



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Campus Regional Montes Claros
Especialização em Recursos Hídricos e Ambientais

ICA
INSTITUTO DE
CIÊNCIAS AGRÁRIAS

JANNYNE MÁRCIA AMORIM SILVA

**CARACTERIZAÇÃO ESPACIAL E MORFOMÉTRICA DE BACIAS
HIDROGRÁFICAS EM UMA ÁREA PRIORITÁRIA PARA CONSERVAÇÃO
NA REGIÃO NORTE DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

**Montes Claros
2020**

Jannyne Márcia Amorim Silva

**CARACTERIZAÇÃO ESPACIAL E MORMOMÉTRICA DE BACIAS
HIDROGRÁFICAS EM UMA ÁREA PRIORITÁRIA PARA CONSERVAÇÃO NA
REGIÃO NORTE DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Monografia de Especialização apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial, para a obtenção do título de Especialista em Recursos Hídricos e Ambientais.

Orientadora: Profa. Dra. Flávia Mazzer Rodrigues

Montes Claros
2020

Amonim, Jannyne Márcia Silva.

A524c
2021 Caracterização Espacial e Morfométrica de Bacias Hidrográficas em uma Área
Prioritária para Conservação na Região Norte do Estado de Minas Gerais/ Jannyne Márcia
Amonim Silva. Montes Claros, 2020.
81 f.: il.

Monografia (especialização) - Área de concentração em Recursos Hídricos e Ambientais.
Universidade Federal de Minas Gerais / Instituto de Ciências Agrárias.

Orientadora: Flávia Mazzer Rodrigues.

Banca examinadora: Edson de Oliveira Vieira, Aneliza de Almeida Miranda Melo.

Inclui referências: f. 71-81.

1. Geotecnologia. 2. Morfometria. 3. Conservação de recursos naturais. 4. Espinhaço,
Serra do. I. Mazzer, Flávia. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências
Agrárias. III. Título.

CDU: 628.1

ELABORADA PELA BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA DO ICA/UFMG
Edézia Cristina Sousa Versiani / CRB-6/1349



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
ESPECIALIZAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS

FOLHA DE APROVAÇÃO

CARACTERIZAÇÃO ESPACIAL E MORFOMÉTRICA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS EM UMA ÁREA PRIORITÁRIA PARA CONSERVAÇÃO NA REGIÃO NORTE DO ESTADO DE MINAS GERAIS.

JANNYNE MÁRCIA AMORIM SILVA

Trabalho Final de Especialização submetido à Comissão de Avaliação designada pela Comissão de Coordenação do curso de Especialização em Recursos Hídricos e Ambientais, como requisito para obtenção do título de Especialista em Recursos Hídricos e Ambientais.

Aprovado em 16 de outubro de 2020 pela comissão de avaliação constituída pelos membros:

Flávia Mazzer Rodrigues da Silva - Orientador(a)
ICA/UFMG

Edson de Oliveira Vieira - Avaliador(a)
ICA/UFMG

Aneliza de Almeida Miranda Melo - Avaliador(a)
IEF/URFBio Norte

Montes Claros, 20 de outubro de 2020.

Dalton Rocha Pereira
Coordenador de Pós-graduação *Lato Sensu*



Documento assinado eletronicamente por Dalton Rocha Pereira, Professor Ensino Básico Técnico Tecnológico, em 20/10/2020, às 10:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



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 0316821 e o código CRC 41EB6D2F.

Dedico este trabalho àqueles que de forma direta ou indireta contribuem para a preservação, uso sustentável e/ou recuperação dos recursos hídricos.

AGRADECIMENTOS

À Deus por me conceder vida, apreço por conhecimento e recursos financeiros para a realização desta Especialização em Recursos Hídricos e Ambientais.

À minha família pelo apoio e incentivo constantes.

Ao corpo docente do curso, bem como à toda equipe administrativa e de assessoria acadêmica do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais.

No tocante à realização deste trabalho, agradeço ao Sr. Edvaldo Magalhães Filho, homem simples e amigo da natureza, pela prontidão em compartilhar os seus conhecimentos e pelo apoio na visita à área de estudo.

À professora Dra. Flavia Mazzer, pela confiança da parceria, pelo empenho dedicado a este trabalho e pela paciência na orientação.

Meu muito obrigada!

“Ser como o rio que deflui
Silencioso dentro da noite.
Não temer as trevas da noite.
Se há estrelas nos céus, refletí-las.
E se os céus se pejam de nuvens,
Como o rio as nuvens são água,
Refleti-las também sem mágoa
Nas profundidades tranquilas.”

(BANDEIRA, 1948)

RESUMO

As Áreas Prioritárias para Conservação são um instrumento de política pública utilizado para apoiar a tomada de decisão no planejamento e implementação de ações que visam à proteção e ao uso sustentável dos recursos naturais. Em razão do papel crucial dos recursos hídricos para a manutenção do equilíbrio ecossistêmico e para o desenvolvimento socioeconômico, as bacias hidrográficas tem sido adotadas como unidades de estudo para intervenções de caráter conservacionista. Por esse motivo, a caracterização de bacias hidrográficas é relevante para elucidar o comportamento hidrológico, o que por sua vez, fornece informações essenciais para subsidiar a gestão territorial. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo realizar a caracterização espacial e morfométrica das Bacias Hidrográficas do Rio Congonhas (BHC) e do Rio Macaúbas (BHM), pertencentes a uma porção de área prioritária para conservação, inserida na geologia do Espinhaço, região norte do Estado de Minas Gerais. As bacias estudadas são regionalmente importantes pelo considerável aporte hídrico e por serem áreas de recarga da água da chuva. A caracterização ambiental consistiu no mapeamento da hidrografia, declividade, hipsometria e distribuição de solos das bacias hidrográficas. Para a caracterização morfométrica foram utilizados índices com o auxílio das geotecnologias, os quais estão relacionados aos padrões dimensionais, de drenagem e do relevo. As BHC e BHM estendem-se por 1.332,69 km² e 1.047,37 km², e apresentam um comprimento da rede de drenagem de 2.328,63 km e 2.409,42 km, respectivamente. A BHC possui aproximadamente 2.146 nascentes e a BHM, 2.449. Ambas possuem formato alongado, característica que favorece o processo de escoamento e, portanto, apresentam baixa suscetibilidade à ocorrência de enchentes, em condições normais de precipitação. Os valores de amplitude altimétrica são de 647 m e 777 m e cota máxima de 1.398 m e 1.381 m, respectivamente. Quanto à declividade, na BHC predomina o relevo suave a ondulado (3% a 20%) e na área da BHM tem predominância do relevo ondulado (8% a 20%). O mapeamento do solo mostrou que latossolo vermelho e cambissolo háplico são os tipos de maior ocorrência na BHC. Já na BHM predominam o latossolo vermelho, com faixa considerável de afloramento rochoso na porção leste-sul. Os resultados mostraram ainda que a BHRM possui os maiores valores de densidade de drenagem, frequência de rios e razão de textura, indicando que é naturalmente mais sujeita a processos erosivos, deste modo sugere-se o planejamento sustentável do uso e ocupação do solo e especial atenção para manutenção da cobertura vegetal natural. Portanto, os dados gerados neste trabalho suportam a necessidade de ampliar os mecanismos de proteção e conservação dos recursos naturais das bacias hidrográficas estudadas, especialmente os mananciais e suas áreas de recarga, fundamentais para garantir a oferta hídrica na região.

Palavras-chave: Geotecnologias. Morfometria. Conservação de recursos hídricos. Serra do Espinhaço.

ABSTRACT

Priority Areas for Conservation are a public policy instrument used to support decision making in the planning and implementation of actions aimed at the protection and sustainable use of natural resources. Due to the crucial role of water resources for maintaining the ecosystem balance and for socioeconomic development, watershed have been adopted as units of study for conservationist interventions. For this reason, the characterization of watershed is relevant to elucidate the hydrological behavior, which in turn, provides essential information to support territorial management. In this context, the present study aimed to carry out the spatial and morphometric characterization of the River Congonhas (BHC) and Rio Macaúbas (BHM) watershed, belonging to a portion of priority conservation area, inserted in the Espinhaço geology, north region of the State of Minas Gerais. The studied basins are regionally important for their considerable water supply and for being rainwater recharge areas. The environmental characterization consisted of mapping the hydrography, slope, hypsometry and soil distribution of the watershed. For morphometric characterization, indexes were used with the aid of geotechnologies, which are related to dimensional, drainage and relief patterns. BHC and BHM extend over 1,332.69 km² and 1,047.37 km², and have a drainage network length of 2,328.63 km and 2,409.42 km, respectively. BHC has approximately 2,146 springs and BHM 2,449. Both have an elongated shape, a characteristic that favors the drainage process and, therefore, have low susceptibility to the occurrence of floods, under normal rainfall conditions. The altimetric amplitude values are 647 m and 777 m and maximum height of 1,398 m and 1,381 m, respectively. As to declivity, in BHC there is a predominance of smooth to wavy relief (3% to 20%) and in the BHM area there is a predominance of wavy relief (8% to 20%). The soil mapping showed that red latosol and cambisol haplicum are the most common types in BHC. In the BHM, the red latosol predominates, with a considerable band of rocky outcrop in the east-south portion. The results also showed that BHRM has the highest values of drainage density, frequency of rivers and texture ratio, indicating that it is naturally more subject to erosion processes, thus suggesting the sustainable planning of land use and occupation and special attention to maintaining natural vegetation cover. Therefore, the data generated in this work support the need to expand the mechanisms of protection and conservation of the natural resources of the studied watershed, especially the springs and their recharge areas, which are essential to guarantee the water supply in the region.

Keywords: Geotechnologies. Morphometry. Conservation of water resources. Serra do Espinhaço.

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 do Estado de Minas Gerais.....	22
Figura 3 – Serra Capão do Ouvidor, Município de Itacambira, Espinhaço, Estado de Minas Gerais.....	29
Figura 4 – Localização dos Rios Macaúbas e Congonhas na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Jequitinhonha, Estado de Minas Gerais.....	35
Figura 5 – Trecho do Rio Macaúbas, comunidade rural de Macaúbas, Município de Itacambira, Estado de Minas Gerais.....	36
Figura 6 – Trecho do Rio Congonhas, comunidade rural de Congonhas, Município de Itacambira, Estado de Minas Gerais.....	36
Figura 7 – Localização das Bacias Hidrográficas do Rio Congonhas e Macaúbas, Estado de Minas Gerais.....	44
Figura 8 – Hidrografia da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas, Estado de Minas Gerais...	45
Figura 9 – Hidrografia da Bacia Hidrográfica do Rio Macaúbas, Estado de Minas Gerais.....	47
Figura 10 – Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas, Estado de Minas Gerais	50
Figura 11 – Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Macaúbas, Estado de Minas Gerais..	51
Figura 12 – Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas, Estado de Minas Gerais	54
Figura 13 – Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Rio Macaúbas, Estado de Minas Gerais..	51
Figura 14 – Mapa de Solos da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas, Estado de Minas Gerais.....	54
Figura 15 – Mapa de Solos da Bacia Hidrográfica do Rio Macaúbas, Estado de Minas Gerais.....	60

Figura 16 – Plantação de Eucalipto em Área de acesso ao Rio Congonhas, Estado de Minas Gerais..... 62

Figura 17 – Acesso em Condições Inadequadas ao Rio Congonhas, Estado de Minas Gerais 62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação das Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira do Estado de Minas Gerais.....	20
Tabela 2 – Classificação das Áreas Prioritárias do Estado de Minas Gerais	24
Tabela 3 – Características Morfométricas Estudadas nas Bacias Hidrográficas dos Rios Macaúbas e Congonhas, Estado de Minas Gerais	42
Tabela 4 – Características Morfométricas Dimensionais, do Padrão de Drenagem e do Relevo, das Bacias Hidrográficas dos Rios Congonhas e Macaúbas, Estado de Minas Gerais.....	63

LISTA DE ABREVIATURAS

APP	–	Área de Preservação Permanente
BHC	–	Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas
BHM	–	Bacia Hidrográfica do Rio Macaúbas
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	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Áreas e Ações Prioritárias para Conservação	16
2.2	Serra do Espinhaço	28
2.3	Bacias Hidrográficas e Características Morfométricas	31
3	MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1	Caracterização da Área de Estudo	34
3.2	Coleta e Análise dos Dados	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1	Mapa de Hidrografia.....	44
4.2	Mapa de Declividade	48
4.3	Mapa de Hipsometria.....	52
4.4	Mapa de Solos	56
4.5	Características Morfométricas	63
5	CONCLUSÃO.....	70
	REFERÊNCIAS.....	70

1 INTRODUÇÃO

A preservação dos recursos naturais está inserida num cenário desafiador que busca compatibilizar a manutenção do meio ambiente ecologicamente equilibrado com o uso dos serviços e bens ecossistêmicos como matéria-prima para o desenvolvimento econômico e social. Nesse sentido, a sustentabilidade apoia-se no tripé que combina: eficiência econômica, justiça social e prudência ecológica, sendo esta última a que mais se relaciona com os princípios da conservação, pois admite que o progresso econômico deve respeitar os limites da natureza, não retirando desta mais do que a sua capacidade de reposição (ZANATTA, 2017). Para que isso ocorra, estratégias de conservação devem ser adotadas, a fim de que o impacto das atividades antrópicas não levem à depleção ou esgotamento dos recursos naturais (MITCHELL *et al.*, 2015).

Não obstante a sua importância, os ecossistemas estão sendo severamente degradados, principalmente pela conversão de áreas naturais para a silvicultura, agropecuária, urbanização e mineração (GONZÁLEZ *et al.*, 2017). Esses processos de perda e fragmentação de habitats resultam no comprometimento de serviços ecossistêmicos importantes, tais como o fornecimento de água, alimentos e produtos madeiros; a regulação do clima e a manutenção da fertilidade do solo, além da preservação da identidade cultural/histórica e o valor científico e paisagístico (MITCHELL *et al.*, 2015).

Frente ao risco de desestabilidade ambiental causada pelas atividades antrópicas devido à inevitável utilização dos recursos naturais para o desenvolvimento socioeconômico, percebeu-se a necessidade de se criar um mecanismo para priorização de áreas naturais para conservação (CASTRO; MELLO, 2016). A definição de áreas prioritárias para a conservação é, portanto, um instrumento de política pública que visa à tomada de decisão, de forma objetiva e participativa, sobre o planejamento e a implementação de medidas adequadas à conservação e ao uso sustentável de ecossistemas (MMA, 2007).

Nessa perspectiva, diversos estudos têm utilizado as bacias hidrográficas como unidades físicas de reconhecimento, caracterização e avaliação de alvos de conservação (TRAJANO *et al.*, 2012; SOARES *et al.*, 2016; ALMEIDA *et al.*, 2019; MIRANDA-MELO *et al.*, 2019). Bacia hidrográfica pode ser definida como uma unidade geomorfológica da superfície terrestre delimitada por divisores de água e drenadas por um rio principal, seus afluentes e subafluentes, na qual toda a vazão efluente escoe para um único ponto de saída, o exutório (TEODORO *et al.*, 2007). No interior da bacia hidrográfica, o fluxo superficial da água captada pela chuva está diretamente associado à dinâmica das formas dos elementos da

paisagem (TORRES *et al.*, 2011), por esse motivo, a bacia hidrográfica constitui a área ideal para o planejamento integrado do manejo dos recursos naturais no meio ambiente por ela definido (RUHE, 1975; CHRISTOFOLETTI, 1978; POLITANO, 1992).

Dessa forma, o conhecimento das funções morfológicas de uma bacia hidrográfica é uma ferramenta que auxilia na compreensão do seu comportamento hidrológico (CHRISTOFOLLETTI, 1974). Nesse sentido, compreende-se a morfometria como o estudo matemático das formações e configurações da superfície de uma bacia hidrográfica, expresso em índices comumente organizados em três grandes grupos: os que relacionam a forma da bacia com características geométricas, os que se relacionam à rede de drenagem e os que expressam características do relevo (CAMPANHARO, 2010). Segundo Rodrigues *et al.* (2008), as características físicas de uma bacia possuem importante papel nos processos do ciclo hidrológico, influenciando, dentre outros, a infiltração, a quantidade de água produzida como deflúvio, a evapotranspiração, o escoamento superficial e subsuperficial.

Para tanto, vale destacar que as variáveis morfométricas de bacias hidrográficas trata-se de uma ferramenta acessível e eficaz graças ao constante aperfeiçoamento das técnicas de geoprocessamento, as quais permitem traçar o diagnóstico ambiental da bacia com base na estrutura dos mananciais e na forma como se distribuem no território (SOARES *et al.*, 2016; LOPES *et al.*, 2018; ALMEIDA *et al.*, 2019). Essas informações servem de base para o planejamento do uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas, uma vez que são capazes de identificar suas potencialidades, bem como as áreas de restrições (ALVES *et al.*, 2014).

Com base no exposto acima, este trabalho teve como objetivo realizar a caracterização ambiental e a análise morfométrica, com o auxílio das geotecnologias, das Bacias Hidrográficas do Rio Congonhas (BHC) e Rio Macaúbas (BHM), localizada na região norte do Estado de Minas Gerais, abrangida em parte pela Serra do Espinhaço. As bacias estão localizadas em áreas prioritárias para conservação e são regionalmente importantes por serem áreas de recarga hídrica e portadoras de inúmeras fontes de água. A partir dos resultados gerados sobre o diagnóstico espacial e o comportamento hidrológico das bacias hidrográficas estudadas, pretendeu-se fornecer informações que contribuam para as tomadas de decisão de manejo do solo e conservação dos recursos hídricos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Áreas e Ações Prioritárias para Conservação

A conservação da biodiversidade é uma preocupação comum à toda humanidade, devido ao reconhecimento de seu valor intrínseco e dos valores ecológico, genético, social, econômico, científico, cultural, recreativo e estético de seus componentes (CASTRO; MELLO, 2016). A ocorrência em larga escala de problemas ambientais tais como: escassez hídrica, contaminação de corpos d'água, supressão de florestas, extinção de espécies, aumento na quantidade de lixo e poluição do ar, impulsionaram especialistas a criarem ferramentas jurídicas, fundamentais para coibir ações que ameaçam a integridade dos ecossistemas e, ao mesmo tempo, orientar o compartilhamento dos recursos ambientais, com vistas ao uso sustentável destes.

