



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GEOGRAFIA E GESTÃO DO TERRITÓRIO

ANÁLISE SOBRE A VULNERABILIDADE EROSIVA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIBEIRÃO CONQUISTINHA NO TRIÂNGULO MINEIRO E ALTO PARANAÍBA

JANIEL LOPES DE OLIVEIRA
UBERLÂNDIA/MG

2019

JANIEL LOPES DE OLIVEIRA

ANÁLISE SOBRE A VULNERABILIDADE EROSIVA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIBEIRÃO CONQUISTINHA NO TRIÂNGULO MINEIRO E ALTO PARANAÍBA

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Geografia
da Universidade Federal de Uberlândia,
como requisito parcial à obtenção do título
de mestre em Geografia.

Linha de pesquisa: Estudos Ambientais e
Geotecnologias.

Orientador: Prof. Dr. Manfred Fehr

UBERLÂNDIA/MG
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

O48a
2019 Oliveira, Janiel Lopes de, 1984-
Análise sobre a vulnerabilidade erosiva da bacia hidrográfica do
Ribeirão Conquistinha no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba [recurso
eletrônico] / Janiel Lopes de Oliveira. - 2019.

Orientador: Manfred Fehr.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Geografia.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2019.666>
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Geografia. 2. Solos - Erosão. 3. Geoprocessamento. 4.
Conquistinha, Ribeirão, Bacia (MG) - Erosão. I. Fehr, Manfred (Orient.)
II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em
Geografia. III. Título.

CDU: 910.1

Gerlaine Araújo Silva - CRB-6/1408



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Programa de Pós-Graduação em Geografia

IG

JANIEL LOPES DE OLIVEIRA

“ANÁLISE SOBRE A VULNERABILIDADE EROSIVA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO CONQUISTINHA NO
TRIÂNGULO MINEIRO E ALTO PARANAÍBA”

Professor Dr. Manfred Fehr - UFU

Professora Dr.^a. Karla Maria Silva de Faria – UFG – Goiânia - GO

Professor Dr. Vanderlei de Oliveira Ferreira – UFU

Data: 26 / 02 de 2019

Resultado: aprovado

AGRADECIMENTOS

A jornada é longa e a caminhada é árdua, agradeço a minha família pela confiança e apoio.

Ao professor Dr. Manfred Fehr, pelas orientações e contribuições no desenvolvimento da pesquisa.

Aos professores Dr. Jorge Luís Silva Brito e Dr. Vanderlei de Oliveira Ferreira, pelas avaliações e contribuições nos processos e desenvolvimento da pesquisa.

A professora Dr. Karla Maria Silva de Faria, pela disponibilidade e contribuições na avaliação final da pesquisa.

Aos colaboradores da Universidade Federal de Uberlândia que contribuem para o desenvolvimento de atividades e manutenção da instituição.

Aos companheiros(as) de luta que tive a oportunidade de conhecer e compartilhar ideias.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ, pelo apoio financeiro no desenvolvimento da pesquisa.

A todos, meu muito obrigado!

RESUMO

A pesquisa teve como objetivo, analisar características físicas geográficas e a vulnerabilidade erosiva para bacia hidrográfica do ribeirão Conquistinha com o uso de recursos do geoprocessamento e ferramentas do sistema de informação geográfica. A metodologia parte da aplicação da proposta metodológica de Crepani et al., (2001) e a metodologia de análise multicritério. Em primeiro momento foi realizado a confecção de banco de dados com informações sobre unidades físicas geográficas (componentes litológicos, aspectos geomorfológicos, solos, influência climática (chuva), vegetação nativa e cobertura predominante), seguido da análise sobre a vulnerabilidade individual das mesmas. Em segundo momento foi realizado o cruzamento de informações sobre os componentes formadores das unidades analisadas com a obtenção dos pesos representativos à cada unidade. Em terceiro momento realizou-se o cruzamento entre os pesos obtidos, resultando na classificação sobre a vulnerabilidade erosiva para a bacia. A aplicação da metodologia possibilitou o conhecimento de quatro situações específicas de vulnerabilidade, sendo: alta vulnerabilidade erosiva (23,43%), média vulnerabilidade erosiva (27,72%), baixa vulnerabilidade erosiva (31,50%), muito baixa vulnerabilidade erosiva (17,34%). A análise sobre a vulnerabilidade erosiva, é um recurso que proporciona o conhecimento de indicadores relacionados a desequilíbrios ambientais que favorecem a ocorrência de processos erosivos. Integra informações sobre unidades e componentes de ordem natural associados a atividades antrópicas que ocorrem simultaneamente no ambiente. Traz contribuições para o planejamento de atividades no uso e exploração da terra. A bacia hidrográfica do ribeirão Conquistinha (BHRC) tem importância econômica para os municípios de Delta e Uberaba na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba no estado de Minas Gerais, apresenta atividades produtivas vinculadas a cadeia do agronegócio.

Palavras-chave: Vulnerabilidade erosiva; Unidades Físicas Geográficas; Metodologia de Análise Multicritérios.

ABSTRACT

The objective of the research was, to analyze geographic physical characteristics and the erosive vulnerability to the watershed of the Conquistinha stream with the use of geoprocessing resources and geographic information system tools. The methodology is based on the application of the methodological proposal of Crepani et al (2001) and the methodology of multicriteria analysis. In the first moment, a database was created with information on geographic physical units (lithological components, geomorphological aspects, soils, climatic influence (rainfall), native vegetation and predominant cover), followed by an analysis of their individual vulnerability. In the second moment, the information on the forming components of the analyzed units was cross - referenced, obtaining the representative weights of each unit. In the third moment, the crossing between the obtained weights was carried out, resulting in the classification on the erosive vulnerability for the basin. The application of the methodology allowed the knowledge of four specific situations of vulnerability: high erosive vulnerability (23.43%), medium erosive vulnerability (27.72%), low erosive vulnerability (31.50%), very low erosive vulnerability (17.34%). The analysis of erosive vulnerability is a resource that provides the knowledge of indicators related to environmental imbalances that favor the occurrence of erosive processes. It integrates information about natural units and components associated with anthropogenic activities that occur simultaneously in the environment. It brings contributions to the planning of activities in the use and exploration of the earth. The water catchment area of the Conquistinha stream (BHRC) is of economic importance for the municipalities of Delta and Uberaba in the Triângulo Mineiro and Alto Paranaíba in the state of Minas Gerais, and presents productive activities linked to the agribusiness chain.

Keywords: Erosive Vulnerability; Multicriteria Analysis; Geographic Physical Units.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Conquistinha.....	17
Figura 2- escala de vulnerabilidade com valores empíricos para unidades de paisagem.....	30
Figura 3- procedimentos realizados para extração da malha hídrica.....	32
Figura 4- procedimentos realizados para delimitação da bacia hidrográfica.....	33
Figura 5- sobreposição da rede de drenagem e limite da bacia sobre a Carta topográfica.....	35
Figura 6- unidades utilizadas para processamento do mapa de solos.....	39
Figura 7- procedimentos desenvolvidos para gerar o mapa de vulnerabilidade erosiva.....	45
Figura 8- componentes litológicos base de formação estrutural para BHRC.....	49
Figura 9- aspectos da dissecação do relevo pela drenagem BHRC.....	54
Figura 10- aspectos hipsométrico da bacia hidrográfica do Ribeirão Conquistinha.....	56
Figura 11- aspectos de declividade BHRC.....	58
Figura 12- índice de vulnerabilidade para os aspectos geomorfológicos.....	60
Figura 13- classes de solos predominantes para BHRC.....	63
Figura 14- representação de índices pluviométricos para BHRC.....	66
Figura 15- vegetação nativa e cobertura predominante para BHRC.....	69
Figura 16- cena a) vegetação ciliar consistente, cena b) ervas daninhas em margem ciliar degradada.....	70
Figura 17- cena a) pastoril extensivo domínio agropecuário, cena b) cultura cana-de-açúcar....	71
Figura 18- cena a) transição urbano/rural, cena b) novas áreas de expansão urbana.....	72
Figura 19- vulnerabilidade erosiva BHRC.....	74
Figura 20- cena a) acúmulo de sedimentos em via, cena b) feição erosiva em margem de via....	81
Figura 21- cena a) quebra de ribanceira zona urbana, cena b) Córrego com margens degradada.....	82
Figura 22- cenário a) vestígio de erosão em pastagem, cenário b) trilhas do gado em ribanceira.....	83
Figura 23- cena a) bolsão sem manutenção, cena b) bolsão insolado por plantio de soja.....	84
Figura 24- cena a) vestígio arraste de material, cena b) aprofundamento de sulco erosivo.....	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- tipos de rochas predominantes e valores de vulnerabilidade BHRC.....	35
Tabela 2- classes altimétricas com identificação e valores de vulnerabilidade.....	36
Tabela 3- classes de declividade e valores de vulnerabilidade BHRC.....	37
Tabela 4- indicadores densidade de drenagem e valores de vulnerabilidade BHRC.....	38
Tabela 5- tipos de solos predominantes e valores de vulnerabilidade BHRC.....	40
Tabela 6- classes uso e ocupação do solo e valores de vulnerabilidade BHRC.....	44
Tabela 7- situações de vulnerabilidade erosiva, e percentual de área ocupada BHRC.....	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- relação de categoria morfodinâmica e valores de vulnerabilidade.....	30
Quadro 2- identificação de municípios e índice médio de precipitação ente 1981 e 2010.....	41
Quadro 3- chave de interpretação de imagens vegetação nativa e cobertura predominante.....	42
Quadro 4- identificação das rochas predominantes e valor de vulnerabilidade.....	51
Quadro 5- dissecação do relevo pela drenagem e valores de vulnerabilidade BHRC.....	55
Quadro 6- intervalos altimétricos e valores de vulnerabilidade BHRC.....	57
Quadro 7- declividade predominantes e valor de vulnerabilidade BHRC.....	59
Quadro 8- classes de solos predominantes e valor de vulnerabilidade erosiva BHRC.....	63
Quadro 9- pluviosidade média e valor de vulnerabilidade BHRC.....	67
Quadro 10- distribuição da vegetal nativa e cobertura predominante BHRC.....	71

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- percentual área e vulnerabilidade componentes litológicos.....	51
Gráfico 2- percentual área e vulnerabilidade componentes solos.....	64
Gráfico 3- área e vulnerabilidade componentes vegetação nativa e cobertura predominante..	72
Gráfico 4- Indicadores de vulnerabilidade erosiva e percentual de ocorrência BHRC.....	74
Gráfico 5- componentes formadores de unidades em área de alta vulnerabilidade erosiva.....	76

Gráfico 6- componentes formadores da área de média vulnerabilidade erosiva.....	78
Gráfico 7- componentes formadores da área de baixa vulnerabilidade erosiva.....	79
Gráfico 8- componentes formadores da área de muito baixa vulnerabilidade erosiva.....	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CODEMIG – Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

EPAMIG – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais.

FCA – Ferrovia Centro Atlântica.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal.

IDW - Inverse Distance Weighting.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia.

MDE – Modelo Digital de Elevação.

SIG – Sistema de Informação Geográfica.

SIRGAS 2000 - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas.

SRTM - Shuttle Radar Topography Mission.

USGS - United States Geological Survey.

UTM – Universal Transversa de Mercator.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVOS	15
1.1.1	Objetivo geral.....	15
1.1.2	Objetivos específicos.....	15
2	SÍNTESE DA ÁREA DE ESTUDO	16
2.1	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA	16
2.2	ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DOS MUNICÍPIOS QUE ABRANGEM A ÁREA DE PESQUISA	18
3	REFERENCIAL TEÓRICO	20
3.1	ESTUDOS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS	20
3.2	VULNERABILIDADE E EROÇÃO DO SOLO	22
3.3	O SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E O GEOPROCESSAMENTO PARA ANÁLISE AMBIENTAL	24
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	26
4.1	RECURSOS E MATERIAIS.....	26
4.2	METODOLOGIA	29
4.3	PROCESSAMENTO DE INFORMAÇÕES E VALORES DE VULNERABILIDADE EROSIVA	31
4.3.1	Malha Hídrica e Delimitação da Bacia Hidrográfica	31
4.3.2	Mapa de Componentes Litológicos	34
4.3.3	Mapas de Aspectos Geomorfológicos	35
4.3.4	Mapa de Solos Predominantes.....	39
4.3.5	Mapa de Precipitação.....	40
4.3.6	Mapa de Vegetação Nativa e Cobertura Predominante.....	41
4.3.7	Mapa de Vulnerabilidade Erosiva	44
4.4	TRABALHO DE CAMPO	46
5	RESULTADOS	47
5.1	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS GEOGRÁFICAS E UNIDADES DE ANÁLISE PARA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO CONQUISTINHA	47
5.1.1	Geologia: Componentes Litológicos	47
5.1.2	Aspectos Geomorfológicos	52
5.1.3	Solos Predominantes	61

5.1.4	Influências Climáticas: Chuvas	64
5.1.5	Vegetação Nativa e Cobertura Predominante.....	67
5.2	VULNERABILIDADE EROSIVA PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO CONQUISTINHA	73
6	DISCUSSÃO.....	81
6.1	AVALIAÇÃO E RECOMENDAÇÕES PARA A VULNERABILIDADE EROSIVA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO CONQUISTINHA	81
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
	REFERÊNCIAS	90

1 INTRODUÇÃO

Em busca de suprir anseios e necessidades os indivíduos se lançam em práticas permanentes mediante a exploração e a transformação dos recursos naturais (solos, vegetação, minerais), situação que favorece ou potencializa a degradação do meio ambiente. O uso e exploração dos recursos naturais é uma prática relacionada a própria evolução das civilizações, alternativa de fixação e desenvolvimento de comunidades no decorrer do tempo histórico (LEPSCH, 2002).

A erosão dos solos pode ser analisada como um dos indicadores de degradação do meio ambiente, é resultado de dinâmicas naturais de evolução do relevo associadas a práticas antrópicas no uso e exploração dos recursos naturais. No Brasil, a erosão é um problema que se intensifica mediante as alterações de uso e exploração dos solos. Estudos indicam evolução acelerada de processos erosivos e perda de solo em diferentes regiões do território nacional, eventos que causam prejuízos econômicos e ambientais (CREPANI et al., 2001; BOTELHO & SILVA, 2004; GUERRA e MENDONÇA, 2004; BACCARO, 2007; LEPSCH, 2010).

O processo histórico de desenvolvimento do país em favor da economia de mercado, a exploração de riquezas naturais, a apropriação dos solos para fins direcionados a pecuária extensiva e a agricultura, são situações que fazem parte da realidade atual. Uma herança cultural testemunhada por marcas na paisagem que retratam as transformações ocorridas no ambiente e contribui para intensificação de problemas relacionados a erosão (CARNEIRO, 1977; NEVES, 1977; RESK, 1991; GUERRA e MENDONÇA, 2004; PAMPLONA & CACCIAMALI, 2017).

O Triângulo Mineiro se destaca como um dos eixos de desenvolvimento agrícola do país, definido por projetos de Estado e forças políticas. A região teve seu processo de uso e ocupação das terras acelerado a partir de 1960, promovido por novas técnicas de cultivo e manejo dos solos, direcionado por políticas públicas estabelecidas entre as décadas de 1960 e

1970. Situação que possibilitou o desenvolvimento da fronteira agrícola regional e potencializou problemas ambientais, testemunhados pelo desgaste da camada vegetal nativa e evolução de processos erosivos (RESK, 1991; SILVA, 2001; BACCARO, 2007).

Mediante o uso e a exploração dos solos como recurso natural e o conhecimento sobre eventos degradantes oriundos das práticas produtivas e econômicas desenvolvidas no território, a erosão é um problema a ser melhor compreendido. A bacia hidrográfica como espaço naturalmente delimitado, possibilita o desenvolvimento de pesquisas e a implantação de projetos para entendimento e aplicação de técnicas buscando minimizar eventos degradantes como a erosão (PIRES et al., 2002; BOTELHO, 2007; CUNHA & GUERRA, 2010).

Considerando a importância da BHRC no campo produtivo, econômico e ambiental para os municípios de Delta e Uberaba em Minas Gerais, o estudo sobre a vulnerabilidade erosiva na bacia traz contribuições para reavaliação de práticas desenvolvidas no território. É possível a adoção de medidas que podem evitar ou minimizar a intensificação de processos erosivos e a consequente degradação do meio ambiente.

A análise sobre a vulnerabilidade erosiva para BHRC foi projetada considerando as práticas predominantes no território e os problemas relacionados a erosão. Mesmo apresentando características naturais do relevo que contribuem para a estabilidade superficial do ambiente, é comum a identificação de incisões erosivas e processos de araste superficial dos solos em áreas de exploração agropastoris e locais com uso consolidado.

Em trabalhos que abordam qualidade e degradação ambiental na bacia hidrográfica do ribeirão Conquistinha (Silva et al., 2014; Favaro et al., 2015; Machado et al., 2016; Oliveira & Abdala, 2016) apresentam conclusões sobre os aspectos de degradação para o local. As formas de uso e ocupação do solo foram indicadas como fatores que potencializam a degradação.

A análise sobre a vulnerabilidade erosiva é um instrumento que possibilita identificar situações ou eventos que contribuem para ocorrência de danos ou desequilíbrios ambientais em

áreas específicas. Os componentes físicos geográficos ou unidades de paisagem são adotados como referências de estudo, possibilitam entendimento sobre a dinâmica natural do ambiente e ações antrópicas que influenciam à transformação das paisagens (CREPANI et al., 2001).

O trabalho está organizado em partes que descrevem os procedimentos realizados para desenvolver a pesquisa, sendo: síntese da área de estudo; referencial teórico; procedimentos metodológicos; características físicas geográficas e unidades de análise para bacia hidrográfica do ribeirão Conquistinha (resultados); vulnerabilidade erosiva para bacia hidrográfica do ribeirão Conquistinha (resultados) e considerações finais.

A síntese da área de estudo apresenta referências básicas sobre a região da pesquisa, é composta por informações sobre a localização da área de estudo e os aspectos socioeconômicos.

O referencial teórico do trabalho pauta-se de referências e pesquisas no âmbito nacional, tem foco direcionado para questões inseridas na bacia hidrográfica, aborda situações como: estudo em bacias hidrográficas; vulnerabilidade e erosão do solo; uso do sistema de informação geográfica e do geoprocessamento para análise ambiental.

Os procedimentos metodológicos apresentam recursos, materiais e métodos utilizados no desenvolvimento da pesquisa. Descreve os processos realizados na elaboração dos mapas de componentes físicos geográficos.

As características físicas geográficas e unidades de análise dizem respeito as formações naturais do meio físico que compõem ou influenciam a paisagem, envolvidas por eventos de ordem natural e intervenção antrópica. Para o estudo foram analisadas informações referentes aos componentes litológicos (Geologia), aspectos geomorfológicos, solos predominantes, influências climáticas (chuva) e vegetação nativa com cobertura predominante.

A vulnerabilidade erosiva para bacia hidrográfica do ribeirão Conquistinha apresenta os resultados finais da pesquisa, resultado do cruzamento de dados extraídos dos componentes

físicos geográficos e unidades de paisagem analisados. Foi utilizado a metodologia de análise multicritérios e a proposta metodológica de Crepani et al., (2001).

A análise da vulnerabilidade erosiva na BHRC pode contribuir para a revisão de políticas públicas direcionadas a preservação ou conservação do ambiente em nível local e regional. Práticas conservacionistas desenvolvidas no uso e exploração do solo, situações das áreas de preservação permanente e da faixa de transição urbana rural precisam ser reavaliadas de acordo com informações contidas na pesquisa.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Analisar características físicas geográficas e a vulnerabilidade erosiva para a BHRC, Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba com uso de técnicas do geoprocessamento e ferramentas do sistema de informação geográfica.

1.1.2 Objetivos específicos

1- Estudar a dinâmica ambiental que envolve os aspectos físicos do meio natural para a bacia hidrográfica de ribeirão Conquistinha.

2- Identificar as práticas predominantes no uso e ocupação do solo para bacia hidrográfica do ribeirão Conquistinha.

3- Levantar informações sobre fatores que contribuem para potencialização de desgastes ambientais na bacia hidrográfica do ribeirão Conquistinha.

4- Mapear pontos de maior vulnerabilidade a processos erosivos para a bacia hidrográfica do ribeirão Conquistinha.

2 SÍNTESE DA ÁREA DE ESTUDO

A síntese da área de estudo apresenta referências básicas sobre a região da pesquisa, é composta por informações sobre a localização da área de estudo e os aspectos socioeconômicos.

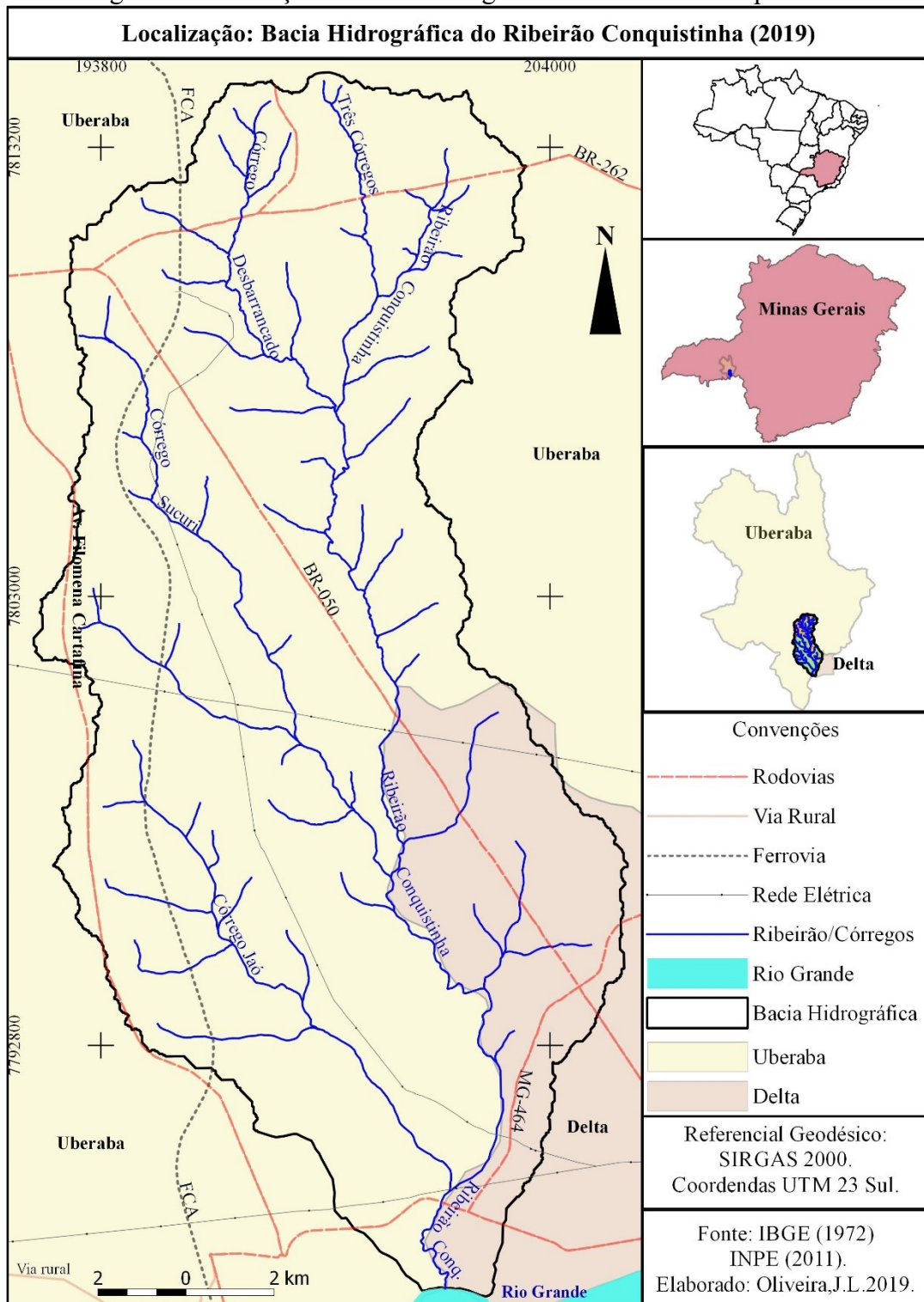
2.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA

A BHRC está localizada entre as coordenadas geográficas 19°59'24.51" S - 47°51'6.69" O, e 19°44'12.70" S – 47°52'13.50" O. Constituída por terras que pertence ao município de Uberaba – MG, área que corresponde a 84% da bacia no sentido Leste-Sudeste da Cidade de Uberaba - MG. O município de Delta – MG comporta 16% da extensão territorial que forma a bacia, envolve faixas de terras que se estendem no sentido Norte-Noroeste da Cidade de Delta – MG, Mesorregião geográfica do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Estado de Minas Gerais.

