lavoura Perene	Corpos d'Água
2006	103159.17	14308.74	7791.57	7652.61	25.92	156.69	3.96	72.09
2007	103009.41	14679.90	7951.14	7327.44	26.10	99.36	3.69	73.71
2008	102782.88	14924.70	7786.89	7487.73	26.01	89.46	4.50	68.58
2009	102132.18	15087.42	7649.82	8100.09	26.10	98.10	4.32	72.72
2010	100594.71	15516.18	9306.72	7563.87	27.09	90.90	2.70	68.58

Fonte: Do Autor, 2022.

FIGURA 13 – Uso e Ocupação do Solo - Ano 2006 da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas, Estado de Minas Gerais.

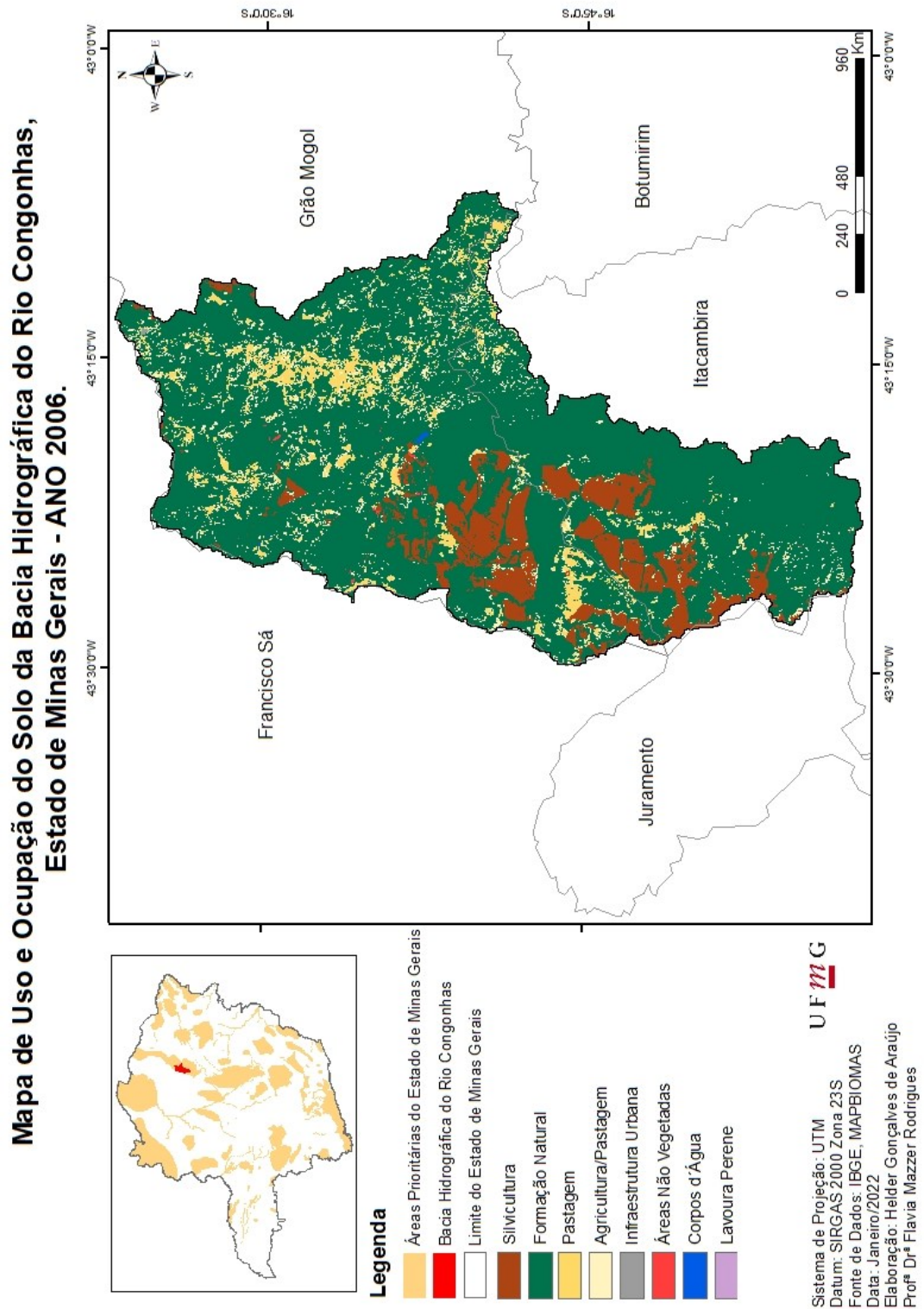


FIGURA 14 – Uso e Ocupação do Solo - Ano 2007 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.

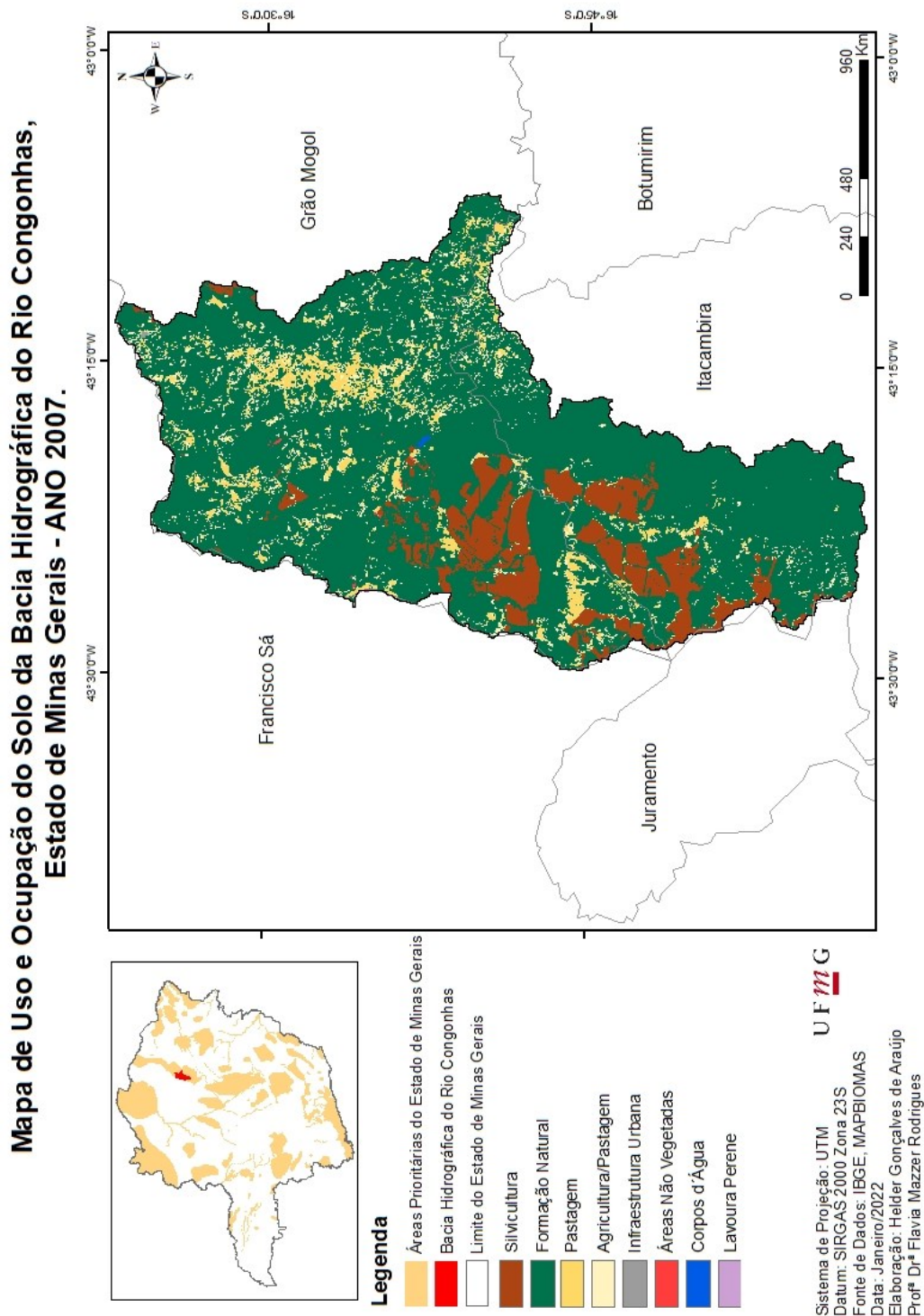


FIGURA 15 – Uso e Ocupação do Solo - Ano 2008 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.

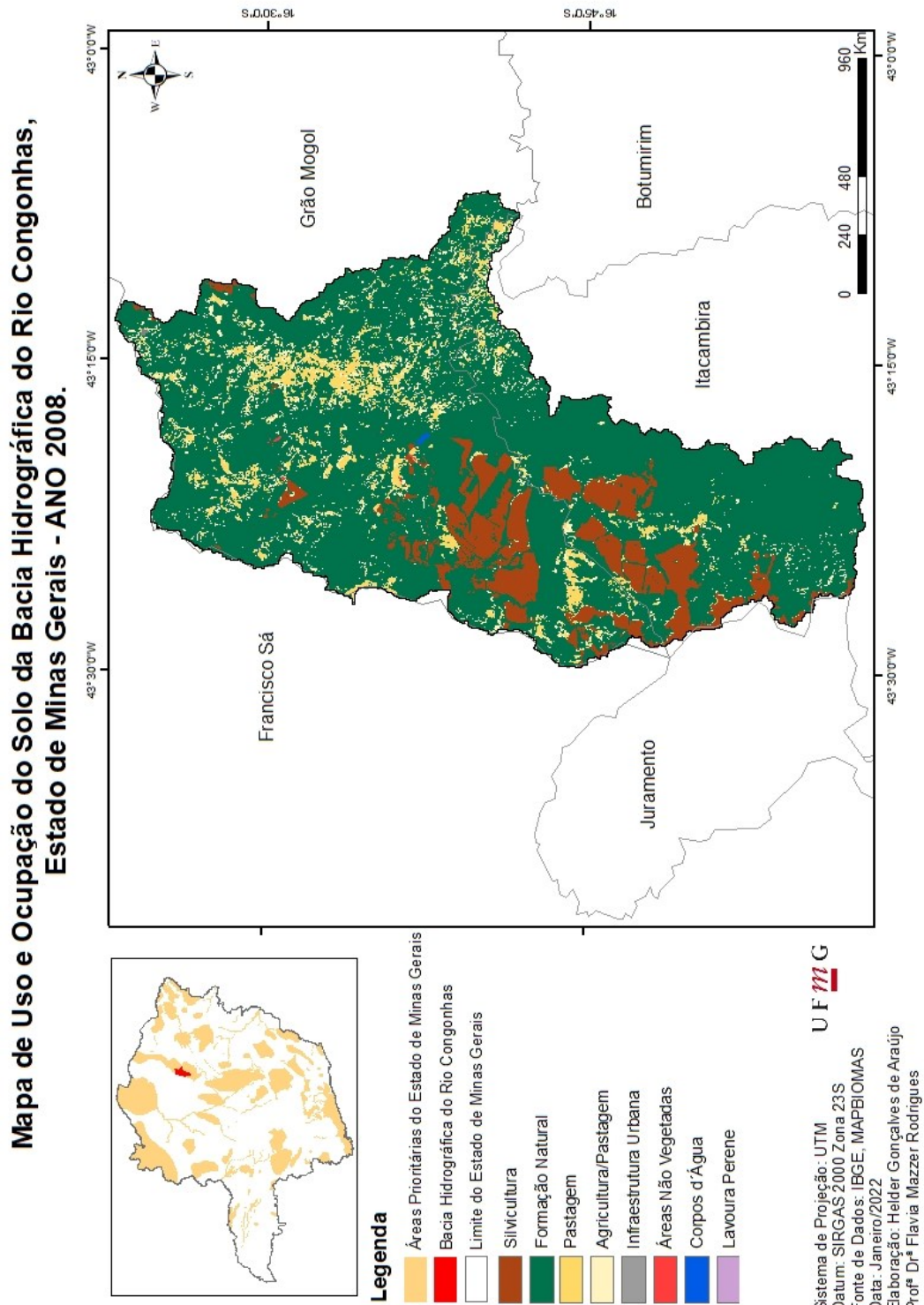


FIGURA 16 – Uso e Ocupação do Solo - Ano 2009 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.