No Brasil, a definição de áreas para a conservação foi primeiramente mencionada na Lei nº 6.938/1981 (Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA), que especifica no seu Artigo 4º, Inciso II: à definição de áreas prioritárias de ação governamental relativa à qualidade e ao equilíbrio ecológico, atendendo aos interesses da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios.

Posteriormente, a Constituição Federal (1988) no seu Artigo 225 trouxe o seguinte: “um instrumento para assegurar o “Direito ao Meio Ambiente Ecologicamente Equilibrado” é o estabelecimento de espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, em todas as unidades da Federação.”

Ainda assim, ações governamentais melhor integradas de apoio à conservação começaram a ser implementadas somente após a assinatura do tratado de Convenção sobre Diversidade Biológica – CDB, estabelecido durante a renomada ECO-92 – a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), na cidade do Rio de Janeiro, em 1992. O Acordo representa o principal marco jurídico internacional sobre biodiversidade e sela o esforço mundial para a preservação dos ecossistemas, tendo como maior desafio gerar diretrizes para conciliar o desenvolvimento com a conservação e a utilização sustentável dos recursos biológicos (MMA, 2007).

A primeira grande iniciativa em nível nacional de proposição de áreas geográficas e ações prioritárias para conservação foi coordenada pelo MMA entre os anos de 1998 a 2000, em parceria com diversas instituições públicas e privadas. Deste trabalho de cunho participativo, multiprofissional e democrático gerou-se a primeira “Avaliação e

Identificação das Áreas e Ações Prioritárias para a Conservação dos Biomas Brasileiros”. O documento traz a definição de 900 áreas prioritárias para conservação estabelecidas por meio do Decreto nº 5.092, de 24 de maio de 2004, e instituídas pela Portaria MMA nº 126, de 27 de maio de 2004. Anos mais tarde, a relação de Áreas Prioritárias foi atualizada incorporando os princípios de planejamento sistemático para conservação e seus critérios básicos, contemplados na Portaria MMA nº 9, de 23 de janeiro de 2007.

Cabe mencionar que as áreas prioritárias são definidas geograficamente com base em informações sobre ocorrência dos alvos de conservação (espécies ameaçadas de extinção, raras ou endêmicas, ecossistemas terrestres e aquáticos e os serviços ecossistêmicos relevantes para a conservação da biodiversidade), informações de atividades antrópicas (barramentos, estradas, áreas sem cobertura vegetal remanescente, mineração, etc.), bem como de informações sobre atividades que favorecem a conservação e o uso sustentável da biodiversidade (projetos ambientais, manejo florestal, ecoturismo, entre outros).

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 (método objetivo e eficiente), em um processo participativo com diversos setores da sociedade. As Áreas Prioritárias são definidas no território e a elas estão associadas as ações que devem 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 nº 5.092, de 21 de maio de 2004, no âmbito das atribuições do MMA.

Por meio do PSC, o território é analisado para buscar áreas fora do conjunto já protegido por unidades de conservação, terras indígenas e territórios quilombolas, para que, juntas, possam promover a manutenção de espécies e ecossistemas. Deve-se ressaltar que as Áreas Prioritárias, dessa forma, são apenas insumos para o planejamento de empreendimentos e dos órgãos ambientais, não sendo impeditivas de nenhum tipo de intervenção humana (MMA, 2018).

Portanto, as Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade auxiliam na orientação de ações em grandes escalas. São a base para o planejamento de planos, programas, projetos e ações em biodiversidade e seus ecossistemas. O Brasil é o país com a maior diversidade de espécies no mundo, espalhadas nos seis biomas terrestres, além da zona costeira e marinha (Portarias MMA nº 444 e 445/2014).

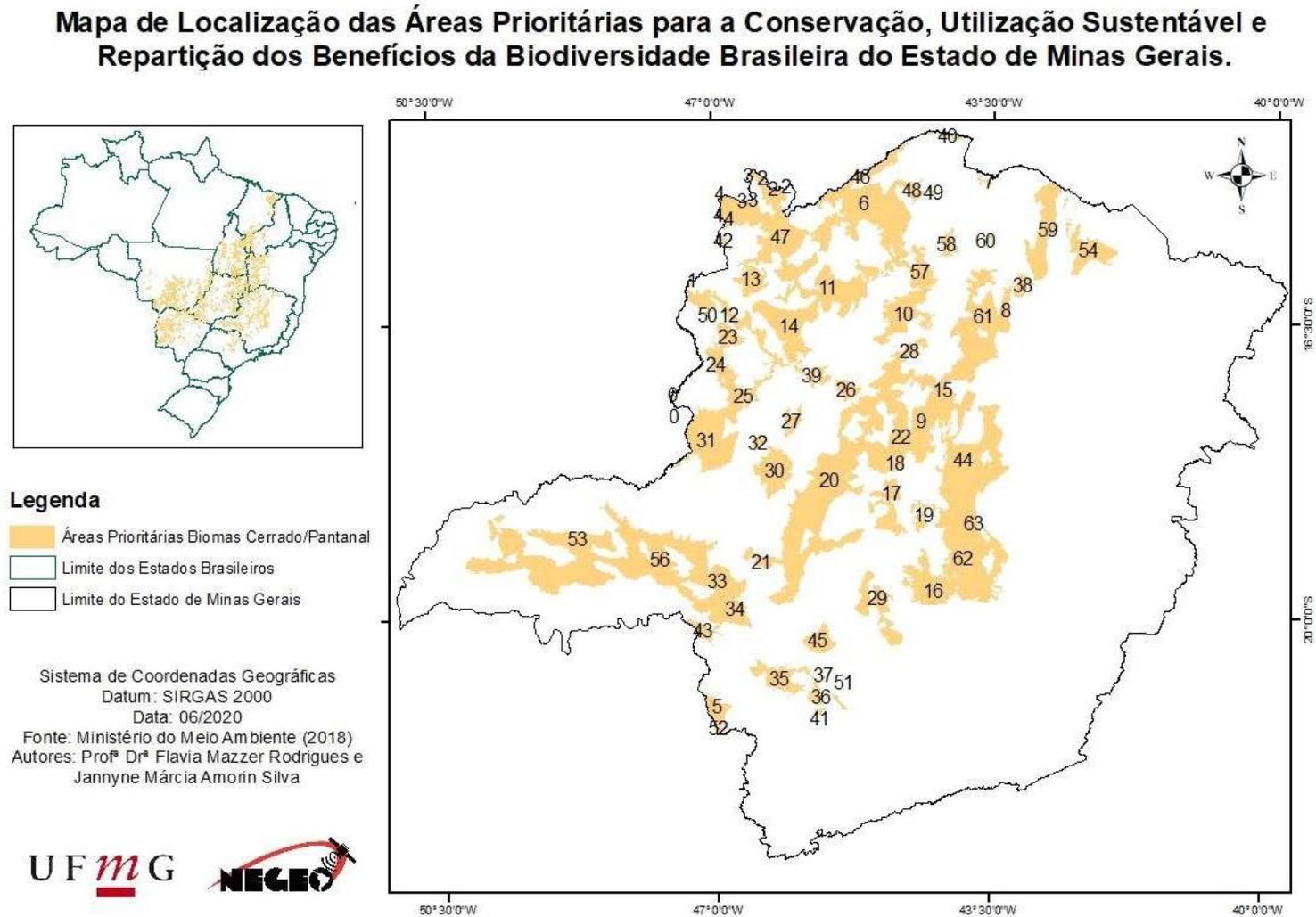
Em todos os biomas, foi utilizada a metodologia aprovada pela CONABIO por meio da Deliberação CONABIO nº 39, de 14 de dezembro 2005, e baseou-se na utilização do *software* Marxan, e na integração de atividades de modelagem computacional, com a validação da informação gerada por especialistas de diferentes 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.

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 no âmbito das negociações da RTRS, sigla em inglês para Mesa Redonda da Soja Sustentável, e com o apoio do WWF Brasil.

A Portaria nº 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 nº223, de 21 de junho de 2016 (MMA, 2018).

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).

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 do 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	Mambai	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 Titororó	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 práticas
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	Buritizinho	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 práticas
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 Uruçuia	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

(Continua)...

...(Conclusão)

ID	Nome	Importância Biológica	Urgência de Ação	Ação Principal
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
49	Cavernas Peruaçu	Extremamente Alta	Muito Alta	Criação UC PI
50	Cavernas de Unai	Alta	Alta	Implementação CAR, boas práticas
51	Cavernas de Candeias	Alta	Alta	Implementação CAR, boas práticas
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 práticas
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

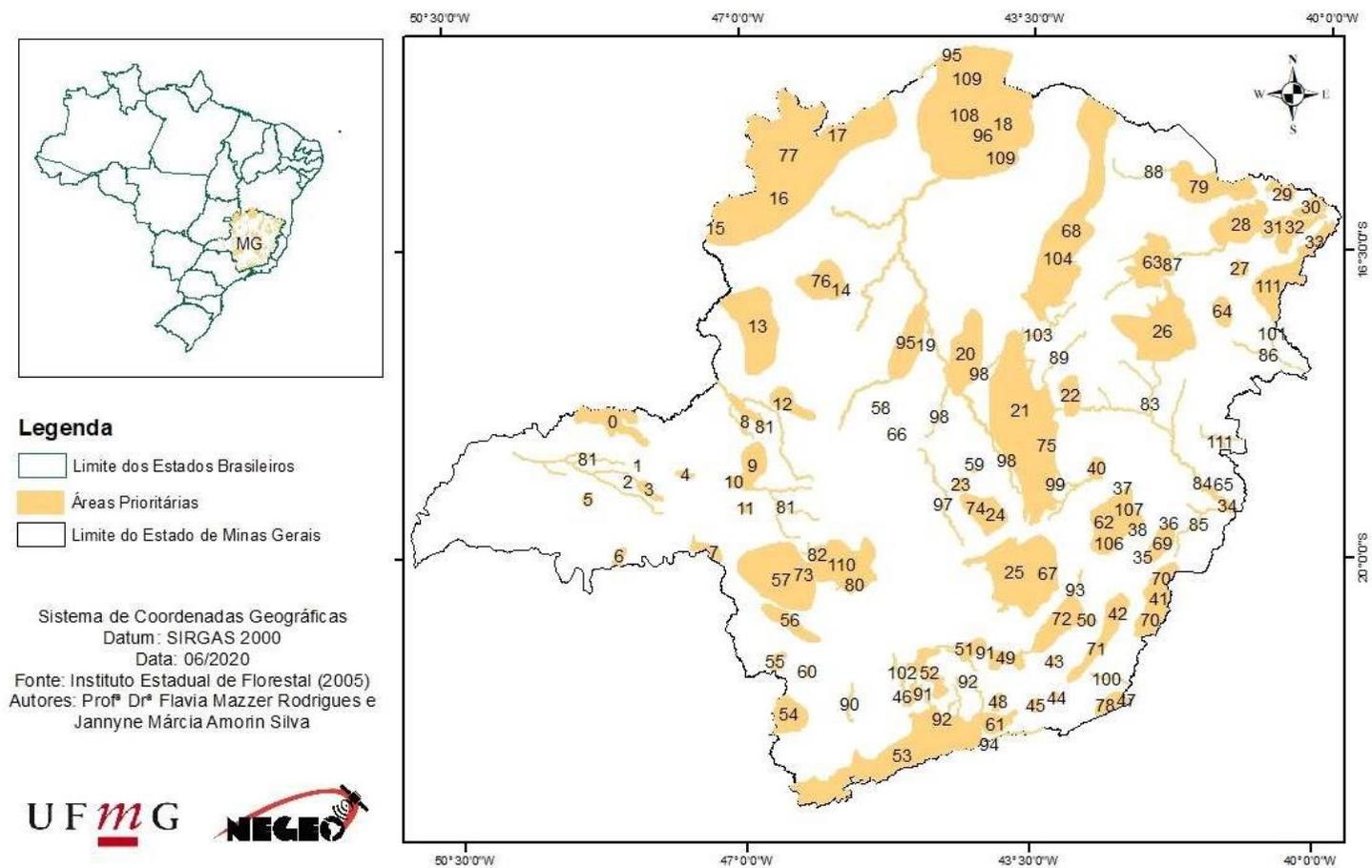
Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2018).

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.

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 trabalho. 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. Esse projeto está em processo de atualização e há previsão de ser disponibilizado para o público externo ainda no ano de 2020. Ressalva-se que, as áreas prioritárias do Estado de Minas Gerais podem não ser as mesmas definidas pelo Ministério do Meio Ambiente, justificando-se por motivos de escalas de trabalho e metodologias empregadas.

Figura 2 – Localização das Áreas Prioritárias 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 Carcaça	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	Buritizeiro / 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

(Continua)...

(Continua)...

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	Itinga / 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

(Continua)...

...(Conclusão)

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 Itacambiruçu	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.

Com base neste contexto, a identificação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade é um exercício voltado para o reconhecimento daqueles locais ou regiões que possuem atributos naturais bastante expressivos e por vezes únicos. Entretanto, os escassos recursos financeiros destinados à conservação da biodiversidade exigem a realização de um exercício de estabelecimento de prioridades (MARGULES; PRESSEY, 2000; WILLIAMS *et al.*, 2002). A mensuração desses atributos normalmente se faz pelo registro de espécies ou ecossistemas ameaçados pela ocupação humana. Dentro dessa perspectiva, as áreas prioritárias são aqueles locais que combinam pelo menos duas características: elevada biodiversidade e alta pressão antrópica (SCARAMUZZA *et al.*, 2008).

A proteção da biodiversidade através da preservação de parcelas significativas de seus ambientes naturais, também chamada de conservação *in situ* teve seu marco no Brasil com a criação do primeiro Parque Nacional do país, o Parque do Itatiaia, na cidade do Rio de Janeiro, em 1937. Desde então, a adoção desse modelo tem se difundido por todo o território brasileiro, como forma de assegurar a diversidade de seres vivos e a proteção de habitats ameaçados (SCHENINI *et al.*, 2004).

Todavia, para garantir que a criação dessas áreas não levassem em conta apenas a beleza cênica, fez-se necessário ao longo dos anos a definição de um conjunto de critérios técnicos e científicos que subsidiassem a escolha do espaço a ser protegido, com vistas a uma preservação significativa (MEDEIROS, 2006). Esses critérios visam à demonstração das características socioambientais que justificam a implementação de uma Unidade de Conservação naquela área.

O principal aparato legal concernente a proposta de criação, implementação e manutenção de áreas protegidas está contido na Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema de Unidade de Conservação – SNUC. A Lei contém um arcabouço técnico/jurídico, incluindo normas e critérios consubstanciados que norteiam o processo de criação, implantação e gestão de áreas territoriais legalmente protegidas, as chamadas Unidades de Conservação (UC's).

No Brasil, as UC's são conceituadas como um espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo águas jurisdicionais com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo poder público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000).

Com a diversidade de ambientes e peculiaridades, as Unidades de Conservação são criadas de acordo com as especificidades de cada área. Para tanto, o SNUC estabelece dois grupos de Unidades de Conservação, sendo: o de Proteção Integral, cujo objetivo básico é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais e, o de Uso Sustentável, que se refere às unidades que podem utilizar seus recursos de forma sustentável (BRASIL, 2000).

A criação de áreas protegidas, a exemplo das UCs, é considerada como uma das mais eficientes estratégias para a conservação da biodiversidade e manutenção de serviços ecossistêmicos essenciais (BRUNER *et al.*, 2001; HOCKINGS, 2003). Portanto, proporcionam a manutenção da natureza de forma menos alterada possível, sendo utilizadas como refúgio para espécies que não sobrevivem em um meio ambiente prejudicado pelas interferências humanas. As UC's, desempenhando seu objetivo de criação, se tornam ambientes importantes para a continuidade da evolução natural, além de proporcionar a restauração ecológica (ARAÚJO, 2012).

Por fim, os autores 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.

2.2 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 extensão total corresponde a 1.100 km, com largura entre 50 a 100 km (GIULIETTI *et al.*, 1987). Segundo Drummond *et al.*, (2005), devido a grande variação latitudinal da Serra do Espinhaço e seus prolongamentos, associam-se a ela diversos tipos climáticos e vegetacionais. Desta forma, está situada a leste na transição entre o Cerrado e a Mata Atlântica, a oeste (Serra do Cabral) no Bioma Cerrado e a norte no contato entre os Biomas Caatinga e Cerrado. Constitui, ainda, o grande divisor de águas entre as bacias do rio São Francisco, a oeste, e do rio Doce e rio Jequitinhonha, a leste (FRAGA *et al.*, 2005; PEDREIRA, 2005).

A Serra do Espinhaço (FIGURA 3) foi declarada pela UNESCO como patrimônio ambiental, paisagístico, cultural e histórico – sendo reconhecida como Reserva da Biosfera em 27 de junho de 2005, por ser considerada uma das regiões mais ricas e diversas do mundo. A extensão da área é de mais de três milhões de hectares, abrangendo 17 Unidades de Conservação de Proteção Integral e 36 Unidades de Conservação de Uso Sustentável, e os biomas brasileiros da Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. Nas elevadas altimetrias predomina a fitofisionomia dos Campos Rupestres, sendo considerada, portanto uma área de extrema relevância ambiental (MOSS; ALMEIDA, 2014). No seu contexto, também estão presentes as principais cidades históricas de Minas Gerais, declaradas Patrimônio Cultural da Humanidade: as cidades de Ouro Preto e Diamantina.

Figura 3 – Serra Capão do Ouvidor, Município de Itacambira, Espinhaço, Estado de Minas Gerais.



Fonte: Da autora, 2020.

Na Serra do Espinhaço Meridional os solos são, geralmente, arenosos e rasos, reflexo do seu material de origem (BENITES *et al.*, 2003, 2007; SILVA, 2005). Os afloramentos rochosos são comuns, independentemente do solo predominante ser formado por Neossolos Litólicos, associados a Neossolo Quartzarênico e Organossolo Mésico. Tais solos não apresentam aptidão agrícola e sustentam vegetação de campo rupestre, campo limpo e campo cerrado (SILVA, 2005).

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 herbáceoarbustivas associadas a solos litólicos, predominantemente quártzicos. Inseridos nos biomas do Cerrado e das Caatingas, são frequentemente 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.

Outro fator que contribuiu para fomentar a criação da UC foi a construção da Barragem de Congonhas, um empreendimento sob a responsabilidade do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS, cujo projeto básico preliminar é datado do ano de 2006. Tratava-se de um conjunto de obras hidráulicas de porte médio, destinadas à utilização múltipla dos recursos hídricos, compondo-se de um barramento e seu reservatório; uma pequena central elétrica; e um sistema de adução de água bruta, para abastecimento da cidade de Montes Claros e região. O lago formado abrangia os municípios de Itacambira e Grão Mogol (DNOCS, 2007).