O principal curso d'água que drena a área de influência da BHRC, é o Ribeirão Conquistinha que dá nome a própria bacia, o mesmo recebe águas de contribuição de canais e tributários como: Ribeirão Três Córregos, Córrego Desbarrancado, Córrego Sucuri e Córrego Jaó. A bacia do Conquistinha (figura 1) é parte integrante da bacia hidrográfica do Rio Grande.

Com área de aproximadamente 235.2 km² a BHRC traz em sua configuração um conjunto de sub-bacias constituídas por áreas de relevo suavizado. A paisagem tem uma dinâmica diversa com áreas homogêneas planas, baixadas, veredas, e fundos de vales nos quais se formam córregos e ribeirões que drenam a bacia. Os cursos d'água apresentam em parte leitos que expõem assoalho composto por rochas basálticas. Em faixas estreitas do território influenciada por Córregos e Ribeirões há pontos localizados recobertos por remanescentes de vegetação nativa, áreas úmidas e margens ciliares formando locais específicos de forma isolada com cobertura vegetal arbórea em bom estado de conservação.

Figura 1- localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Conquistinha



Fonte - Oliveira, J. L. (2019).

De acordo com observações realizadas em campo, não é comum a existência de cobertura vegetal nativa densa na BHRC, é visível a ocorrência de manchas isoladas com matas ralas, ou capoeiras, que se formam em áreas com limitações naturais para exploração agrícola.

2.2 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DOS MUNICÍPIOS QUE ABRANGEM A ÁREA DE PESQUISA

Constituída por terras dos municípios de Delta e Uberaba, a BHRC apresenta dinâmica socioeconômica diversificada, tem uso e exploração do solo em práticas semelhantes, porém com tratativas e nível de influência diferente de acordo com cada município. Inserida em região geográfica que apresenta cadeia produtiva vinculada ao setor do agronegócio, a bacia é recortada por vias federais BR 050 e BR 262, via estadual MG 464 e pela Ferrovia Centro Atlântica (FCA).

O município de Delta tem uma população estimada em 10.291 habitantes de acordo com o IBGE (2018), apresenta densidade demográfica de aproximadamente 100,01 hab/km². Tem a exploração da terra direcionada para atividades da pecuária intensiva e extensiva com parcelas de solos voltadas para o plantio e cultivo de cana-de-açúcar e enclaves de culturas anuais.

O município deltense tem tradição produtiva em lavouras de cana-de-açúcar, para o ano de 2017 teve produção média de 419.040 toneladas, área plantada que corresponde a 5.238 ha, com rendimento de 80.000 kg/ha (IBGE, 2017). A Cidade abriga indústria do setor sucroenergético que fomenta a geração de emprego regional. O município tem PIB per capita de R\$ 33.213,76, com índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) de 0.639 (IBGE, 2010).

O município de Uberaba tem uma população estimada em 330.361 habitantes de acordo com o IBGE (2018), apresenta densidade demográfica de 73,02 hab/km². Tem a exploração da terra direcionada para atividades da pecuária intensiva e extensiva, é reconhecida pelo potencial produtivo de matrizes geneticamente modificadas de bovinos e ovinos (UBERABA, 2010).

Na agricultura o município de Uberaba se destaca com a produção de cana-de-açúcar, soja, bata, milho e demais culturas anuais. Para o ano de 2017 foi calculado uma produção

média de 6.768.000 toneladas de cana-de-açúcar e área plantada correspondente a 75.200 ha, com rendimento produtivo de 90.000 kg/ha (IBGE, 2017).

No município uberabense existe três distritos industriais com matriz produtiva relacionada a indústria de alimento, fosfato e madeireira. Tem destaque o setor de serviços e logística, a zona rural abriga duas indústrias do setor sucroalcooleiro. O município tem PIB per capita de R\$ 41.360,17, com índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) de 0.772 (IBGE, 2010).

A BHRC, é influenciada pela dinâmica socioeconômica tanto do município de Delta quanto do município de Uberaba. Com destaque para o município de Uberaba, tendo em vista que a bacia abriga estação de tratamento de esgoto (ETE) que será responsável pela recepção e tratamentos de 22% de efluentes líquidos gerados na zona urbana da cidade uberabense (UBERABA, 2011; ASSEMAE, 2017).

Considerando a dinâmica ambiental que envolve a BHRC, entende-se que, processos erosivos e eventos degradantes podem comprometer atividades produtivas e econômicas com elevado custo para recuperação do ambiente. Os processos erosivos resultados do removimento e arraste de materiais são problemas que afeta tanto a dinâmica produtiva no campo, quanto a estabilidade e conservação de sistemas urbanos nas cidades: redes de drenagens de águas pluviais, vias públicas e pavimentos.

Problemas decorrentes do uso e ocupação dos solos no campo e na cidade é de conhecimento de parte da sociedade e do poder público, porém não se trabalha com medidas preventivas para evitar ou minimizar os prejuízos econômicos e ambientais. Nas áreas urbanas prevalecem a adoção de práticas curativas ao invés do planejamento e a aplicação de práticas preventivas, sendo as mesmas incorporadas de forma mais efetiva na zona rural (BOLTELHO & SILVA, 2004). A pesquisa sobre a vulnerabilidade erosiva é um instrumento que pode subsidiar ações em favor da prevenção tanto em ambientes urbanos como em áreas rurais.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico do trabalho pauta-se de referências e pesquisas no âmbito nacional, tem foco direcionado para questões inseridas na bacia hidrográfica abordando situações como: estudo em bacias hidrográficas; vulnerabilidade e erosão do solo; uso do sistema de informação geográfica e do geoprocessamento para análise ambiental.

3.1 ESTUDOS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

Os estudos referentes as bacias hidrográficas ganharam destaque em trabalhos desenvolvidos por pesquisadores de diversas áreas do conhecimento científico nos últimos anos no Brasil. De acordo com Botelho e Silva (2004) para a Geografia Física, a bacia hidrográfica é reconhecida como unidade espacial desde os anos finais da década de 1960, porém estudos e pesquisas passaram a ser desenvolvidos de forma mais abrangente e significativa a partir dos anos 1980/1990.

Segundo Christofletti (1980 p. 106) as análises em bacias hidrográficas passaram a ter caráter mais objetivo a partir de 1945 com trabalho e publicação de Robert E. Horton, o autor procura estabelecer as leis de desenvolvimento dos rios e suas bacias. Traz contribuições sobre a evolução e o comportamento das drenagens e influências nos processos de esculturação das paisagens terrestres, indicadores para entendimento de questões geomorfológicas inseridas no espaço territorial representado pela bacia hidrográfica.

Pires et al., (2002) partem do pressuposto no qual, o conceito de bacia hidrográfica foi utilizado inicialmente com perspectivas para estudos hidrológicos em favor da qualidade das águas, uso e demanda, fluxo de sedimentos e nutrientes, seguido de abrangência envolvendo estruturas biofísica e mudanças nos padrões de uso do solo. Os autores observam que, a bacia

hidrográfica possibilita o gerenciamento de recursos naturais agregado ao conceito de desenvolvimento sustentável.

Para Botelho e Silva (2004) a bacia hidrográfica possibilita visão sistêmica e integrada do ambiente, permite reconhecer e avaliar componentes e processos de interação natural e social que nela ocorrem. O conhecimento sobre a constituição física da bacia e suas vertentes proporciona um planejamento adequado para o uso e ocupação do solo, é possível evitar ou minimizar problemas relativos a inundações, movimentos de massa, intensificação de processos erosivos e ocupação em áreas de risco.

A partir das dinâmicas que envolvem as bacias hidrográficas Cunha e Guerra (2010) observam que as mesmas podem ser consideradas excelentes unidades de gestão dos elementos naturais e sociais, é possível acompanhar as mudanças introduzidas pelo homem e os fluxos de energias que estão em busca constante por um novo equilíbrio ambiental.

A Lei Federal 9.433 que institui a política nacional de recursos hídricos [...], em seu artigo 1º- inciso V: apresenta a bacia hidrográfica como unidade territorial para implantação da política nacional de recursos hídricos e o gerenciamento das águas no Brasil (BRASIL, 1997).

Dentro do universo de trabalhos que envolve a bacia hidrográfica e o conceito de unidade ambiental com limites naturais definidos, útil a gestão de recursos e ações antrópicas, pode-se observar as pesquisas que abordam situações de vulnerabilidades, zoneamento e gestão ambiental com uso da proposta metodológica de Crepani et al., (2001).

Abordando a metodologia supracitada, Barbosa (2010), Gomes (2011), Leite (2011), Cunha (2012), Guedes (2014) e Frota Filho (2016) desenvolveram pesquisas em deferentes regiões do país considerando os aspetos físicos naturais e as ações antrópicas em bacias hidrográficas. Busca por entendimento sobre os aspectos de vulnerabilidades ambientais e ou vulnerabilidades erosivas (perda de solos) como subsídio para o planejamento de uso e exploração ou mesmo o zoneamento ambiental.

3.2 VULNERABILIDADE E EROSÃO DO SOLO

A vulnerabilidade é entendida como indicador potencial à ocorrência de eventos causadores de desequilíbrios no meio ambiente natural ou social. É o resultado da integração de fatores e variáveis pós análise ou para análise de unidades específicas frente a um fenômeno ou evento objeto de investigação. O termo é utilizado para descrever situações vulneráveis em diferentes áreas do conhecimento científico, tem sua origem relacionada a trabalhos geográficos que buscavam entender causas potenciais de desastres naturais (GRIGIO, 2003; MARANDOLA JR. & HOGAN, 2004; ALMEIDA, 2010).

Vinculada as questões de mudanças ambientais, a vulnerabilidade é vista como situação possível do meio ambiente sofrer perturbações que causam desequilíbrios no meio físico natural impulsionando a natureza em busca de um novo equilíbrio. As ações antrópicas podem ser entendidas como potencializadoras de vulnerabilidades no ambiente, tendo em vista o uso, apropriação ou exploração de recursos naturais (GRIGIO, 2003; YVETTE e RICHEMOND, 2007).

A vulnerabilidade erosiva ou vulnerabilidade a perda de solos são discutidas como fator potencial a perda de camadas superficiais do meio físico. Tem influência de elementos ou variáveis de ordem natural (declividade e chuvas) impulsionados por atividades humanas que alteram o ambiente natural no decorrer do tempo. É um Indicador à evolução de processos erosivos em áreas ou regiões específicas, considerando cenários atuais e projeções futuras com a alteração da cobertura vegetal e a exploração dos solos em projetos para o desenvolvimento de atividades econômicas (CREPANI et al., 2001; FUSHIMI, 2012).

A erosão do solo é estudada como um indicador de desequilíbrio do meio ambiente, tem suas causas relacionadas as intervenções antrópicas no decorrer do tempo e a eventos de ordem natural para evolução do relevo. A partir de Cunha e Guerra (2010) entende-se que, os processos

erosivos têm causas e consequências sociais, influenciados por fatores naturais como a distribuição das chuvas, declividade, comprimento e a forma das encostas. Pode ser resultado do uso e exploração da terra de forma desordenada sem levar em consideração os limites e fragilidades do meio natural.

De acordo com Palmieri e Larach (2010) o uso e a ocupação desordenada de grandes parcelas do solo, são fatores que contribuem para o desgaste da terra e a intensificação de processos erosivos. Os autores observam que o uso e a exploração do solo associado a adoção de práticas agrícolas, florestais ou pastoris de forma não adequada ao ambiente potencializa a depauperização do solo e a degradação ambiental. Para Macedo (2009) a erosão do solo pode ser resultado de práticas tradicionais de monocultivo com uso excessivo de grades, há o comprometimento da estrutura dos agregados que possibilita a perda de propriedades do solo.

Pereira e Tôsto (2012) observam os impactos ambientais decorrentes da erosão, um agravante natural que causa prejuízos econômicos. Os autores propõem o zoneamento ambiental da erosão do solo, instrumento de planejamento que possibilita conhecer a área erodida e seus aspectos. Porto (2010) enfatiza a importância de fatores endógenos e exógenos condicionados ao intemperismo, ambos podem influenciar de forma direta ou indireta à evolução de processos erosivos. De acordo com o autor as características de formação do relevo e a tipologia mineralógica do solo podem contribuir nos processos de desgaste da superfície.

Para análise e entendimento sobre erosão, é importante considerar os fatores erosividade e erodibilidade, ocorrências de ordem natural que interferem de forma direta nas questões de perda de propriedades dos solos. A erosividade está relacionada a capacidade da chuva em desenvolver a erosão, é a influência do impacto das gotas de chuva sobre o solo e a remoção de materiais e agregados. A erodibilidade é a possibilidade de o solo desenvolver erosão, tem relação com a constituição física e mineralógica e a capacidade de absorção de água, tem

influência da ligação entre partículas e agregados, e a sua resistência a ação da água no decorrer do tempo (GUERRA, 2007; LEPSCH, 2010; BERTONI & LOMBARDI NETO, 2012).

Diante do exposto entende-se que, estudos sobre processos erosivos e análise de vulnerabilidade a erosão devem considerar o homem como agente que intervém no meio natural, um potencializador de eventos que pode impactar de forma negativa no ambiente. Curi et al., (1992) em estudos sobre o uso, manejo e conservação do solo em Minas Gerais, observam conflitos de uso da terra em atividades inadequadas para determinados ambientes, situação que contribuem para um quadro de degradação ambiental em diferentes regiões do Estado.

3.3 O SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E O GEOPROCESSAMENTO PARA ANÁLISE AMBIENTAL

O geoprocessamento é conceituado por Câmara et al., (2001) como a área do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas, possibilita o cruzamento e o processamento de diferentes dados sobre eventos de ordem natural e social. O Sistema de Informação Geográfica (SIG) envolve um conjunto de ferramentas computacionais para o geoprocessamento.

O SIG é um conjunto de ferramentas, equipamentos e programas computacionais que possibilitam a coleta, armazenamento, processamento e a manipulação de dados. Viabiliza atividades de monitoramento, planejamento e gestão no espaço geográfico, contribui com a representação cartográfica ou mapeamento de fenômenos naturais e interferências antrópicas no meio ambiente (CÂMARA et al, 1996; ROSA, 2013).

O SIG é um instrumento que contribui para o planejamento e a gestão de situações ambientais em bacias hidrográficas. É útil para o processamento de informações e o cruzamento de dados espaciais de forma rápida, possibilita criar modelos numéricos que retratam padrões e processos no ambiente (ROSA E BRITO, 1996; PIRES et al., 2002; ROSA, 2005). Para

Becker (2005) além de possibilitar o armazenamento e a manipulação de dados, o uso de ferramentas do SIG contribui para comunicação entre gestores públicos, sociedade e pesquisadores com o uso de uma linguagem comum.

Segundo Miranda (2010) o uso do SIG possibilita a análise de situações referente ao ambiente com o mapeamento e a delimitação de eventos de ordem natural. Viabiliza projetos de monitoramento através da interação entre variáveis ambientais, sociais e econômicas. Favorece o desenvolvimento de atividades que buscam minimizar ou resolver problemas relacionados ao meio ambiente.

Visto como alternativa para o desenvolvimento de trabalhos e pesquisa, o uso do sistema de informação geográfica é segundo Botelho (2007) importante para o mapeamento de unidades ambientais, contribui para a análise das paisagens que constituem sistemas espaciais envolvidos por processos e interações entre elementos do meio físico e ações humanas.

Segundo Dias et al., (2004) a tecnologia de geoprocessamento permite realizar investigações oferecendo produtos digitais básicos e aplicados para a análise de cada situação ambiental definida. Os autores enfatizam que, o conjunto de dados inventariados podem ser associados a métodos tradicionais de pesquisa como: interpretação de imagem de satélite, fotos convencionais, análise em campo e elaboração de mapas temáticos, trazem contribuições para o planejamento ambiental e territorial.

Para análise sobre a vulnerabilidade erosiva em bacias hidrográficas ou regiões específicas, o uso de ferramentas do sistema de informação geográfica e do geoprocessamento são recursos importantes nos dias atuais. Possibilitam a investigação sobre dinâmicas do ambiente em áreas que são referências para pesquisadores e acadêmicos de forma geral e também em regiões marginalizadas ou classificadas com menor importância, mas que apresentam problemas de ordem social e ambiental que precisam ser compreendidos e superados.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo é apresentado os recursos e procedimentos metodológicos que foram utilizados para o desenvolvimento da pesquisa. Descreve os materiais e processos realizados para elaboração dos mapas de elementos físicos geográficos: componentes litológicos; aspectos geomorfológicos; solos; vegetação nativa e cobertura predominante, seguido do mapa de vulnerabilidade erosiva.

4.1 RECURSOS E MATERIAIS

Os procedimentos metodológicos foram adotados a partir da definição do objeto de estudo, foi considerado os conhecimentos prévios sobre o lugar e a possibilidade de obtenção dos recursos e materiais necessários para o desenvolvimento da pesquisa. O conjunto de materiais e recursos adquiridos foram disponibilizados por órgãos e instituições públicas como: IBGE; INPE; CODEMIG; INMET.

Dentre os materiais obtidos consta: carta topográfica, modelo digital de elevação, malha digital de limites municipais e estaduais, arquivos vetoriais sobre a geologia, geomorfologia e solos, imagem espacial com alta resolução sobre a área de estudo, cada item é descrito a seguir:

- Carta topográfica do município de Uberaba com representação da área territorial do município de Delta tem escala de 1:100.000, folha SE-23-Y-C-IV, IBGE ano de 1972. Disponível na biblioteca digital do IBGE: <https://loja.ibge.gov.br/uberaba-ed-1972-impress-o-digital.html>. A carta é apresentada como parte do mapeamento sistemático de caráter permanente, integra uma coletânea de cartas que abrange o território nacional.
- Modelo Digital de Elevação (MDE), obtido a partir do projeto TOPODATA, elaborado pelo INPE com dados SRTM disponibilizados pela USGS. Folha 19S48- (Uberaba/Araxá)

disponível em: <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata>. Imagem composta por resolução espacial ajustada para representação de 30 metros.

De acordo com Valeriano e Rossetti (2010) os dados SRTM com cobertura do território nacional passaram por um processo de refinamento geoestatístico. O MDE se apresenta como alternativa de estudo para áreas desprovidas de representações ou mapeamentos topográficos. Foi realizado uma interpolação de dados envolvendo expressão numérica entre pontos (x, y) de valor (z), o refinamento possibilitou uma representação dos dados SRTM de 3" (90 m) para 1" (30 m), contribui para análise de informações sobre o ambiente, favorece o mapeamento de feições do relevo em escala aproximada de 1.100.000.

➤ Malha digital com os limites políticos administrativos dos estados e dos municípios brasileiros em formato vetorial, adquirida do IBGE no endereço eletrônico: <https://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia>. Material utilizado para a extração da poligonal referente aos municípios de Delta, Uberaba e Estado de Minas Gerais.

➤ Arquivo vetorial atributos físicos, informações sobre a pedologia com representação aproximada em escala 1:250.000, adequações realizadas pelo IBGE, obtido a partir do endereço eletrônico: <https://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia>.

➤ Arquivo vetorial de atributos físicos, informações sobre a geomorfologia com representação aproximada em escala 1:250.000, adequações realizadas pelo IBGE, obtido a partir do endereço eletrônico: <https://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia>. O material traz informações sobre os padrões e dissecação do relevo para regiões do Brasil.

Os arquivos vetoriais disponibilizados pelo IBGE fazem parte de um conjunto de dados que compõem o Mapeamento de Recursos Naturais do Brasil (MRN), escala compatível com representação de 1:250.000. É resultado de trabalhos desenvolvidos pela comissão de recursos naturais e estudos ambientais do Rio de Janeiro e gerências de recursos naturais das unidades estaduais do IBGE. A gênese das informações parte de 1989 com incorporação do acervo do

RADAMBRASIL ao IBGE. É possível a aquisição de dados georreferenciados na escala supracitada referente aos atributos: geologia, geomorfologia, solos e vegetação (IBGE, 2018).

➤ Arquivo vetorial de atributos físicos referentes a geologia, obtido a partir da disponibilização de dados do Projeto Triângulo Mineiro, folha Uberaba SE.23-Y-C-IV, folha Igarapava SF.23-V-A-I, escala 1.100.000, disponível em: <http://www.portalgeologia.com.br>. Material confeccionado pela CODEMIG, ano 2017.

➤ Imagem com resolução de 4.800 x 2.843, disponível no Google Earth-Pro (imagem Landsat/Copernicus) com data de 27/04/2017, Imagem © 2018 digitalGlobe. O software disponibiliza imagens da Terra e suas representações em diferentes níveis de visualização.

As imagens disponibilizadas pelo Google Earth - Pro são coletadas de diferentes provedores e plataformas, inclui imagens de satélite, aérea, em 3D e do Street View. A data das imagens e seus respectivos provedores constam na própria imagem ao ser acessada e manipulada de acordo com o nível aproximação utilizado (GOOGLE EARTH, 2018).

O uso de imagens obtidas do Google Earth se mostra eficiente em trabalhos sobre a mudanças na cobertura vegetal, monitoramento e exploração da terra. O recurso possibilita o desenvolvimento de estudos em diferentes escalas de acordo com a disponibilidades de imagens para o local de interesse. Contribui para análise de situações do ambiente e às práticas predominantes no território (MIRANDA, 2006; ROSOT et al., 2010; MOREIRA et al., 2011).