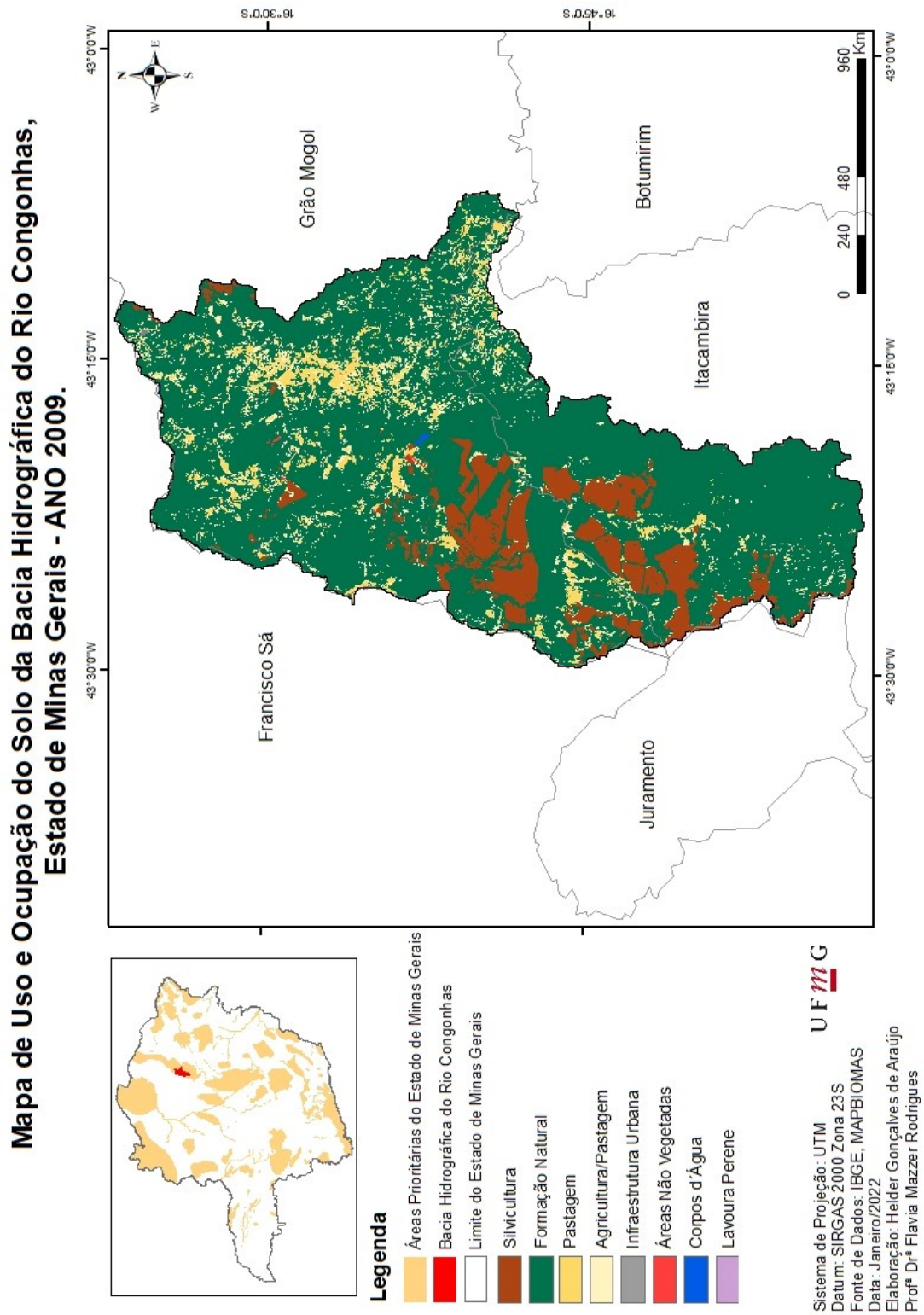
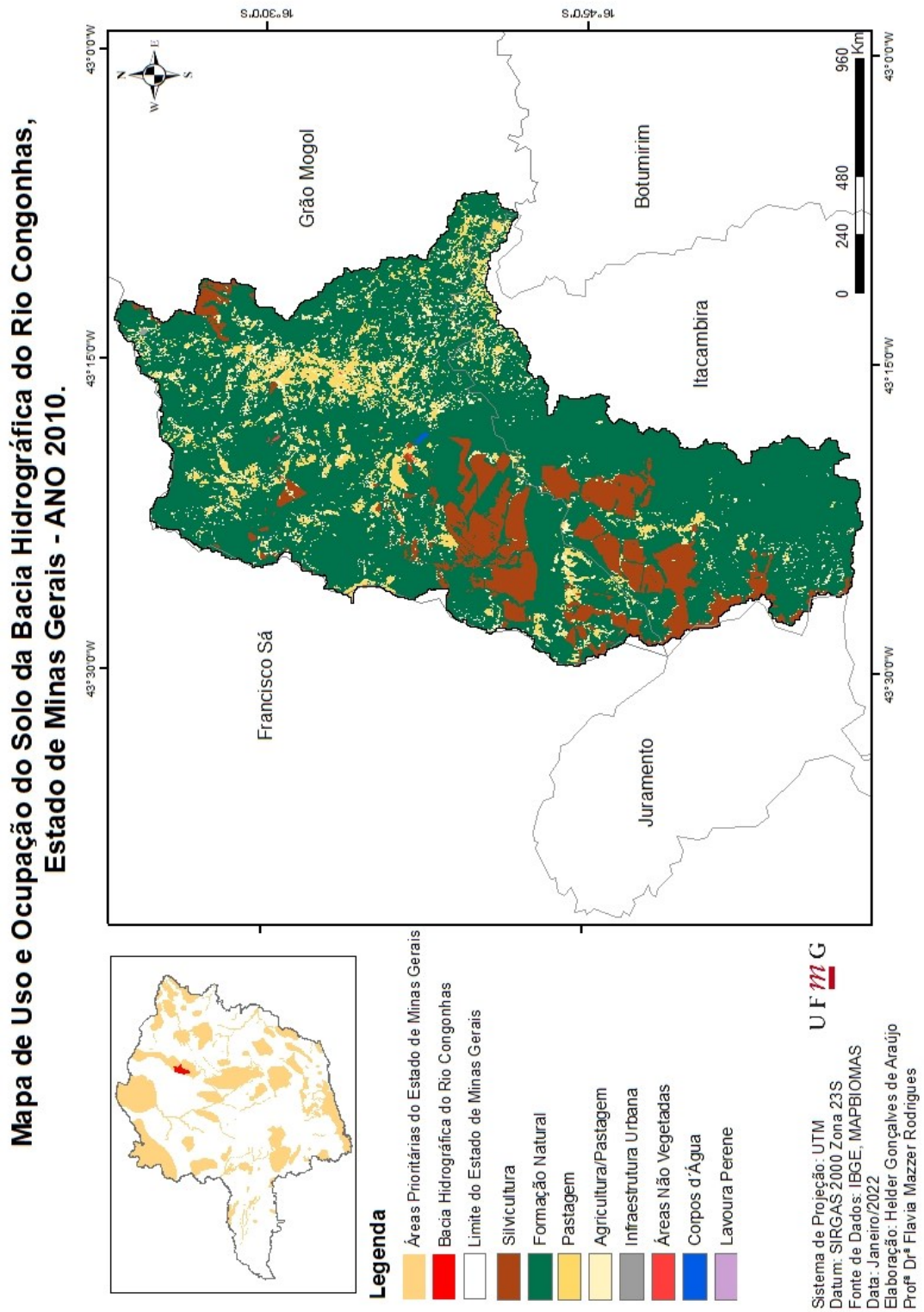


FIGURA 17 – Uso e Ocupação do Solo - Ano 2010 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.



No período de 2011 a 2015, observou-se na análise de uso e ocupação do solo, a ocupação predominante continua sendo a Formação Natural, com uma redução no ano de 2014. O uso Silvicultura permaneceu sem alterações no referido período.

É notória um aumento do uso da Pastagem e Lavoura Perene. Ressalva-se que no ano de 2012 houve também um incremento na ocupação dos corpos d'água, provavelmente estação chuvosa de análise das imagens (TABELA 6; FIGURAS 18, 19, 20, 21 e 22). Ressalva-se que o uso Infraestrutura Urbana apresentou um aumento na área ao longo do período de 2006 e 2010.

TABELA 6 - Uso e Ocupação do Solo – Período: 2011 e 2015 da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas, Estado de Minas Gerais.

Uso e Ocupação do Solo	2011	2012	2013	2014	2015
	Área (ha)				
Formação Natural	99918.63	98543.52	97900.56	96739.11	97178.58
Silvicultura	15469.65	15567.21	15533.55	15566.94	15310.71
Pastagem	10345.59	11889.36	13523.31	15340.05	15668.55
Agricultura/Pastagem	7268.85	7013.43	6045.84	5331.69	4792.23
Infraestrutura Urbanizada	27.09	27.27	27.36	27.27	27.18
Lavoura Perene	1.98	6.75	10.17	18.81	23.31
Outras Áreas Não Vegetadas	75.51	59.04	68.31	85.86	110.52
Corpos d'Água	63.45	64.17	61.65	61.02	59.67
ÁREA TOTAL	133170.75				

Fonte: Do Autor, 2022.

FIGURA 18 – Uso e Ocupação do Solo - Ano 2011 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.