À época, o objetivo da construção da Barragem de Congonhas além de garantir o abastecimento da população de Montes Claros e região era também de, indiretamente, minimizar os intensos conflitos pelo uso dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande. O fato é que, como forma de compensar os impactos ambientais negativos causados pelo empreendimento, contemplou-se no EIA/RIMA a implementação do Programa de Revegetação e Programa de Investimentos em Unidade de Conservação. Foi nesse contexto, que muito se articulou sobre a criação da UC na região de Itacambira. Porém, a obra enfrentou uma série de entraves políticos e econômicos, não sendo viabilizada e, dessa forma, a proposta de criação da Unidade de Conservação permaneceu estagnada por muitos anos (DNOCS, 2007)

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. Diante disso, esses autores ressaltam a necessidade de

aplicar o conhecimento científico, bem como os instrumentos de proteção de modo a garantir, com participação da sociedade, a conservação desse patrimônio ambiental.

2.3 Bacias Hidrográficas e Características Morfométricas

Diversos conceitos tem sido utilizados para definir bacia hidrográfica. Tais definições são aplicadas de acordo com a proposta e/ou objetivos pretendidos do estudo. A título de exemplo, do ponto de vista hidrológico, o conceito de bacia hidrográfica envolve o conjunto de terras drenadas por um corpo d'água principal e seus afluentes e representa a unidade mais apropriada para o estudo qualitativo e quantitativo do recurso água e dos fluxos de sedimentos e nutrientes (DEL PRETTE *et al.*, 2004). Já sob a perspectiva de planejamento direcionado à conservação dos recursos hídricos, os mesmos autores observam que além dos aspectos hidrológicos, que envolvem o conhecimento da estrutura biofísica da bacia hidrográfica, tem-se considerado as mudanças nos padrões de uso da terra e suas implicações ambientais.

Desse modo, a definição de bacias hidrográficas é diversificada uma vez que se trata de um sistema bastante complexo com muitos elementos a ser considerados. Barrela *et al.* (2001), incluem referência ao ciclo hidrológico ao definir uma bacia hidrográfica como “o conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático”. Para Rodrigues e Adami (2005), bacia hidrográfica é “um sistema que compreende um volume de materiais, predominantemente sólidos e líquidos, próximos à superfície terrestre, delimitado interno e externamente por processos que, a partir do fornecimento de água pela atmosfera, interferem no fluxo de matéria e de energia de um rio ou de uma rede de canais fluviais”. Percebe-se, assim, que esses autores analisam as bacias como sendo espaços de circulação, armazenamento, e de saídas de água e do material por ela transportado (HORTON, 1945; GUERRA, 1978; VENTURI, 2005).

Com efeito, todos os elementos formadores de uma bacia hidrográfica, a saber: divisores d'água, cabeceiras ou nascentes, cursos d'água principais, afluentes, subafluentes, etc., bem como, a hierarquização dos canais escoadouros e distribuição dos solos influenciam de modo específico a natureza dos processos de escoamento e infiltração da água das chuvas, ou seja, o comportamento hidrológico da bacia (HORTON, 1945). Por essa razão, a avaliação das características geomórficas quantitativas da bacia é relevante,

pois permite traçar um diagnóstico das potencialidades de uso e ocupação solo e assim fornecer subsídios para o processo de ocupação e manejo de bacias hidrográficas (RUHE, 1975; CHRISTOFOLETTI, 1978; POLITANO, 1992; ALVES *et al.*, 2014).

Nesse sentido, a análise morfométrica de bacias hidrográficas por meio de um conjunto de procedimentos metodológicos permite a investigação e o conhecimento dos componentes naturais desse sistema (SANTOS; MORAIS, 2012). De acordo com Christofolletti (1978), a análise morfométrica de bacias hidrográficas pode ser dividida em quatro itens: 1) ordenação da rede de drenagem, 2) análise linear da rede de drenagem, 3) medições planimétricas e 4) análise hipsométrica. Todavia, como bem expressa Lima (2008), deve-se reconhecer que nenhum dos parâmetros morfométricos deve ser entendido como capaz de simplificar a complexa dinâmica da bacia hidrográfica, a qual tem magnitude temporal.

Importante mencionar ainda que as características morfométricas do padrão de drenagem e do relevo refletem algumas propriedades do terreno, como infiltração e deflúvio das águas das chuvas, e expressam estreita correlação com a litologia, estrutura geológica e formação superficial dos elementos que compõem a superfície terrestre (PISSARRA *et al.*, 2004). Portanto, estão entre as classes de informações morfológicas que determinam diferenças essenciais entre distintas paisagens, como relatam estudos clássicos desenvolvidos por Horton (1945), Strahler (1957), França (1968) e Christofolletti (1978).

A metodologia base para a análise morfométrica dos sistemas naturais de drenagem foi desenvolvida por Horton (1945), cuja proposta consiste em efetuar a interpretação quantitativa das bacias hidrográficas, através de inúmeros aspectos de abordagem analítica para os cursos d'água. Em seu estudo, Horton propôs um novo sistema de classificação baseado na ordem de magnitude de cada canal ou segmento de rio que forma a rede de drenagem. Além disso, coube ao autor apresentar diversos indicadores físicos específicos, tais como: densidade de drenagem, coeficiente de compacidade, índice de circularidade, forma da bacia para o sistema de drenagem e relacioná-los com as condições hidrológicas.

Diversos autores tem buscado entender inter-relações existentes entre as características morfológicas e os processos hidrológicos de uma bacia hidrográfica de bacias hidrográficas. No estudo de Feltran Filho e Lima (2007) na bacia do rio Uberabinha, em Minas Gerais, em que realizaram o levantamento morfométrico e a caracterização geomorfológica da área, foi possível concluir que as formas das microbacias interferem na distribuição dos canais, visto que áreas com menor densidade de canais encontram-se em

topografia suavemente ondulada (terrenos sedimentares) e à medida que a morfologia do terreno torna-se mais movimentada e os canais mais encaixados, o número de canais aumenta proporcionalmente. Os autores observaram ainda que bacias hidrográficas com uma forma alongada possuem menor capacidade de concentração de água pluvial e, conseqüentemente são menos propensas a grandes enchentes. Outros estudos também encontraram resultados semelhantes (TONELLO *et al.*, 2006; TORRES *et al.*, 2011; GERBER *et al.*, 2018; COLIADO *et al.*, 2020).

Lopes-Pereira e Mendes (2018) realizaram estudo morfométrico da bacia hidrográfica do rio Iguazu-Sarapuí na Baixada Fluminense-RJ, avaliando os parâmetros de Densidade de Drenagem, Coeficiente de Manutenção, Coeficiente de Compacidade e Relação de Circularidade. Os resultados demonstraram que a bacia não se caracteriza como uma área suscetível a enchentes em condições normais de precipitação. Ademais, os autores pontuaram que outros fatores parecem mais determinantes na dinâmica de escoamento nessa área, tais como a predominância de baixas declividades, a amplitude altimétrica e relação de relevo, baixa sinuosidade, incluindo-se rugosidade e densidade de rios.

A caracterização morfométrica de bacias hidrográficas tem sido utilizada em outras questões concernentes ao estudo hidrológico, subsídio para a gestão territorial; uso e ocupação do solo (TRAJANO *et al.*, 2012); elaboração de indicadores para a modelagem e planejamento ambiental integrado (MACHADO *et al.*, 2011; SOARES *et al.*, 2016); análise de suscetibilidade a enchentes em bacias urbanas (ALMEIDA *et al.*, 2019). Diante disso, é compreende-se a caracterização física de bacias como uma ferramenta para o planejamento adequado de ocupação do solo em relação ao seu potencial e suas limitações, sendo possível o manejo racional e equilibrado dos recursos naturais (CAMPOS, SILVA, GARCIA, 2012).

3 MATERIAL E MÉTODOS

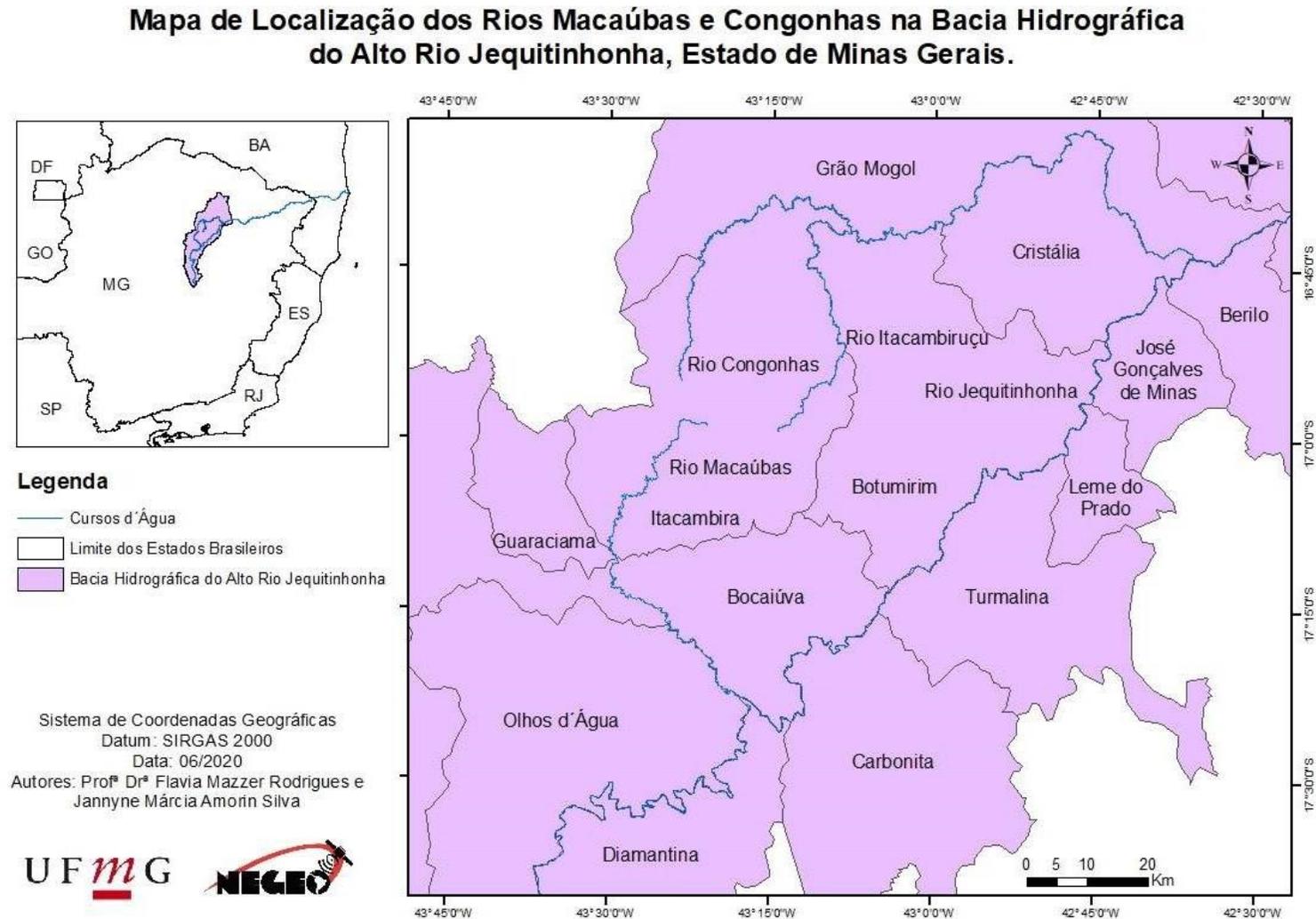
3.1 Caracterização da Área de Estudo

Para a realização deste trabalho definiu-se como área de estudo as Bacias Hidrográficas do Rio Macaúbas e do Rio Congonhas. Convencionou-se utilizar as siglas BHM e BHC para se referir às bacias estudadas, respectivamente. Ambas estão localizadas na Região Norte do Estado de Minas Gerais (FIGURA 4) e, conforme a Tabela 2, estão inseridas em áreas prioritárias para conservação, são elas: 68 (Espinhaço Setentrional), 103 (Alto do Jequitinhonha e 104 (Rio Itacambiruçu).

A BHM ocupa a porção ocidental da Folha Itacambira (IBGE 1977, SE-23-X-D-I, Carta do Brasil, escala 1:100.000) e uma pequena parte das folhas Bocaiúva (IBGE 1977, SE-23-X-C-III, Carta do Brasil, escala 1:100.000) e Botumirim (IBGE 1977, SE-23-X-B-IV, Carta do Brasil, escala 1:100.000), delimitada pelas latitudes $16^{\circ}57'30''$ e $17^{\circ}23'20''S$ e longitudes $43^{\circ}16'48''$ e $43^{\circ}37'12''W$. A superfície ocupada pela referida bacia pertence aos municípios de Itacambira, Bocaiúva, Guaraciama e Olhos D'Água (MARTINS, 2006).

O acesso, a partir de Belo Horizonte, é realizado através da rodovia pavimentada BR-040, até o trevo de Curvelo, tomando-se a seguir a rodovia BR-135, sentido Montes Claros. Pode-se acessar a região da BHM por duas vias: i) o acesso pela porção meridional é feita na altura do município de Bocaiúva, seguindo em estrada pavimentada até a cidade de Olhos d'Água, tomando-se então a estrada não pavimentada para o distrito de Terra Branca; ii) acessa-se a parcela setentrional pelo município de Guaraciama, seguindo-se então para a cidade de Itacambira por via não-asfaltada (MARTINS, 2006).

Figura 4 – Localização dos Rios Macaúbas e Congonhas na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Jequitinhonha, Estado de Minas Gerais.



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 Espadado e da Porteira (SALLUN, SALLUN FILHO, KARMANN, 2008).

Ao sul, a região da nascente do Rio Congonhas faz divisa com a BHM através da Serra do Catuni, de direção leste-oeste, onde ocorre a altitude máxima de 1242 metros. A BHC está situada no domínio da faixa móvel que define o limite à oeste e a norte com o Cráton do São Francisco e a leste com a Província Costeira, na extremidade nordeste da Província da Mantiqueira (SALLUN, SALLUN FILHO, KARMANN, 2008).

As bacias estudadas estão inseridas na Bacia Hidrográfica do Alto Jequitinhonha (FIGURA 4). O Rio Macaúbas é um dos principais afluentes do Rio Jequitinhonha na unidade JQ1 (FIGURA 5). Já o Rio Congonhas é tributário do Rio Itacambiruçu (FIGURA 6), 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).

Figura 5 – Trecho do Rio Macaúbas, comunidade rural de Macaúbas, Município de Itacambira, Estado de Minas Gerais.



Fonte: Da autora, 2020.

Figura 6 – Trecho do Rio Congonhas, comunidade rural de Congonhas, Município de Itacambira, Estado de Minas Gerais.



Fonte: Da autora, 2020.

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).

De acordo com Noce (1997), o clima na região é tropical e a precipitação máxima ocorre durante os meses de novembro, dezembro e janeiro, com valor médio anual de 1000 mm. A temperatura média anual é de cerca de 22°C. 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 das BHM e BHC importantes 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 dos 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 das Bacias Hidrográficas do Rio Macaúbas e Rio Congonhas, no

processamento digital de imagens para análise 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.

Considerando o objetivo proposto, o presente trabalho utilizou como base cartográfica a Carta Planialtimétrica em formato digital, editada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (1971), em escala 1:250000.

A delimitação das bacia hidrográficas foi realizada utilizando a cena SE-23-X-A, SE-23-X-B, SE-23-X-C, SE-23-X-D e SE-24-V-C 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 das bacias hidrográficas 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).

Jenson e Domingue (1988) afirmam que parâmetros hidrológicos extraídos de MNTs mostram-se acurados e compatíveis com aqueles obtidos por métodos manuais, que dispõem de maior tempo no seu processamento e têm detalhamento menor na sua configuração. Tarboton, Bras e Rodriguez-Iturbe (1991), Walker e Wilgoose (1999) descrevem que o MNT apresenta boa correlação entre a declividade e a área de contribuição, exibindo os pontos de inflexão que marcam o início da captação fluvial, de modo que a rede de drenagem pode ser determinada com confiança elevada.

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 litológica, o que por consequência influenciará a taxa de formação do deflúvio (TONELLO *et al.*, 2006). Pelo menos quatro padrões de drenagem são apontados pela literatura: dendrítica, anelar, radial e paralela (CRISTOFOLETTI, 1974).

De acordo com Lima (2008), a rede dendrítica lembra a configuração de uma árvore, sendo típica de regiões onde predomina rocha de resistência uniforme. A rede anelar, por sua vez, é típica de áreas dômicas, nesse caso a drenagem acomoda-se aos afloramentos das rochas menos resistentes. O referido autor explica ainda que o sistema de drenagem radial é aquele que desenvolve-se sobre vários tipos e estruturas rochosas, como por exemplo, em áreas vulcânicas e dômicas. Por fim, a rede de drenagem paralela é também chamada "cauda equina", ocorre em regiões de vertentes com acentuada declividade, ou onde existam controles estruturais que favoreçam a formação de correntes fluviais paralelas. Para identificar a rede de drenagem e os limites das bacias estudadas, este trabalho utilizou como parâmetro as correções e ajustes compatíveis com a rede de drenagem da Carta Planialtimétrica (IBGE, 1971).

Realizou-se a definição da rede de drenagem com base no ordenamento apresentado por Strahler (1952), no qual os canais sem tributários são classificados como de primeira ordem. Os canais de segunda ordem são os que resultam da confluência de dois canais de primeira ordem, podendo ter afluentes também de primeira ordem. Os canais de terceira ordem originam-se da confluência de dois canais de segunda ordem e podem receber afluentes de segunda e primeira ordens, e assim sucessivamente (SILVEIRA, 2001).

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 cuestras, 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 das bacias hidrográficas estudadas. 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 consequentemente na rede de drenagem (DUARTE *et al.*, 2007).

As principais ocorrências de solos foram elaboradas de acordo com o Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais: legenda expandida da Universidade Federal de Viçosa; Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais; Universidade Federal de Lavras e Fundação Estadual do Meio Ambiente (2010). Todo o procedimento de identificação do limite e

recorte de cada solo foi realizado no programa de Sistema de Informação Geográfica ArcGIS 10, versão ArcMap 10.1 (ESRI ArcGIS 10®), com o procedimento da ferramenta *Extract* e na opção *Clip*. Todos os mapas temáticos gerados foram atualizados para o Datum Horizontal SIRGAS 2000, com projeção UTM, Fuso 23S.