Além dos recursos de imagens e produtos cartográficos, foram utilizados materiais bibliográficos e trabalhos desenvolvidos no âmbito regional e nacional (periódicos, revistas eletrônicas, relatórios, teses e dissertações), busca por entendimento metodológico, coleta de informações e dados consolidados sobre as características ambientais em escala local e regional.

O processamento de dados e tratamento de informações foi possível a partir do uso de recursos e ferramentas do Software Quantum Gis (Qgis). Software livre de código aberto disponível para downloads em: https://www.qgis.org/pt_BR/site/forusers/download.html.

4.2 METODOLOGIA

Para análise das informações e o desenvolvimento da pesquisa foram utilizadas indicações técnicas contidas na proposta metodológica de Crepani et al., (2001). A metodologia parte do conceito de Ecodinâmica de Tricart (1977), embasado na potencialidade para estudos integrados com imagens de satélites que possibilitam uma visão sinótica, repetitiva e holística da paisagem. Os autores enfatizam a análise morfodinâmica das unidades de paisagem natural, consideram os processos de morfogênese (ocorrências erosivas modificadoras do relevo) ou a pedogênese (prevalecendo os processos formadores de solos).

De acordo com Crepani et al., (2001) a metodologia possibilita a obtenção média de 21 valores empíricos de vulnerabilidades (figura 2), dentro de uma escala definida com intervalos variáveis entre 1 e 3, representa situações de estabilidade ou instabilidade de acordo com os preceitos da Ecodinâmica (quadro 1).

O pesquisador é responsável por definir as variáveis a serem analisadas de forma individual, atribuir os valores que representam a vulnerabilidade dos componentes formadores das unidades de paisagem ou unidades geográficas. De acordo com a metodologia, após a análise individual das unidades é realizado o cruzamento de informações através de técnicas do geoprocessamento. Foi utilizada a metodologia de análise multicritérios com o objetivo de identificar e espacializar a vulnerabilidade erosiva da área que compõem a BHRC.

Segundo Moura (2007) a análise multicritérios é um procedimento metodológico utilizado no geoprocessamento, baseia-se na lógica de composição de um SIG. Possibilita a representação ou caracterização de um fenômeno utilizando diferentes variáveis e planos de informações contidos em seus componentes. Pode ser utilizado a matemática com o emprego da simples média ponderada ou da lógica *FUZI*.

Figura 2 - escala de vulnerabilidade com valores empíricos para unidades de paisagem.

UNIDADE DE PAISAGEM	MÉDIA		GRAU DE VULNERAB.	GRAU DE SATURAÇÃO				
				VERM.	VERDE	AZUL	CORES	
U1	↑	3,0	VULNERÁVEL	255	0	0		
U2		2,9		255	51	0		
U3		2,8		255	102	0		
U4		V		2,7	255	153		0
U5	U	2,6	MODERADAM. VULNERÁVEL	255	204	0		
U6		L		2,5	E	255		255
U7	N	2,4	VULNERÁVEL	204	255	0		
U8		E		2,3	S	153		255
U9	R	2,2	MEDIANAM. ESTÁVEL/ VULNERÁVEL	102	255	0		
U10	A	2,1		B	51	255		0
U11	B	2,0		I	0	255		0
U12	I	1,9	VULNERÁVEL	0	255	51		
U13		L		1,8	I	0		255
U14	I	1,7	MODERADAM. ESTÁVEL	0	255	153		
U15	D	1,6		A	0	255		204
U16	A	1,5		D	0	255		255
U17	D	1,4	ESTÁVEL	0	204	255		
U18	E	1,3		E	0	153		255
U19	↓	1,2	ESTÁVEL	0	102	255		
U20		1,1		0	51	255		
U21		1,0		0	0	255		

Fonte - Crepani et al., (2001).

Quadro 1- relação de categoria morfodinâmica e valores de vulnerabilidade.

Categoria morfodinâmica	Indicadores	Relação morfogênese pedogênese	Valor vulnerabilidade
Estável	- Cobertura vegetal densa; - Dissecação moderada; e - Ausência de manifestações vulcânicas	Prevalece a pedogênese	1.0
Intermediária	- Balanço entre as interferências morfogenéticas e pedogenéticas	Equilíbrio morfogênese pedogênese	2.0
Instável	- Condições bioclimáticas agressivas, com ocorrências de variações fortes e irregulares de ventos e chuvas; - Relevo com vigorosa dissecação; - Presença de solos rasos; - Inexistência de cobertura vegetal densa; - Planícies e fundos de vales sujeitos a inundações; e - Geodinâmica interna intensa	Prevalece morfogênese	3.0

Fonte - modificado de Crepani et al., (2001).

O procedimento metodológico de cruzamento de variáveis é aceito nas análises espaciais, baseado no processamento de dados por plano de informações e definição do grau de

pertinência de cada plano. É necessário considerar os componentes formadores das variáveis para entender os resultados obtidos com a leitura do produto final. Contribui para o conhecimento de situações de risco ou vulnerabilidade do ambiente de acordo com a proposta de investigação do trabalho desenvolvido (MOURA, 2007).

4.3 PROCESSAMENTO DE INFORMAÇÕES E VALORES DE VULNERABILIDADE EROSIVA

O processamento das informações teve como ferramenta principal de manipulação e análise de dados o Software Quantum Gis (Qgis). Foram integrados um conjunto de arquivos vetoriais e matriciais para extração de informações sobre a constituição física e os aspectos naturais da BHRC. Foi realizado a atribuição dos valores de vulnerabilidade segundo a metodologia adotada para desenvolver a pesquisa. Os procedimentos realizados são descritos a partir do item 4.3.1.

Considerando que os produtos cartográficos adquiridos apresentam diferentes escalas, foi realizado adequações dos mesmo com refinamento para representação final de 1:100.000. De acordo com Moura (2007) para ser possível o cruzamento de dados os planos de informação deverão apresentar todos a mesma resolução de armazenamento, ainda que suas elaborações tenham sido realizadas em outras resoluções. Segundo a autora, a definição da resolução é a escolha do tamanho do pixel na composição dos mapas em formato raster e do número de linhas e colunas na matriz de representação.

4.3.1 Malha Hídrica e Delimitação da Bacia Hidrográfica

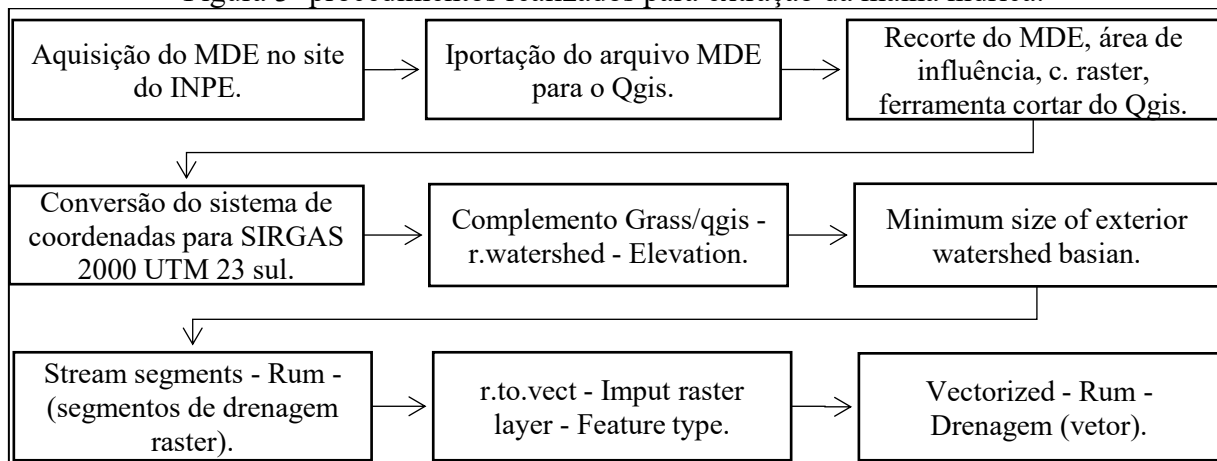
A malha hídrica e a delimitação da bacia hidrográfica foram obtidas através da extração de informações contidas no Modelo Digital de Elevação (MDE), o mesmo tem resolução

espacial e representação de 30 metros, disponibilizado pelo INPE, folha 19S48 Uberaba/Araxá. O MDE, é um arquivo matricial formado de quadrículas (pixels) que podem ser identificados por um conjunto de coordenadas (x, y) com valor de elevação (z). Recurso utilizado para obtenção de redes de drenagens e delimitação de bacias hidrográficas com o uso do sistema de informação geográfica (VALERIANO, 2008; MEDEIROS et al., 2009; VALERIANO e ALBUQUERQUE, 2010).

O processamento das informações e a obtenção de dados para BHRC foi possível a partir do uso de ferramentas do programa Qgis e do complemento Grass gis. Em primeiro momento foi feito o recorte do MDE que recobre parte do município de Uberaba – MG e toda extensão do município de Delta – MG. O procedimento foi realizado a partir da aba Raster – ferramenta extração, opção cortar.

O arquivo passou por um processo de conversão e fixação do sistema de coordenadas para SIRGAS 2000, seguido de reprojeção para zona UTM 23 Sul, ferramenta Raster – projeção – deformar (reprojeção) de acordo com a figura 3. Posteriormente realizou-se a mudança no tipo de dado de ponto flutuante 32 bits para 16 bits, transformação que altera a representação numérica de fracionada para número inteiro, comandos Raster – conversão – tradução – editar.

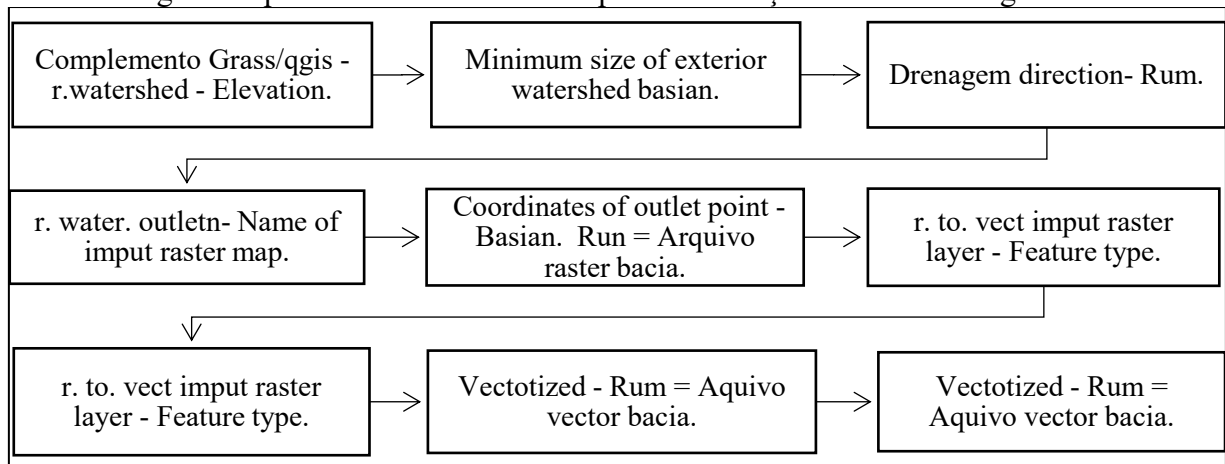
Figura 3- procedimentos realizados para extração da malha hídrica.



Organização - Oliveira, J.L. (2019).

A delimitação da bacia hidrográfica foi realizada a partir de ferramentas do complemento Grass gis (figura 4) e o uso do material primário referente a malha hídrica descrita anteriormente. A delimitação da bacia teve como resultado a composição de arquivo vetorial (shapefile - SHP) com a poligonal da área de estudo, material necessário para espacialização e recorte de imagens e arquivos referentes as unidades de paisagem natural e o território em exploração na área de pesquisa.

Figura 4 - procedimentos realizados para delimitação da bacia hidrográfica.



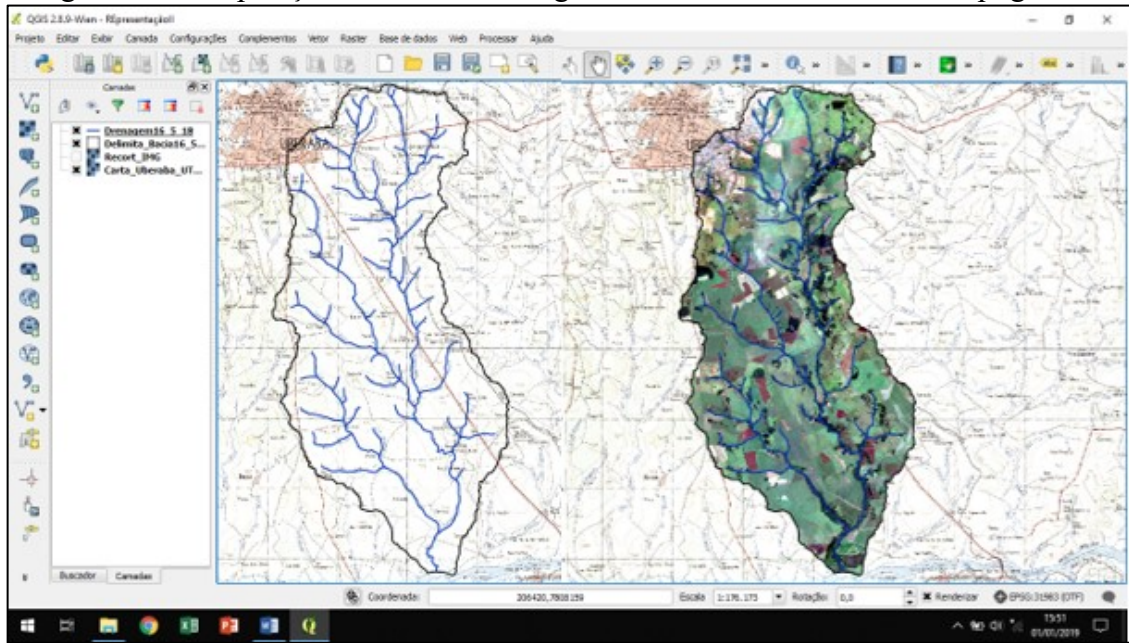
Organização - Oliveira, J.L. (2019).

Como alternativa para validação e possíveis correções sobre os dados extraídos do MDE, foi realizado a sobreposição dos arquivos vetoriais (malha hídrica e limite bacia) sobre a carta topográfica georreferenciada do município de Uberaba, escala de 1:100.000, seguido de análise da poligonal e da malha hídrica sobreposta a imagem da região de estudo, obtida a partir do Google Earth-Pro com zoom de aproximadamente 30 metros (figura 5).

Em interpretação a Miranda (2006) os recursos e representação do globo terrestre disponibilizados pela Google Earth são compostos por um mosaico de imagens com resolução espacial a partir de 1 metro, uma alternativa ao desenvolvimento de trabalhos com informações geográficas e representação do ambiente. É possível a integração de arquivos vetoriais e matriciais para extração de informações e composição de banco de dados sobre áreas definidas.

Atualmente pode-se adquirir imagens gratuitas a partir do aplicativo Google Earth -Pro, disponível para download em: <https://www.google.com/earth/download/gep/agree.html>.

Figura 5 - sobreposição da rede de drenagem e limite da bacia em carta topográfica.



Fonte - IBGE (2003), INPE (2011). Organização: Oliveira, J.L. (2019).

4.3.2 Mapa de Componentes Litológicos

As informações referentes aos componentes litológicos foram obtidas a partir do recorte de arquivo vetorial que traz dados sobre a geologia regional, resultado do projeto Triângulo Mineiro desenvolvido e disponibilizado pela CODEMIG no ano 2017, folha Uberaba - SE.23-Y-C-IV, folha Igarapava - S F.23-V-A-I, escala 1:100.000.

A partir da aquisição do arquivo vetorial (geologia), foi realizado a importação do mesmo para o projeto no Qgis, seguido de reprojeção do SHP para o sistema SIRGAS 2000, coordenadas UTM 23 Sul de acordo com a área de estudo. Foi realizado o recorte da poligonal referente a BHRC utilizando os comandos Vetor – geoprocessamento – cortar, barra de

ferramentas do Qgis. Em seguida analisou-se as informações do arquivo na tabela de atributos com o cálculo da área de cada polígono a partir da calculadora de campo.

Foi realizada a categorização do arquivo na aba estilo com a definição da simbologia. O arquivo vetorial foi convertido para o formato Raster, tendo como referência coluna (ID) integrada a tabela de atributos, a qual, foram atribuídos valores referentes a vulnerabilidade de cada componente litológico formadores da unidade geologia (tabela 1).

Em entendimento a Crepani et al., (2001) os valores de vulnerabilidade atribuídos aos componentes litológicos são resultados de análises sobre a constituição mineral e a reação dos mesmos a presença da água como agente do intemperismo. O intemperismo, a erosão e a denudação são considerados os principais eventos que contribuem para o desgaste das rochas.

Tabela 1- tipos de rochas predominantes e valores de vulnerabilidade BHRC

Componentes litológicos	ID	*Vulnerabilidade
Arenito	1	2.4
Basalto	2	1.5
Aluvio	3	3.0

Fonte - adaptado Crepani et al., (2001).

4.3.3 Mapas de Aspectos Geomorfológicos

As informações referentes a geomorfologia foram obtidas a partir de dados que constam no MDE. Foram processadas informações referentes a hipsometria, densidade de drenagem e declividade. Segundo Valeriano (2008) o MDE possibilita a identificação de características do relevo com a possibilidade de descrição das formas e comportamento que integram as vertentes.

O processamento das informações sobre a hipsometria foi realizado a partir da importação do arquivo matricial (MDE) para o projeto no Qgis, seguido da reprojeção do Raster

para o sistema SIRGAS 2000, coordenadas UTM 23 Sul. O arquivo foi recortado a partir da poligonal bacia (vetor), comando Raster – extração – cortar.

Foi realizada alteração na forma de composição numérica do MDE, saindo de corte de contagem cumulativo para representação mínimo e máxima. Comandos propriedades – estilo – min/max – precisão real. Na barra de ferramentas do Qgis complemento Grass Gis, comandos r. recode – input layer – file containing, foram inseridos os dados com níveis de elevação previamente definidos no editor de texto (bloco de notas) para representação das classes altimétricas da área analisada. Foi realizada a reclassificação raster com a fixação dos valores de vulnerabilidade para cada classe (tabela 2).

Tabela - 2 classes altimétricas com identificação e valores de vulnerabilidade.

Classes altimétricas	ID	*Valor vulnerabilidade
< 791mm	1	2.1
741 a 791 m	2	1.8
691 a 741 m	3	1.6
641 a 691 m	4	1.4
591 a 641 m	5	1.3
541 a 591 m	6	1.2
491 a 541 m	7	1.0

Fonte - Oliveira, J.L. (2019). *Crepani et al., (2001).

As informações referentes a declividade para a BHRC também foram extraídas do MDE, folha 19S48 Uberaba/Araxá. Foi realizado processamento e classificação considerando as classes de declividade segundo a proposta da EMBRAPA (2018). Na barra de ferramentas do Qgis complemento Gdal – analysis – slop, foi realizado a reclassificação do raster para análise em porcentagem de acordo com indicação da EMBRAPA (2018). Em segundo momento, foi incluso os dados referentes a declividade criados no editor de texto (bloco de

notas). O comando r.reclass foi acionado para reclassificação do raster final com a fixação dos valores de vulnerabilidade (tabela 3).

Tabela 3 - classes de declividade e valores de vulnerabilidade BHRC.

*Classe de declividade	ID	**Vulnerabilidade
Plano (0 – 3%)	1	1.0
Suave ondulado (3 – 8%)	2	1.3
Ondulado (8 – 20%)	3	2.0
Forte ondulado (20 – 45%)	4	2.5

Fonte - *EMBRAPA (2018). **Crepani et al., (2001).

As informações referentes a densidade de drenagem foram obtidas a partir da análise do arquivo vetorial (Geomorfologia) disponibilizado pelo IBGE, no qual consta a descrição do tipo de relevo e das formas predominantes para região. Após importação do arquivo vetorial para o Qgis, foi realizado o recorte da poligonal referente a BHRC utilizando os comandos Vetor – geoprocessamento – cortar, barra de ferramentas do Qgis.

O recorte vetorial foi sobreposto ao recorte raster (MDE) para BHRC com resolução espacial e representação de 30 metros, na qual foi aplicado o efeito de relevo sombreado para o ajuste e reproprocessamento das informações referente ao comportamento das drenagens nas vertentes.

Após o reproprocessamento e a obtenção do novo arquivo vetorial referente a densidade de drenagem, foi realizado a conversão do arquivo para o formato raster, como referência foi utilizada a coluna (ID) integrada a tabela de atributos (tabela 4), a qual, foram atribuídos valores de vulnerabilidade à cada nível de densidade (classes) através da reclassificação raster.

A definição dos valores de vulnerabilidade para os aspectos geomorfológicos foi resultado de análise sobre índices morfométricos. O nível de densidade das drenagens tem relação com a porosidade e permeabilidade do solo e da rocha. A amplitude altimétrica está

relacionada com o aprofundamento da dissecação do relevo. A declividade, refere-se à inclinação do relevo. As informações desses componentes que retratam parte da dinâmica geomorfológica podem ser obtidas em cartas topográficas e imagens de satélites, a extração dos dados pode ser realizada de forma manual ou automatizada (CREPANI et al., 2001).

Tabela 4 - indicadores densidade de drenagem e valores de vulnerabilidade BHRC.

Densidade de drenagem	ID	*Vulnerabilidade
Muito baixa	1	1.0
Baixa	2	1.4
Média	3	1.7

Fonte - IBGE (2003). *Crepani et al (2001).

Os indicadores para a vulnerabilidade dos aspectos geomorfológicos foram obtidos a partir da atribuição dos valores de vulnerabilidades para os componentes individuais de cada variável (altimetria, nível de densidade e declividade).

A soma dos valores individuais de cada componente e a extração da média ponderada entre os mesmos possibilitou a obtenção do valor referente ao peso para cada variável. A partir da média ponderada entre os valores que representam o peso de cada variável, obteve-se a vulnerabilidade final. O processamento das informações foi realizado na Calculadora Raster do Qgis com o uso de equação empírica (Equação 1), segundo a metodologia adotada para o desenvolvimento da pesquisa. Processo realizado de acordo com o exposto:

$$R = \frac{(A + N + D)}{3} \quad (1)$$

Onde:

R = Vulnerabilidade para os aspectos geomorfológicos.

A = Amplitude altimétrica.