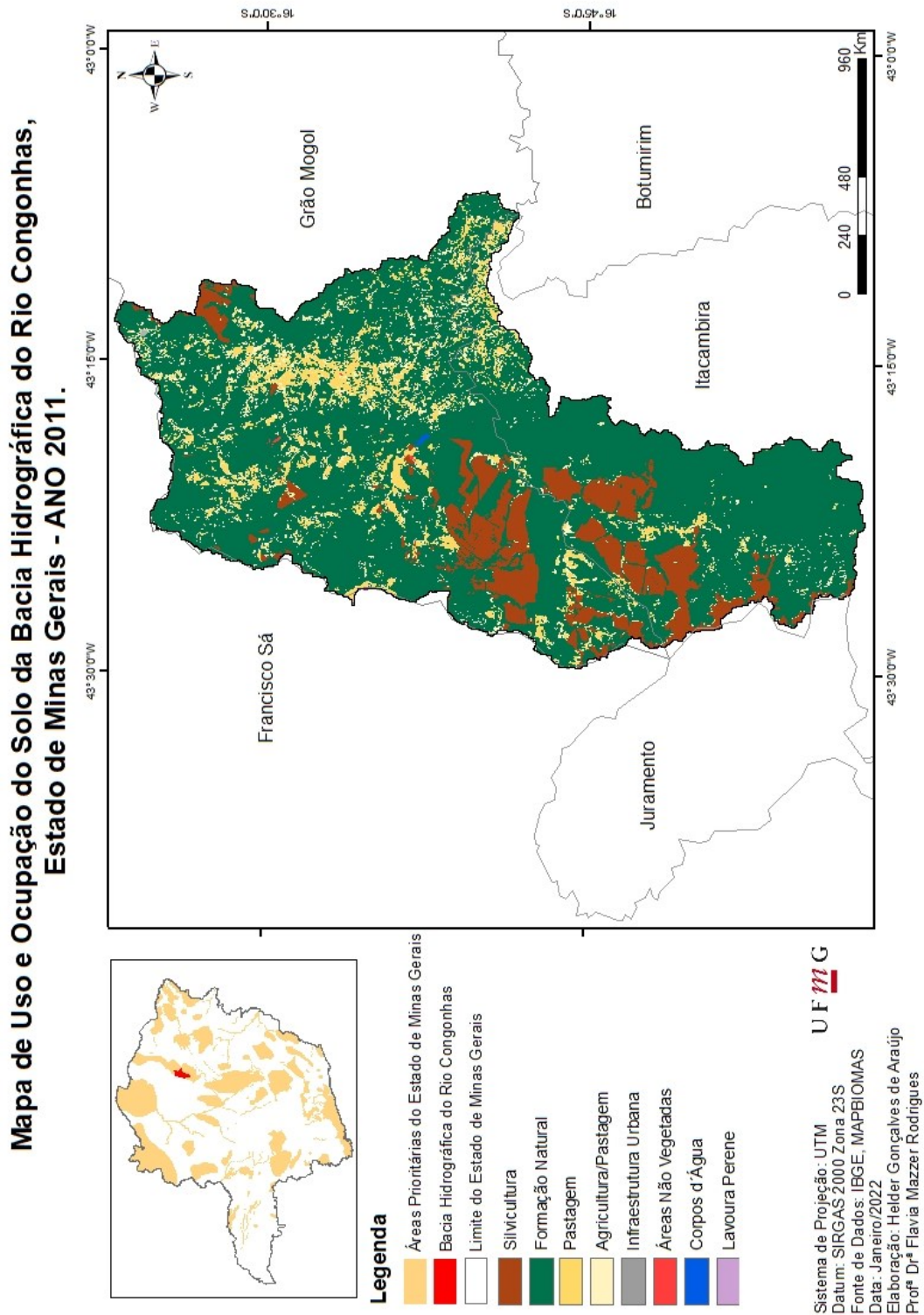


FIGURA 19 – Uso e Ocupação do Solo - Ano 2012 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.

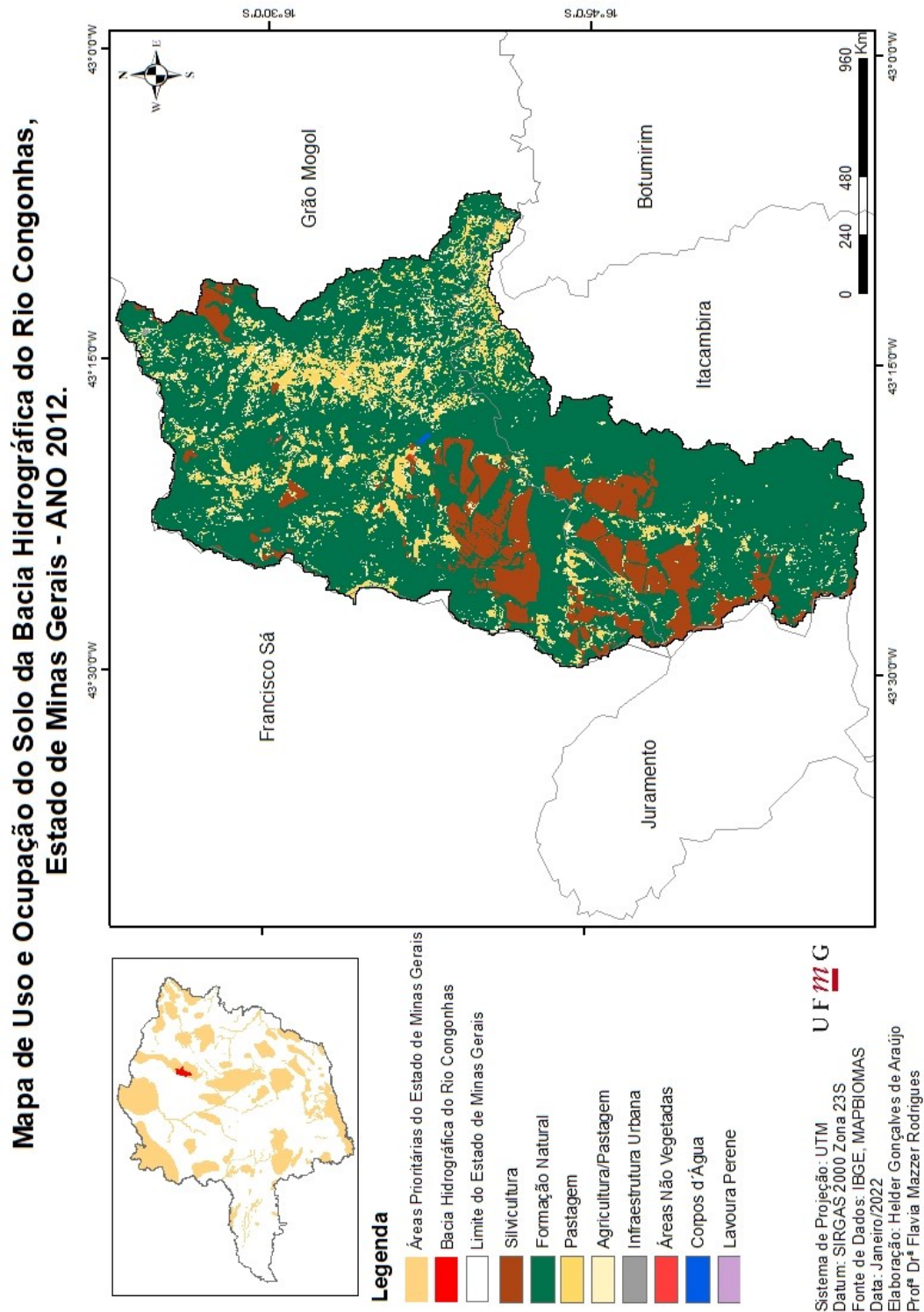


FIGURA 20 – Uso e Ocupação do Solo - Ano 2013 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.

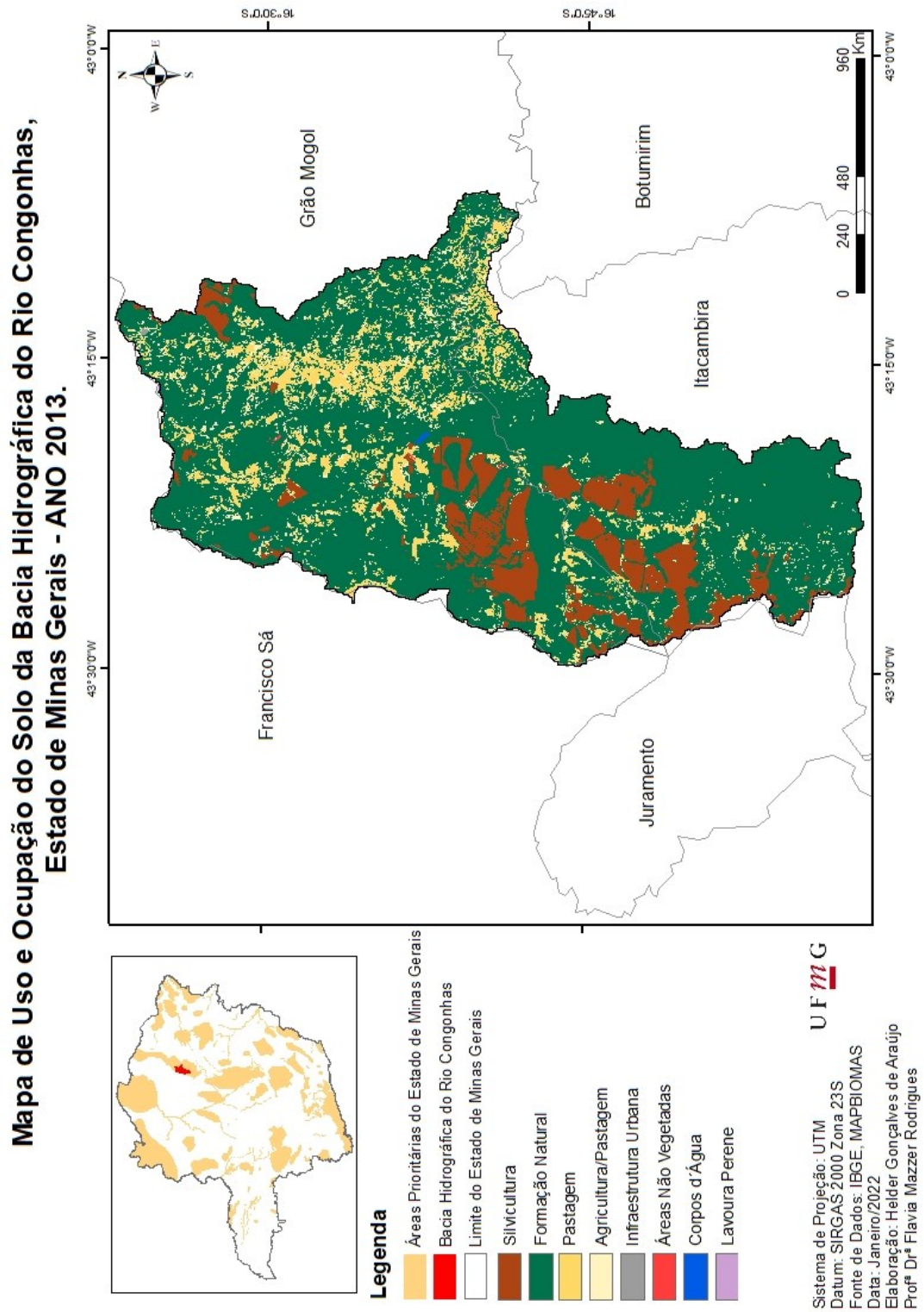


FIGURA 21 – Uso e Ocupação do Solo - Ano 2014 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.