Para a análise morfométrica foi elaborado o banco de dados no sistema de informação geográfica para cada bacia hidrográfica estudada, sendo determinadas as características dimensionais, do padrão de drenagem e do relevo. A Tabela 3 apresenta as variáveis calculadas no presente trabalho, com as respectivas metodologias.

Tabela 3 – Características Morfométricas Estudadas nas Bacias Hidrográficas dos Rios Macaúbas e Congonhas, Estado de Minas Gerais.

Variáveis	Descrição	Fórmula	Fonte
Características Morfométricas Dimensionais			
Área (A)	Superfície total da bacia (km ²)		Horton (1945)
Perímetro (P)	Comprimento do divisor topográfico (km)		Smith (1950)
Maior Comprimento (C)	Linha reta sobre o vale principal que une a foz ao ponto extremo do divisor (km)		Schumm (1956)
Menor Largura (L)	Maior dimensão linear em um eixo transversal ao vale formado (km)		Strahler (1957)
Fator de Forma (Ff)	Razão entre a área da bacia e um retângulo	$Ff = A/C^2$	Horton (1945) Torres <i>et al.</i> , (2007)
Coeficiente de Compacidade (Kc)	Relação entre perímetro e círculo de área igual a da bacia (=1, > enchente)	$Kc=0,28*(P/A^{1/2})$	Oliveira et al., (2010)
Índice de Circularidade (Ic)	Tende para a unidade na forma circular, diminui à medida em que a forma torna-se mais alongada	$IC=12,57*A/P^2$	Torres <i>et al.</i> , (2007) Oliveira et al., (2010) Torres <i>et al.</i> , (2007)
Características Morfométricas Padrão de Drenagem			
Comprimento da Rede de Drenagem (Cr)	Comprimento total dos segmentos de rios que formam as bacias (km)		Horton (1945)
Densidade de Drenagem (Dd)	Relação entre o comprimento da rede de drenagem e a área da bacia (km/km ²)	$Dd=Cr/A$	Horton (1945)
Frequência de Rios (F)	Relação entre número de segmentos de rios e área da bacia (Nt/km ²)	$F=Nt/A$	Horton (1945)
Número de Segmentos de Rios de 1ª ordem (N1)	Quantidade de segmentos de rios de 1ª ordem		Horton (1945)
Comprimento Total de Rios de 1ª ordem (Ct1)	Comprimento total de todos os segmentos de rio de 1ª ordem que forma a rede de drenagem da bacia hidrográfica (km)		Horton (1945)
Razão de Textura (Rt)	Razão entre número de segmentos de rios e perímetro da bacia (Nt/km ²)	$Rt=Nt/P$	França (1968) Smith (1950)

(Continua)...

...(Conclusão)

Características Morfométricas Padrão de Drenagem			
Extensão de Percurso Superficial (Eps)	Função da densidade de drenagem (km/km ²) Indica o comprimento do caminho percorrido pelas águas da precipitação pluviométrica, antes de se estabilizar ao longo do canal (km)	$Eps = 1/(2Dd)$	Horton (1945)
Coefficiente de Manutenção (Cm)	Função da densidade de drenagem, proporcionando uma estimativa da área mínima que é exigida para que o canal de drenagem possa se implementar e desenvolver (km ² /km)	$Cm = (1/Dd) \times 1000$	Schumm (1956)
Razão de Bifurcação (Rb)	Relação entre o número de segmentos de uma ordem e a imediatamente superior	$Rb = N/N+1$	Horton (1945)
Características Morfométricas Relevos			
Declividade (D)	A declividade relaciona-se com a velocidade em que se dá o escoamento superficial, afetando, portanto, o tempo que leva a água da chuva para concentrar-se nos leitos fluviais que constituem a rede de drenagem das bacias, sendo que os picos de enchente, infiltração e susceptibilidade para erosão dos solos dependem da rapidez com que ocorre o escoamento sobre os terrenos da bacia (%)		Villela Matos(1975)
Altitude (Alt)	A variação de altitude associa-se com a precipitação, evaporação e transpiração, conseqüentemente sobre o deflúvio médio. Grandes variações de altitude numa bacia acarretam diferenças significativas na temperatura média, a qual, por sua vez, causa variações na evapotranspiração. Mais significativas, porém, são as possíveis variações de precipitação anual com a elevação (m)		Horton (1945)
Amplitude altimétrica (H)	Diferença entre a maior cota e sua foz (m)		Strahler (1952)
Razão de relevo (Rr)	Relação entre amplitude altimétrica e maior comprimento da bacia (m/km)	$Rr = H/C$	Schumm (1956)
Razão de relevo relativo (Rrl)	Relação entre amplitude altimétrica e perímetro da bacia (m/km)	$Rrl = H/P$	Strahler (1958)
Gradiente do Canal Principal (Gcp)	Relação da cota máxima encontrada no curso do canal selecionado, correlacionando com o comprimento do mesmo (m/km)	$Gcp = Alt \text{ máx}/Ccp$	Christofolletti (1969)
Índice de rugosidade (Ir)	Relação entre amplitude altimétrica (km) e densidade de drenagem, empregado para a determinação da declividade média das encostas	$Ir = H * Dd$	Strahler (1958)

Fonte: Da autora, 2020.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Mapa de Hidrografia

As bacias hidrográficas são unidades naturais da paisagem cuja dinâmica é influenciada por diversos componentes ambientais e também fatores antropogênicos. Por esse motivo, o estudo hidrográfico é relevante, uma vez que permite quantificar cada um dos componentes envolvidos no fluxo hidráulico da bacia, levando em consideração aspectos geográficos e ecológicos (ZUCCARI, 2005).

Na Figura 7, pode-se verificar a abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas (BHC) e da Bacia Hidrográfica do Rio Macaúbas (BHM) 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 (Figura 8). Já a BHM possui uma área de 1.047,37 km² e aproximadamente 2.449 nascentes (Figura 9).

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 e a BHM enquadra-se como de 6^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. Importante mencionar ainda que a ordenação dos cursos d'água serve de base para a análise de outros parâmetros morfométricos.

Figura 7 – Localização das Bacias Hidrográficas do Rio Congonhas e Macaúbas, Estado de Minas Gerais.

Mapa de Localização das Bacias Hidrográficas dos Rios Macaúbas e Congonhas, Estado de Minas Gerais.

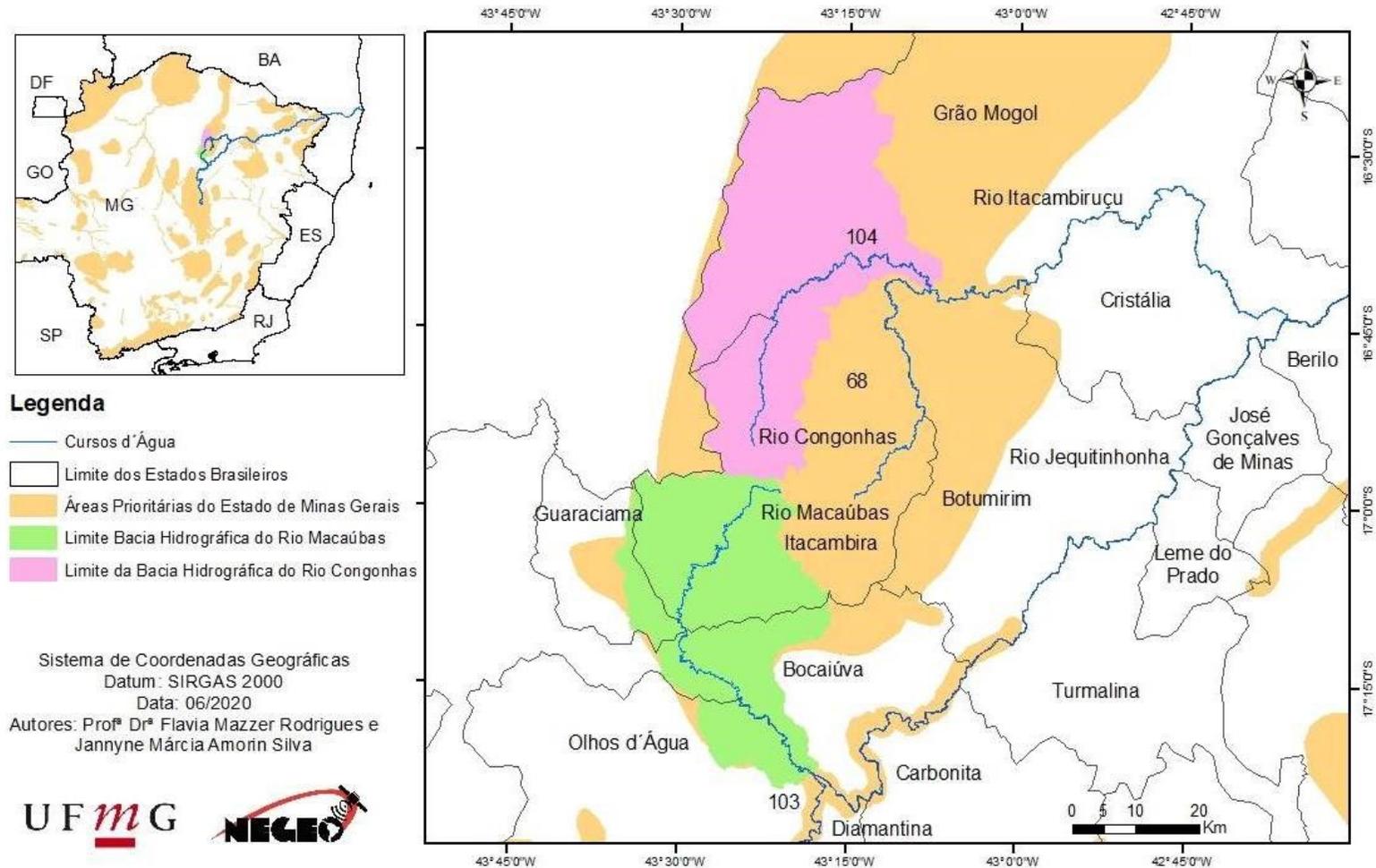


Figura 8 – Hidrografia da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas, Estado de Minas Gerais.

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

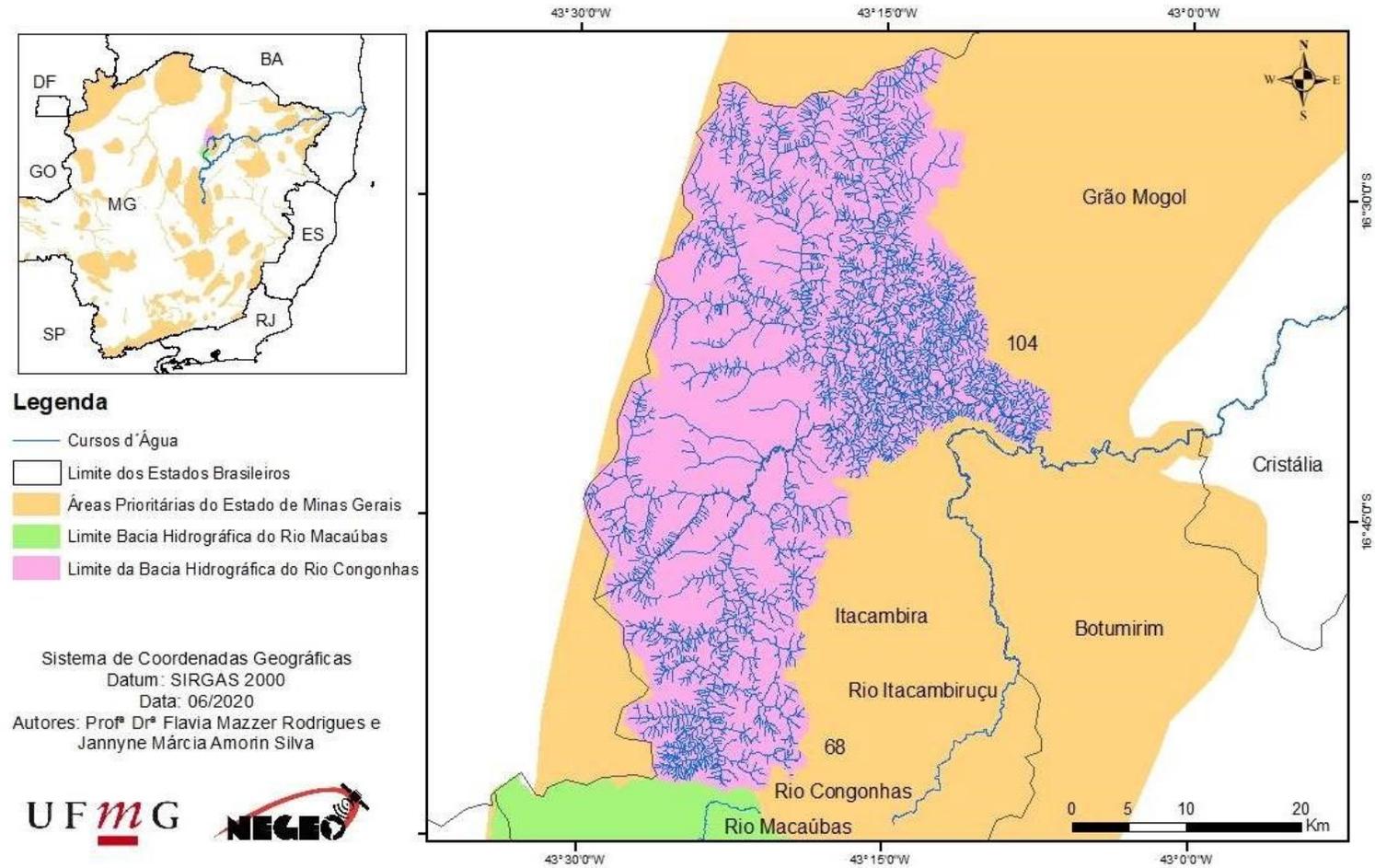
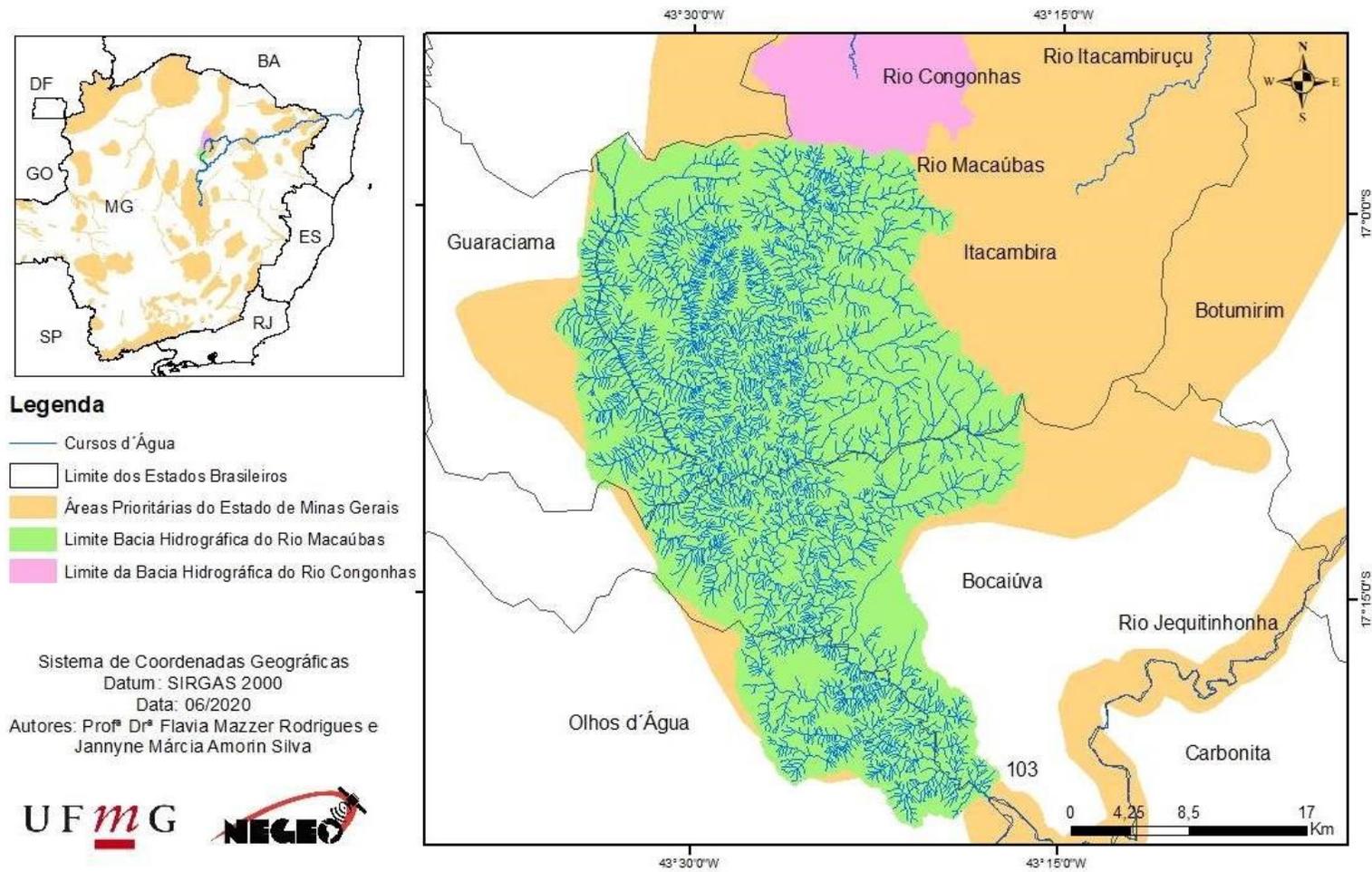


Figura 9 – Hidrografia da Bacia Hidrográfica do Rio Macaúbas, Estado de Minas Gerais.

Mapa de Hidrografia da Bacia Hidrográfica do Rio Macaúbas, 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 10), 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.