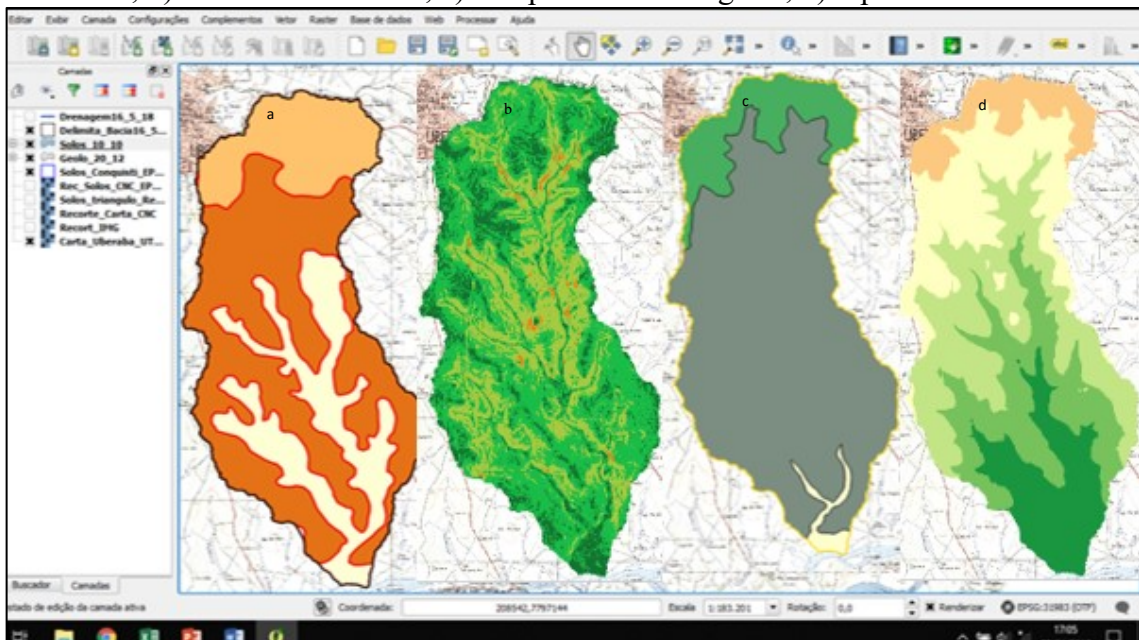
N = Nível de densidade da drenagem.

D = Classes de declividade.

4.3.4 Mapa de Solos Predominantes

O processamento sobre os tipos de solos predominantes para a BHRC, é resultado de informações contidas na base de dados nacional disponibilizada pelo IBGE (2003), junto as informações extraídas do mapa de levantamento de solos para o Triângulo Mineiro realizado pela EPAMIG e EMBRAPA no ano de 1980. Por apresentarem escalas diferentes foi realizado uma análise individual de cada plano de informação com o recorte da poligonal para área de estudo. O plano de informação final foi associado a dados referentes a geologia (componentes litológicos) e a variáveis que retratam a dinâmica do relevo (figura 6), representada por aspectos topográficos (declividade e hipsometria), os mesmos possibilitam análises e representações de mapas de solos em áreas específicas (OLIVEIRA, 2012).

Figura 6 - unidades utilizadas para processamento de mapa de solos: a) mapa de solos do IBGE, b) declividade BHRC, c) componentes litológicos, d) hipsometria BHRC.



Fonte - IBGE (2003), INPE (2011). Organização: Oliveira, J. L. (2019).

A poligonal com os tipos de solos foi analisada a partir da conversão raster/vetor. Na tabela de atributos realizou-se o cálculo da área correspondente a cada componente (classe de

solo) através da calculadora de campo. O arquivo vetorial foi categorizado a partir da aba estilo com a definição da simbologia, foi realizada a conversão de vetorial para o formato raster de acordo com critério definido (coluna ID). A partir da reclassificação raster foram atribuídos os valores de vulnerabilidade de cada componente pedológico identificado (tabela 5).

Tabela 5 - tipos de solos predominantes e valores de vulnerabilidade BHRC.

*Tipos de solos predominante	ID	**Vulnerabilidade
Latossolos Vermelho Distrófico	1	1.0
Latossolos Vermelho Distroférrico	2	1.0
Latossolos Vermelho Eutroférrico	3	1.0
Gleissolos Hápicos	4	3.0

Fonte - *EMBRAPA (2018). ** Crepani et al (2001).

Segundo Crepani et al., (2001) os valores de vulnerabilidade para os aspectos pedológicos podem ser definidos de acordo com a características de erodibilidade, composição mineralógica, granulometria e características físicas e químicas do solo, em decorrência de situações de morfogênese ou pedogênese.

4.3.5 Mapa de Precipitação

O mapa de precipitação (chuva) com representação e influência para BHRC, é resultado da interpolação de dados com números sobre as chuvas de municípios que estão inseridos na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. As informações sobre os índices de chuvas foram obtidas a partir de planilha disponibilizada pelo INMET, têm registros para alguns municípios do Brasil e indicadores dos últimos 30 anos corridos entre 1981 e 2010. Foram considerados os municípios de influência para área em análise de acordo com o quadro 2, consta informações

sobre as coordenadas centrais do município, código da estação e nome do município. A interpolação sobre os índices pluviométricos foi realizada a partir de comandos no Qgis.

Quadro 2 - identificação de municípios e índice médio de precipitação ente 1981 e 2010.

ID	*Código	Nome	Coordenadas -S	Coordenadas -W	*Precipitação acumulada
1	83579	Araxá	- 19 33 60.00	- 46 55 60.00	1554,2 mm
3	83577	Uberaba	- 19 44 12.54	- 47 56 56.66	1636,7 mm
4	83527	Uberlândia	-18 55 1.66	- 48 15 19.25	1606,1 mm
5	83574	Frutal	- 20 2 9.19	- 48 55 9.29	1473,5 mm
6	83521	Ituiutaba	- 18 58 31.42	- 49 27 38.10	1422,2 mm

Fonte - *INMET (MÉDIA 1981-2010). Organização - Oliveira, J.L (2019).

Foi realizado a concatenação das coordenadas centrais dos municípios no Excel para exportação das informações sobre a precipitação média de chuvas ao Qgis. O arquivo foi salvo em formato CSV separado por virgula e indicadores dos campos x como W e campo y como S, coordenadas GSM e a definição do sistema de coordenadas para área de pesquisa. Realizou-se a interpolação dos pontos com o método IDW e a reprojeção do sistema de coordenadas para o sistema plano. Comandos Raster – interpolação – interpolação – camadas vetoriais – atributo interpolação – método IDW – definir plano e execução atual – salvar arquivo.







4.3.6 Mapa de Vegetação Nativa e Cobertura Predominante

Para obter as informações sobre a unidade vegetação nativa e cobertura predominante foram utilizadas imagens espaciais disponibilizadas pelo Google Earth-Pro – Imagem © 2018, DigitalGlobe com resolução de 4.800 x 2.843, salvas em formato JPEG. Foram obtidas quatro cenas com a mesma escala. Por não possuírem um sistema de referência as imagens foram processadas e unificadas através da composição de um mosaico no Qgis, em segundo momento

foi realizado o georreferenciamento. A imagem georreferenciada foi salva em formato Geotiff e reprojeta para o Datum SIRGAS 2000, sistema de coordenadas UTM – Zona 23 Sul.

Após o georreferenciamento, foi realizado a vetorização manual utilizando a ferramenta alternar edição – adicionar feição do Qgis com o método de interpretação visual em tela. Como suporte técnico de identificação sobre a vegetação nativa e a cobertura predominante utilizou-se a chave de interpretação de imagens (Quadro 3).

Quadro 3 - chave de interpretação de imagens vegetação nativa e cobertura predominante.

Classes de Uso e ocupação	Padrão característico para interpretação	Imagem do Google Earth - Pro
Área úmida/ Vegetação ciliar	Cor: tons de verde Textura: rugosa Forma: irregular	
Mata/Reserva (Cerradão)	Cor: verde escuro. Textura: rugosa/superior Forma: irregular	
Culturas anuais	Cor: verde cinzento. Textura: meio lisa Forma: uniforme.	
Cana-de-açúcar	Cor: verde claro Textura: meio rugosa. Forma: recortada	
Área Urbana	Cor: marrom cerâmico. Textura: rugosa/quadriculas Forma: padrão/recortada	
Pastagem	Cor: verde amarelado Textura: trilhada/copas Forma: meio irregular.	

Fonte - Imagens Google Earth-Pro (2017). Organizado: Oliveira, J.L. (2019).

Desenvolvida para facilitar a identificação dos aspectos da paisagem retratados nas imagens, a chave possibilita a distinção das formas predominantes, favorece a composição de mapas ou a descrição de situações específicas a serem analisadas na área de pesquisa.

De acordo com Novo & Ponzoni (2001) o método de chaves para interpretação de imagens possibilita a visualização de diferentes feições do ambiente segundo os aspectos de textura e formação. Contribui para a obtenção de mapas temáticos com informações extraídas das imagens. É necessário a conferência em campo sobre as informações obtidas ou conhecimento prévio do técnico e pesquisador sobre os aspectos da paisagem em análise.

A identificação de diferentes feições da paisagem favorece a definição das classes de vegetação nativa e a cobertura predominante. Como base de referência para este trabalho a classificação das classes predominantes foram analisadas a partir de indicações técnicas contidas no Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE, 3ª edição ano 2013.

Após a confecção do arquivo em formato vetorial, foi realizado a análise das informações referente a área de abrangência e o percentual de ocupação de cada classe na calculadora de campo do Qgis. O arquivo vetorial foi convertido para o formato raster, como referência foi utilizada a coluna (ID) integrada a tabela de atributos, a qual, foram atribuídos valores de vulnerabilidade à cada classe de vegetação nativa e cobertura predominante através da reclassificação raster (tabela 6).

Segundo Crepani et al., (2001) os valores de vulnerabilidade referentes vegetação foram definidos considerando o tipo de formação arbórea e vegetal predominante no ambiente, sendo:

- Cobertura vegetal estável, valor de vulnerabilidade 1.0.
- Cobertura vegetal moderadamente estável, valor de vulnerabilidade 1.4 a 1.7.
- Cobertura vegetal mediamente estável ou vulnerável, valor de vulnerabilidade 2.0.
- Cobertura vegetal moderadamente vulnerável, valor de vulnerabilidade 2.3, 2.6.
- Cobertura vegetal vulnerável, valor de vulnerabilidade 3.0.

Para as coberturas artificiais do terreno como as pastagens, as culturas perenes e as culturas anuais utilizam-se respectivamente os valores de 2.8, 2.9 e 3.0, da escala de vulnerabilidade natural a perda de solo (CREPANI et al., (2001).

Tabela 6 - classes uso e ocupação do solo e valores de vulnerabilidade BHRC.

Classe de uso e ocupação do solo	ID	*Vulnerabilidade
Cerrado/Cerradão	1	1.1
Área úmida/Vegetação ciliar	2	1.0
Pastagem	3	2.9
Cana-de-açúcar	4	2.7
Culturas anuais	5	2.7
Área urbana	6	2.6

Fonte - *Crepani et al (2001). Organizado: Oliveira, J.L. (2019).

4.3.7 Mapa de Vulnerabilidade Erosiva

As informações sobre a vulnerabilidade erosiva foram obtidas a partir da sobreposição entre os arquivos raster (mapas) das unidades geográficas. Foram considerados os valores de vulnerabilidades sendo os mesmos transformados em pesos, obtidos a partir da média aritmética de cada componente que formam as unidades geográficas. Deve ser considerado que cada unidade foi avaliada de forma individual.

Após a interpretação dos dados contidos nas unidades analisadas de forma individual, foi realizado o cruzamento das informações por meio da metodologia de análise multicritério (Moura, 2007). Os valores obtidos a partir da média ponderada dos componentes individuais, formaram o valor do peso de cada unidade geográficas (componentes litológicos, solos, aspectos geomorfológicos, vegetação nativa e cobertura predominante), figura 7. O processamento final das informações foi realizado na Calculadora Raster do Qgis com o uso de

equação empírica (Equação 2), segundo a metodologia adotada para o desenvolvimento da pesquisa. Processo realizado de acordo com o exposto:

$$V = \frac{(L + H + D + R + S + N + C)}{6} \quad (2)$$

Onde:

V = Vulnerabilidade.

L = Vulnerabilidade para componentes litológicos (Geologia).

H = Vulnerabilidade para hipsometria (geomorfologia).

D = Vulnerabilidade para declividade (geomorfologia).

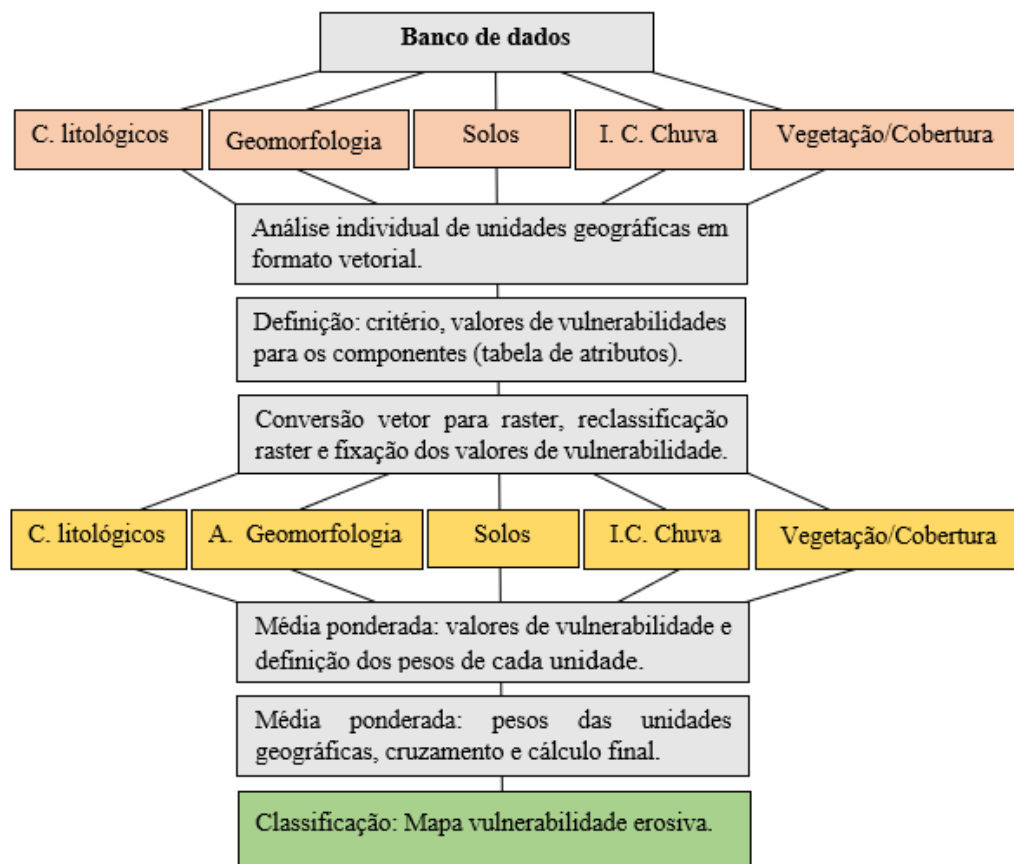
R = Vulnerabilidade para densidade de drenagem (geomorfologia).

S = Vulnerabilidade para Solos.

N = Vulnerabilidade para vegetação nativa e cobertura predominante.

C = Vulnerabilidade para influências climáticas.

Figura 7 - procedimentos desenvolvidos para gerar o mapa de vulnerabilidade erosiva.



Organizado - Oliveira, J. L. (2019).

Após o cruzamento das informações com a sobreposição dos mapas individuais referentes as unidades geográficas, foi realizado a leitura e interpretação do mapa final com a definição e descrição de cada situação de vulnerabilidade identificada para BHRC.

4.4 TRABALHO DE CAMPO

O trabalho de campo é fundamental no desenvolvimento da pesquisa, favorece a percepção e análise dos componentes geográficos, bem como a relação de fatores do ambiente e suas evoluções testemunhadas por marcas na paisagem. O campo é o laboratório do geógrafo, possibilita visão e entendimento dinâmico sobre eventos de ordem natural e a relação sociedade natureza, contribui à quebra de paradigmas e enriquece o trabalho desenvolvido com informações específicas de cada ambiente analisado.

O trabalho de campo na BHRC foi realizado em dias alternados, foram priorizadas áreas de uso consolidado (pastagens, áreas de cultivo agrícola, área urbana, margem ciliares), pontos específicos que apresentaram grau de vulnerabilidade elevado de acordo com os mapas primários desenvolvidos no decorrer da pesquisa.

As análises em campo possibilitaram a conferência de situações específicas identificadas nos mapas, contribuiu para validação do trabalho desenvolvido. Foram realizados ajustes e correções a partir de elementos discordantes entre o meio físico real e o representado nos mapas após o trabalho de campo.

De acordo com Moura (2007) ao longo dos processos e análises, sempre que são produzidas sínteses ou avaliações segundo algum critério os mapas obtidos devem ser verificados. A realização do trabalho de campo para verificação de certas classificações e ocorrências surgidas nas análises, é um dos critérios indicados pela autora para validação do trabalho executado.

5 RESULTADOS

Diante da proposta de trabalho e dos objetivos definidos para o desenvolvimento da pesquisa, neste capítulo são apresentados os resultados sobre a análise dos componentes físicos geográficos e a vulnerabilidade erosiva para BHRC. Os itens que compõem os tópicos 5.1 e 5.2 apresentam respostas aos objetivos da pesquisa.

5.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS GEOGRÁFICAS E UNIDADES DE ANÁLISE PARA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO CONQUISTINHA

As características físicas geográficas e as unidades de análise, dizem respeito as formações naturais do meio físico que compõem ou influenciam a paisagem da BHRC, ambas envolvidas por eventos de ordem natural e intervenção antrópica. Para o estudo foram analisadas informações referentes aos componentes litológicos (geologia), aspectos geomorfológicos, solos, influências climáticas e vegetação nativa com cobertura predominante.

5.1.1 Geologia: Componentes Litológicos

Os componentes litológicos (Geologia) formam a base de estruturação do relevo, são condicionadores físicos dos tipos de paisagem com influência para formação das vertentes, distribuição das drenagens, solos e processos de interações entre elementos do meio natural. De acordo com Crepani et al., (2001) o entendimento sobre a geologia e seus componentes litológicos contribui para análise sobre a dinâmica da paisagem, possibilita conhecimento sobre a história do ambiente e eventos pretéritos de ordem natural.

A BHRC apresenta três tipos predominantes de componentes litológicos, as rochas basálticas (Formação Serra Geral) ocorrem em 83,04% da extensão territorial. O Arenito

(Formação Uberaba) predomina em 14,62% da bacia, seguido de formações aluvionares (componentes inconsolidados) que ocupam 2,32% do território analisado (figura 8).

Segundo a CODEMIG (2017) derrames de Basalto maciços são comuns na região do Triângulo Mineiro, tem ocorrência relacionada ao Cretáceo inferior compondo a formação Serra Geral, Grupo São Bento. Nishiyama (1989) observa que a região do Triângulo Mineiro apresenta embasamento estrutural formado por rochas Pré-cambrianas, resultado de ações tectônicas entremeadas por formações litológicas de idade Mesozoica, constituídas por derramamentos de lavas seguidos por ciclos de sedimentação.

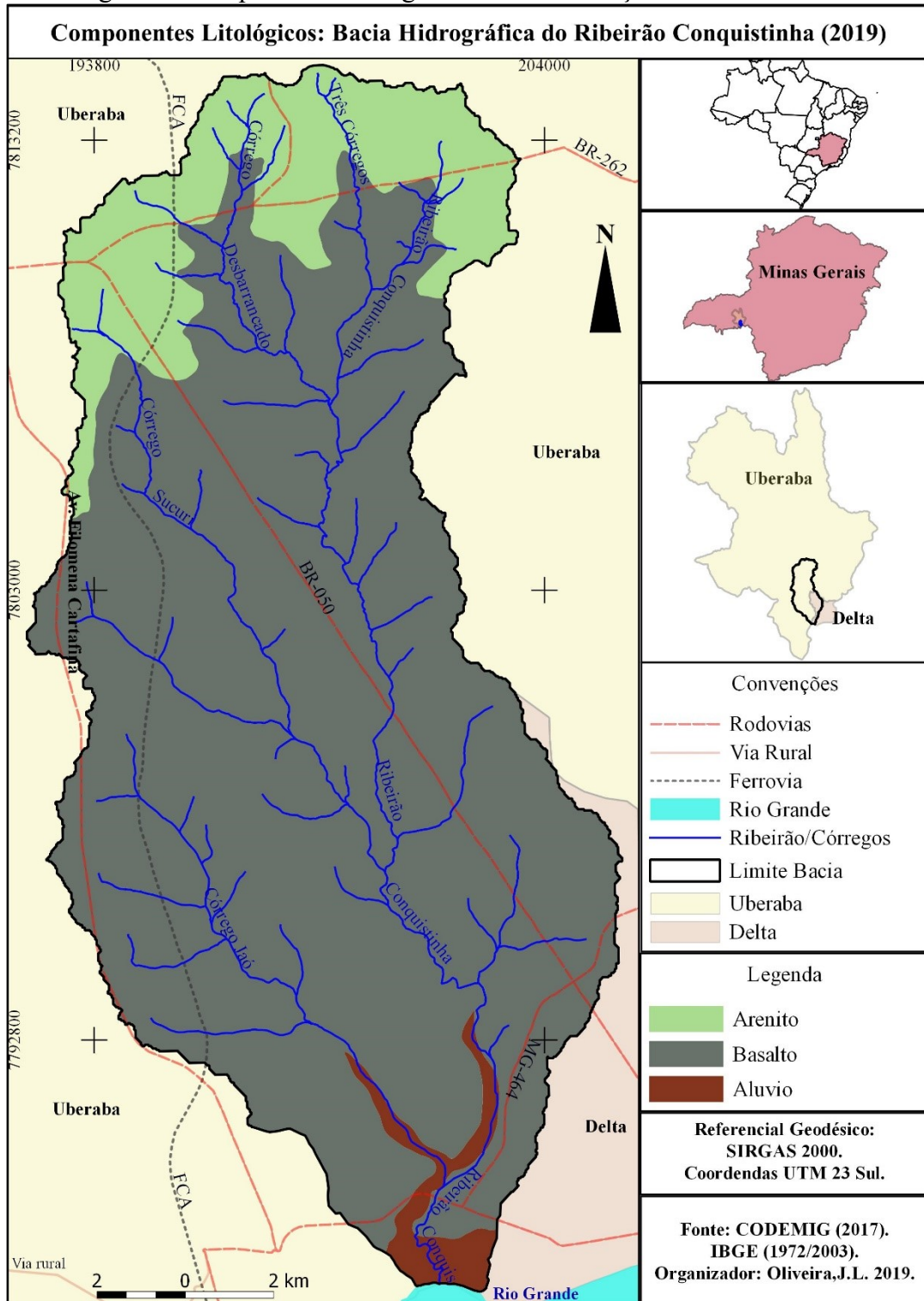
Barcelos (1993) considera que a Região do Triângulo Mineiro está inserida na Bacia Sedimentar do Paraná, porção Nordeste com unidades estratigráficas dos grupos São Bento e Bauru. O primeiro é composto por arenitos da Formação Botucatu e Basaltos da Formação Serra Geral, o segundo tem componentes da Formação Adamantina, Formação Uberaba e Formação Marília. Para BHRC predominam os basaltos da Formação Serra Geral e os arenitos da Formação Uberaba de acordo com a figura 8.