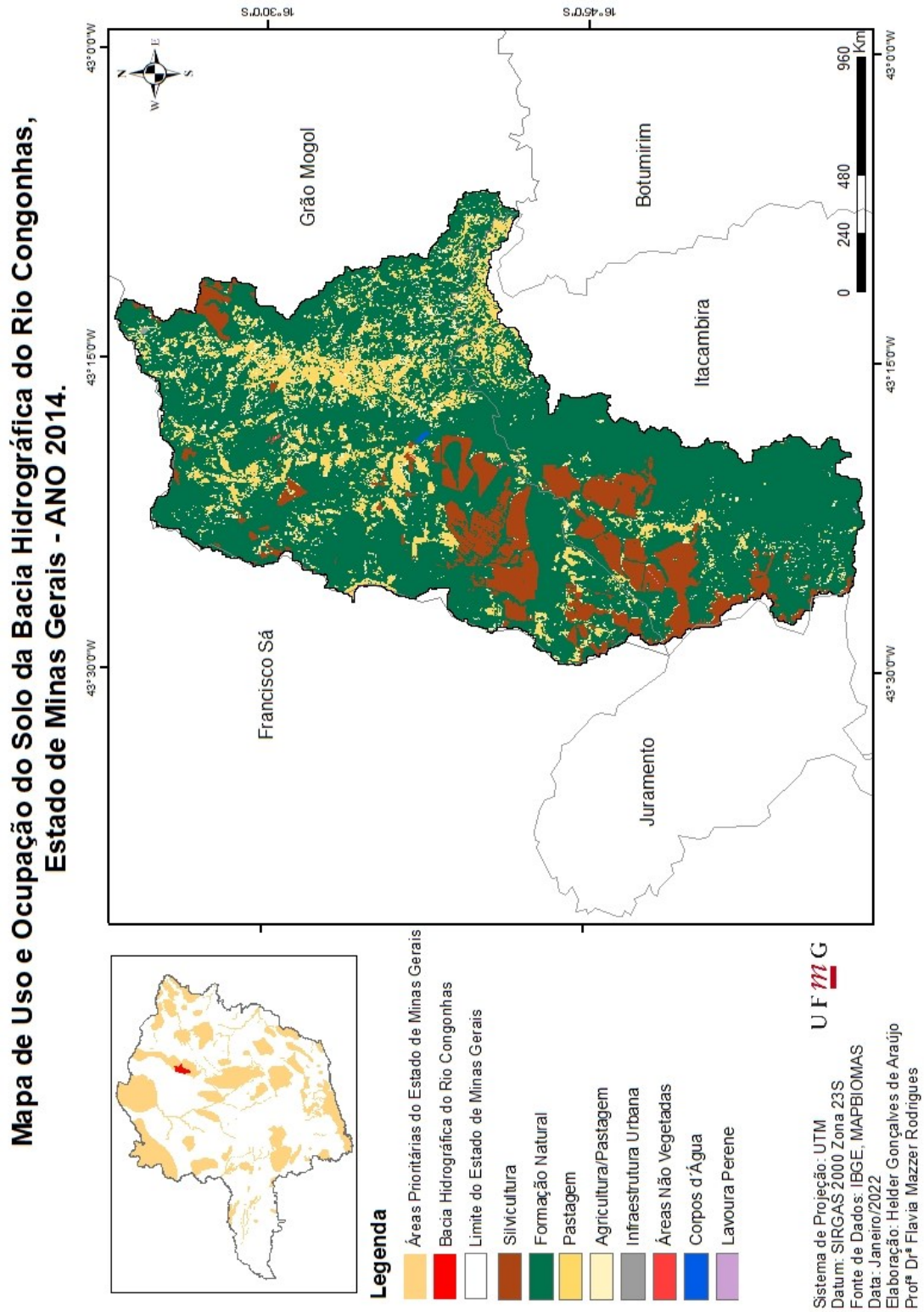
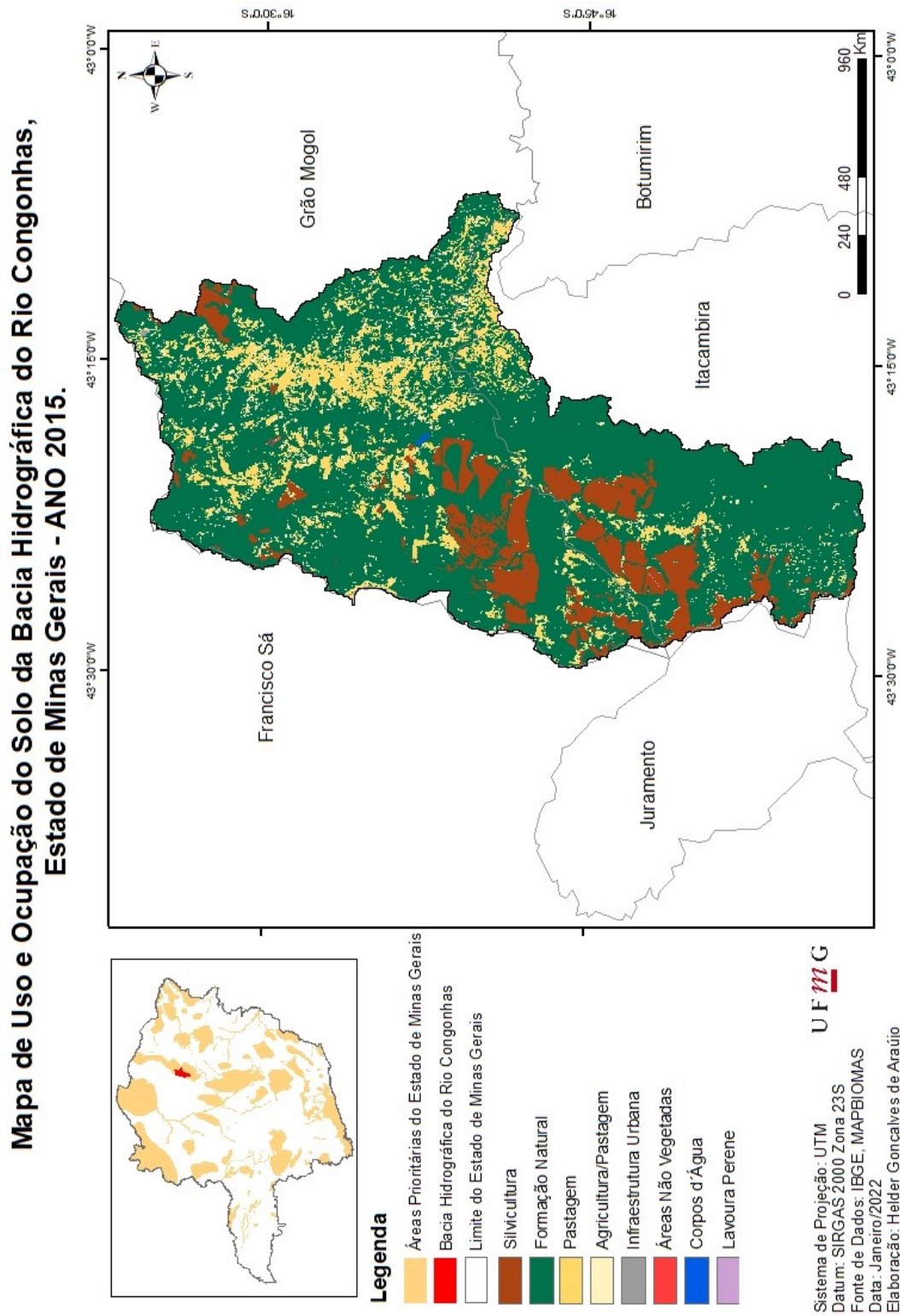


FIGURA 22 – Uso e Ocupação do Solo - Ano 2015 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.



Observando os dados dispostos na Tabela 7, pode-se observar que a área ocupada com Formação Natural teve um percentual de perda de 4,029% no ano de 2020 quando comparado ao ano de 2000. Em relação as áreas dos usos de Silvicultura e Pastagem, houve um acréscimo de 0,7% e 5,58% respectivamente.

TABELA 7 - Uso e Ocupação do Solo da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas em intervalos de 5 anos.

Classe	2000		2005	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Formação Natural	102833,46	77,219	102887,01	77,26
Silvicultura	15230,7	11,437	13991,22	10,51
Pastagem	3780,09	2,839	7967,07	5,98
Mosaico	11195,55	8,407	8061,03	6,05
Infraestrutura Urbana	25,2	0,019	25,92	0,02
Áreas não vegetadas	36,81	0,028	168,03	0,13
Agricultura	1,98	0,001	3,15	0,00
Corpos d'água	66,96	0,050	67,32	0,05
Total	133170,75	100,00	133170,75	100,00

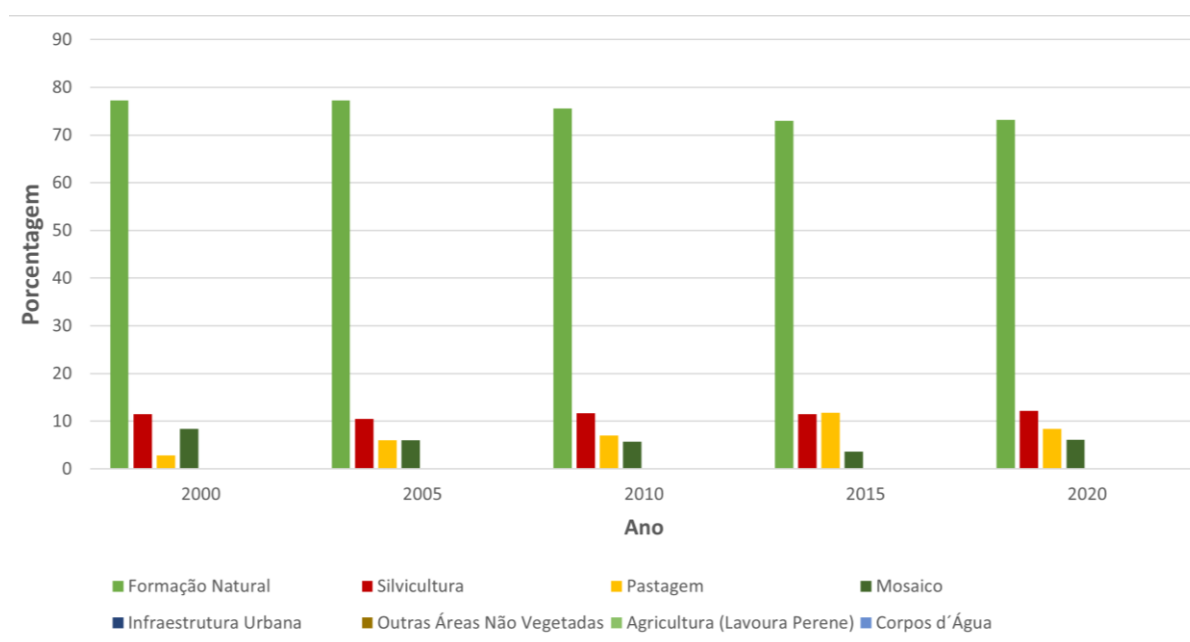
Classe	2010		2015		2020	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Formação Natural	100594,71	75,54	97178,58	72,97	97470,81	73,19
Silvicultura	15516,18	11,65	15310,71	11,50	16162,02	12,14
Pastagem	9306,72	6,99	15668,55	11,77	11217,42	8,42
Mosaico	7563,87	5,68	4792,23	3,60	8082,72	6,07
Infraestrutura Urbana	27,09	0,02	27,18	0,02	27,54	0,02
Áreas não vegetadas	90,9	0,07	110,52	0,08	140,22	0,11
Agricultura	2,7	0,00	23,31	0,02	9,72	0,01
Corpos d'água	68,58	0,05	59,67	0,04	60,3	0,05
Total	133170,75	100,00	133170,75	100,00	133170,75	100,00

Fonte: Do Autor, 2022.

Observa-se no Gráfico 1, o contraste da área de Formação Natural e a Pastagem em comparação com os outros usos na área de estudo. Ao analisar-se a dinâmica do uso e ocupação do solo nos anos subsequentes, é possível verificar uma inversão dos resultados, passando as alterações humanas como pastagem e silviculturas se destacarem no meio da vegetação natural.

Um decréscimo abrupto de área vegetacional no início do século XXI até meados do ano 2015, onde se mantém constante até o ano de 2020 (FIGURA 23, 24, 25, 26 e 27) ocasionando uma perda significativa de aproximadamente 5.654,88 km² de Bioma Cerrado em um período de 15 anos. Entretanto, é possível constatar o crescimento de atividades antrópicas. Na mesma faixa de tempo, percebe-se um acréscimo de 11530,62 km² de uso Pastagem.

GRÁFICO 1 - Uso e Ocupação do Solo da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas em intervalos de 5 anos.