Na BHM predomina a classe de relevo ondulado, superfície de topografia pouco movimentada, apresentando declives moderados, predominantemente variáveis de 8% a 20% (FIGURA 11), também de acordo com a classificação EMBRAPA (2018). Nessa bacia é observa-se ainda os declives superiores a 20%, classe relevo forte ondulado que estão localizados principalmente no eixo centro-norte da bacia hidrográfica, esse trecho mais elevado corresponde justamente à conexão axial entre a BHM e a BHC.

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 tanto a BHC quanto a BHM possuem 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.

A declividade influencia a relação entre a precipitação e o deflúvio da bacia em razão, principalmente, da maior velocidade de escoamento superficial das águas das chuvas (CARDOSO *et al.*, 2006; FELTRAN FILHO; LIMA, 2007; DINESH, 2008). 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.

Corroborando com os achados neste trabalho, Lopes e colaboradores (2018) avaliaram os parâmetros morfométricos e pedológicos da bacia hidrográfica do rio Una, localizada no município de Ibiúna, Estado de São Paulo com o objetivo de traçar a modelagem ambiental da bacia. Os autores relataram predominância do relevo ondulado, correspondendo às áreas que apresentam declive acima de 20% e seguem até os 45%. Eles pontuaram que apesar de a bacia não apresentar, em termos gerais, altas taxas de declividade, deve-se atentar para a preservação da vegetação nativa em áreas mais elevadas, evitando-se a perda de solo.

Por outro lado, Azevedo e colaboradores (2020) realizaram a análise morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açú no trecho do Estado do Rio Grande do Norte e detectaram que a declividade predominante é do tipo plano a suave ondulada representado cerca de 40% da área total da bacia. Esses autores observaram que áreas com percentual semelhante de declividade podem apresentar susceptibilidade diferenciada à erosão, uma vez que devem ser consideradas conjuntamente a caracterização pedológica, o estado da cobertura vegetal e as práticas de manejo adotadas.

Figura 10 – Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas, Estado de Minas Gerais.

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

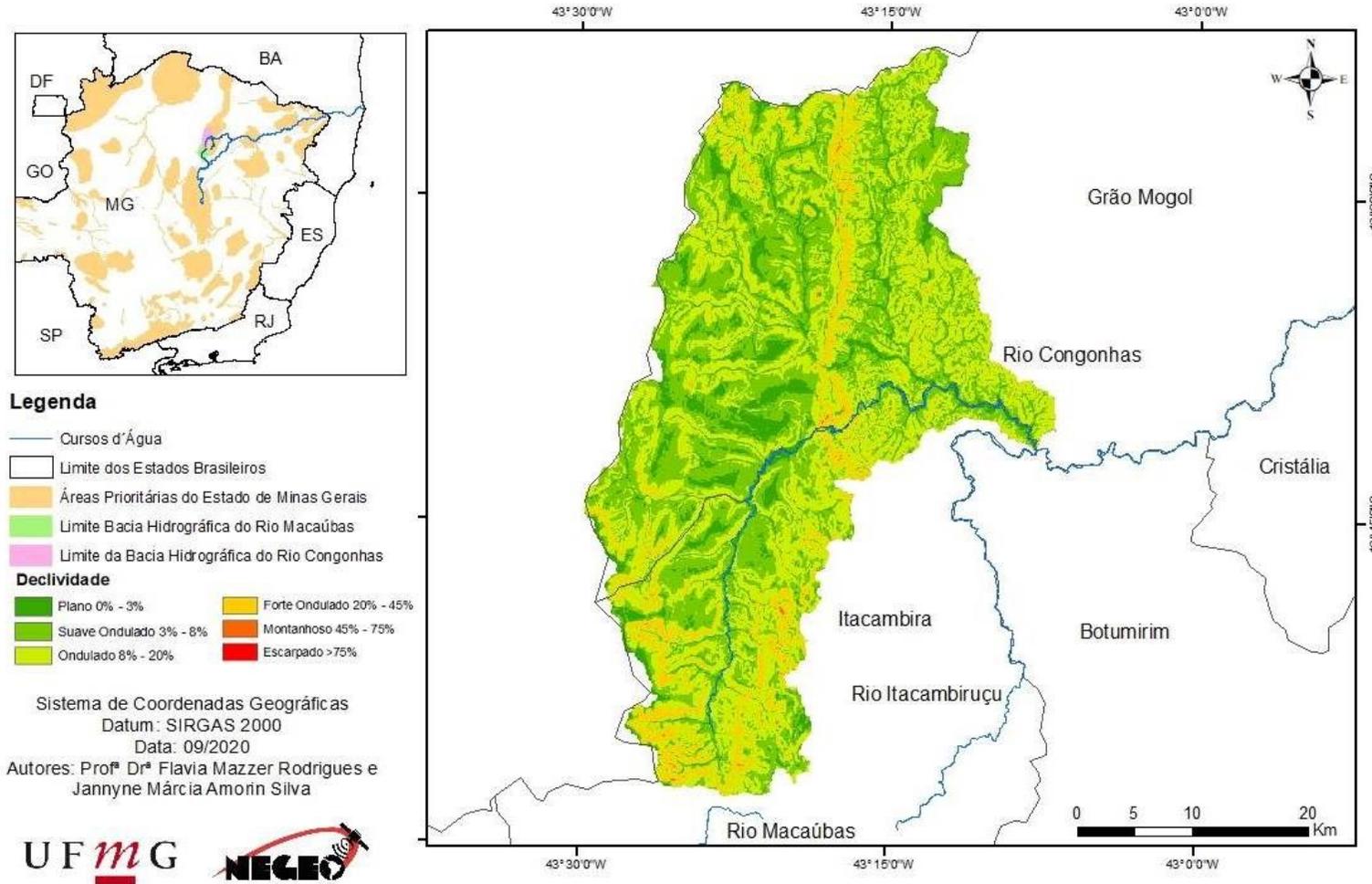
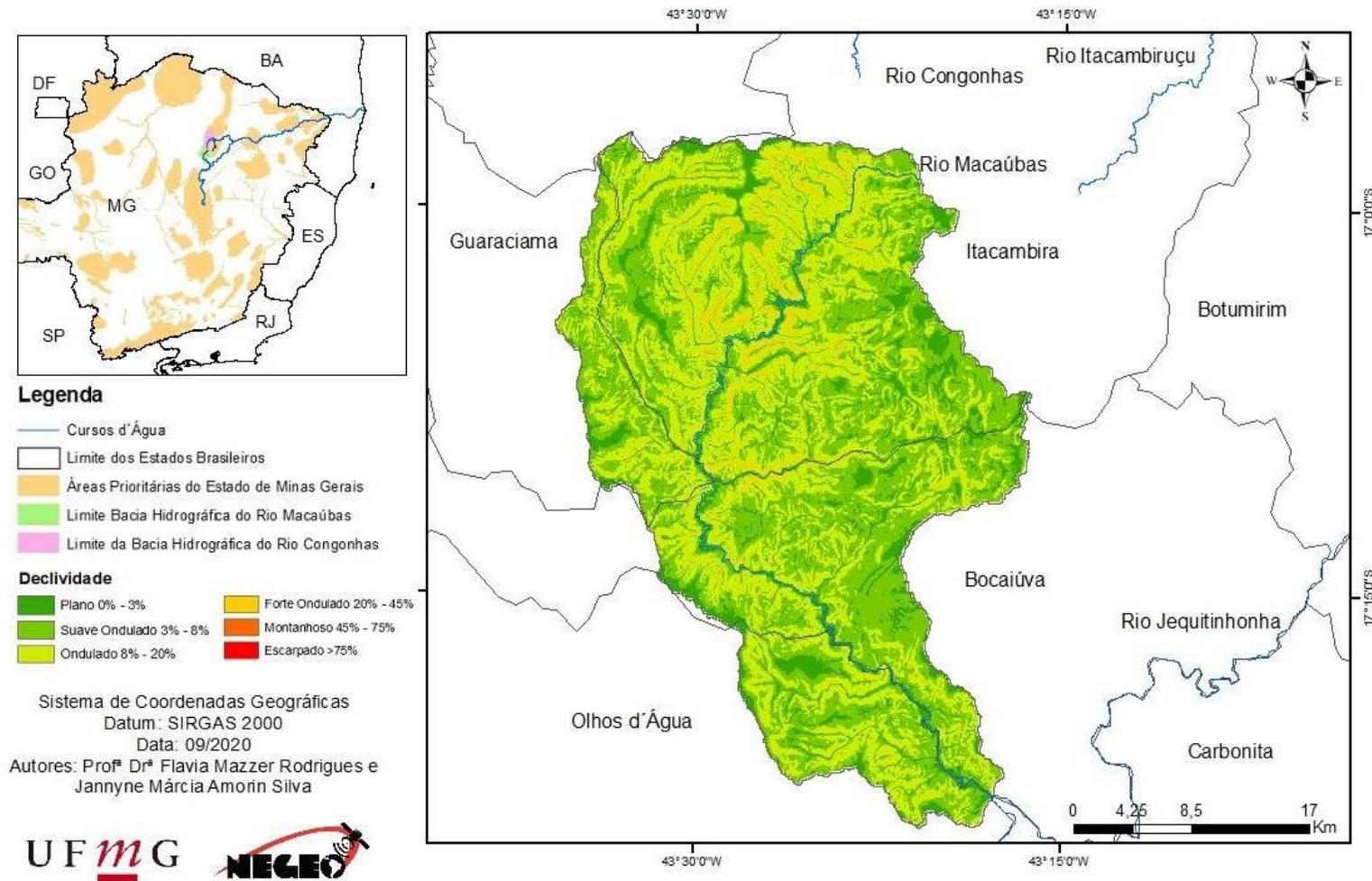


Figura 11 – Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Macaúbas, Estado de Minas Gerais.

Mapa de Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Macaúbas, 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 e confrontante da BHM (FIGURA 12).

Conforme apresentado na Figura 13, a BHM possui amplitude altimétrica de 777 metros, sendo sua área de menores altitudes (600-700 metros) localizado próximo a foz e sua área de maiores altitudes (1300-1381 metros) situado no setor centro-leste, no limite da bacia.

Quando se compara as altitudes mínima e máxima das BHC e BHM percebe-se uma diferença com os achados de Miguel e colaboradores (2014), que realizaram a análise da morfometria da Bacia Hidrográfica do Rio Taquaruçu, no Estado do Mato Grosso do Sul. Essa bacia possui uma área total de 2.572,6 km² e altitudes mínima e máxima de 260 metros e 500 metros, respectivamente. Por outro lado, Trajano *et al.*, (2012) constataram que a altitude da Bacia Hidrográfica do Rio Mamanguape, no Estado da Paraíba, varia de 108 metros a 1.380 metros, ocorrendo um desnível considerado das nascentes ao exutório.

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 das BHC e BHM 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).

De acordo com Lorandi e Caçado (2002) o mapeamento hipsométrico, associado a estimativas de escoamento superficial da água, tem aplicação direta na identificação das áreas de maior produção relativa de sedimentos e no estudo das perspectivas de assoreamento de reservatórios superficiais de uma bacia.

Figura 12 – Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas, Estado de Minas Gerais.

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

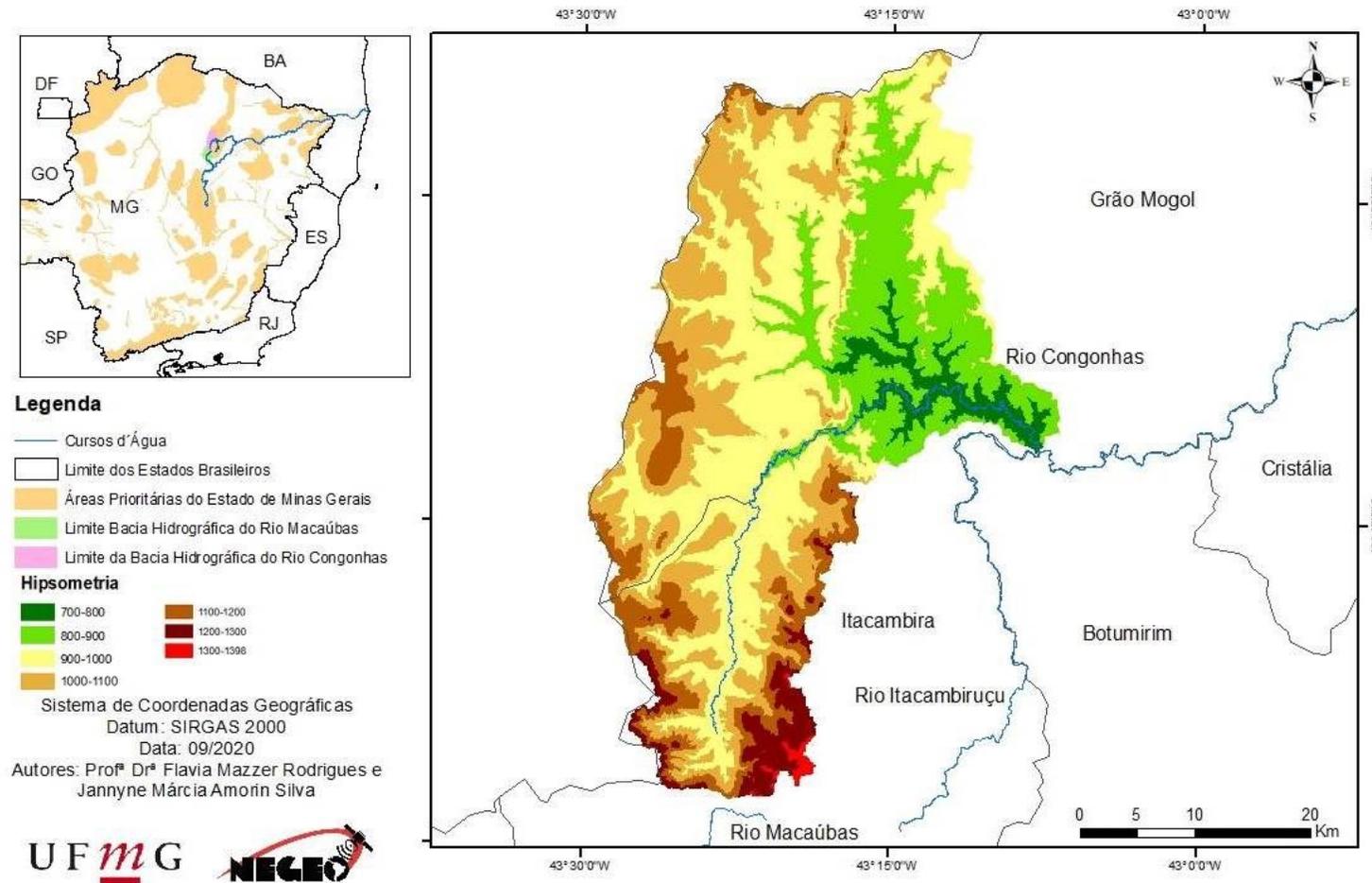
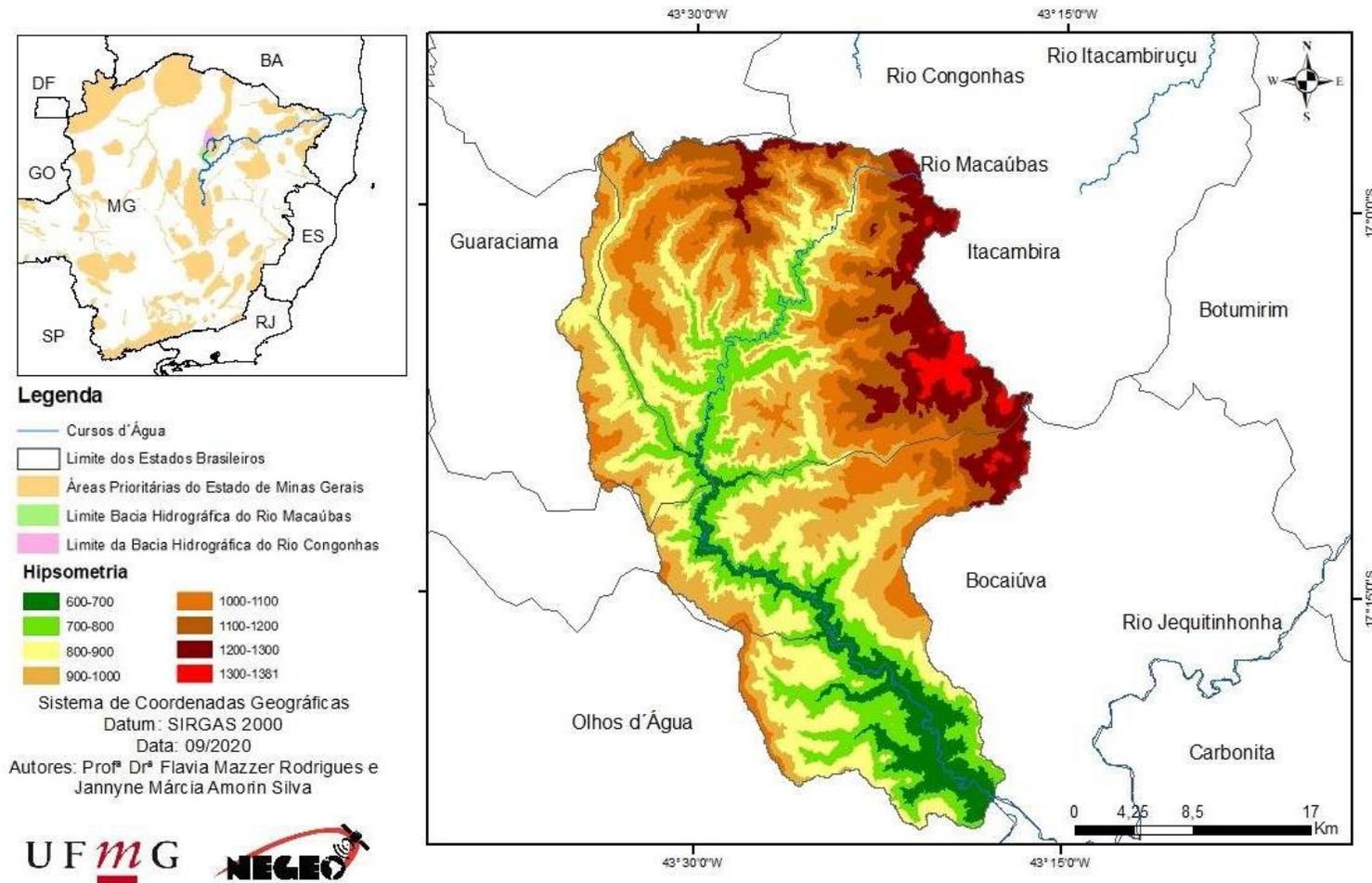


Figura 13 – Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Rio Macaúbas, Estado de Minas Gerais.