Para Ribeiro (2014) a Formação Serra Geral constitui um embasamento regional da bacia Bauru em domínios do Município de Uberaba, composto por litotipos de basaltos negros ou cinza escuro maciços com textura farenítica fina à afanítica. Segundo o autor os basaltos apresentam disjunção colunar com poliedros pentagonais e hexagonais, é comum rochas em avançado processo de intemperismo, marcadas por cores ocre-avermelhadas e processos de oxidação de minerais evidenciando a ocorrência de esfoliação esferoidal.

As rochas areníticas comum nas áreas de cabeceiras do Conquistinha e afluentes, têm sua origem associada ao Cretáceo superior compondo na região a unidade Formação Uberaba. Para Fernandes (2004) a Formação Uberaba apresenta rochas epiclásticas, é comum arenitos finos e muito fino de composição argilosa e argilitos em menor proporção, arenitos conglomeráticos e conglomerados de matriz arenosa. O autor destaca a ocorrência de estratos

tabulares e lenticulares, além da exibição de estrutura maciça e estratificação cruzada tabular/acanalada ou laminação plano paralela.

Figura 8 - componentes litológicos base de formação estrutural BHRC.



Organizado - Oliveira, J.L. (2019).

Ribeiro (2014 p. 28) destaca que, a Formação Uberaba apresenta arenitos métricos com matriz argilo-siltosa [...] siltitos, argilitos, arenitos conglomeráticos a conglomerados arenosos, derivados do retrabalhamento de rochas vulcânicas pré-existentes, associadas a sedimentos de outras fontes não vulcânicas. Fernandes (2004) apud Hasui (1967) ressalta que, a Formação Uberaba inclui grande quantidade de materiais de retrabalhamento de rochas ígneas efusivas e intrusivas básicas, ultrabásicas e intermediárias alcalinas ou não.

Os componentes aluvionares (materiais inconsolidados) que ocorrem na área de abrangência da BHRC, são compostos por: cascalhos, areia e argila, com ampla predominância de areia. Os sedimentos são comuns na área de confluência do Ribeirão Conquistinha com o Rio Grande, tem sua gênese associada ao período do Quaternário (CODEMIG, 2017). Em discussão sobre as fases climáticas pleistocênicas e processos morfogenéticos Casseti (2005) analisa as formações aluviais como resultado de oscilações climáticas associadas a diferentes tipos de intemperismo, compõem depósitos correlativos influenciados pela ação fluvial.

Em abordagem sobre as rochas sedimentares e sua composição mineral, de acordo com o processo de evolução influenciado pelo intemperismo químico e físico Crepani et al., (2001) analisam a resistência à desagregação das rochas, consideram a ação da água e o comportamento de minerais e agregados. Entende-se que, os sedimentos inconsolidados que compõem as formações aluvionares apresentam menor resistência a ação da água, são suscetíveis ao carreamento e formam ambientes vulneráveis a evolução de processos erosivos.

O grau de vulnerabilidade atribuído aos componentes litológicos (quadro 4), está associado a capacidade de infiltração das águas pluviais na superfície, predominância de rochas e materiais inconsolidados e os respectivos níveis de impermeabilidade. Tais componentes trazem informações básicas a serem integradas considerado o nível de influência de cada um em processos modificadores da paisagem. Área com alto índice de infiltração reduz a

possibilidade de lixiviação, locais com baixo índice de infiltração possibilita a formação de caminhos d'água e favorece a processos de desgastes e a remoção de materiais.

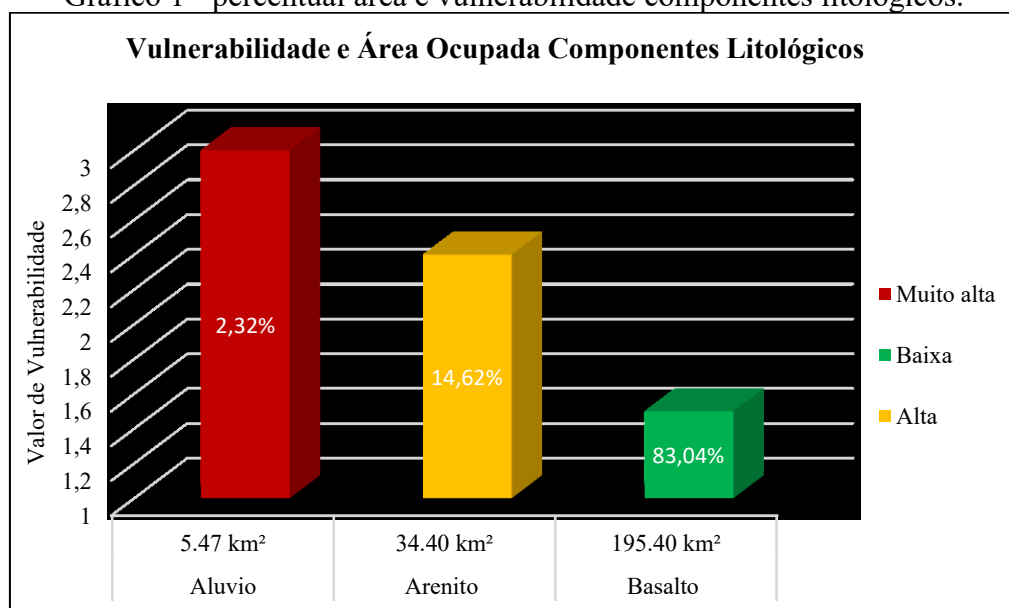
A ocorrência das rochas basálticas em 83,04 % da BHRC, contribui para a classificação da unidade componentes litológicos como unidade de baixa vulnerabilidade de acordo com o uso da proposta metodológica de Crepani et al., (2001) para o desenvolvimento da pesquisa. Foi avaliada a vulnerabilidade individual de cada componente e a área de abrangência dos mesmos na extensão territorial da bacia (gráfico 1).

Quadro 4 - identificação das rochas predominantes e valor de vulnerabilidade.

Componentes da paisagem	Rochas predominantes	Área Ocupada	Percentual Área	Valor vulnerabilidade
Litologia	Basalto	195.4 km ²	93,04%	1.5
	Arenito	34.4 km ²	14,62%	2.4
	Aluvio	5.4 km ²	2,32%	3.0

Fonte - modificado de Crepani et al., (2001). Organizado: Oliveira, J.L. (2019).

Gráfico 1 - percentual área e vulnerabilidade componentes litológicos.



Fonte - Oliveira, J.L. (2019).

Os componentes litológicos identificados na área de abrangência da BHRC representam parte da geologia local, são resultados de processos dinâmicos que contribuíram para formação estrutural da região em que a bacia está inserida. A estrutura física define as formas do relevo e é moldada ao longo do tempo, têm como marco ou testemunho dos processos de alterações no meio físico formações como a Formação Uberaba, composta em parte por arenitos (FERNANDES, 2004; RIBEIRO, 2014).

Mesmo apresentando elementos constituídos em período superior (Cretáceo superior), a Formação Uberaba encontra-se sobreposta a formações mais antigas de período inferior (Cretáceo inferior), retrata possíveis alterações entre processos de gradação, degradação, deposição e soerguimentos que contribuíram para a morfoestrutura regional e local (NISHIYAMA, 1989; BARCELOS, 1993; BACCARO et al.).

Os componentes inconsolidados (formações aluvionares) podem ser entendidos como indicadores de oscilações climáticas, retratam em parte a ação das águas pluviais e fluviais que contribuem nos processos de transformação das paisagens ao longo do tempo. (CASSETI, 2005; CREPANI et al., 2001).

5.1.2 Aspectos Geomorfológicos

Os aspectos geomorfológicos retratam as formas do relevo terrestre, são testemunhos de eventos modificadores do ambiente no decorrer do tempo. Segundo Caseti (2005) o conhecimento sobre a geomorfologia contribui para compreensão sobre as formas do relevo envolvidas por ocorrências pretéritas e atuais.

Para Crepani et al., (2001) a geomorfologia além de trazer informações relacionadas as formas do relevo, apresenta indicadores sobre a dinâmica do ambiente e a disponibilidade de energia potencial que contribui para a transformação da paisagem. É observado que, a

dissecação do relevo pela drenagem, a amplitude altimétrica e a declividade compõem parte dos índices morfométricos do terreno para entendimento de vulnerabilidades naturais sobre a própria geomorfologia.

A densidade da drenagem possibilita informações sobre o comportamento de elementos da paisagem em relação aos fluxos de águas pluviais, suscetibilidades a situações de arrastes e desbarrancamento no decorrer do tempo. É resultado da interação entre elementos do meio físico que compõem ou atuam sobre o relevo definindo padrões de dissecação.

A densidade de drenagem pode representar o grau de dissecação do relevo e sua topografia, resultado da atuação fluvial em processos de transformação das paisagens, representado pela formação de canais para o escoamento superficial. Os estudos relacionados a drenagens fluviais possuem função relevante para geomorfologia, contribui com o conhecimento sobre a rede hidrográfica e a compreensão de processos modificadores das esculturas nas paisagens terrestre (CHRISTOFOLETTI, 1980, 1981).

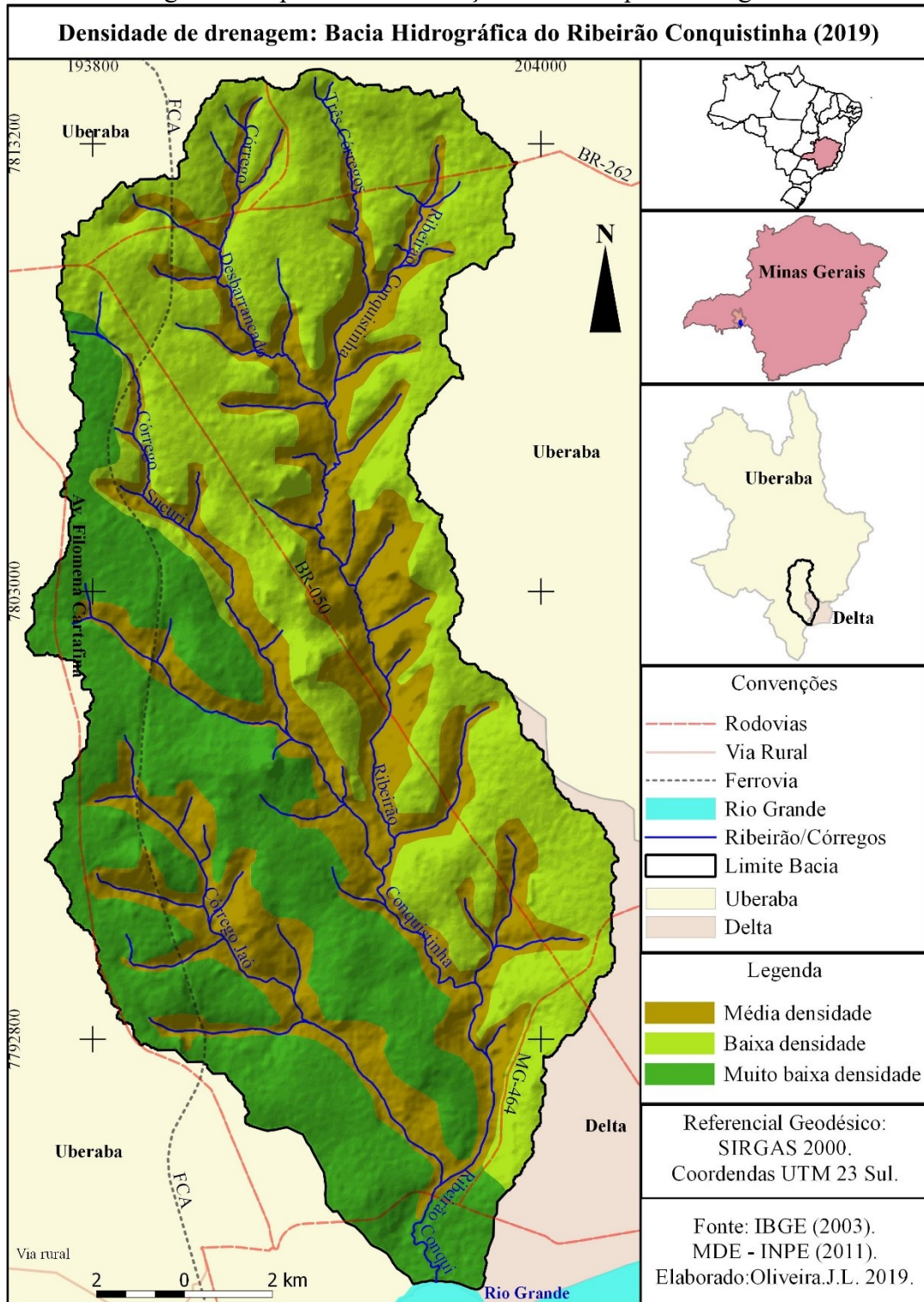
Em entendimento a Crepani et al., (2001) a dissecação do relevo pela drenagem influencia eventos de estabilidade ou instabilidade com participação da porosidade e permeabilidade do solo e das rochas. A impermeabilidade das rochas e dos solos altera o processo de infiltração das águas pluviais, amplifica o acúmulo de água em superfície que busca caminhos para escoar sentido as partes baixas da vertente.

A BHRC faz parte de uma região que apresenta dissecação homogênea ou diferencial com topo tabular e variação de média a muito baixa densidade de drenagem, localizada no domínio de bacias e coberturas sedimentares farenozóicas, planalto do Triângulo Mineiro (IBGE, 2003).

Para a BHRC foram identificadas três situações distintas que retratam o comportamento das drenagens no território (figura 9). A média densidade de drenagem ocorre em 32,84% da bacia, prevalece em áreas centrais que abrigam os cursos d'água responsáveis pela formação

das vertentes. A baixa densidade de drenagem tem domínio em bordas marginas do Sudeste-Nordeste e Norte sentido Noroeste, abrange 37,65% da extensão territorial da bacia.

Figura 9 - aspectos da dissecação do relevo pela drenagem BHRC.



Elaborado - Oliveira, J.L. (2019).

A muito baixa densidade de drenagem ocorre na parte Sul – Sudoeste sentido Noroeste, corresponde a 29,50% da área analisada (quadro 5).

Quadro 5 - dissecação do relevo pela drenagem e valores de vulnerabilidade BHRC.

Componente de análise	Classe de densidade	Área ocupada	Porcentagem Área	*Vulnerabilidade
Densidade de Drenagem	Muito baixa	69.40 km ²	29,50%	1.0
	Baixa	88.55 km ²	37,65%	1.4
	Média	77.25 km ²	32,84%	1.7

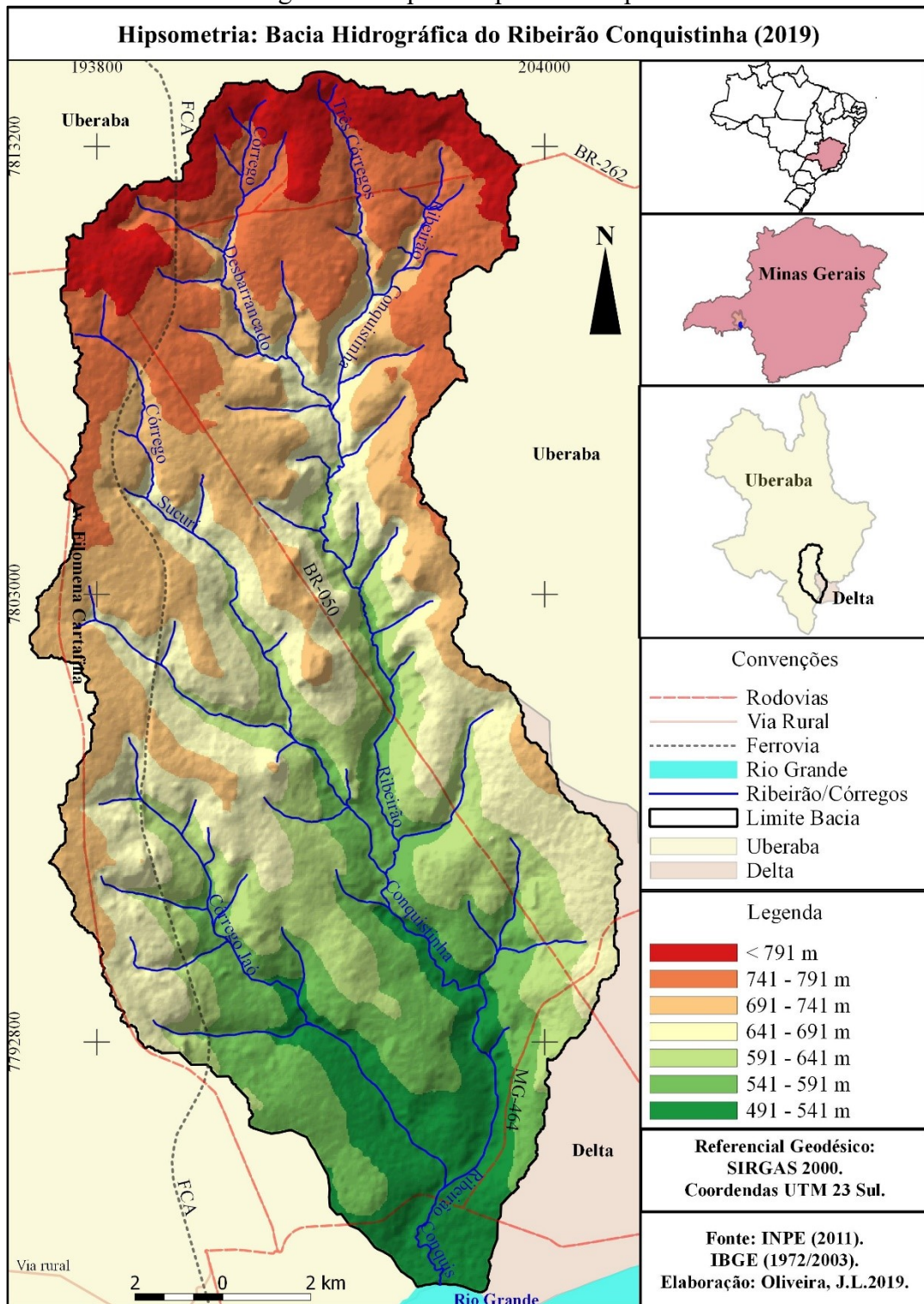
Fonte - modificado IBGE (2003). *Crepani et al. (2001).

A altimetria tem relação direta com o aprofundamento da dissecação do relevo, é indicador da energia potencial disponível no ambiente que possibilita a remoção de materiais. Quanto maior os desníveis altimétricos, maior a capacidade de araste pelas águas pluviais em seu deslocamento (CREPANI et al., 2001). Para Christofolletti (1980) a altimetria possibilita estudos relacionados a unidades morfoestruturais, contribui para entendimento sobre os divisores topográficos, nascentes de canais que compõem a drenagem e as diferenças máximas de altitudes contidas nas bacias.

A BHRC apresenta gradiente topográfico de aproximadamente 360 m, distribuídos entre as cotas altimétricas de 491 a 851 m (figura 10). A cota mais baixa identificada para bacia corresponde a área de desemboque do Ribeirão Conquistinha junto ao Rio Grande, tem média de 491m a 541m, local com predominância de relevo plano compondo locais específicos com área de deposição aluvionar.

As cotas mais elevadas têm médias superiores a 741m, correspondem a área de interseção entre a Formação Uberaba e Formação Serra Geral, local de ocorrência das nascentes dos Córregos Sucuri, Desbarrancado, Três Córregos e Ribeirão Conquistinha. O quadro 6 apresenta percentuais, área de abrangência e os respectivos valores de vulnerabilidades para os aspectos altimétricos da BHRC em conformidade com a metodologia adotada para a pesquisa.

Figura 10 - aspecto hipsométrico para BHRC.



Elaborado - Oliveira, J.L. (2019).

A declividade tem relação direta com a transformação da energia potencial em energia cinética, envolve a velocidade das massas de águas em movimento na superfície e contribui

para o transporte de materiais, é responsável em parte pela erosão que transforma o relevo (CREPANI et al., 2001). Para Lespch (2002) a declividade ou grau de inclinação do terreno é fator determinante para o escoamento ou infiltração da água, influencia a concentração, dispersão e a velocidade da enxurrada com o arraste superficial de partículas do solo.

Quadro 6 - intervalos altimétricos e valores de vulnerabilidade BHRC.

Componente de análise	Classes predominantes	Área ocupada	Porcentagem Área	*Valor vulnerabilidade
Hipsometria	< 791 m	15.78 km ²	6,71%	2.1
	741 a 791 m	33.61 km ²	14,29%	1.8
	691 a 741 m	45.29 km ²	19,26%	1.6
	641 a 691 m	49.27 km ²	20,95%	1.4
	591 a 641 m	37.02 km ²	15,74%	1.3
	541 a 591 m	32.50 km ²	13,82%	1.2
	491 a 541 m	21.63 km ²	9,20%	1.0

Fonte - Oliveira, J.L. (2019). *Crepani et al., (2001).

A BHRC apresenta índices de declividade variáveis entre 0% e 45% de acordo com a classificação da Embrapa (2018). É comum áreas com relevos planos que correspondem a 15,6% da bacia (quadro 7), ocorrem em pontos distribuídos da vertente com predominância em locais do baixo curso do Ribeirão Conquistinha e alto curso do Córrego Sucuri (figura 11).

O relevo suave ondulado representa 56,1% da extensão territorial com domínio nas áreas de cabeceiras e baixo curso do Córrego Jaó e Ribeirão Conquistinha. O relevo ondulado contido em 27,4% do território, forma corredores segmentados em faixas de influência marginal dos cursos hídricos. O relevo forte ondulado compreende 0,8% da área analisada em pontos específicos do médio ao alto curso do Ribeirão Conquistinha e Córrego Desbarrancado.

As diferentes formas do relevo e sua classificação possibilita o desenvolvimento de atividades econômicas e produtivas. Componentes naturais que associados a fatores do clima e

interesses políticos administrativos promovem a ocupação de terras e a alteração do ambiente natural, definindo novos arranjos espaciais no território (ROSS, 2009).

Figura 11 - aspectos de declividade BHRC.



Fonte - Oliveira, J.L. (2019)

Quadro 7 - declividade predominantes e valor de vulnerabilidade BHRC.

Componente de análise	Classes predominantes	Área ocupada	Porcentagem Área	Valor vulnerabilidade
Declividade	Plano (0-3%)	36.8 km ²	15,6%	1.0
	Suave ondulado (3-8%)	132.0 km ²	56,1%	1.3
	Ondulado (8-20%)	64.5 km ²	27,4%	2.0
	Forte ondulado (20-45%)	1.9 km ²	0,8%	2.5

Fonte - modificado de Crepani et al., (2001).