De acordo com Ferreira e colaboradores (2009), o principal fator de supressão natural em áreas do Bioma Cerrado está ligado principalmente a expansão da pastagem. Sendo assim, ratifica-se a informação de que a pecuária é identificada como um dos principais fatores para desmatamento da vegetação do cerrado.

Segundo Martins e Leite (2015) o desmatamento registrado na região norte de Minas Gerais está associado a alguns fatores, dentre eles a atividade agropecuária, devido ao crescimento da área destinada a pastagem em direção aos espaços remanescentes de mata nativa. Esse decréscimo de vegetação natural ocorreu também pela ampliação do uso do cultivo, estando apoiado principalmente pelo aumento do eucalipto, e o aumento do número de pivôs centrais no extremo norte do estado.

Ademais, considera-se que ocorre influencia nas Formações Vegetacionais, fatores tais como: além da temperatura e precipitação, a altitude e a declividade, que diretamente irá alterar a densidade e especificidade do substrato vegetacional incorrendo em variações florísticas e estruturais consideráveis (KLEIN, 1980; KOTCHETKOFF-HENRIQUES *et al.*, 2005; CURCIO *et al.*, 2006, EISENLOHR *et al.*, 2013; VIEIRA *et al.*, 2014; MAÇANEIRO *et al.*, 2016 *apud* CAGLIONI *et al.*, 2018).

FIGURA 23 – Uso e Ocupação do Solo - Ano 2016 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.

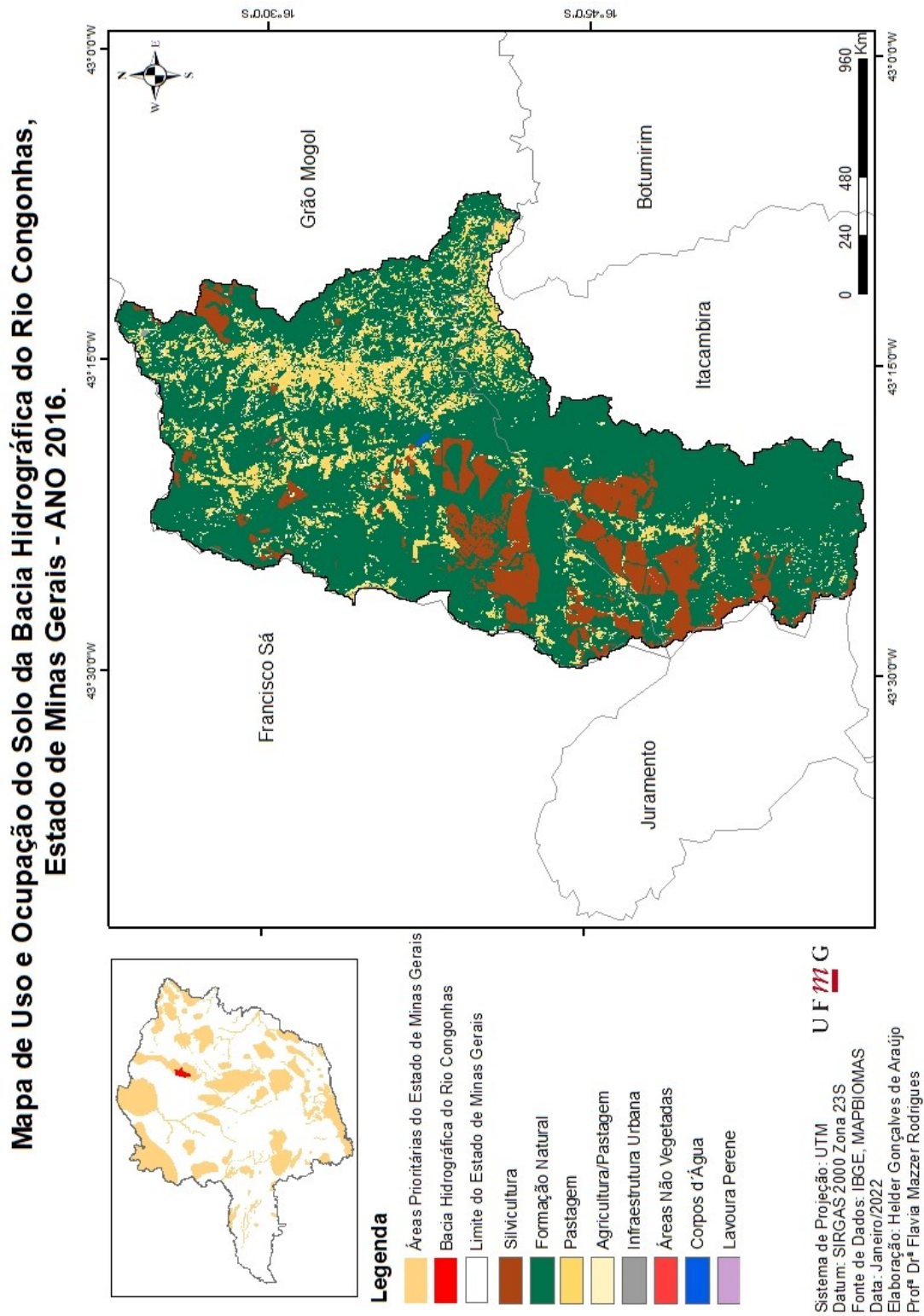


FIGURA 24 – Uso e Ocupação do Solo - Ano 2017 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.

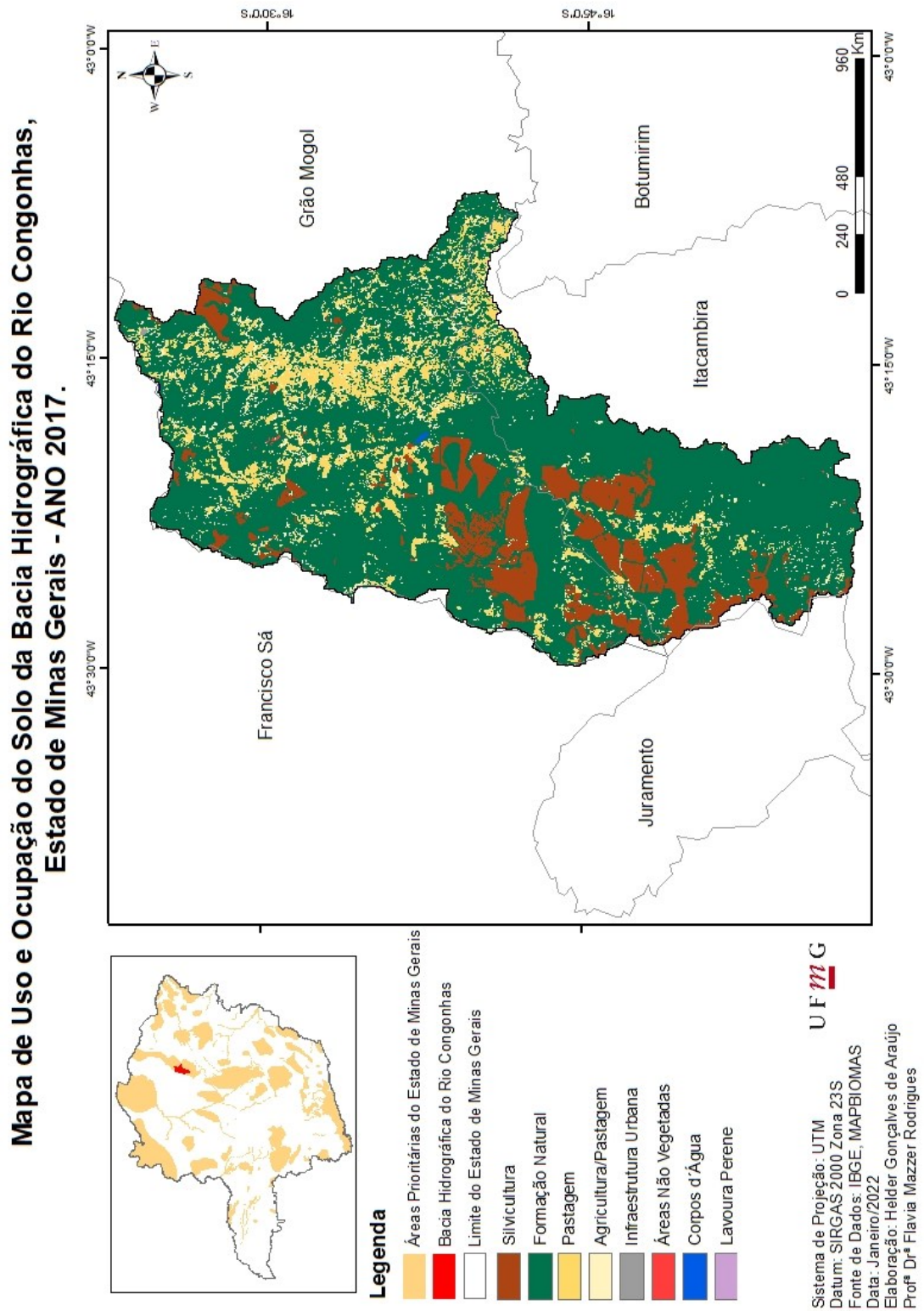


FIGURA 25 – Uso e Ocupação do Solo - Ano 2018 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.

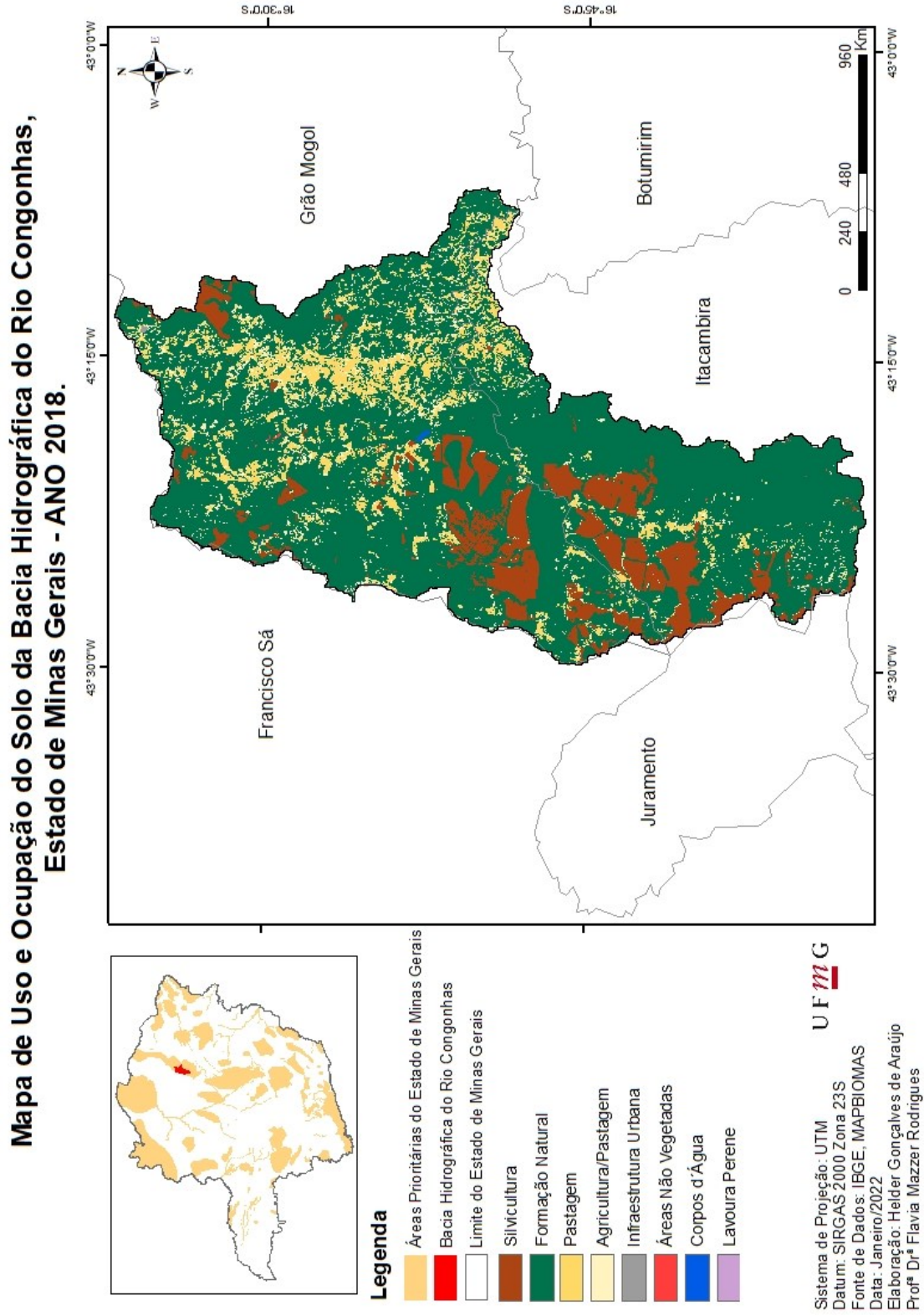


FIGURA 26 – Uso e Ocupação do Solo - Ano 2019 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.