Mapa de Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Rio Macaúbas, Estado de Minas Gerais.



4.4 Mapa de Solos

Através da análise dos tipos de solo da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas (FIGURA 14) nota-se que a área apresenta:

- AR3 - AFLORAMENTO ROCHOSO + CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico e lépticos A moderado, textura arenosa, fase cascalhenta + NEOSSOLO LITÓLICO psamítico A fraco; todos fase cerrado, relevo ondulado e montanhoso.

- CXbd12 - CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico A fraco, textura média/argilosa, cascalhento + NEOSSOLO QUARTZARENICO órtico típico e léptico álico A fraco; ambos cerrado, relevo suave ondulado e ondulado.

- CXbd5 - CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico A moderado textura arenosa, cascalhento; fase cerrado, relevo forte ondulado.

- LVad1 – LATOSSOLO VERMELHO - AMARELO distrófico típico A moderado textura argilosa; fase cerrado, relevo plano e suave ondulado.

- LVd2 – LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico A moderado textura argilosa; fase cerrado, relevo plano e suave ondulado.

- RLd6 – NEOSSOLO LITÓLICO distrófico típico A fraco/moderado + CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico e léptico textura siltosa/argilosa + ARGISSOLO VERMELHO - AMARELO distrófico típico A moderado textura média/argilosa; todos fase cerrado, relevo suave ondulado e ondulado e forte ondulado.

Na Bacia Hidrográfica do Rio Macaúbas (FIGURA 15) nota-se a ocorrência de:

- AR3 - AFLORAMENTO ROCHOSO + CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico e lépticos A moderado, textura arenosa, fase cascalhenta + NEOSSOLO LITÓLICO psamítico A fraco; todos fase cerrado, relevo ondulado e montanhoso.

- CXbd5 - CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico A moderado textura arenosa, cascalhento; fase cerrado, relevo forte ondulado.

- LVd2 – LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico A moderado textura argilosa; fase cerrado, relevo plano e suave ondulado.

- RLd4 – NEOSSOLO LITÓLICO distrófico típico A fraco/moderado + AFLORAMENTO ROCHOSO; ambos fase cerrado e caatinga hipoxerófila, relevo ondulado e forte ondulado e montanhoso.

- RLe2 – NEOSSOLO LITÓLICO eutrófico chernossólico e típico textura argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO eutrófico típico A moderado/chernossólico textura média/argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO

eutrófico típico A moderado/chernossólico textura média/argilosa + CAMBISSOLO HÁPLICO eutrófico típico A moderado/chernossólico textura siltosa/argilosa; todos fase floresta caducifólia, relevo suave ondulado e ondulado e forte ondulado.

O mapeamento dos solos é de grande importância para o estudo de bacias hidrográficas tendo em vista que diferentes tipos de solo podem apresentar susceptibilidade diferenciada à erosão, mesmo para condições semelhantes de declividade, cobertura vegetal e práticas de manejo. Essas diferenças são devidas às propriedades do próprio solo (textura, estrutura, densidade, porosidade, permeabilidade, fluxo de água e ar, dentre outros) e são denominadas erodibilidade do solo (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1985). As propriedades do solo que mais influenciam a sua erodibilidade são aquelas que afetam a taxa de infiltração da água no solo.

Os tipos de solo mais predominantes na BHC foram cambissolo háplico (CXbd5) e latossolo vermelho (LVd2). O primeiro caracteriza-se por sua textura arenosa, comum em regiões com relevo forte ondulado a montanhoso, com vegetação típica de bioma Cerrado. Os cambissolos são, em geral, de baixa potencialidade em áreas de relevo movimentado, devido a espessura limitada, declive acentuado e caráter distrófico no horizonte B podendo apresentar altos níveis de cascalhamento e baixa fertilidade (PDRH – JQ1, 2013). O segundo tipo (LVd2) possui composição tipicamente argilosa e relativa resistência à erosão.

Em seu trabalho, Ayer *et al.*, (2015) ressalta que os latossolos vermelhos distróficos apresentam em condições naturais grande resistência à erosão, sendo por isso, os mais utilizados para atividades agropecuárias na sub-bacia hidrográfica do Córrego Pedra Branca, sul de Minas Gerais. Todavia, os autores ressaltam que as práticas inadequadas de manejo e cultivo dos últimos anos tem contribuído para o aumento das taxas de erosão hídrica no local de estudo. Essa informação reforça para a necessidade de se adotar práticas sustentáveis de manejo do solo na BHC, dado o crescente uso para fins agrícolas.

Na BHM, por sua vez, além da ocorrência de cambissolo háplico (CXbd5) tem-se ainda uma faixa considerável de afloramento rochoso (AR3), a qual coincide com a geomorfologia do Espinhaço, caracterizada pelo bioma Campo Rupestre (FIGURA 15). Devido à elevada rochividade e pedregosidade relacionadas com a natureza do material originário, esses solos apresentam limitação para o uso agrícola, o que reforça a importância de se implementar medidas conservacionistas dessas áreas (PDRH – JQ1, 2013).

Vale mencionar que a degradação do solo configura-se como um dos maiores desafios da gestão de território e conservação dos recursos hídricos. Essa máxima é especialmente importante para a região das BHC e BHM, para as quais o Zoneamento

Ecológico Econômico de Minas Gerais (ZEE-MG), classificou a “Vulnerabilidade à erosão” e a “Vulnerabilidade do solo” como alta a muito alta. Esses fatores levam em consideração o risco potencial de erosão, a intensidade da chuva e a exposição do solo ao impacto das gotas de chuva e, por consequência, constitui um subsídio para orientar o melhor uso da terra em função de sua potencialidade (PDRH-JQ1, 2013).

Figura 14 – Mapa de Solos da Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas, Estado de Minas Gerais.

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

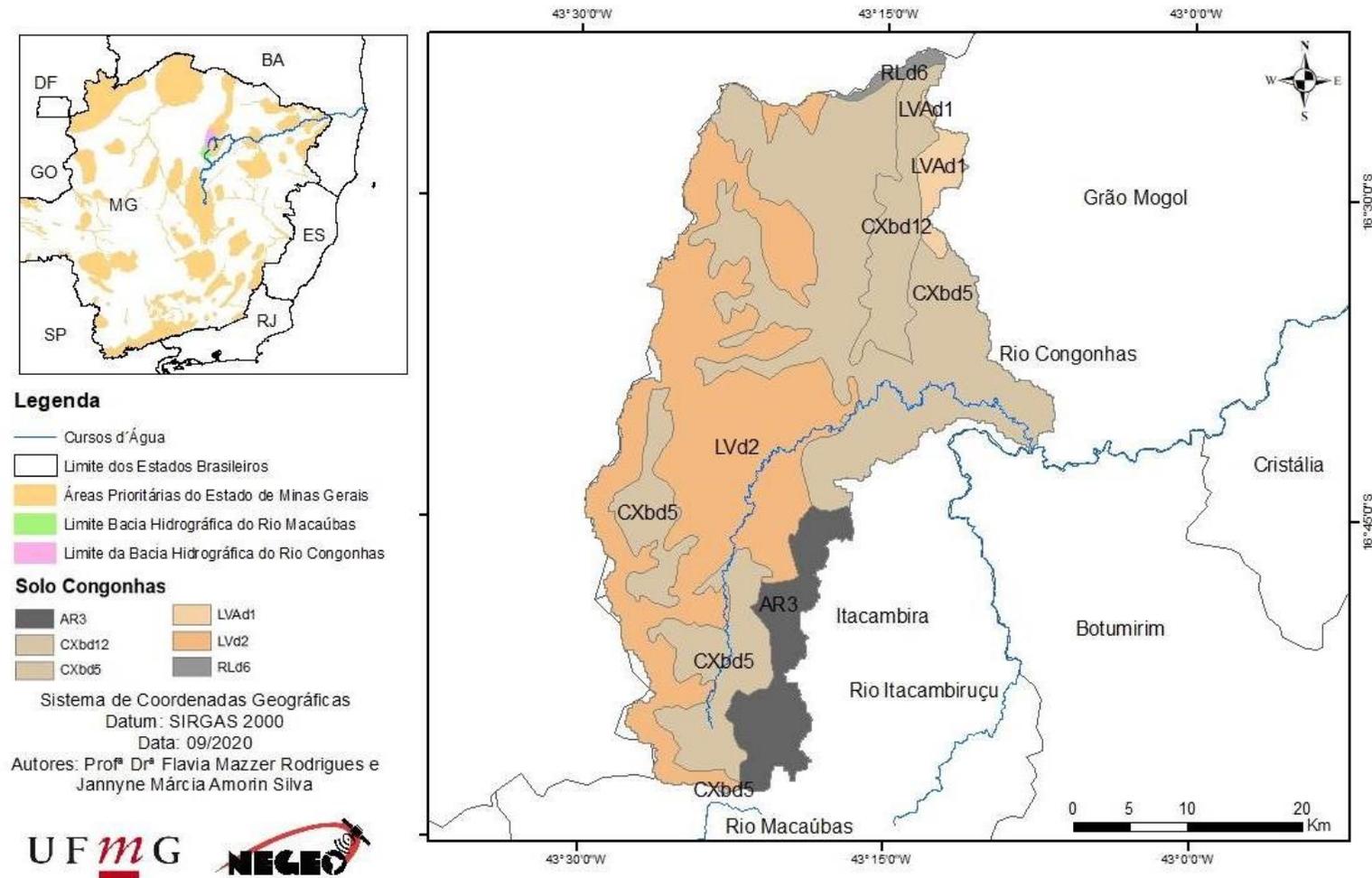
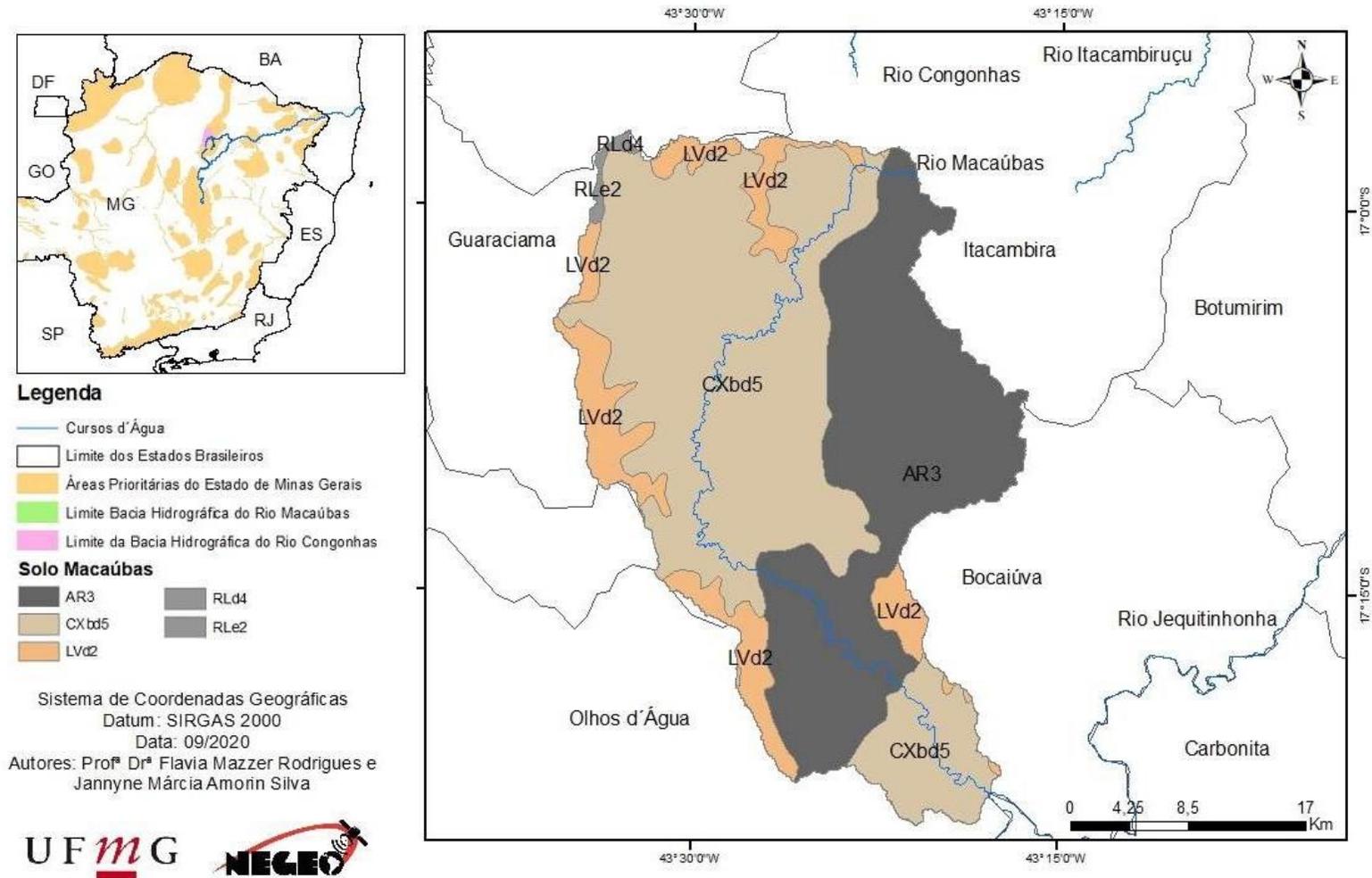


Figura 15 – Mapa de Solos da Bacia Hidrográfica do Rio Macaúbas, Estado de Minas Gerais.

Mapa de Solos da Bacia Hidrográfica do Rio Macaúbas, Estado de Minas Gerais.



A área de abrangência das BHC e BHM tem como principal atividade econômica a agricultura de subsistência, tais como: laranja, cana-de-açúcar, feijão, milho (IBGE, 2017). Na pecuária, destaca-se a produção de galináceos, bovinos, suínos e equinos. Todavia, o reflorestamento é uma atividade de grandes proporções na área de estudo, representado principalmente pelo *Eucalyptus* sp. (LEITE *et al.*, 2012). Há ainda em menor escala, plantações de pinus, notadamente destinados para produção de carvão vegetal. A silvicultura é a principal responsável pela geração de empregos e de divisas (IBGE, 2017).

As Figuras 16 e 17 foram registradas *in loco*, nas proximidades de trecho do Rio Congonhas. As imagens retratam práticas de silvicultura e estradas com solo exposto. Pesquisadores tem se dedicado a estudar os danos ambientais gerados por extensas áreas de eucalipto. Como exemplo, é pontuada a alta demanda de água, que esgota a umidade do solo, diminuindo a recarga e desestabilizando o ciclo hidrológico, segundo Reynolds e Wood (1977). Em contrapartida, Lima e colaboradores (1990) estudando a evapotranspiração comparativa do eucalipto e outras culturas, inseridas em área de Cerrado no município de Grão Mogol-MG, concluíram que as plantações de *Eucalyptus* sp não comprometem o regime hídrico do solo.

Diante do exposto acima, deve-se enfatizar que os registros acima são apresentados apenas em caráter informativo, uma vez que não faz parte do objetivo do presente trabalho avaliar possíveis impactos das condições mencionadas sobre os recursos hídricos e solo da região. No entanto, em face do contexto de ocupação de monocultura em áreas de recarga hídrica na área estudada, recomenda-se a realização de estudos mais específicos sobre o tema, tomando os dados gerados neste trabalho como complemento para a orientação do planejamento integrado e manejo sustentável das bacias hidrográficas.

Figura 16 – Plantação de Eucalipto em Área de acesso ao Rio Congonhas, Estado de Minas Gerais.



Fonte: Da autora, 2020.

Figura 17 – Acesso em Condições Inadequadas ao Rio Congonhas, Estado de Minas Gerais.



Fonte: Da autora, 2020.

4.5 Características Morfométricas

O comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é função de suas características morfológicas, ou seja, área, forma, topografia, geologia, solo, cobertura vegetal, dentre outras (LIMA, 2008). Nesse sentido, torna-se necessário expressar as características da bacia em termos quantitativos, a fim de elucidar as inter-relações existentes entre esses fatores de forma e os processos hidrológicos de uma bacia hidrográfica (TONELLO *et al.*, 2006).

A análise dos parâmetros morfométricos demonstrou que a Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas (BHC) apresenta uma área de 1.332,69 km², com perímetro total de 294,09 km e aproximadamente 4.269 segmentos de rios, com um maior comprimento que une a foz ao ponto extremo do divisor de 66,54 km e o seu rio principal possui uma extensão de 81,09 km (TABELA 4).

A Bacia Hidrográfica do Rio Macaúbas (BHM), por sua vez, possui uma área total de 1.047,37 km², com perímetro de 223,00 km e aproximadamente 4.892 segmentos de rios. O maior comprimento que une a foz ao ponto extremo do divisor de 49,80 km e o seu rio principal possui uma extensão de 103,30 km.

Os parâmetros Fator de forma (Ff), Coeficiente de Compacidade (Kc) e Índice de Circularidade (Ic) são utilizados para quantificar a influência da forma da bacia no modo de resposta à ocorrência de uma precipitação. Valores de Ff menores que 0,5 indicam que a bacia não é sujeita a enchentes (HORTON 1945), como foi observado na análise morfométrica da BHC (0,30) e BHM (0,43).

O Kc é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente do seu tamanho. Quanto mais irregular for a bacia, maior será o Kc. Assim, um coeficiente igual a 1 (uma unidade) descreve uma bacia circular, e para uma bacia alongada, o Kc é maior que 1 (OLIVEIRA *et al.*, 2010). O índice de circularidade (Ic) é utilizado para dar subsídios aos resultados do Ff e Kc e como o nome sugere, mostra a relação da forma da bacia com um círculo.

De acordo com Schumm (1956), quando o Ic é maior que 0,51 tem-se uma bacia mais circular, favorecendo os processos de inundação; e valores menores que 0,51 sugerem que a bacia tende a ser mais alongada, o que contribui para o processo de escoamento. Semelhantemente ao coeficiente de compacidade (Kc), o Ic tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida em que a forma torna-se mais alongada.

Tabela 4 – Características Morfométricas Dimensionais, do Padrão de Drenagem e do Relevo, das Bacias Hidrográficas dos Rios Congonhas e Macaúbas, Estado de Minas Gerais.