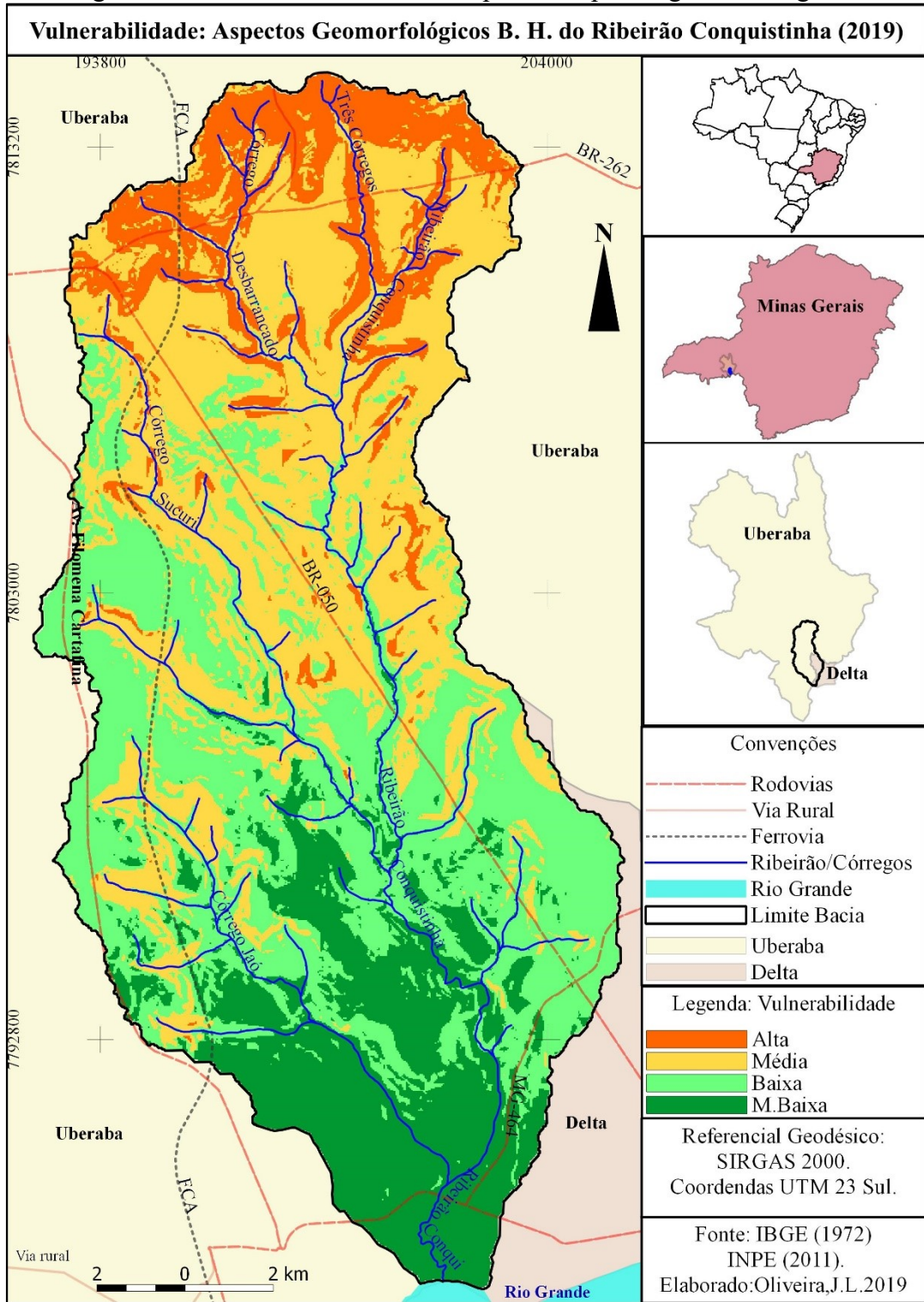
A partir da análise entre os componentes densidade de drenagem, altimetria e declividade foi feito o cruzamento dos respectivos pesos dessas unidades para identificação dos índices de vulnerabilidades dos aspectos geomorfológicos da BHRC (figura 12).

As áreas de cabeceiras e faixas marginais no alto curso dos Córregos Desbarrancado, Três Córregos e Ribeirão Conquistinha apresentam alta vulnerabilidade. Locais constituídos entre as maiores cotas altimétricas da área analisada, tem dinâmica de relevo com declividade entre 0% e 45%, densidade de drenagem com variação de média a baixa densidade, predomina em bordas da extensão Norte da bacia.

A média vulnerabilidade prevalece do Centro ao Leste da BHRC, há influência do relevo ondulado com declividade média de 8% a 20% de acordo com a EMBAPA (2018), tem densidade de drenagem com variação de baixa a média densidade (IBGE, 2003). Os gradientes topográficos de aproximadamente 150m para confluência do Desbarrancado e o Conquistinha e 200 m entre o meio Leste e a confluência do Córrego Sucuri com o Conquistinha, retratam a dinâmica do ambiente e apresentam maior variação de intervalos altimétricos em menor extensão territorial para a bacia.

A baixa e muito baixa vulnerabilidade para os aspectos geomorfológicos ocorrem em locais com predomínio de relevos planos e suave ondulados com declividade de 0% a 8%, correspondem as áreas sentido do médio ao baixo curso do Ribeirão Conquistinha e afluentes, esses locais podem ser classificados como ambientes de maior estabilidade para a bacia.

Figura 12 - índice de vulnerabilidade para os aspectos geomorfológicos.



Elaborado - Oliveira, J.L. (2019).

5.1.3 Solos Predominantes

O solo é um componente natural constituído no decorrer do tempo, é influenciado por eventos naturais de ordem física e química, envolvido por uma dinâmica ambiental que favorece o acúmulo ou a transformação de matérias. Segundo Crepani et al., (2001) o solo é resultado de processos evolutivos em constante transformação, ocorre de acordo com o tipo de ambiente e influências de agentes do intemperismo.

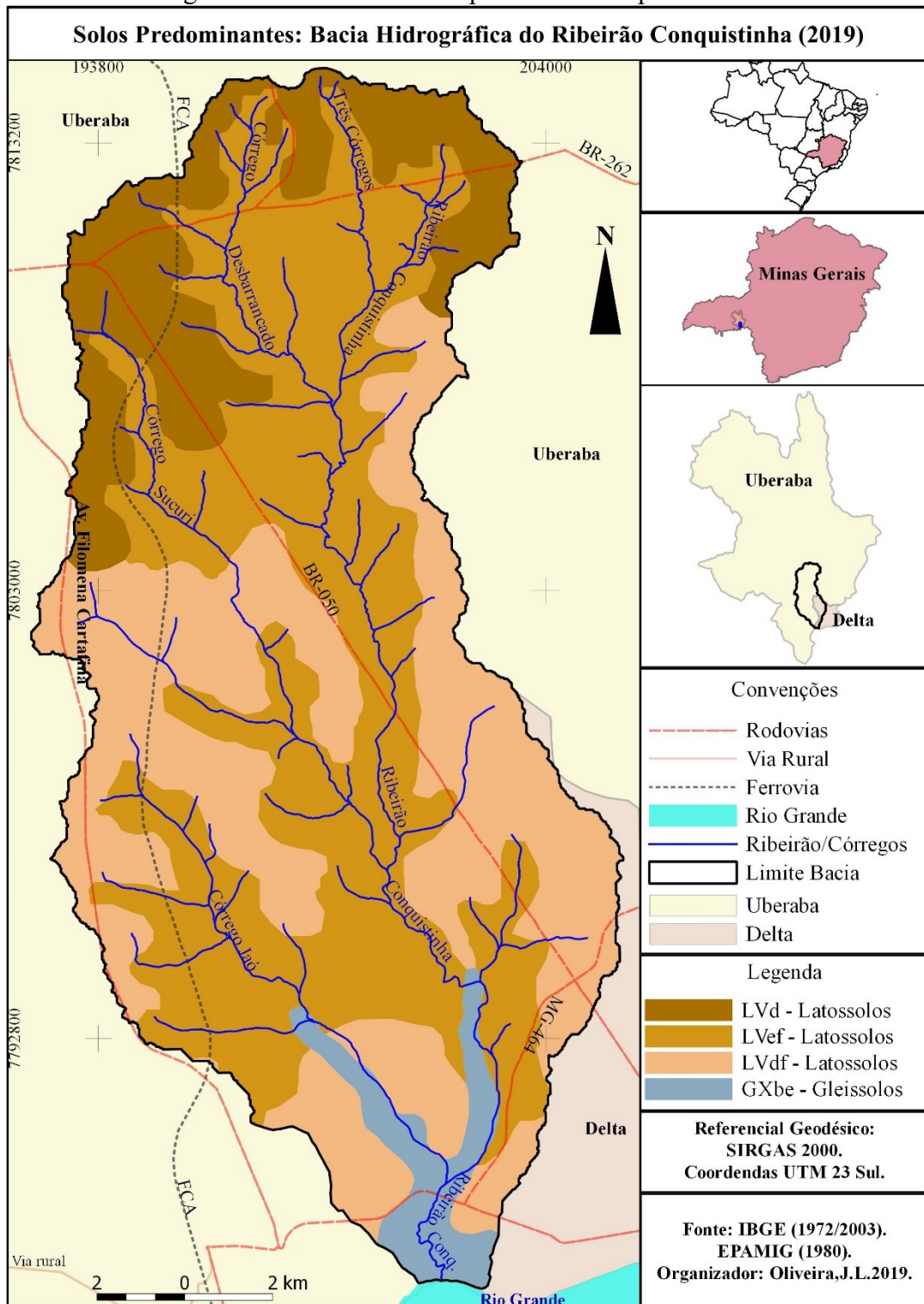
O conhecimento dos tipos de solos, suas características e região de ocorrência contribui para a análise sobre as formas atuais e pretéritas de uso e exploração da terra, favorece a tomada de decisões em projetos de uso, conservação ou recuperação do ambiente. Segundo Coelho et al., (2013) para se utilizar o solo de maneira adequada é preciso conhecê-lo.

Os solos predominantes na BHRC (figura 13) são classificados como Latossolos com subdivisão interna de classes (Latosolos Vermelho Distróficos; Latossolos Vermelho Distroférricos; Latossolos Vermelho Eutroférricos) e a ocorrência de Gleissolos.

A denominação dos tipos de solos e a classificação para a bacia foram descritas de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da EMBRAPA (2018). Os grupos de solos são organizados de acordo com os aspectos do meio físico e componentes químicos, tendo como referência a formação dos horizontes, fração de argila, saturação por nível de base e a presença de minerais que contribui ou inibe o desenvolvimento das raízes e a ação da água no próprio solo (EMBRAPA, 2018).

Os Latossolos são constituídos por material mineral apresentando horizonte B litossólico, bem drenados e desprovidos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo, tem capacidade de troca de cátions da fração argila (JACOMINE, 2009; EMBRAPA, 2018).

Figura 13 - classes de solos predominantes para BHRC.



Organizado - Oliveira, J. L. (2019).

De acordo com Crepani et al., (2001) os Latossolos são solos bem desenvolvidos com propriedades físicas que possibilitam a permeabilidade da água e do ar, contém alto percentual

de argila, sendo porosos, friáveis e de baixa plasticidade, considerados como solos velhos ou maduros, tem sua ocorrência associada a regiões com topografias suaves.

O Latossolos Vermelho Distróficos ocorre em 14,41% do território nas áreas de influência do alto curso do Ribeirão Conquistinha, Três Córregos, Córrego Sucuri e Córrego Desbarrancado. O Latossolos Vermelho Distroféricos é comum em 34,75%, prevalece nas intermediações do médio ao baixo curso do Ribeirão Conquistinha e tributários. O Latossolos Vermelho Eutroféricos está presente em 45,15% do território, compreende as áreas marginais e proximidades dos cursos hídricos nas extensões do alto ao médio curso do Ribeirão Conquistinha e afluentes do alto a médio curso do Córrego Jaó.

Os Gleissolos podem ocorrer em áreas úmidas e várzeas com drenagem lenta, em situações específicas apresentam teor de água durante boa parte do ano, tem coloração escura acinzentada. Segundo a EMBRAPA (2018) Gleissolos apresentam hidromorfia expressa por forte gleização, resultante de processos de intensa redução de compostos de ferro em presença de matéria orgânica com ou sem alternância de oxidação por efeito de flutuação de nível do lençol freático.

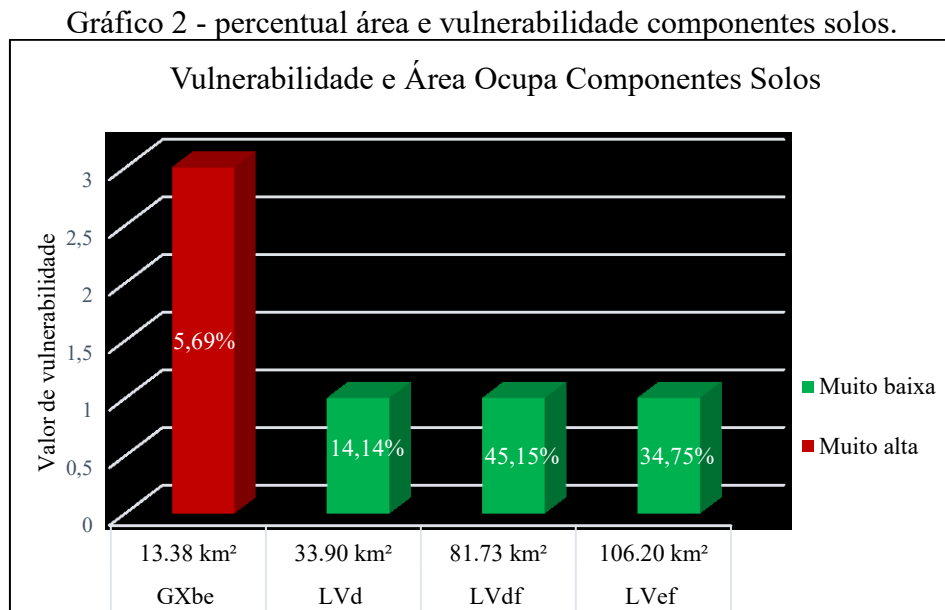
Na BHRC, o Gleissolos ocorre em locais de confluência entre o Córrego Jaó e o Ribeirão Conquistinha sentido o Rio Grande, área de deposição aluvionar composta por materiais mal pedogenitizados, tem característica de várzea com domínio de relevo plano, corresponde a 5,69% da área analisada (quadro 8).

Quadro 8 - classes de solos predominantes e valor de vulnerabilidade erosiva BHRC.

Unidade	Classes predominantes	Área ocupada	Porcentual Área	*Valor vulnerabilidade
Solos	LVdf -Latossolos Vermelho Distroférico	81.73 km ²	34,75%	1.0
	LVef -Latossolos Vermelho Eutroférico	106.20 km ²	45,15%	1.0
	LVd -Latossolos Vermelho Distrófico	33.90 km ²	14,14%	1.0
	GXbe -Gleissolos Háplicos tb Eutróficos	13.38 km ²	5,69%	3.0

Fonte - *Crepani et al., (2001). Organizado: Oliveira, J.L. (2019).

A unidade de análise solos para BHRC tem domínio dos Latossolos, se classifica como unidade estável, situação decorrente da predominância de componentes que apresentam baixos valores de vulnerabilidade, de acordo com indicadores utilizados da proposta metodológica de Crepani et al., (2001) para o desenvolvimento da pesquisa (gráfico 2).



Fonte - Oliveira, J.L. (2019).

5.1.4 Influências Climáticas: Chuvas

O clima é um conjunto de elementos naturais que se manifestam em um dado período de tempo no espaço. O conhecimento das manifestações climáticas possibilita a compreensão de ações antrópicas e fenômenos naturais. Contribui para o planejamento e o desenvolvimento de projetos que equacionam problemas relativos a produtividade econômica, traz contribuições para minimizar impactos ambientais (DIAS et al., 2009; CONTI, 2011).

Em abordagem sobre o clima da região Sudeste do Brasil, Nunes et al., (2009) faz referência as especificidades climáticas de ensolação, temperatura e chuvas, fatores naturais que influenciam a dinâmica econômica e o uso e ocupação do solo. Para o Oeste de Minas

Gerais, local em que está inserido a região do Triângulo e Alto Paranaíba e conseqüentemente a BHRC foram identificadas temperaturas com média anual entre 14°C e 24°C.

O tipo climático que envolve a área da BHRC pode ser classificado de forma genérica como Clima Tropical do Brasil Central, tem estações definidas entre verão quente e úmido e inverno frio e seco. É comum períodos de estiagem durante os meses de abril a setembro e chuvas distribuídas de outubro a março. Estudos locais e regional desenvolvidos nos municípios de Uberaba, Uberlândia, Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba relacionam o clima regional ao tipo Aw, segundo a classificação internacional de Köppen e médias pluviométricas anuais de 1.000 mm a 1.700 mm (SOARES, 2008; NOVAIS, 2011; ABDALA, 2012).

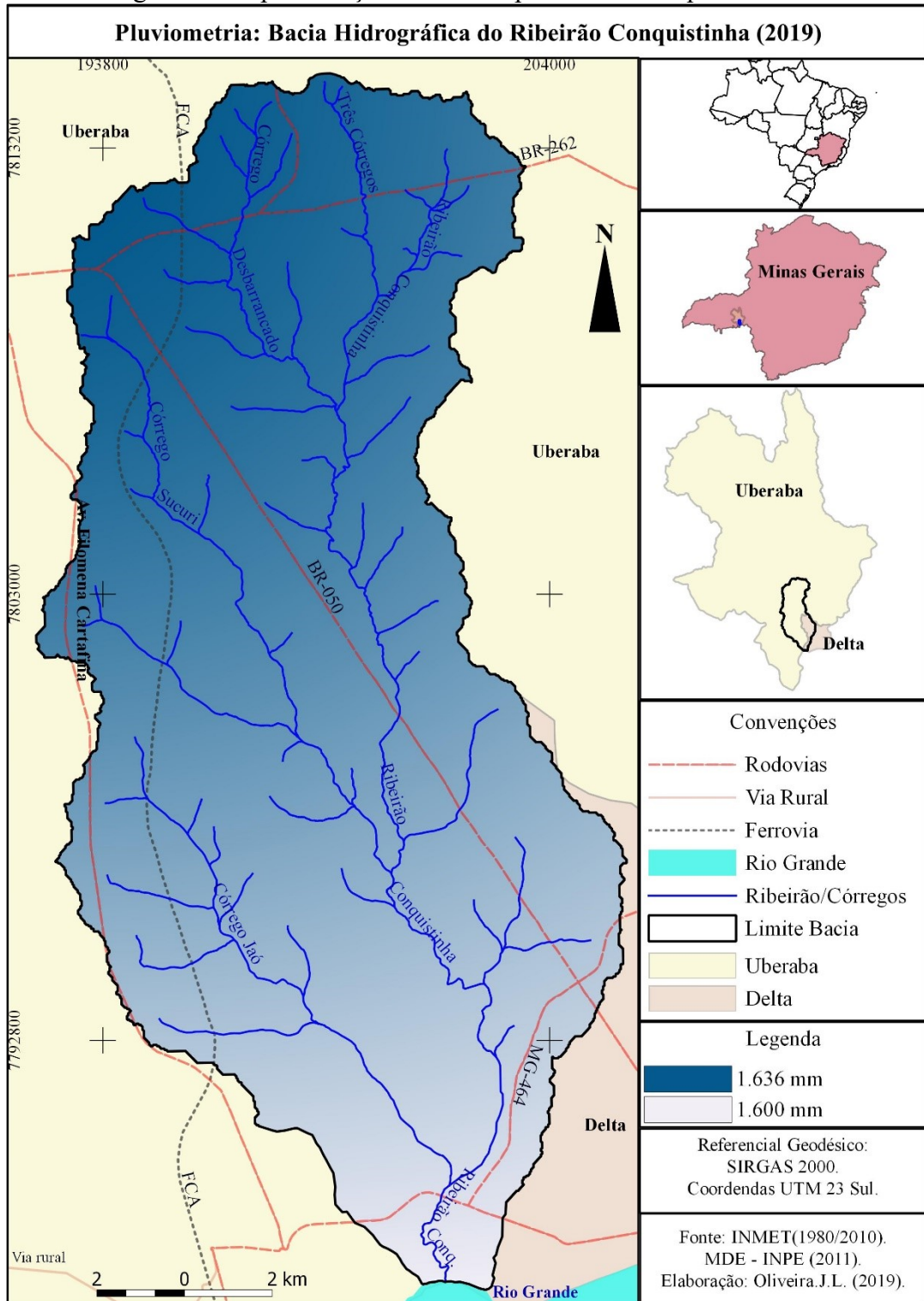
A chuva foi o fator climático integrado ao desenvolvimento da pesquisa, analisou-se os índices pluviométricos de áreas que influenciam a bacia. A partir de dados disponibilizados pelo INMET referentes a normal climática do Brasil, anos 1980 a 2010, foi realizado recorte com a obtenção de índices de precipitação de chuva para a região que engloba a BHRC (figura 14). Os números de chuvas foram extraídos da planilha com informações sobre as estações pluviométricas dos municípios de Araxá, Uberlândia, Uberaba, Ituiutaba e Frutal considerando que não foram identificadas estações dentro da área da bacia com dados consolidados em período equivalente a 30 anos.

A BHRC está envolvida em área que apresenta índices pluviométricos de aproximadamente 1.600 mm a 1.636 mm anual. De acordo com Crepani et al., (2001) a chuva tem relação direta com os processos de intemperismo químico e físico das rochas, sendo a água um agente transformador do ambiente no decorrer do tempo, contribui para a morfogênese ou pedogênese de acordo com as características de formação das vertentes.

O valor de vulnerabilidade para a área da BHRC é apresentado no quadro 9, retrata as médias mínimas e máximas conforme as referências bibliográficas analisadas. De acordo com

a metodologia adotada para o desenvolvimento do trabalho, a unidade influências climáticas considerando o fator chuva apresenta média vulnerabilidade. Classificada como situação

Figura 14 - representação de índices pluviométricos para BHRC.



Fonte - Oliveira, J. L. (2019).

intermediária frente aos processos de pedogênese e morfogênese. Sua influência para o desencadeamento de processos erosivos está associada a existência de cobertura vegetal, dinâmica do relevo, uso e exploração predominantes no território.

Quadro 9 - pluviosidade média e valor de vulnerabilidade BHRC.

Área de Análise	Pluviosidade Média/anual (mm).	Duração do Período/Chuva (meses).	Intensidade Pluviométrica (mm/mês).		*Vulnerabilidade
			Mínima	Máxima	
BHRC	1.600 a 1.635	6 a 9	177 mm	272 mm	1.9

Organização - Oliveira, J.L. (2019). *Crepani et al (2001).

5.1.5 Vegetação Nativa e Cobertura Predominante

A vegetação nativa desempenha papel importante no ambiente, contribui para preservação do solo e qualidade das águas, é fonte de alimento e abrigo para elementos da fauna. Tundisi & Tundisi (2010 p. 74) observam que a vegetação tem papel crucial na regulação dos ciclos biológicos e biogeoquímicos nas bacias hidrográficas, desempenha função importante para a manutenção sustentável dos ecossistemas naturais. Para Cunha e Guerra (2010 p. 359) a cobertura vegetal minimiza a taxa de erosão do solo através da sua densidade, possibilita a redução da energia cinética das chuvas através da interceptação das suas copas e forma humos, fatores importantes para a estabilidade e o teor de agregados dos solos.