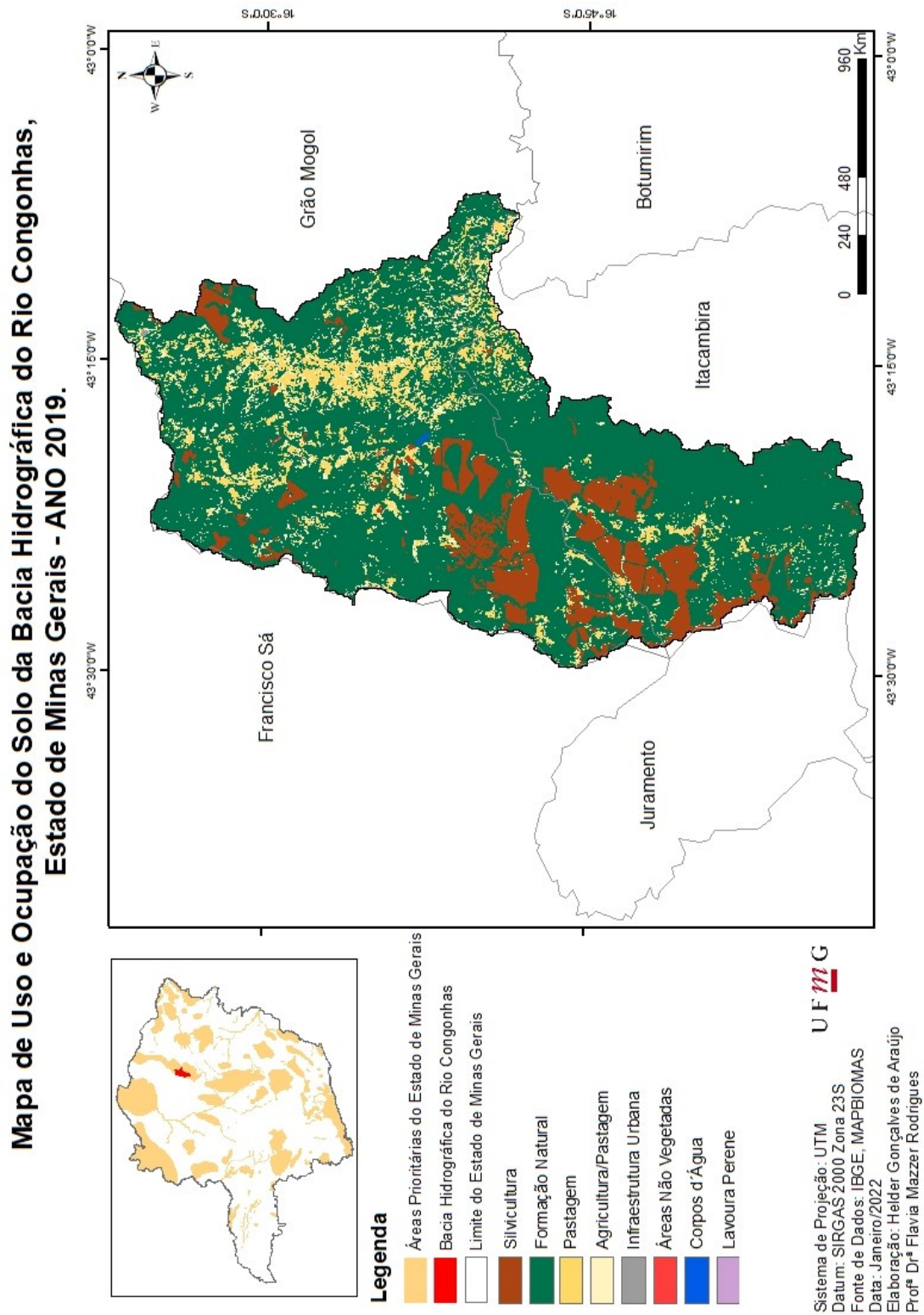
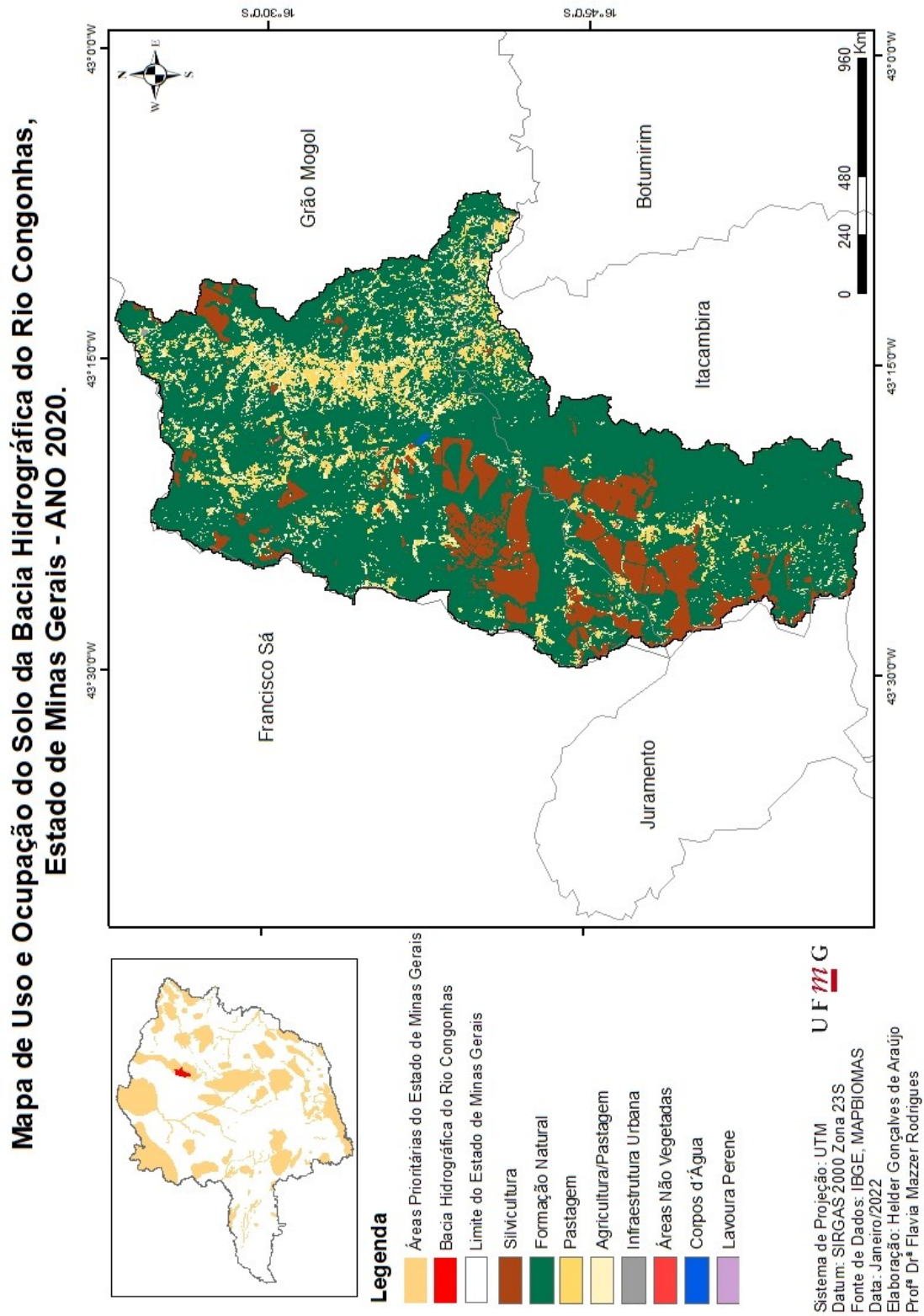


FIGURA 27 – Uso e Ocupação do Solo - Ano 2020 da Bacia Hidrográfica do Rio Cogonhas, Estado de Minas Gerais.



Associadamente, os campos rupestres da Serra do Espinhaço vêm sofrendo diversos impactos ambientais que comprometem direta ou indiretamente sua avifauna. Dentre eles, destacam-se a mineração, a expansão urbana, o turismo descontrolado, a criação de gado e as queimadas (VASCONCELOS *et al.*, 2008).

Gontijo (2008) destaca ainda que, a Cadeia do Espinhaço, em sua porção mineira, aparece como uma das áreas prioritárias de conservação, com importância biológica especial, pois além de abrigar nascentes de diversos rios que drenam para diferentes bacias, constitui uma área ímpar no contexto mundial, no que se refere à formação geológica e florística. Nela se concentram cerca de 80% de todas as espécies de sempre-vivas do país e cerca de 40% das espécies de plantas ameaçadas do Estado. Esses fatores, aliados à sua importância como eixo de migrações pré-históricas, justificam a recomendação de criação de uma Reserva da Biosfera que englobe todo o maciço do Espinhaço.

5. CONCLUSÃO

Na Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas observou uma expressiva área de Formação Natural evidenciando a importância da conservação e preservação da área. Tal expressividade reflete o índice percentual de 77% em relação a área total.

O uso Pastagem apresentou o maior crescimento em área, aproximadamente 11530,62 km² ou 8,42% da área da bacia enquanto que a Silvicultura apresentou um valor de 12,14%.

De acordo com os dados apresentados há uma tendência de crescimento das áreas com o uso da Silvicultura e a exploração de áreas para a pecuária no interior da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas, com origem na ocupação de Formação Natural.

Entretanto, o uso da Agricultura, durante o período analisado, manteve-se sem alterações significativas.

O mapeamento do uso e ocupação do solo é de potencial importância para um adequado planejamento e gestão ambiental, além de uma ferramenta para a tomada de decisão e ações no gerenciamento dos recursos hídricos, bem como a conservação da quantidade e da qualidade do Rio Congonhas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. D., VELOSO, V. H. S., NERY, C. V. M.. Uso do sensoriamento remoto para caracterização de veredas em diferentes estágios de conservação. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 05, p. 1591-1605, 2016.

ALVES SOBRINHO, T.; OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B.; AYRES, F. M. Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 46-57, 2010.