Variáveis	Bacia Hidrográfica do Rio Congonhas	Bacia Hidrográfica do Rio Macaúbas
Características Morfométricas Dimensionais		
Área (A)	1.332,69 km ²	1.047,37 km ²
Perímetro (P)	294,09 km	223,00 km
Maior Comprimento (C)	66,54 km	49,08 km
Menor Largura (L)	37,05 km	26,7 km
Fator de Forma (Ff)	0,30	0,43
Coefficiente de Compacidade (Kc)	2,25	1,92
Índice de Circularidade (Ic)	0,19	0,26
Características Morfométricas Padrão de Drenagem		
Comprimento da Rede de Drenagem (Cr)	2.328,63km	2.409,42km
Densidade de Drenagem (Dd)	1,74 km/km ²	2,30km/km ²
Frequência de Rios (F)	3,20/km ²	4,67/km ²
Número de Segmentos de Rios de 1ª ordem (N1)	2.146	2.449
Comprimento Total de Rios de 1ª ordem (Ct1)	1.481,80km	1.608,95km
Razão de Textura (Rt)	14,51/km	21,93/km
Extensão de Percurso Superficial (Eps)	0,28km	0,21km
Coefficiente de Manutenção (Cm)	574,71km/km ²	434,78 km/km ²
Razão de Bifurcação (Rb)	2,40	2,37
Características Morfométricas Relevo		
Declividade (D)	3% - 20%	8% - 20%
Altitude (Alt)	751-1398m	604 - 1381m
Amplitude altimétrica (H)	647m	777m
Razão de relevo (Rr)	9,72m/km	15,83m/km
Razão de relevo relativo (Rrl)	2,20m/km	3,48m/km
Gradiente do Canal Principal (Gcp)	17,24m/km	13,36m/km
Índice de rugosidade (Ir)	1,12	1,78

Fonte: Da autora, 2020.

Dessa forma, com base nos valores encontrados de Ic (0,19; 0,26) e Kc (2,25; 1,92) nas BHC e BHM, respectivamente, pode-se afirmar que ambas as bacias estudadas tem formato alongado, isto é, são menos propensas a enchentes, em condições normais de precipitação. Segundo Villela e Mattos (1975), as bacias alongadas possuem menor

concentração do deflúvio, ou seja, o tempo para a água infiltrar ou escoar após a precipitação, é maior em bacias com esse tipo de formato do que naquelas tipicamente circulares.

Isso pode ser explicado pelo fato de que em bacias alongadas os afluentes entram em contato com o principal curso d'água em diversos locais durante o fluxo. Já em bacias circulares, a concentração do deflúvio tende a ocorrer em um só ponto, diminuindo o tempo de concentração e aumentando as chances de ocorrência de enchentes (SOUZA *et al.*, 2017). Além disso, há menos possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo simultaneamente toda a extensão da bacia (VILLELA e MATTOS, 1975).

Complementarmente, Almeida e colaboradores (2019) afirmam que em bacias alongadas os afluentes atingem o rio principal em vários pontos, tornando-a suscetível ao escoamento, o que conseqüentemente pode promover uma maior possibilidade de erosão e dispersão de contaminantes nas águas superficiais.

Diante do exposto sobre a dinâmica hidrológica de bacias alongadas, reitera-se para as BHC e BHM a necessidade de intervenções hidroambientais com vistas ao manejo adequado do solo, uma vez que quanto mais impermeabilizado, menor a infiltração e maior será a velocidade de escoamento. Ademais, uma vez que as bacias em estudo estão inseridas em região semiárida com histórico de escassez de água, propõe-se a construção de barraginhas como alternativa para maximizar a infiltração e garantir o incremento hídrico.

O padrão de drenagem diz respeito à conformação espacial dos rios e seus afluentes na área da bacia, o que é fortemente controlado pela estrutura geológica do terreno. A maior contribuição desse parâmetro é fornecer um indicativo da forma como a água se movimenta na bacia (LIMA, 2008). O padrão predominante para as BHC e BHM é do tipo dendrítico, ou seja, bem ramificado, semelhante a uma árvore que se desenvolve em terrenos com predomínio de rochas mais resistentes (AZEVEDO *et al.*, 2020). O formato dendrítico indica que, em condições normais de precipitação, a água alcançará o exutório muito rapidamente, traduzindo a maior tendência de produção de deflúvio em ambas as bacias estudadas.

O valor de Densidade de drenagem (Dd) calculado para a BHC foi de 1,74 km/km² e BHM foi de 2,30 km/km². Segundo Villela e Mattos (1975), esse índice pode variar de valores menores que 0,50 km/km² para densidade de drenagem baixa, mediana (0,50-2,00 km/km²), alta (2,01-3,50 km/km²) e muito alta para valores maiores que 3,50 km/km². Portanto, as Bacias Hidrográficas do Rio Congonhas e do Rio Macaúbas apresentam mediana e alta capacidade de drenagem, respectivamente (TABELA 4).

A Densidade de drenagem (Dd) é um parâmetro importante na indicação do grau de desenvolvimento do sistema de drenagem de uma bacia hidrográfica (CARDOSO *et al.*, 2006), sendo útil no processo de gerenciamento e planejamento do manejo da bacia, uma vez que se relaciona à eficiência na concentração do escoamento superficial no exutório da bacia (TUCCI, 2004).

Além disso, o Dd é utilizado no prognóstico de estudos de regionalização ou transposição de dados hidrológicos entre bacias de uma região, haja vista que permite comparar o percentual de escoamento entre bacias hidrográficas de tamanhos diferentes (TONELLO *et al.*, 2006). Uma intervenção geralmente proposta para bacias hidrográficas com densidade de drenagem pobre é a construção de barragens e açudes para garantir a oferta hídrica (LIMA, 2008).

De acordo com Gerber e colaboradores (2019), a baixa densidade de canais causa dificuldade para as partículas de água que caem na superfície do solo encontrarem rapidamente um canal e por ele escoarem. Por outro lado, quanto maior a densidade de drenagem, maior a capacidade da bacia de fazer escoamentos rápidos no exutório, bem como deflúvios de estiagem baixos (LIMA, 2008). Para as BHC e BHM, os valores de Dd e o formato alongado das bacias, identicado pelos parâmetros Ff, Ic e Kc, corroboram a tendência de menor capacidade de infiltração e maior escoamento superficial.

A frequência de rios é um índice que fornece o número de rios por quilômetro quadrado de área hidrológica. Nas bacias hidrográficas em estudo, este índice foi de aproximadamente 3,20 canais/km² e 4,67 canais/km² para a BHC e BHM, respectivamente. Esse parâmetro está relacionado com a capacidade de uma bacia produzir maior ou menor quantidade de água e pode ser comprovado pelo número de segmentos de rios (TABELA 4).

De acordo com Machado *et al.*, (2011) a análise da frequência de rios, principalmente os de 1ª ordem, tem aplicação direta na delimitação das áreas de nascente e na identificação de áreas de recarga. Logo, com base nesses dados e sob o ponto de vista conservacionista, entende-se que uma mesma área protegida da BHM garante maior eficiência de proteção quando comparada à BHC em razão de se abarcar uma maior quantidade de mananciais hídricos.

Ainda no tocante ao estudo da rede de drenagem, os resultados demonstram que a Razão de textura (Rt) da BHC é de 14,51 segmentos/km e da BHM, de 21,93 segmentos/km. À medida que o relevo sofre evolução de ondulado para forte ondulado, os valores médios dessa característica morfométricas aumenta, refletindo nesse ambiente morfológico maior dificuldade de infiltração e melhor condição para escoamento intenso superficial, causando

maior esculturação hídrica do terreno, conforme observações de Pissarra (1998), Silva (1999) e França (2005). Tendo em vista que o R_t é um indicador que está relacionado com o estágio erosivo da bacia, indicando o grau de entalhamento topográfico realizado pelos rios (CHRISTOFOLETTI, 1969), pressupõem-se que a BHM é mais propensa a processos erosivos do que a BHC, o que pode ser suportado por características geomorfológicas, como predominância de afloramentos rochosos e maior altitude altimétrica (TABELA 4).

Os valores baixos de R_t indicam que a sub-superfície é, relativamente, permeável e facilita a infiltração. A presença de vegetação reduz o valor de R_t e tende a aumentar a percolação das águas subterrâneas, dependendo, ainda, das características pedológicas e geológicas (DIPAK; SHIRISH; NAGARAJAN, 2015), o que não é observado nas áreas de estudo. Observa-se que a BHM, possui os maiores valores de densidade de drenagem, frequência de rios e razão de textura, indicando que esta bacia é, naturalmente, mais sujeita a processos erosivos, sendo este um parâmetro que auxilia na identificação do correto uso da terra em bacias hidrográficas (ROCHA, 1991).

A Extensão do percurso superficial (E_{ps}) é considerada como a distância média que um fluxo hídrico percorre até chegar ao leito do rio. Nas BHC e BHM, a E_{ps} de 0,28 km e 0,21 km, respectivamente, revelando que as águas precipitadas percorrem um curto trajeto até atingir o leito de um curso de água qualquer, contribuindo mais rápido para o aumento do volume de água dos canais receptores (CAMPANHARO, 2010).

Esse comportamento de ambas as bacias é evidenciado pelo formato alongado das mesmas e, em consequência, pela dificuldade de manutenção da água da chuva na bacia. Desse modo, os valores de E_{ps} para as BHM e BHC reforçam a necessidade de manutenção da cobertura vegetal natural, intervenções hidroambientais para incremento hídrico e de conservação do solo.

Os valores de coeficiente de manutenção (C_m) das BHC e BHM são 574,71 km²/km e 434,78 km²/km, respectivamente (TABELA 4). Esses valores indicam que é necessária uma área de 574 km² para manter ativo um quilômetro (km) de canal fluvial na BHC e 434 km² na BHM. Segundo Schumm (1956), o C_m é um importante indicativo do balanço hidrodinâmico da área, porque fornece a área mínima necessária para a manutenção de 1 km de canal de escoamento. Do ponto de vista conservacionista, os valores de C_m indicam mais uma vez que a conservação de 1 km de área da BHM é mais eficiente quando comparada à BHC.

De um modo geral, as características morfométricas do relevo de uma bacia têm influência direta sobre a dinâmica fluvial superficial, principalmente no que se refere à

velocidade do escoamento e à maior ou menor tendência de armazenamento da água na superfície ou depressões do solo. Ademais, o relevo influencia a evaporação, a precipitação e a temperatura, uma vez que estas variáveis estão relacionadas com a altitude da área (TONELLO *et al.*, 2006).

Como exposto na Tabela 4, verifica-se que a maior altitude das BHC e BHM é, respectivamente, 1.398 m e 1.381 m. Valores elevados de altitude são explicadas pelo fato de a área de estudo estar localizada na Serra do Espinhaço. Importante ressaltar que em altitudes elevadas a temperatura é baixa e apenas uma pequena quantidade de energia é utilizada para evaporar água. Ao passo que, em altitudes baixas, quase toda a energia absorvida é usada na evaporação da água, e isso faz com que haja maior evaporação (TRAJANO *et al.*, 2012).

Ademais, Gerber e colaboradores (2018) observaram que grandes variações de altitude na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí, Santa Catarina, acarretam diferenças significativas na temperatura média, a qual, por sua vez, causa variações na evapotranspiração e precipitação anual. Desse modo, o conhecimento da altitude do relevo é relevante para a compreensão do comportamento hidrológico da bacia, pois sua variação acarreta diferenças significativas na temperatura média, causando variações na evapotranspiração e nas precipitações, na infiltração de água no solo e no escoamento superficial da água (DIAS, AQUINO, SANTOS, 2020).

A Razão de relevo (R_r) e a Razão de relevo relativo (R_{rl}) são parâmetros que instituem a relação entre a amplitude altimétrica (H) com o maior comprimento da bacia hidrográfica (C) e o perímetro (P) (CHRISTOFOLETTI, 1978). Desta forma, a R_r encontrada nas BHC e BHM foram 9,72 m/km e 15,83 m/km, e a R_{rl} foram 2,20 m/km e 3,48 m/km, respectivamente. Os valores indicam que as bacias hidrográficas apresentam alta relação de relevo entre os componentes horizontais (alongada) e verticais (amplitude altimétrica). As cotas altimétricas de maior expressão estão no alto curso, corroborado por relevo predominantemente de suave ondulado a ondulado.

O Gradiente do Canal Principal (G_{cp}) é a relação da cota máxima correlacionando com o comprimento do canal principal. Esse parâmetro tem a finalidade de encontrar a declividade média do canal analisado (CHRISTOFOLETTI, 1969). O valor encontrado foi de 17,24 m/km para a BHC e 13,36 m/km para a BHM representando o desnível topográfico das áreas em estudo, e a alta capacidade energética dos seus fluxos d'água no processo erosivo e no transporte de sedimentos (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Outro parâmetro igualmente importante para avaliar a propensão da bacia hidrográfica a processos erosivos é o Índice de rugosidade (Ir) (STRAHLER, 1958). O Ir relaciona a disponibilidade do escoamento hídrico superficial com seu potencial erosivo, expresso pela declividade média, de modo que, quanto maior for esse índice, maior será o risco de degradação da bacia quando as vertentes são íngremes e longas (TRAJANO *et al.*, 2012). Trata-se de um índice adimensional que corresponde à diferença altimétrica entre a foz e a maior altitude situada num determinado ponto da área da bacia, o que indica o desnível médio da bacia hidrográfica.

O Índice de rugosidade calculado para a BHC e a BHM foram considerados baixos (1,12 e 1,78, respectivamente). Dias e colaboradores (2020) realizaram a caracterização geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Itaueira, Estado do Piauí e encontraram um Ir de 44,238. Os autores concluíram que a área estudada apresenta relevo dissecado em colinas e vertentes curtas, o que define baixa predisposição a enchentes abruptas. Assim, no referido estudo, o Ir corroborou com os valores de fator de forma (Ff), o coeficiente de compacidade (Kc) e o Índice de circularidade (Ic), os quais também, indicaram baixa predisposição a inundações rápidas.

Vale mencionar que o Índice de rugosidade tem aplicação prática no planejamento de uso e ocupação do solo e na análise de potencialidades agrícolas, pois relaciona-se com maior infiltração da água, maior umidade do solo, regulação do tempo do escoamento superficial e baixa concentração da água das chuvas no canal principal. Quanto maior esse coeficiente, mais restritiva serão as possibilidades de uso (irrigação, por exemplo), ao passo que valores mais baixos indicam menor possibilidade de erosão, o que favorece as práticas agrícolas (MACHADO *et al.*, 2011).

5 CONCLUSÃO

A caracterização espacial e morfométrica das Bacias Hidrográficas do Rio Congonhas e do Rio Macaúbas forneceu um acervo de dados consistentes, que permitem uma melhor interpretação da influência das características fisiográficas da região no seu comportamento hidrológico. Os resultados apresentados podem auxiliar no gerenciamento das bacias hidrográficas, subsidiando a análise de áreas sujeitas as enchentes e aos processos erosivos.

A Bacia hidrográfica do Rio Congonhas, 7ª ordem, possui uma área total de 1.332,6930 km², com aproximadamente 2.146 nascentes. A Bacia Hidrográfica do Rio Macaúbas estendendo-se por uma área de 1.047,37 km², com aproximadamente 2.449 nascentes e 6ª ordem de magnitude. As áreas de estudo são menos propensas a enchentes, em condições normais.

Os resultados mostraram ainda que a Bacia Hidrográfica do Rio Macaúbas possui os maiores valores de densidade de drenagem, frequência de rios e razão de textura, indicando que é naturalmente mais sujeita a processos erosivos, deste modo sugere-se o planejamento sustentável do uso e ocupação do solo e especial atenção para manutenção da cobertura vegetal natural. Além disso, maiores valores de frequência de rios e do coeficiente de manutenção indicam que a preservação de uma área da BHM é mais eficiente quando se compara à BHC.

As análises da hidrografia e da pedologia de ambas as bacias demonstraram região de elevado aporte hídrico e solos argilo-arenosos, em geral, caracterizados por baixa fertilidade e capacidade restrita de retenção de água. Esses fatores validam o *status* de área prioritária e quando somados à pressão antrópica exercida pela monocultura e ao cenário atual de escassez hídrica, reforçam a necessidade de implementação de mecanismos de conservação.

Portanto, os dados gerados neste trabalho suportam a necessidade de ampliar os mecanismos de proteção e conservação dos recursos naturais das bacias hidrográficas estudadas, especialmente os mananciais e suas áreas de recarga, fundamentais para garantir a oferta hídrica na região e recomenda-se a realização de pesquisas científicas complementares, especificamente que avaliem a influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos, bem como a implementação de Unidade de Conservação nas áreas das bacias hidrográficas estudadas, visando à proteção dos recursos naturais, especialmente dos mananciais hídricos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, K. P.; SANTOS, M. F.; AMORIM, L. S. A.; ANDRADE, C. S. S.; DORES, E. F. G. C.; CAIXETA, D. S. Qualidade ambiental e descrição morfométrica de uma microbacia urbana da região hidrográfica do Paraguai. **Engineering and Science**, Campo Grande, v. 8, n. 1, p. 62-78, 2019.

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, T. L.; AZEVEDO, P. V.; SILVA, M. T. Análise morfométrica da microbacia hidrográfica Riacho Namorado, São João do Cariri – PB: uma ferramenta ao diagnóstico físico. **Revista de Geografia**, Recife, v. 31, n. 3, p. 130-148, 2014.

ARAÚJO, M. A. R. A efetividade da gestão das Unidades de Conservação. In: NEXUCS (ed). **Unidades de Conservação no Brasil: o caminho da gestão para resultados**. São Carlos: RiMa Editora, 2012. cap. 3. p. 361-368.

AZEVEDO, P. V.; SILVA, M. T.; SERRÃO, E. A. O.; SIQUEIRA, M. S.; SANTOS, K. S.; ATAIDE, L. C. P.; DANTAS, L. G. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açú: trecho do estado do Rio Grande do Norte. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, Aracajú, v. 11, n. 2, p. 434-444, 2020.

AYER, J. E. B.; OLIVETTI, D.; MICANTO, R. L.; SILVA, M. L. N. Erosão hídrica em Latossolos Vermelhos distróficos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 2, p. 180-191, 2015.

BANDEIRA, M. **O rio**, 1948. In: BANDEIRA, M. **Poesia completa e prosa**. Rio de Janeiro: Nova Aguilar, 1993. p. 285.