A área de abrangência da BHRC apresenta testemunhos de vegetação natural com características fitoecológicas do bioma Cerrado. A cobertura vegetal nativa foi alterada em sucessivos processos de exploração do solo e da própria cobertura vegetal como recurso econômico. Neves (1977) destaca que o desbravamento das Florestas e Cerrados no Estado de Minas Gerais ocorreram em décadas, impulsionado pelo consumo do carvão vegetal na indústria siderúrgica, sucedido em parte pela expansão da fronteira agrícola a partir de 1975.

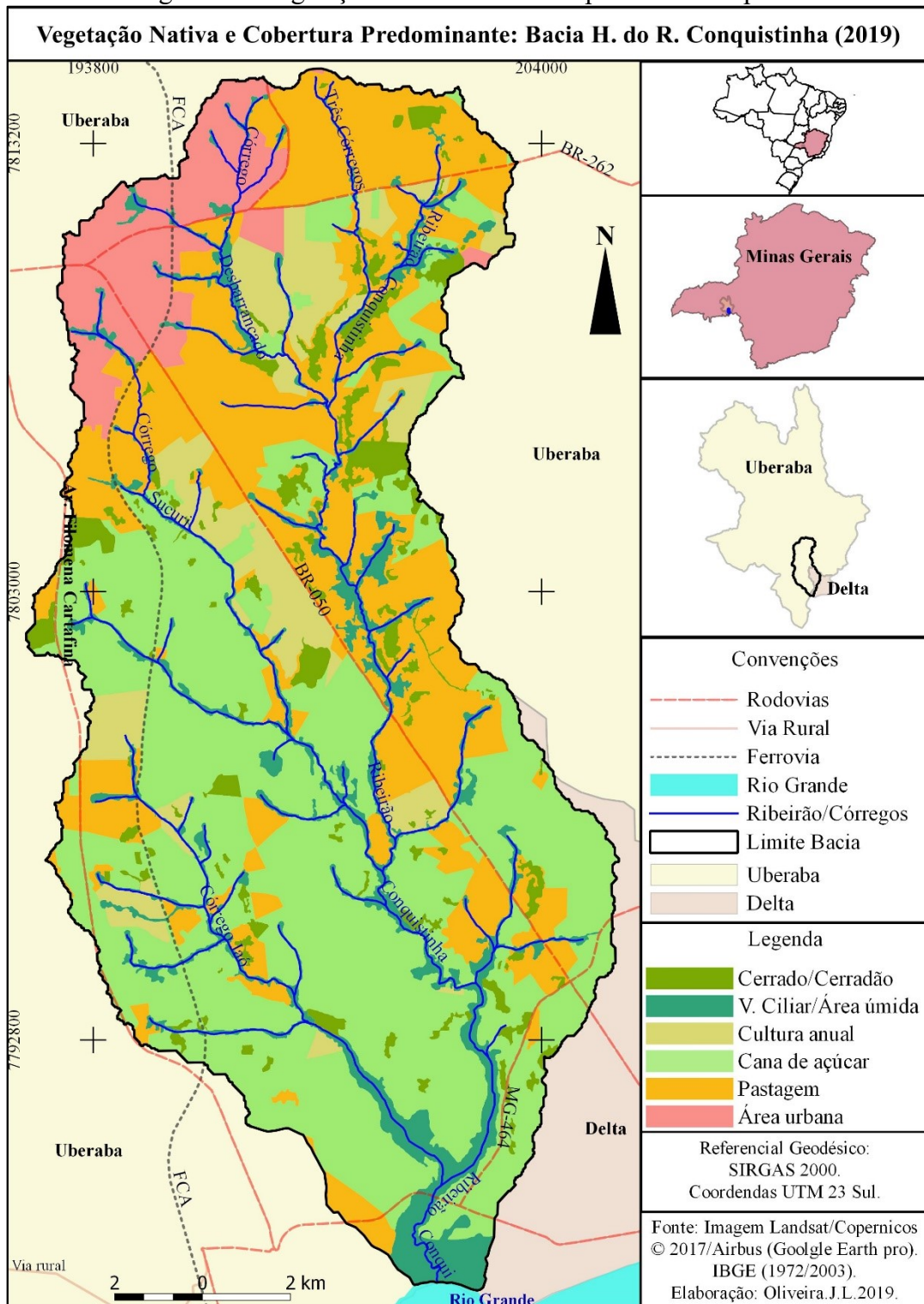
Botelho (2007, p. 285) observa que, é raro encontrar uma área em bacias ou sub-bacias hidrográficas que não tenham sua vegetação original modificada ou até mesmo devastada.

Em abordagem sobre os Domínios de Natureza do Brasil Ab'Saber (2003) destaca a área de abrangência do Cerrado, sua diversidade, formação vegetal e as grandes transformações ocorridas a partir 1970. As formas de uso e exploração da terra, associada ao avanço da fronteira agrícola sentido a região Oeste do país, são vistas como responsáveis por processos de degradação ambiental. Tem destaque o uso desordenado do solo e o desconhecimento sobre a importância do Bioma Cerrado no equilíbrio da diversidade ecológica nacional.

Considerando as características fitoecológicas atuais observa-se que, a BHRC apresenta núcleos isolados de cobertura vegetal nativa compondo áreas de reserva legal, margens ciliares de cursos d'água e ribeirões que abrigam maior concentração de formação arbórea em diferentes estágios de sucessão. Há pontos específicos que formam corredores de vegetação e espécies arbóreas com aspectos característicos de matas de galeria, semelhante ao descrito por Ab'Saber (2003). O autor observa a importância no desenvolvimento de políticas públicas para a preservação desses ambientes.

De acordo com o mapa de vegetação nativa e cobertura predominante (figura 15), a BHRC tem 15,81% de área recoberta por algum tipo de vegetação natural ou exótica em diferentes estágios de desenvolvimento. As áreas identificadas como Cerrado e Cerradão correspondem a 5,28%. Nesses locais é comum espécies arbóreas como: aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), pau terra (*Qualea grandiflora*), pau de óleo (*Copaifera langsdorffii*), lixeira (*Curatella americana* L.), jacarandá do cerrado (*Dalbergia miscolobium*), angico (*Anadenanthera falcata*), chapadinha (*Acosmium subelegans*), mamica de porca (*Zanthoxylum riedelianum*), pombeiro (*Tapirira obtusa*), pimenta de macaco (*Xylopia aromatica*), sangra-d'água (*Croton urucurana*). Taxonomia de acordo com Lorenzi (2008).

Figura 15 - vegetação nativa e cobertura predominante para BHRC.



Elaborado - Oliveira, J. L. (2018).

A classe área úmida e vegetação ciliar correspondem a 10,53% do território, é composta por áreas direcionadas a preservação permanente que apresentam diferentes estágios de

conservação. Existem locais com formação arbórea consistente em margens ciliares e situações com ausência da vegetação nativa e a predominância de espécies invasoras (figura 16), é comum: Malícia (*Mimosa pudica*), Capim Colonião (*Panicum maximum*) e Braquiária (*Brachiaria decumbens*).

Figura 16 - cena a) vegetação ciliar consistente, cena b) ervas daninhas em margem ciliar degradada.



Fonte - Oliveira, J.L. (2018).

Áreas destinadas a recuperação ou conservação ambiental desprovidas de cobertura vegetal nativa são vulneráveis a propagação de espécies invasoras. Segundo Machado et al., (2013) as espécies invasoras apresentam maior índice de germinação com rápido povoamento de áreas abertas, têm intensa disseminação de sementes proporcionada pelo crescimento avançado e frutificação. Situação que compromete a regeneração natural e o desenvolvimento de espécies naturais, pode contribuir para o empobrecimento genético da vegetação nativa.

No mapa de vegetação nativa e cobertura predominante observa-se que, as atividades agropastoris recobrem 76,96% da extensão territorial da BHRC (quadro 10), a monocultura de cana-de-açúcar se destaca ocupando 39,19%, acompanhada por áreas de pastagens destinadas ao pastoril extensivo e intensivo.

A situação identificada valida a consolidação das políticas públicas voltadas para a apropriação e exploração dos solos direcionados a práticas da pecuária e a agricultura em larga

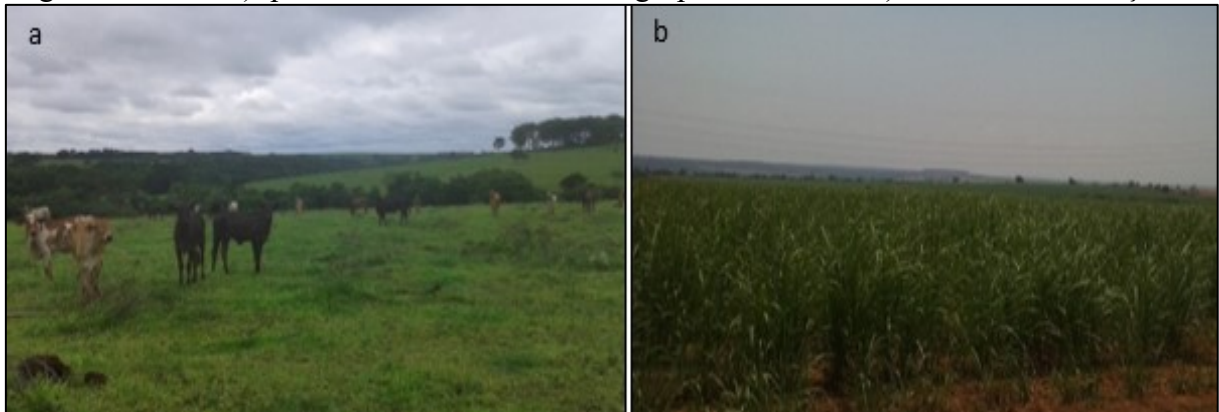
escala (figura 17). O Cenário faz parte da realidade regional, herança cultural testemunhada por marcas na paisagem que retrata as transformações ocorridas no ambiente (CARNEIRO, 1971; NEVES, 1977; RESK, 1991; SILVA, 2000; PAMPLONA & CACCIAMALI, 2017).

Quadro 10 - distribuição da vegetal nativa e cobertura predominante BHRC.

Unidade de análise	Classes de uso	Área ocupada	Percentual Área	*Valor vulnerabilidade
Vegetação Nativa e Cobertura predominante	V. ciliar/Área úmida	24,79 km ²	10,53%	1.0
	Cerrado/Cerradão	14,43 km ²	5,28%	1.1
	Cultura anual	25,03 km ²	10,64%	2.7
	Cana-de-açúcar	92,18 km ²	39,19%	2.7
	Pastagem	63,81 km ²	27,13%	2.9
	Área urbana	16,9 km ²	7,18%	2.6

Fonte - Oliveira, J.L. (2019). *Crepani et al., (2001).

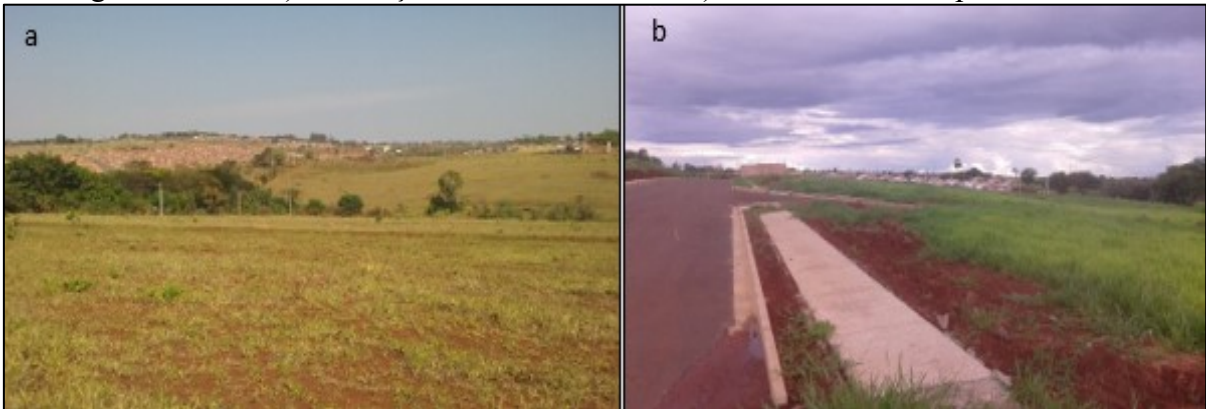
Figura 17 - cena a): pastoril extensivo domínio agropecuário, cena b) cultura cana-de-açúcar.



Fonte - Oliveira, J.L. (2019).

A classe de cobertura área urbana corresponde a 7,18% da bacia, está localizada em áreas de cabeceiras dos Córregos Desbarrancado e Sucuri, sentido o alto curso do Ribeirão Três Córregos e Conquistinha. Corresponde em parte a zona de transição Urbana/Rural da cidade de Uberaba, é visível a dinâmica de uso e ocupação dos solos nessa porção do território, tendo em vista o encontro de interesses distintos entre o setor agropastoril e imobiliário (figura 18).

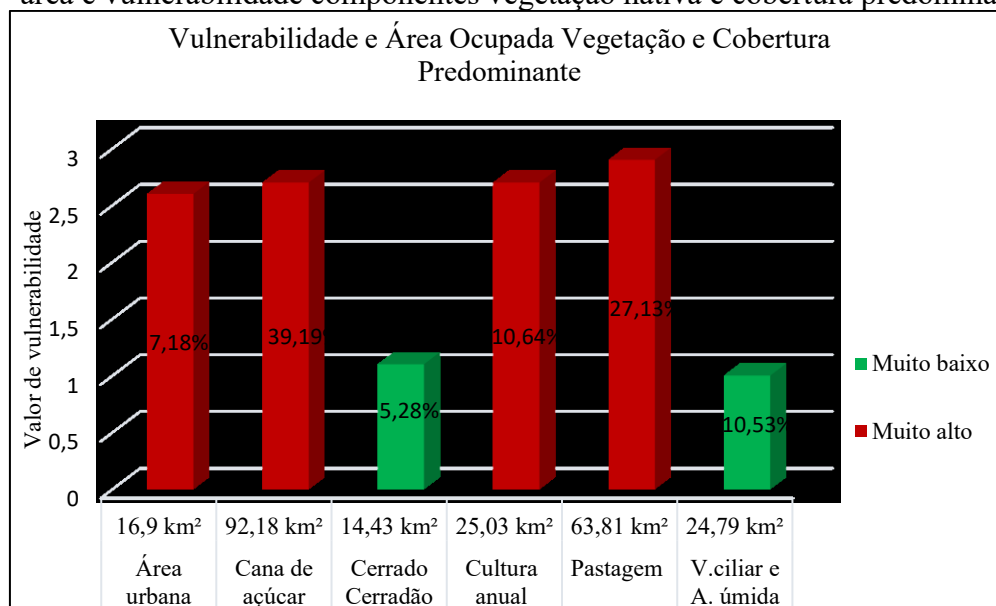
Figura 18: cena a) - transição urbano/rural, cena b): novas áreas de expansão urbana.



Fonte - Oliveira, J.L. (2019).

Segundo Crepani et al., (2001) a cobertura vegetal é um indicador de estabilidade, minimiza o impacto direto das gotas de chuva no terreno, reduz a compactação do solo e favorece a difusão dos fluxos de águas das chuvas na superfície. Considerando a análise individual sobre a unidade vegetação nativa e cobertura predominante para BHRC, a mesma se enquadra como unidade vulnerável e instável. Situação favorecida pela predominância de componentes individuais (classes de uso e ocupação) que são classificados com valores de muito alta vulnerabilidade erosiva (gráfico 3).

Gráfico 3 - área e vulnerabilidade componentes vegetação nativa e cobertura predominante.



Fonte - Oliveira, J.L. (2019).

5.2 VULNERABILIDADE EROSIVA PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO CONQUISTINHA

A vulnerabilidade erosiva é discutida como indicador de fatores potenciais à desgaste no meio físico, possibilita o conhecimento de processos naturais que contribui para alterações ou modelagem do relevo, influenciada por práticas cotidianas no uso e exploração da terra. Abordando as questões ambientais e a erosão dos solos Guerra e Mendonça (2004) relacionam a erosão a eventos de ordem natural e a constituição de componentes físicos do ambiente.

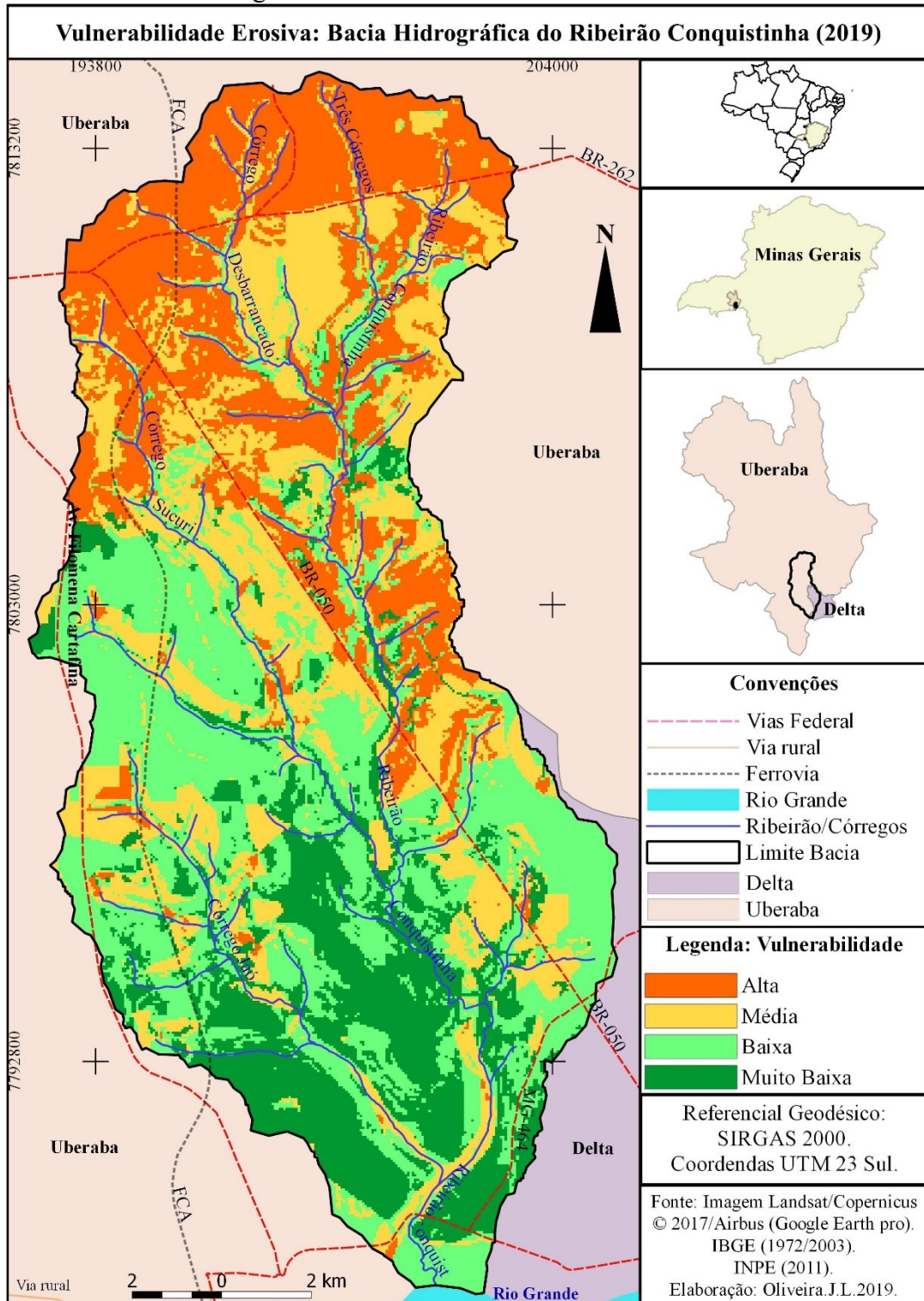
A ação antrópica é vista como potencializadora de vulnerabilidades ambientais e processos erosivos. A partir do momento que se faz o uso e o manejo do solo de forma inadequada eliminando a cobertura vegetal, há contribuição à quebra de ciclos naturais que interferem na dissipação de energias e favorecem a eventos que degradam o ambiente (GUERRA & MENDONÇA, 2004). Baccaro (2007) analisa ocorrências erosivos em regiões do Cerrado, condiciona as mesmas a dinâmicas climáticas contemporâneas atuando sobre materiais de depósitos correlativos oriundos de fases do Pleistoceno e Holoceno.

O uso da metodologia para análise sobre a vulnerabilidade erosiva da BHRC, possibilitou resultados com a identificação de 4 situações distintas dentro de uma escala que varia de alta a muito baixa vulnerabilidade erosiva, prevalece indicadores de instabilidade ou estabilidade. Traz respostas aos objetivos da pesquisa, proporcionou o conhecimento sobre os diferentes índices de vulnerabilidades contidos na área estudada (figura 19). Os dados foram obtidos através do cruzamento de informações (análise multicritérios) extraídas dos nos mapas de unidades geográficas e seus componentes.

As situações identificadas com alta vulnerabilidade à erosão ocupam área correspondente a 55.13km² (tabela 7), representam 23,43% do território (gráfico 4). Prevaecem em áreas de cabeceiras que correspondem a região Norte da bacia, ocorre no sentido Norte – Noroeste com manchas distribuídas na porção Centro Leste – Leste – Nordeste. Locais que

abrigam nascentes dos cursos hídricos: córrego Desbarrancado, córrego Sucuri, ribeirão Três Córregos e ribeirão Conquistinha.

Figura 19 - vulnerabilidade erosiva BHRC.



Fonte - Oliveira, J.L. (2019).