ALVES, W. S., MARTINS, A. P., SCOPEL, I.. Análise da evolução temporal do uso e cobertura da terra na bacia do Ribeirão da Laje, no Sudoeste de Goiás, de 1987 a 2017. **Revista Caminhos de Geografia**, 21(74), 1-20.

AMARAL, Amara Borges; DE SOUZA RIOS, Aila. Geoprocessamento: mapeamento do uso e ocupação do solo no alto curso do Rio Piedade. **Revista de Geografia-PPGEO-UFJF**, v. 2, n. 1, 2012.

ANDRADE, M. P.; IADANZA, E. E. S. Unidades de Conservação no Brasil: algumas considerações e desafios. **Revista de Extensão e Estudos Rurais**, v. 5, n. 1, p. 81-96, 2016.

ARAÚJO, M. D., RIBEIRO, M. M. R., BRAGA, C. F. C. Integrando a modelagem da alocação de água ao sistema de indicadores FPEIR: aplicação ao semiárido do Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 24, 6, 1167-1181. 2019.

BARBOSA, I. M. B. R., NETO, A. G. P., SILVA, S. R. D. (2021). Mapeamento das áreas de risco de inundação da bacia hidrográfica do rio Jaboatão, em Pernambuco, utilizando o método AHP (*Analytic Hierarchy Process*). **IX ENSUS –Encontro de Sustentabilidade em Projeto** –UFSC – Florianópolis. 2021.

BIELENKI JÚNIOR, C.. Caracterização de bacias hidrográficas com uso de geoprocessamento. **XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos** - São Paulo- 2007.

BIDEGAIN, I.; CERDA, C.; CATALÁN, E.; TIRONI, A.; LÓPEZ-SANTIAGO, C. Social preferences for ecosystem services in a biodiversity hotspot in South America. **Plos One**, v.14, n.4, p.1-12, 2019.

BRASIL. **Decreto nº 5.092, de 24 de maio de 2004**. Define regras para identificação de áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade, no âmbito das atribuições do Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5092.htm. Acesso em: 5 dez. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm. Acesso em: 19 dez. 2021.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C.T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006.

CARNEIRO, P.R.F.; CARDOSO, A.L.; ZAMPRONIO, G.B. & MARTINGIL, M.C. 2010. A gestão integrada de recursos hídricos e do uso do solo em bacias urbano-metropolitanas: o controle de inundações na bacia dos rios Iguaçu/Sarapuí na Baixada Fluminense. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, 13(1): 29-49.

CARVALHO, D. F.; CRUZ, E. S.; PINTO, M. F.; SILVA, L. D. B.; GUERRA, J. G. M. Características da chuva e perdas por erosão sob diferentes práticas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 13(1): 3-9, 2009.

CARVALHO NETO, L.M. Uso e Ocupação do solo da Área de preservação permanente (APP) da microbacia do Córrego Barreiro, Uberaba (Minas Gerais). **Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto**, v.1, n.2. 029-041. 2020.

CARVALHO, A. T. F., 2020. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, 1, 140-161.

CETEC. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. **Diagnóstico ambiental do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Cetec, 1983. (Série Publicações Técnicas).

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

COHN, A. S. et al.. Forest loss in Brazil increases maximum temperatures within 50 km. **Environmental Research Letters**, v. 14, n. 8. 2019.

CONABIO. COMISSÃO NACIONAL DE BIODIVERSIDADE. **Deliberação CONABIO nº 39, de 14 de dezembro de 2005**. Dispõe sobre a aprovação da metodologia para revisão das Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/conabio/_arquivos/Delib_039.pdf. Acesso em: 2 nov. 2021.

COSTA, M. L. M.; SILVA, T. C. da; LIMEIRA, M. C. M.. Investigação sobre as relações interinstitucionais e interdisciplinares para o planejamento integrado de recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Gramame, Brasil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 26, p. 291-299, 2021.

CROUZEILLES, R. et al.. There is hope for achieving ambitious Atlantic Forest restoration commitments. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 17, n. 2, p. 80-83. 2019.

DE PAIVA, C. A., OLIVEIRA, A. P. D. S., MUNIZ, S. S., CALIJURI, M. L., DOS SANTOS, V. J., ALVES, S. D. C.. Determination of the spatial susceptibility to Yellow Fever using a multicriteria analysis. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 114. 2019.

DERBY, O. A. The Serra do Espinhaço. **Brazil. J. Geol.**, n. 14, p. 374–401, 1996.

DRUMMOND, G. M.; MARTINS, C. S.; MACHADO, A. B. M.; SEBAIO, F. A.; ANTONINI, Y. **Biodiversidade de Minas Gerais: um Atlas para sua Conservação**. Fundação Biodiversitas. 2. ed. Belo Horizonte, MG. 2005. 17p.

DUARTE, C. C.; GALVÍNCIO, J. D.; CORRÊA, A. C. B.; ARAÚJO, M. S. B. Análise fisiográfica da bacia hidrográfica do rio Tapacurá-PE. **Revista de Geografia**, Recife, v. 24, n. 2, p. 50-64, 2007.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. rev. e amp. Brasília, DF, 2018. 356p.

ESRI – Environmental Systems Research Institute. ArcGIS Professional GIS for the desktop, versão 10.1. 2012.

FIORESE, C. H. U.. Dinâmica do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Rio Fruteiras, Estado do Espírito Santo, Brasil. **Labor e Engenho**, v. 15, p. e021002 - e021002, 2021.

FERREIRA, V. O.; SAADI, A. Paisagens culturais da Bacia do Rio Jequitinhonha, em Minas Gerais. **Revista Eletrônica de Geografia**, Uberlândia, v.5, n.14, p. 02-26, 2013.

FREIRE, N. C. F., MOURA, D. C., DA SILVA, J. B., DA PENHA PACHECO, A. Mapeamento e análise espectro-temporal das unidades de conservação de proteção integral da administração federal no bioma caatinga. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 24773-24781, 2020.

GIULIETTI, A. M., MENEZES, N. L.; PIRANI, J. R.; MEGURO, M.; WANDERLEY, M. G. L. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista das espécies. **Boletim de Botânica**, São Paulo, n. 9, p: 1-152, 1987.

GONÇALVES, V.; RIBEIRO, E.. Obtenção de série histórica da evolução da classe Floresta Plantada a partir dos dados de uso e cobertura do solo da Coleção 5 do projeto MapBiomias. **Metodologias e Aprendizado**, v. 4, p. 99-105, 2021.

GONTIJO, B. M. Uma geografia para a cadeia do Espinhaço. *In*: SILVA, J. M. C. Cadeia do Espinhaço: avaliação do conhecimento científico e prioridade de conservação. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 4, n. 1-2, p. 7-14, 2008.

HARLEY, R. M. Introduction. *In*: STANNARD, B. L.; HARVEY, Y. B.; HARLEY, R. M., (eds). **Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina – Bahia, Brazil**. Royal Botanic Gardens, Kew, p.1-42, 1995.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, v. 56, p. 807-813, 1945.

IEF – INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. **Áreas prioritárias: estratégias para a conservação da biodiversidade e dos ecossistemas de Minas**. Execução, Universidade Federal de Minas Gerais, WWF Brasil, Fundação Biodiversitas; Colaboração, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; Fundação Estadual do Meio Ambiente, Instituto Mineiro de Gestão das Águas. – Belo Horizonte: IEF, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 1997. **Diagnóstico ambiental da bacia do rio Jequitinhonha. Diretrizes gerais para a ordenação territorial**.

Ministério do Planejamento e Orçamento. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1a Divisão de Geociências do Nordeste, Salvador.

JOIA, P.R.; ANUNCIACÃO, V.S.; PAIXÃO, A.A. 2018. Implicações do uso e ocupação do solo para o planejamento e gestão ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Aquidauana, Mato Grosso do Sul. **Interações (Campo Grande)**, 19(2): 343-358.

LADEIRA NETO, J. F. **Mapa Hipsométrico do relevo brasileiro.** Rio de Janeiro: ANP; CPRM, 2005. 28 p.

LIMA, W. P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas.** 2 ed. Piracicaba: ESALQ; USP, 2008. p. 49.

MACHADO, R. A. S.; LOBÃO, J. C. B.; VALE, R. M. C.; SOUZA, A. P. M. J. Análise morfométrica de bacias hidrográficas como suporte à definição e elaboração de indicadores para a gestão ambiental a partir do uso de geotecnologias. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR, 2011, Curitiba, PR. **Anais [...]** Curitiba, PR: INPE, 2011. p. 1441-1448.

MAFRA, R.; OSCO, L. P.; ALVES, M. R.; RAMOS, A. P.. Definição de áreas prioritárias para a recuperação florestal em Bacias Hidrográficas a partir de análise multicritério. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v.21, n.77, p.220-233, 2020. DOI:<https://doi.org/10.14393/RCG217752869>.

MAPBIOMAS. Disponível em: <<http://mapbiomas.org/>>. Acesso em: 13 de novembro de 2021.

MARGULES, C. R.; PRESSEY, R. L. Systematic conservation planning. **Nature**, Londres, n. 405, p. 243-253, 2000.

MARTINI, L. C. P. Características morfométricas de microbacias hidrográficas rurais de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 65-72, 2012.

MARTINS, M. de S. **Geologia dos diamantes e carbonados aluvionares da bacia do Rio Macaúbas, MG.** 2006. Unpublished PhD dissertation - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, v. 8, 2006.

MAURO, T. L.; CAVALHEIRO, W. C. S.; STACHIW, R.; VENDRUSCOLO, J.; ROSA, D. M.; SOUZA, L. A. E FERNANDES, I. M.. Uso do geoprocessamento para caracterização morfométrica e desmatamento da sub-bacia do rio Rolim de Moura, Amazônia, Brasil. *Revista Geográfica Venezolana*, v. especial, 182 - 197, 2019.

MENGATTO JUNIOR, E. A., SILVA, J. S. V., & OLIVEIRA, R. C. (2017). **Geotecnologias no planejamento e ordenamento territorial.** Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, INPE – Santos (SP), 4835-4842.

MENEZES, Í. P. de.. **Estudo de estabilidade de taludes da mina a céu aberto São Luís em Catas Altas/MG combinando técnicas de geoprocessamento e métodos usuais de investigação e análise geológico-geotécnicas.** 153f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

MILANO, M. S.. Unidades de Conservação–Técnica, Lei e Ética para a Conservação da Biodiversidade in Direito Ambiental das Áreas Protegidas: O Regime Jurídico das Unidades de Conservação. **Rio de Janeiro, Forense Universitária**, 2001.

MINAS GERAIS. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 2010.

MIRANDA, E. E. de (coord.). **Brasil em relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 23 novembro 2021.

MITTERMEIER, R. A., GIL, P. R., HOFFMAN, M., PILGRIM, J., BROOKS, T., MITTERMEIER, C. G., SALIGMANN, P. A.. Hotspots Revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. **Mexico City**, v. 392, 2004.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2020. **2ª Atualização das Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade 2018**. Disponível em: <http://areasprioritarias.mma.gov.br/2-atualizacao-das-areas-prioritarias>. Acesso em: 8 jan. 2022.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Portaria nº 223, de 21 de junho de 2016**. Dispõe sobre o reconhecimento das Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade do Cerrado, do Pantanal e da Caatinga, resultantes da 2ª atualização. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=81&data=22/06/2016>. Acesso em: 8 jan. 2022.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Portaria nº 463, de 18 de dezembro de 2018**. Dispõe sobre o reconhecimento das Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira ou Áreas Prioritárias para a Biodiversidade. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/sites/uc/files/2019-04/PORTARIA%20N%C2%BA%20463%2C%20DE%2018%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202018%20-%20Imprensa%20Nacional.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2022.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade Brasileira**. Brasília: MMA, 2021.