BARRELLA, W.; PRETERE JR., M.; SMITH, W. S.; MONTAG, L. F. A. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO; H. F. (ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2001. cap. 12. p. 187-207.

BENITES, V. M.; CAIAFA, A. N.; MENDONÇA, E. S.; SCHAEFER, C. E.; KER, J. C. Solos e vegetação nos complexos rupestres de altitude da Mantiqueira e do Espinhaço. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 76-85, 2003.

BENITES, V. M.; SCHAEFER, C. E. G. R., SIMAS, F. N. B.; SANTOS, H. G. Soils associated with rock outcrops in the Brazilian mountain ranges Mantiqueira and Espinhaço. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 569-577, 2007.

BERTONI, J; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. Piracicaba: Editora Livrocercos, 1985. 392p.

BRASIL. Casa Civil. **Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras

providências. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1980-1987/lei-6938-31-agosto-1981-366135-norma-actualizada-pl.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2019.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil, de 5 de outubro de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/ConstituicaoCompilado.htm. Acesso em: 13 dez. 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 set. 2019.

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 mar. 2019.

BRUNER, A. G.; GULLISON, R. E.; RICE, G. A. B. F. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. **Science**, n. 291, p. 125-128, 2001.

CAMPANHARO, W. A. **Diagnóstico físico da bacia do rio Santa Maria do Doce-ES**. 2010. 66 f. Monografia (Graduação) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2010.

CAMPOS, S.; SILVA, C. O.; GARCIA, Y. M. Avaliação morfométrica da microbacia do ribeirão Benfca, Piquete (SP). **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 7, n. 2, p. 407-421, 2012.

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.

CASTRO, D.; MELLO, R. S. P. **Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade na bacia hidrográfica do rio Tramandaí**. Porto Alegre: Via Sapiens, 2016. 140p.

CDB. CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA. **Ministério do Meio Ambiente**. 1992. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/informma/item/7513-conven%C3%A7%C3%A3o-sobre-diversidade-biol%C3%B3gica-cdb>. Acesso em: 14 out. 2019.

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

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Notícias Geomorfológicas**, Campinas, v. 18, n. 9, p. 35-64, 1969.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. [São Paulo]: Edgard Blucher Ltda; EDUSP, 1974. 149p.

CHRISTOFOLETTI, A. Morfologia de bacias de drenagem. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, n. 18, p. 130-132, 1978.

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

COLIADO, P. H. S.; SIMONETTI, V. C.; SILVA, D. C. C. Avaliação das características físicas da Bacia Hidrográfica do Rio Pariquera-Açu no baixo Ribeira de Iguape (SP). **Holos Environment**, Rio Claro, v. 20, n. 3, p: 320-334, 2020.

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 out. 2019.

PIRES, J. S. R., SANTOS, J. E., DEL PRETTE, M. A. Utilização do Conceito de Bacia Hidrográfica para a Conservação dos Recursos Naturais. *In*: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (eds). **Conceitos de Bacias Hidrográficas**. Ihéus: Editus, 2002. cap. 1. p. 17-35.

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

DIAS, A. A.; AQUINO, C. M. S.; SANTOS, F. A. Caracterização ambiental e análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Itaueira, Piauí, Brasil. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 11, p. 265-276, 2020.

DINESH, S. Computation and characterization of basic morphometric measures of catchments extracted from digital elevation models. **Journal of Applied Sciences Research**, n. 4, v. 11, p. 1488-1495, 2008.

DIPAK, R. S.; SHIRISH, G. S.; NAGARAJAN, R. GIS based drainage morphometry and its influence on hydrology in parts of Western Ghats region, Maharashtra, India. **Geocarto International**, v. 30, n. 7, p. 755- 778, 2015.

DNOCS. DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS. **Contrato Nº 20/2002 Termo Aditivo Nº13/2005**: relatório de Impacto Ambiental (RIMA) da Barragem Congonhas, nos Municípios de Itacambira e Grão Mogol no Estado de Minas Gerais. Volume I/IV. UMAH - Urbanismo Meio Ambiente e Habitação SS Ltda, 2007, 468 p. Disponível em: <http://siam.mg.gov.br/siam/lc/2007/0918620050012007/5417682007.pdf>. Acesso em: 02 ago 2019.

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.

FELTRAN FILHO, A.; LIMA, E. F. Considerações morfométricas da bacia do rio Uberabinha - Minas Gerais. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, n. 19, v. 1, p. 65-80, 2007.

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.

FRAGA, L. M. S., ALMEIDA-ABREU, P. A., NEVES, S. de C. Hidrologia e Hidrografia. *In*: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ALMEIDA-ABREU, P. A. (eds.). **Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambientes**. SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ALMEIDA-ABREU, P. A. (eds.). **Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambientes**. Belo Horizonte: O Lutador, 2005. p. 81–93.

FRANÇA, G. V. **Interpretação fotográfica de bacias e de redes de drenagem aplicada a solos da região de Piracicaba**. 1968. 151f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1968.

GERBER, D.; PERTILLE, C. T.; VIEIRA, F. S.; CORRÊA, B. J. S.; SOUZA, C. F. Caracterização morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí – Santa Catarina. **Acta Biológica Catarinense**, Joinville, v. 5, n. 1, p. 72-83, 2018.

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.

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.

GONZÁLEZ, E.; FELIPE-LUCIA, M. R.; BOURGEOIS, B.; BOZ, B.; NILSSON, C.; PALMER, G.; SHER, A. A. Integrative conservation of riparian zones. **Biological Conservation**, v. 211, p. 20-29, 2017.

GUERRA, A. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1978.

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.

HOCKINGS, M. Systems for Assessing the Effectiveness of Management in Protected Areas. **Bioscience**, Uberlândia, n. 53, p. 823-832, 2003.

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.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Diagnóstico Ambiental da Bacia do Rio Jequitinhonha - Diretrizes Gerais para a Ordenação Territorial**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Diretoria De Geociências, 1a Divisão De Geociências Do Nordeste – DIGEO 1/Ne .1, 64 p, 1997.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *In: Cidades@Itacambira/MG*. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/itacambira/panorama>. Acesso em: 17 maio 2019.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA. **Carta do Brasil**. Escala 1:50.000. 1971.

JENSON, S. K.; DOMINGUE, J. O. Extracting topographic structure from digital elevation data for geographic information system analysis. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Bethesda, v. 54, n. 11, p. 1.593-1.600, 1988.

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.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B.; LIBARDI, P. L., SOUZA FILHO, A. P. Evapotranspiração comparativa de eucalipto, pinho e medida de vegetação natural "Cerrado" pela água do solo método de balanço. **IPEF International**, Piracicaba, n.1, p.5-11, 1990.

LOPES-PEREIRA, P. S. P. M.; MENDES, L. D. Morfometria de Bacia Hidrográfica Urbanizada: uma análise do rio Iguaçú-Sarapuí, na Baixada Fluminense (RJ), para Avaliação de Parâmetros de Suscetibilidade à Ocorrência de Enchente e Inundação. **Revista Continentes**, Seropédica, n. 13, p. 34-48, 2018.

LOPES, E. R. N.; SOUZA, J. C.; SOUSA, J. A. P.; ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; LOURENÇO, R. W. Modelagem ambiental de bacias hidrográficas: caracterização morfológica e pedológica da bacia do rio Una, Ibiúna. **Brasil. Geosul**, Florianópolis, v. 33, n. 66, p.105-127, 2018.

LORANDI, R.; CANÇADO, C. J. Parâmetros Físicos para Gerenciamento de Bacias Hidrográficas. *In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (eds). Conceitos de Bacias Hidrográficas*. Itéus: Editus, 2002. cap.1, p: 37-65.

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.

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

MARTINI, L. C. P. Características morfológicas 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.

MEDEIROS, R. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. **Ambiente e Sociedade**, Luís Eduardo Magalhães, Bahia, v. 9, n. 1, p. 1-25, 2006.

MIGUEL, A. E. S.; MEDEIROS, R. B.; DECCO, H. F.; OLIVEIRA, de W. Análise Morfológica, Geológica e Hipsométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Taquaruçu/MS. **Revista Eletrônica Georaguiaia**, Barra do Garças, v. 4, n. 2, p. 159-178, 2014.

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 maio 2020.

MIRANDA-MELO, A. A.; FREITAS, P. B.; OLIVEIRA, P. S. Proposta de delimitação de corredores ecológicos entre as áreas protegidas/ prioritárias no semiárido de Minas Gerais, Brasil. **MG BIOTA**, Belo Horizonte, v.11, n.4, 2019.

MITCHELL, M. G. E.; SUAREZ-CASTRO, A. F.; MARTINEZ-HARMS, M.; MARON, M.; MCALPINE, C.; GASTON, K. J.; RHODES, J. R. Reframing landscape fragmentation's effects on ecosystem services. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 30, n. 4, p. 190-198, 2015.

MITTERMEIER, R. A.; GIL, P. R.; HOFFMAN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C. G.; LAMOREUX, J.; FONSECA, G. A. B. Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. **Cemex, Conservation International, Agrupación Sierra Madre**, Mexico City. 2004. 392 p.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Portaria MMA n. 9, de 23 de janeiro de 2007**. Dispõe sobre as Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização. 1. ed. Brasília: Centro de Informação, Documentação Ambiental e Editoração Luís Eduardo Magalhães – CID Ambiental, 2007. 301 p.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Portaria nº 126, de 27 de maio de 2004**. Dispõe sobre o reconhecimento de áreas prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/port126.pdf. Acesso em: 5 set. 2019.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014**. Dispõe sobre o reconhecimento das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção". Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2014/p_mma_444_201

4_lista_esp%C3%A9cies_ame%C3%A7adas_extin%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 8 set. 2019.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Portaria nº 445, de 27 de maio de 2004.** Dispõe sobre o reconhecimento de espécies de peixes e invertebrados aquáticos da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção - Peixes e Invertebrados Aquáticos". Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2014/p_mma_445_2014_lista_peixes_amea%C3%A7ados_extin%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 8 set. 2019.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Portaria nº 9, de 23 de janeiro de 2007.** Dispõe sobre o reconhecimento de áreas prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/portaria_mma_092007.pdf. Acesso em: 6 set. 2019.

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 set. 2019.

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 set. 2019.

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 set. 2019.

MOSS, M.; ALMEIDA, T. Paisagem e fotografia documental, uma reflexão sobre o patrimônio cultural da Serra do Espinhaço: projeto mulheres sempre vivas. *In: COLÓQUIO IBERO-AMERICANO PAISAGEM CULTURAL, PATRIMÔNIO E PROJETO*, 2014. **Anais [...]**. Belo Horizonte, setembro de 2014.

NOCE, C. M.; PEDROSA-SOARES, A. C.; SILVA, L. C.; ALKMIM, F. F. O embasamento arqueano e paleoproterozóico do Orógeno Araçuaí. **Geonomos**, Belo Horizonte, n, 15, p. 17–23, 1997.

OLIVEIRA, P. T. S.; ALVES SOBRINHO, T.; STEFFEN, J. L.; RODRIGUES, D. B. B. Caracterização morfométrica de bacias hidrográficas através de dados SRTM. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, p. 819-825, 2010.

OLIVEIRA, F. F.; SANTOS, R. E. S.; ARAÚJO, R. C. Características ambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Carapá, nos municípios de Colíder e Nova Canaã do Norte – MT. **Rev. Bras. de Iniciação Científica**, Itapetininga, v. 5, n. 3, p. 60-83, 2018.

PADILHA, R. M.; SOUZA, C. A. Características morfométricas do relevo e drenagem da bacia hidrográfica do rio Carapá nos municípios de Colíder e Nova Canaã do Norte – MT. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 17.; e I Congresso Nacional de Geografia Física, 1., 2017, Cáceres. **Anais [...]**. [s. l.], Cáceres, 2017.

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](file:///D:/%23ARQUIVOS%20ADMIN/Downloads/Diagnostico_JQ1%20(2)%20(1)%20(1).pdf). Acesso em: 13 mar. 2019.

PEDREIRA, M. M. Limnologia. *In*: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ALMEIDA-ABREU, P. A. (eds.). **Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambientes**. Belo Horizonte: O Lutador, 2005. p. 97–117.

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**, Pombal, n. 13, v. 4, p. 508-520, 2018.

PISSARRA, T. C. T. **Avaliação quantitativa das características geomórficas de microbacias hidrográficas de 1ª ordem de magnitude em quatro posições do sistema de drenagem**. Jaboticabal. 1998. 124f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1998.

PISSARRA, T. C. T.; POLITANO, W.; FERRAUDO, A. S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do córrego rico, Jaboticabal (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 297-305, 2004.

POLITANO, W. **Estudo da adequabilidade do emprego de bacias hidrográficas de 3ª, 2ª, 1ª ordem de magnitude na análise morfométrica aplicada a solos**. 1992. 331f. Tese (Livre-Docência em Topografia e Fotogrametria) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1992.

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.

REYNOLDS, E. R. C.; WOOD, P. J. Natural *versus* man-made forests as buffer against environment deterioration. **Forest Ecology and Management**, n. 1, p. 83-96, 1977.

ROCHA, J. S. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. 2. ed. Santa Maria: UFSM, 1991. 181p.

RODRIGUES, F. M.; PISSARRA, T. C. T.; CAMPOS, S. Caracterização morfométrica da microbacia do córrego da Fazenda Glória, município de Taguaritinga, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 13, n. 3, p. 310-322, 2008.

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

RUHE, R.V. **Geomorphology**: geomorphic processes and surficial geology. Boston: Houghton Mifflin, 1975. 219p.

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, D. A. R.; MORAIS, F. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Lago Verde como subsídio à compartimentação do relevo da região de Lagoa da Confusão – TO. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 3, n. 4. 617-629, 2012.

SCARAMUZZA, C. A.; MACHADO, R. B.; RODRIGUES, S. T.; RAMOS NETO, M. B.; PINAGÉ, E. R.; DINIZ-FILHO, J. A. F. Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade em Goiás. *In*: FERREIRA, L. G. (Org.). **A encruzilhada socioambiental: biodiversidade, economia e sustentabilidade no cerrado**. Goiânia: UFG, 2008. p. 13-66.

SCHENINI, P. C.; COSTA, A. M.; CASARIN, V. W. **Unidades de Conservação: Aspectos Históricos e sua Evolução**. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO E GESTÃO TERRITORIAL, 2004, Florianópolis, SC. **Anais [...]**. Florianópolis, SC, p. 1-7, 2004.

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy. **Geological Society of America Bulletin**, Boulder, n. 67, p. 597-646, 1956.

SILVA, H. R. **Influência da posição da microbacia de 2ª ordem de magnitude no sistema natural de drenagem sobre a variabilidade das suas características morfométricas**. 1999. 186f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.

SILVA, A. C. Solos. *In*: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ALMEIDA-ABREU, P. A. (eds.). **Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambientes**. Belo Horizonte: O Lutador, 2005. p. 61–77.

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.

SMITH, K. G. Standards for grading texture of erosional topography. **American Journal of Science**, New Haven, v. 248, n. 1, p. 655-668, 1950.

SOARES, L. S.; LOPES, W. G. R.; CASTRO, A. C. L.; ARAUJO, G. M. C.; ARAÚJO, G. M. C. Análise morfométrica e priorização de bacias hidrográficas como instrumento de planejamento ambiental integrado. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 31, p. 82-100, 2016.

SOUZA, C. F.; PERTILLE, C. T.; CORRÊA, B. J. S.; VIEIRA, F. S. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Ivaí–Paraná. **Geoambiente On-line**, Jataí, n. 29, p. 93-110, 2017.

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

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transaction of American Geophysical Union**, New Haven, v. 38, n.1, p. 913-920, 1957.

STRAHLER, A. N. Dimensional analysis applied to fluvially eroded landforms. **Geological Society of America Bulletin**, New York, v. 69, n. 1, p. 279-300, 1958.

TARBOTON, D. G.; BRAS, R. L.; RODRIGUEZ-ITURBE, I. On the extraction of channel networks from digital elevation data. **Hydrological Processes**, Chichester, v.5, n.1, p.81-100, 1991.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRO, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, Araraquara, n. 20, p. 137-156, 2007.

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, Guanhões, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 849-857, 2006.

TORRES, J. L. R.; SILVA, T. R.; OLIVEIRA, F. G.; ARAÚJO, G. S.; FABIAN, A. J. Diagnóstico socioeconômico, ambiental e avaliação das características morfométricas da microbacia do Córrego Alegria em Uberaba – MG. **Sociedade & Natureza**, v.19, p.89-102, 2007.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; OLIVEIRA, F. A.; PAIVA, J.; CORNÉLIO, E. P.; FERNANDES, F. S. Análise das características quantitativas e qualitativas da microbacia do Córrego Barreiro, afluente do rio Uberaba. **Árvore**, Viçosa, n.4, v. 35, p. 931-939, 2011.

TRAJANO, S. R. R. S.; SPADOTTO, C. A.; HOLLER, W. A.; DALTIÓ, J.; MARTINHO, P. R. R.; FOIS, N. S.; SANTOS, B. B. O.; TOSCHI, H. H.; LISBOA F. S. **Análise morfométrica de bacia hidrográfica**: subsídio à gestão territorial estudo de caso no alto e médio Mamanguape. Campinas: EMBRAPA, 2012. 35 p. (Boletim).

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.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 3. ed. Porto Alegre: ABRH, 2004. 943 p.

VENTURI, L. A. B. **Praticando Geografia**: técnicas de campo e laboratório em geografia e análise ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.

WALKER, J. P.; WILLGOOSE, G. R. On the effect of DEM accuracy on hydrology and geomorphology models. **Water Resource Research**, Washington, v.357, n.7, p.2.259-2.268, 1999.

WILLIAMS, P. H.; MARGULES, C. R.; HILBERT, D. W. Data requirements and data sources for biodiversity priority area selection. **Journal of Biosciences**, v. 27, p. 327-338, 2002.

ZANATTA, P. Gestão ambiental e o desenvolvimento sustentável. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 6, n. 3, p. 296-312, 2017.

ZEE. **Zoneamento Ecológico e Econômico do Estado de Minas Gerais**. 2014. Acesso em: 30 ago. 2020. Disponível em: <http://geosisemanet.meioambiente.mg.gov.br/zee/>. Acesso em: 26 ago. 2020.

ZUCCARI, M. L. **A bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento e planejamento**. 2005. Disponível em: <http://www.abagrp.cnpem.embrapa.br/areas/hidrografia.htm>. Acesso em: 26 ago. 2020.