MORAES, R. A.. Análise das mudanças do uso e da cobertura da terra em municípios com áreas de mineração na microrregião de Itabira, a partir de dados do MAPBIOMAS entre 1987 e 2017. **Revista Engenharia de Interesse Social**, v. 5, n. 6, p. 77-96, 2020.

MORANDI, D. T., FRANÇA, L. C. J., MENEZES, E. S., MACHADO, E. L. M., SILVA, M. D., MUCIDA, D. P. (2020). Delimitation of ecological corridors between conservation units in the Brazilian Cerrado using a GIS and AHP approach. **Ecological Indicators**, 115(1), 106440.

MOREIRA, T. R., SANTOS, A. R. D., DALFI, R. L., CAMPOS, R. F. D., SANTOS, G. M. A. D. A. D., & EUGENIO, F. C.. Confronto do uso e ocupação da terra em APPs no município de Muqui, ES. **Floresta e Ambiente**, v. 22, p. 141-152, 2015.

MOURA, S. R. F.; GRIGIO, A. M.; DIODATO, M. A. Mapeamento e Análise da Vulnerabilidade Natural e Ambiental do Município de Mossoró. **Seminário Nacional de Governança Urbana e Desenvolvimento Metropolitano**. Natal–RN, Brasil, 2010.

NARDINI, R. C., CAMPOS, S., GOMES, L. N., MOREIRA, K. F., PIZA, M. W. DE T. (2012). Analysis of land use and occupancy in permanent preservation areas according to the hydrography of Ribeirão Água Fria - Bofete, SP - Brazil. **Engenharia Agrícola**, 32(5), 944-950.

NASCIMENTO, T.V.; FERNANDES, L.L. Mapeamento de uso e ocupação do solo em uma pequena bacia hidrográfica da Amazônia. **Ciência e Natura**, Santa Maria v.39 n.1, 2017, Jan - abr, p. 170 – 178.

NUNES, E. J. D. S., SILVA, E. P. D., SOUZA, E. D., ROCHA FILHO, J. A. D., & SILVA, D. S. N. D. (2015). Geotecnologias no diagnóstico de conflitos de uso do solo de uma microbacia do município de Alta Floresta - MT. **Revista Ciência Florestal**, v.25, n.3, p. 689-697.

PACHECO, F. M. P., VENDRUSCOLO, J., DE FREITAS RAMOS, H., RODRIGUES, A. A. M., CAVALHEIRO, W. C. S., DOS SANTOS HARA, F. A., DA SILVA, G. N.. Caracterização hidrogeomorfológica da microbacia do rio São Jorge, Rondônia, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 4219-4236, 2020.

PDRH – JQ1. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Alto Jequitinhonha. **Relatório diagnóstico dos afluentes do Alto Jequitinhonha (RT2)**. GAMA Engenharia de Recursos Hídricos, 2013. 866 p. Disponível em: file:///D:/%23ARQUIVOS%20ADMIN/Downloads/Diagnostico_JQ1%20(2)%20(1)%20(1).pdf. Acesso em: 13 nov. 2021.

PEREIRA, K. M. G., CORDEIRO, N. G., SANTANA, L. D., PLAZAS, I. V. C., MATOS, L. M. A., CABACINHA, C. D.. Relações estruturais e de diversidade de uma floresta ripária em unidade de conservação e sua zona de amortecimento. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 4, p. 508-520, 2018.

PEREIRA, T. T. C., BRASIL, R. D., DE OLIVEIRA, A. M., POEIRAS, L. M., ALMEIDA, I. C. C.. Propostas e desafios para definição de áreas prioritárias para conservação da biodiversidade no norte de Minas Gerais (Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 8, n. 1, 2020.

PONZONI, F.J.; SHIMABUKURO, Y.E.; KUPLICH, T.M. **Sensoriamento Remoto No Estudo da Vegetação**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 176p.

PRUDENTE, T. D.; ROSA, R. Geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicados no mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal do município de Tupaciguara-MG. In: **Anais. XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Natal, Rio Grande do Norte, 2007.

RAPINI, A.; RIBEIRO, P. L.; LAMBERT, S.; PIRANI, J. R. A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 4, p. 6-24, 2008.

RIBEIRO, W..Dossiê: água, política e natureza. Ambientes. **Revista de Geografia e Ecologia Política**, v. 1, n. 2, p. 9-9.

ROCHA, A. A. D.. **A proposta do modelo gravitacional na regionalização econômica do Estado do Paraná**. 2020. 219f. Tese (Doutorado em Geografia - Área de Concentração: Gestão do Território: Sociedade e Natureza), Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2020.

RODRIGUES, F. M. **Caracterização ambiental da bacia hidrográfica do Córrego Rico, Jaboticabal - SP**. 2013. 97f. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, 2013.

ROSA, R. O uso de tecnologias de informação geográfica no Brasil. **Revista Geográfica de América Central**. Número Especial EGAL, 2011.

ROSA, M.R. Comparação e análise de diferentes metodologias de mapeamento da cobertura florestal da Mata Atlântica. **Boletim Paulista de Geografia**, v.95, 2016, p.25-34.

ROSA, R.S.F. **Levantamento de características de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Roncador: princípios para a gestão de recursos hídricos**. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará. Magé, Rio de Janeiro, 2018.

ROSÁRIO, R.R.; BARBOSA, M.T.; CARNEIRO, F.S.; COSTA, M.S.S. Uso e ocupação do solo do município de novo progresso no Estado do Pará-Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, 2021.

SAADI, A.. A geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e de suas margens. **Geonomos**, 1995.

SALLUN, A. E. M.; SALLUN FILHO, W.; KARMANN, I. Diagnóstico do meio físico da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas, MG. **Geonomos**, v. 16, n. 1, p: 37-50, 2008.

SANTOS, T. E. M.; MONTENEGRO, A. A. A.; PEDROSA, E. M. R. Características hidráulicas e perdas de solo e água sob cultivo do feijoeiro no semiárido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 13(3): 217-225, 2009.

SANTOS, J. Y. G.; SANTOS, C. A. G.; SILVA, R. M. Perdas de água e solo utilizando chuva simulada em diferentes coberturas superficiais e condições de umidade no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 17(4): 217-228, 2012.

SANTOS, V. M. N. **Uso Escolar do Sensoriamento como recurso didático pedagógico no estudo do meio ambiente**. INPE. Divisão de Sensoriamento Remoto – DGI. 2012.

SANTOS CARNEIRO, E., MASCARENHAS FERNANDES, S., TOLENTINO NOGUEIRA, A., MARIA CHAVES, J.. Mapeamento do uso e ocupação da terra no Município de Ibitiara–BA. In **Congresso Internacional e Congresso Nacional Movimentos Sociais & Educação** (Vol. 1, No. 1). 2022.

SCALCO, R. F.. **Unidades de conservação e territórios Quilombolas: desafios, sobreposições de interesses e conciliação de direitos em Minas Gerais**. 2019. 323f. Tese (Doutorado em Análise Ambiental) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

SILVA, S. R. R.; OLIVEIRA, B. P.; CHAVES, I. de B.; LIMA, E. R. V. de; ALVES, J. J. A. Uso de imagem CBERS no zoneamento geoambiental em bacia hidrográfica do Estado da Paraíba, Brasil. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*, 15., 2011, Curitiba, PR. **Anais [...]**. Curitiba, PR: Inpe, 2011b.

SILVA, R.R.. O sistema de cavalgamentos do tipo duplex neoproterozoico da Serra do Espinhaço, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 41, n. 2, p. 157-169.

SILVA, M. L. D., SILVA, A. C., SILVA, B. P. C., BARRAL, U. M., SOUZA SOARES, P. G., VIDAL-TORRADO, P.. Mapeamento, estoque de matéria orgânica e de água das turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional–MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 37(5), 1149-1157.

SILVA, D. C. C.; ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; SALES, J. C. A.; LOURENÇO, R. W. Identificação de áreas com perda de solo acima do tolerável usando NDVI para o cálculo do fator C da USLE. *Revista Ra'e Ga - Espaço Geográfico em Análise*, v. 42, p. 72-85, 2017.

SILVA, W.B. da; BEZERRA, J.M; FREITOSA, A.P; SILVA, P.C.M. da; RÊGO, A.T.A do. Uso e Ocupação do Solo na Bacia Hidrográfica do Açude Santa Cruz do Apodi – RN. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**. Vol. 43 – 1. p. 397-407. 2020.

SIMONETTI, V. C., DA CUNHA, D. C., ROSA, A. H.. Análise da influência das atividades antrópicas sobre a qualidade da água da APA Itupararanga (SP), Brasil. **Geosul**, v. 34, n. 72, p. 01-27, 2019.

STRAHLER, A. N. Hypsometric analysis of erosional topography. **The Geological Society of America**, Boulder, v. 63, n. 11, p. 1117-1142, 1952.

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 849-857, 2006.

TOZZO, R. A. Unidades de conservação no Brasil: uma visão Conceitual, histórica e legislativa. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, vol. 6, n.3, p. 508–523. jul-dez 2014.

TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. de S. Metodologia para mapeamento geoambiental no Oeste do Rio Grande do Sul. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA*, 11., 2005, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: USP, 2005. p. 3606-3615.

VALLE JÚNIOR, R.F.D., PISSARRA, T.C., PASSOS, A. D. O., RAMOS, T.G., & ABDALA, V. L. (2010). Diagnóstico das áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do Rio Tijuco, Ituiutaba-MG, utilizando tecnologia SIG. **Revista Engenharia Agrícola**, v.30, n.3, p.495-503.

VANZELA, L. S., HERNANDEZ, F. B. T., FRANCO, R. A. M.. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n.1, p.55–64. 2010.

VARAJÃO, C. A. C., VARAJÃO, A. F. D. C., DE OLIVEIRA, F. S. (2020). Solos e superfícies de erosão: uma contextualização da evolução da paisagem na Serra do Espinhaço Meridional (SdEM), Minas Gerais. **Revista Espinhaço**. 9, p. 17-42. 2020.

VASCO, A. N.; BRITTO, F. B.; PEREIRA, A. P. S.; MÉLLO, J. A. V.; GARCIA, C. A. B.; NOGUEIRA, L. C. Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na subbacia do Rio Poxim, Sergipe, Brasil. **Ambiente & Água**, v. 6, n.1, p. 118-130. 2011.

VASCONCELOS, T. B.; MARINHO, D. S.; VENDRUSCOLO, J.; CAVALHEIRO, W. C. S.; RODRIGUES, A. A. M. E STACHIW, R. Hidrogeomorfometria da sub-bacia do rio Urupá, Amazônia Ocidental, Brasil. **Geografia y Sistemas de Información Geográfica**, 12(16): 1-16, 2020.

VENDRUSCOLO, J., DA SILVA ARAUJO, M. G., FERREIRA, L. R., ROSA, D. M., DOS SANTOS HARA, F. A. O uso de geotecnologias na caracterização geométrica, topográfica e hidrográfica da microbacia do rio Tamarupá, Amazônia Ocidental, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 4245-4264, 2021.

VIDAL, Mariana Morais et al. Predicting the non-linear collapse of plant–frugivore networks due to habitat loss. **Ecography**, v. 42, n. 10, p. 1765-1776, 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020. **2.1 billion people lack safe drinking water at home, more than twice as many lack safe sanitation.** Disponível: <https://www.who.int/news-room/detail/12-07-2017-2-1-billion-people-lack-safe-drinking-water-at-home-more-than-twice-as-many-lack-safe-sanitation>. Acesso: 25 jan 2022.