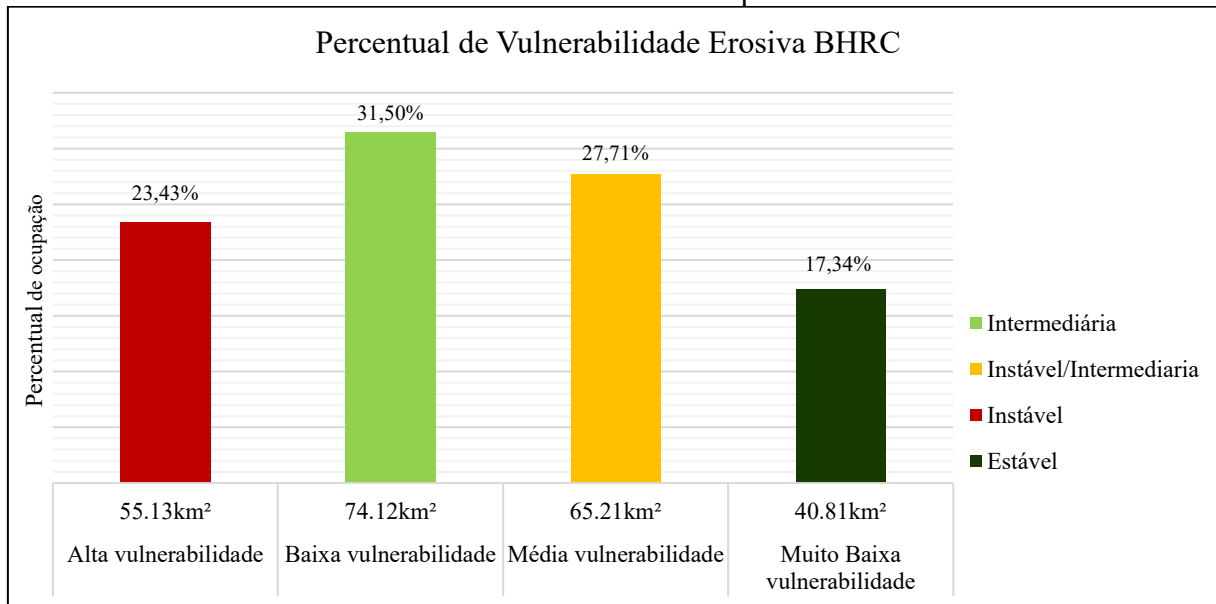
Em discussão sobre processos erosivos, preservação de áreas de risco, erosão por voçorocas em bacias hidrográficas e sistemas de drenagens Oliveira (2007) observa que, as cabeceiras de vale ou cabeceiras de drenagens podem ser classificadas como áreas potenciais a eventos erosivos.

Tabela 7 - situações de vulnerabilidade erosiva, e percentual de área ocupada BHRC.

Situação analisada	Classificação da Vulnerabilidade	Área ocupada	Percentual área	*Grau de Vulnerabilidades
Vulnerabilidade Erosiva	Alta vulnerabilidade	55.13km ²	23,43%	Instável
	Média vulnerabilidade	65.21km ²	27,72%	Instável/Intermediária
	Baixa vulnerabilidade	74.12km ²	31,50%	Intermediária
	Muito Baixa vulnerabilidade	40.81km ²	17,34%	Estável

Organização - Oliveira, J.L. (2019). *Crepani et al., (2001).

Gráfico 4 - Indicadores de vulnerabilidade erosiva e percentual de ocorrência BHRC.



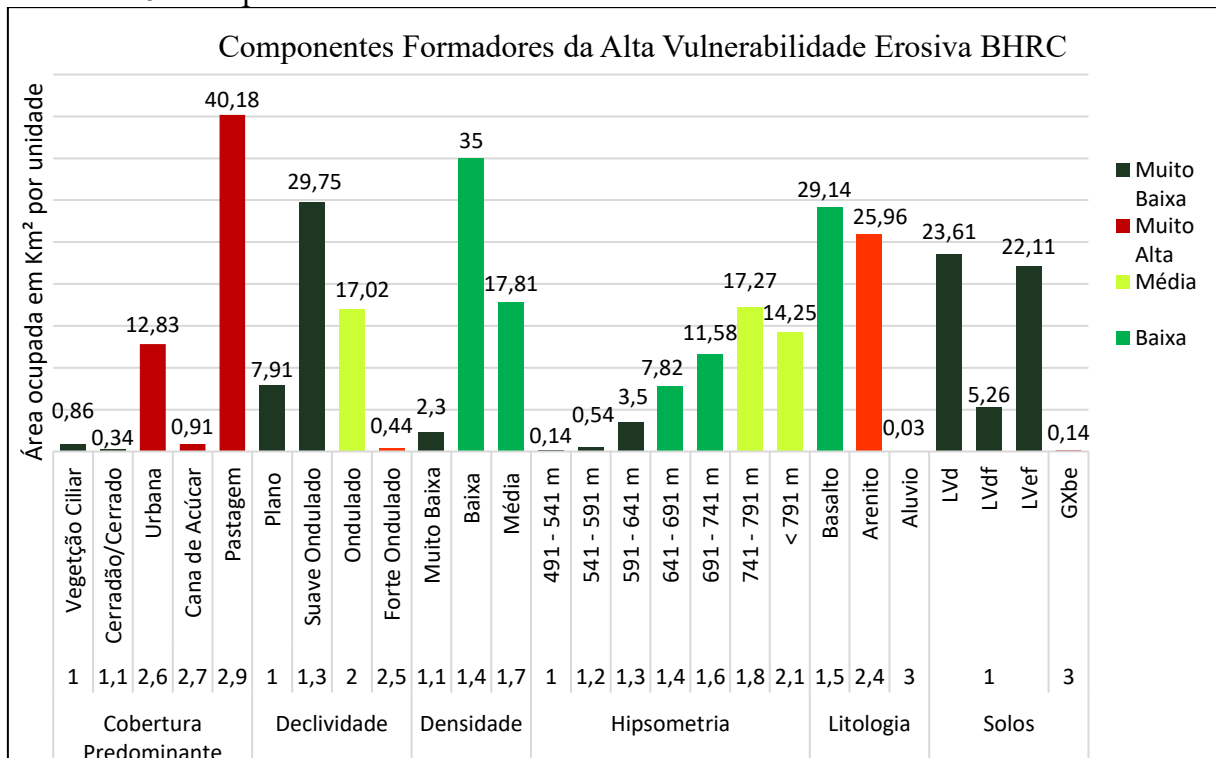
Fonte - Oliveira, J.L. (2019).

A Alta vulnerabilidade erosiva ocorre em extensão territorial que abriga zona de sobreposição entre unidades litológicas com formação Arenítica (Formação Uberaba) e

formação Basáltica (Formação Serra Geral). Predomina relevo suave ondulado com variação média de 3% a 8% de declividade, associados a relevos ondulados e forte ondulado com declividade entre 8% e 45% em faixas de terras que margeiam os cursos d'água. Apresenta intervalos altimétricos entre 641 e 851 metros e densidade de drenagem que variam de média a muito baixa densidade.

Os solos se classificam como Latossolo Vermelho Distrófico, Latossolo Vermelho Distroférico, Latossolo Vermelho Eutroférico e em menor proporção Gleissolos Háplicos. Tem uso predominante de pastagem, ocupação urbana e cana-de-açúcar. Nesse local ocorre parte da faixa de transição entre a zona urbana e a zona rural do município de Uberaba. A participação dos componentes que influenciam a alta vulnerabilidade erosiva para a BHRC pode ser observada no gráfico 5.

Gráfico 5 - componentes formadores de unidades em área de alta vulnerabilidade erosiva.



Fonte - Oliveira, J.L. (2019).

A alta vulnerabilidade erosiva identificada em diferentes locais da bacia é um alerta quanto a possibilidade de ocorrência de processos erosivos, situações de desgaste dos solos, desbarrancamento de margens ciliares e áreas desprovidas de cobertura vegetal. Retrata a necessidade de avaliação sobre as formas de uso e ocupação predominantes no território.

Frota Filho (2016) destaca que os altos níveis de vulnerabilidades a processos erosivos têm relação com o fator uso e ocupação do solo. As influências do meio físico associadas a declividade se mostram como variáveis que também elevam os indicadores de vulnerabilidades. Grigio (2003) observa que o fator uso e ocupação é relevante em análises sobre vulnerabilidades do ambiente, tendo em vista a pressão antrópica exercida sobre unidades geoambientais.

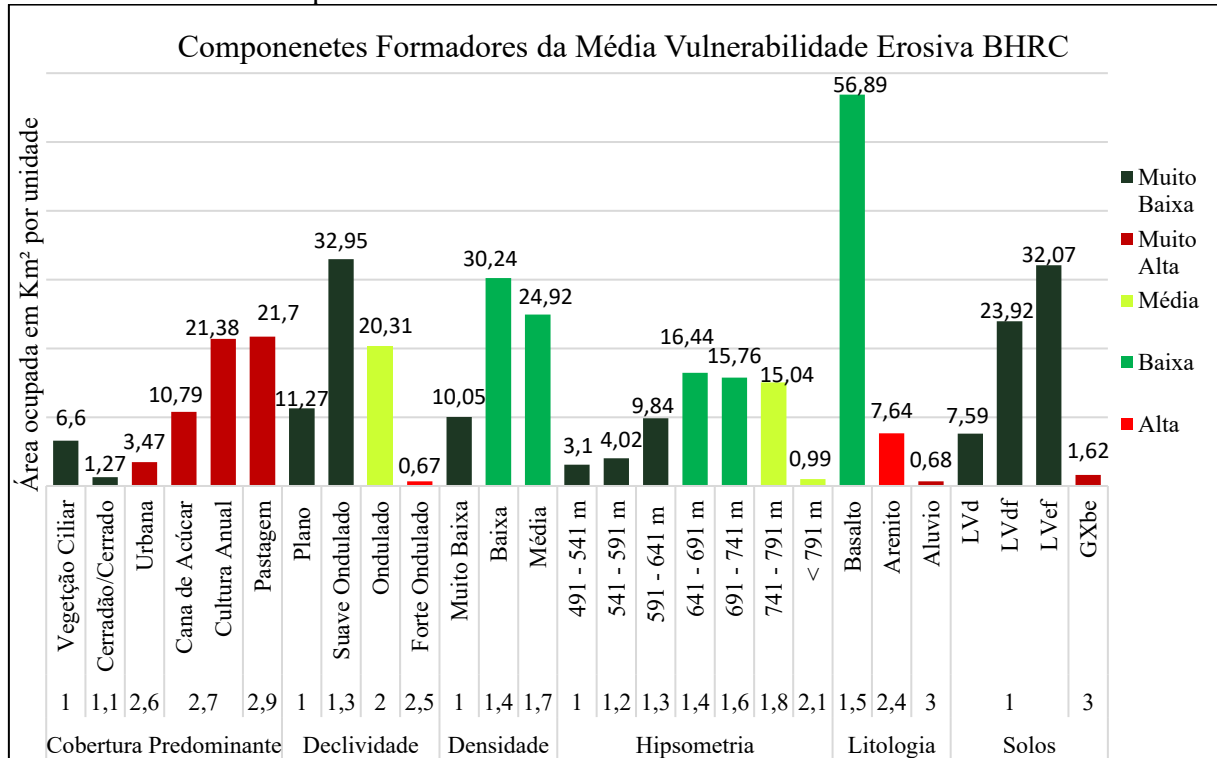
Para Fushimi (2012) a vulnerabilidade erosiva testemunha a interação entre elementos ambientais que compõem a paisagem e ações antrópicas sem o devido planejamento ambiental. As cabeceiras de drenagens em vertentes desprovidas de cobertura vegetal nativa (mata), associadas a dinâmica de uso da terra com predomínio de pastagens, são apresentados como atributos que potencializam situações de média a muito alta vulnerabilidade erosiva.

A alta vulnerabilidade é um estágio que representa situações críticas que podem evoluir a situações severas, classificadas como muito alta vulnerabilidade. Patamar crítico que sinaliza possíveis situações de degradação e impactos ambientais extremos, eventos que podem prover prejuízos produtivos e econômicos com custo elevado de recuperação do meio ambiente.

A média vulnerabilidade erosiva ocupa área correspondente a 65.21km², representa 27,71% da BHRC, predomina em zonas do alto ao médio curso do Ribeirão Conquistinha e tributários com manchas distribuídas em toda bacia. Os locais apresentam formação estrutural basáltica, ocorrências de arenito e formação aluvionar (materiais inconsolidados) em menor proporção nas áreas de confluências do Ribeirão Conquistinha com o Rio Grande. Prevalece relevo suave ondulado e ondulado com declividade de 3% a 20% (gráfico 6). Compreende áreas de Latossolo Vermelho Distroférico, Latossolo Vermelho Eutroférico, Latossolo Vermelho

Distrófico e Gleissolos Háplicos. As terras são ocupadas em maior proporção por pastagens e culturas anuais, seguido de cana-de-açúcar, área urbana e vegetação ciliar.

Gráfico 6 - componentes formadores da área de média vulnerabilidade erosiva.



Fonte - Oliveira, J.L. (2019).

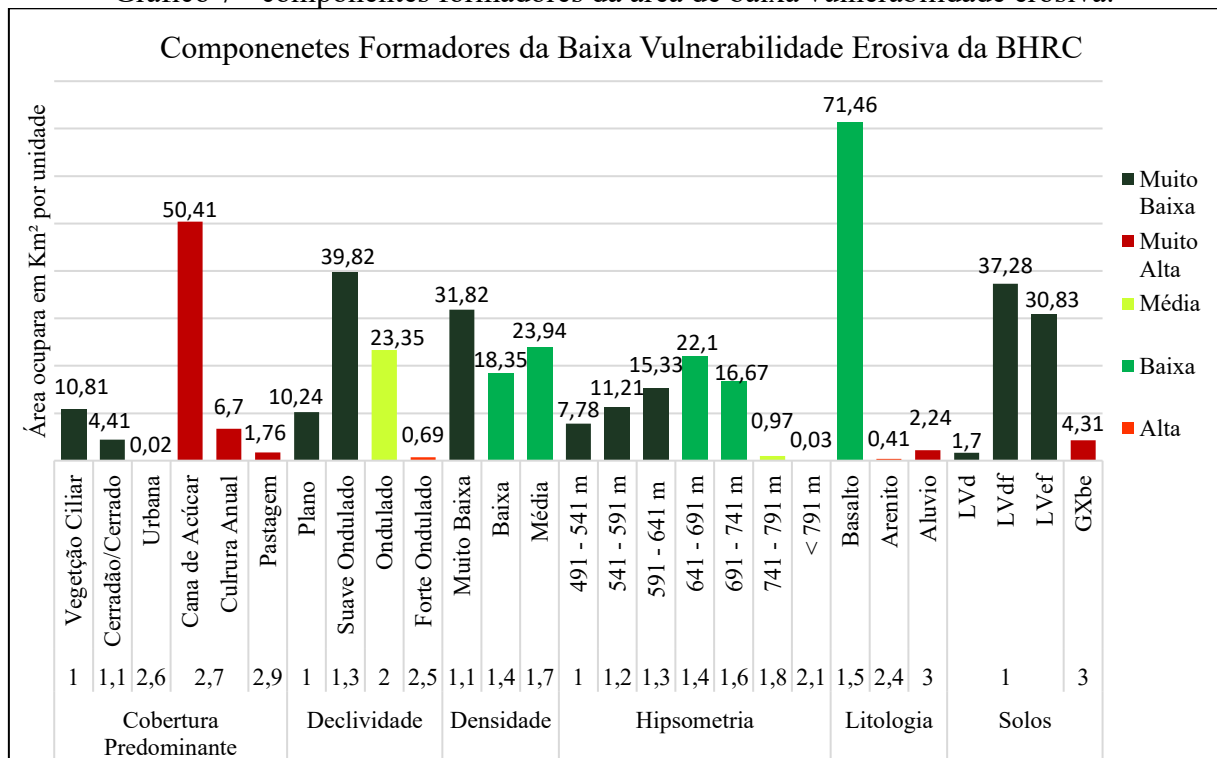
A média vulnerabilidade erosiva é um indicador que retrata estágio de transição entre ambientes que apresentam baixa vulnerabilidade erosiva e ambientes que integram áreas de alta vulnerabilidade, sinaliza a possível evolução de eventos que podem desestabilizar o meio físico. A constatação desse nível de vulnerabilidade pode contribuir para tomadas de decisões em projetos de usos e ocupação dos solos com diferentes fins de exploração.

A média vulnerabilidade representa interações entre meios estáveis e instáveis, em que, atributos físicos como os solos podem sofrer alterações de acordo com suas características minerais e estágio de desenvolvimento. As formas de uso e ocupação da terra associadas a fatores do clima (chuva) e a declividade podem alterar a categoria à níveis mais críticos,

representando maior risco a ocorrência de processos erosivos. O planejamento e a adoção de técnicas conservacionista são apresentados como alternativas que reduz a probabilidade de alteração nos níveis de vulnerabilidade em regiões específicas (FUSHIMI, 2012).

As áreas identificadas com baixa vulnerabilidade erosiva são comuns em pontos distribuídos da bacia, correspondem a 74.12km², ocorre em 31,50% do território, predominam do médio ao baixo curso do Ribeirão Conquistinha e tributários, locais com domínio de formação litológica basáltica. Compreendem faixas altimétricas entre 491 e 741 metros, tem domínio de relevo plano e suave ondulado variando de 0% a 8% de declividade (gráfico 7).

Gráfico 7 - componentes formadores da área de baixa vulnerabilidade erosiva.



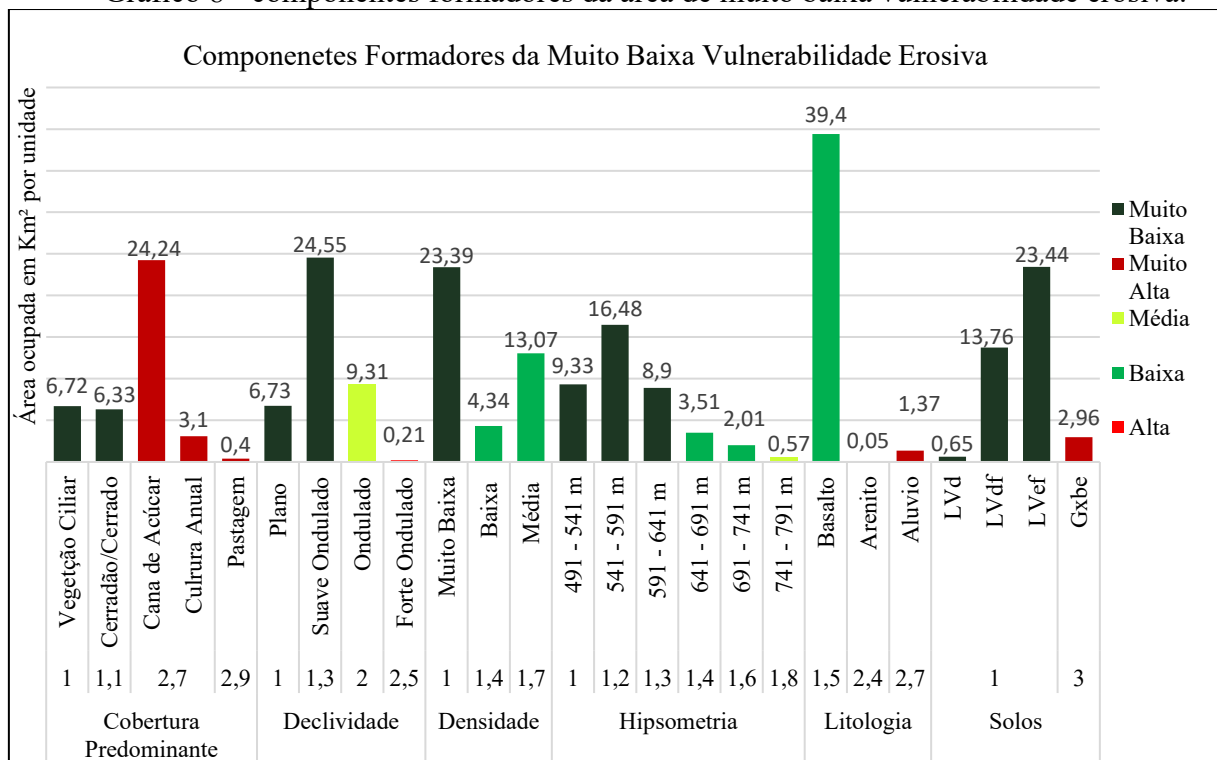
Fonte - Oliveira, J.L. (2019).

A baixa vulnerabilidade erosiva ocorre em áreas com média e muito baixa densidade de drenagem, terras compostas por Latossolo Vermelho Distroférico, Latossolo Vermelho Eutroférico e Latossolo Vermelho Distrófico e Gleissolos Háplicos. Tem uso e ocupação do

solo com predomínio de cana-de-açúcar, culturas anuais e pastagens, ocorrem áreas recobertas por vegetação ciliar e manchas de Cerrado/Cerradão.

A muito baixa vulnerabilidade erosiva ocupa 40.81km², corresponde a 17,34% da bacia, ocorre do médio ao baixo curso do Ribeirão Conquistinha e afluentes. Tem influência da dinâmica topográfica com relevos planos e suave ondulados e declividade de 0% a 8%, cotas altimétricas entre 491 e 541 metros (gráfico 8).

Gráfico 8 - componentes formadores da área de muito baixa vulnerabilidade erosiva.



Fonte - Oliveira, J.L. (2019).

A muito baixa vulnerabilidade erosiva compreende áreas da bacia que apresentam maior concentração de cobertura vegetal nativa, ambientes úmidos com formação aluvionar e composição de Gleissolos, áreas recobertas por vegetação ciliar em diferentes estágios de desenvolvimento.

6 DISCUSSÃO

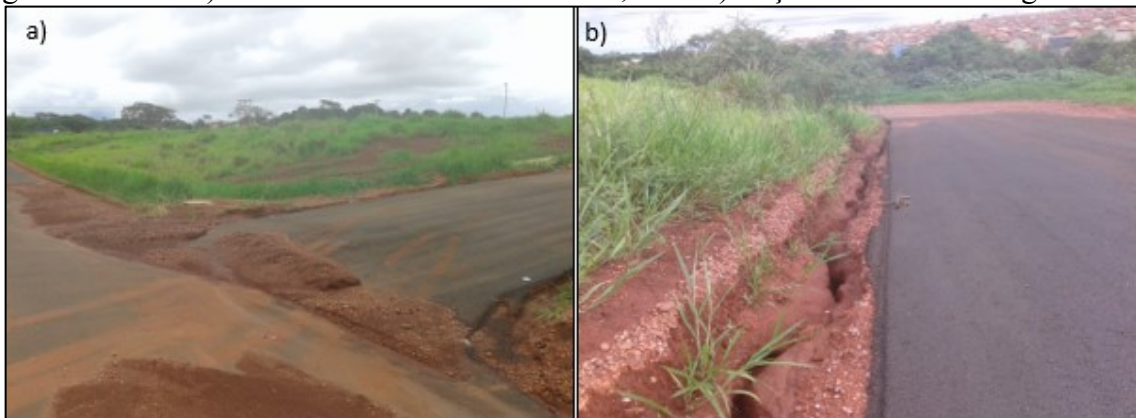
Neste capítulo são apresentados relatos e registros de campo com observações sobre as áreas analisadas, consta avaliação e recomendações para vulnerabilidades contidas na BHRC. A atividade de campo foi importante para correção e validação das informações apresentadas no mapa de vulnerabilidade erosiva.

6.1 AVALIAÇÃO E RECOMENDAÇÕES PARA A VULNERABILIDADE EROSIVA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO CONQUISTINHA

A situação de alta vulnerabilidade erosiva identificada para BHRC, é um indicador sobre a necessidade de análise e monitoramento de práticas de exploração do ambiente desenvolvidas no território. A intervenção antrópica se consolida como agente potencializador de vulnerabilidade a erosão, associada a fatores naturais de formação e transformação da paisagem.

Em análise de campo sobre situações identificadas com alta vulnerabilidade erosiva, foi constatado a ação das águas pluviais em áreas de expansão urbana, cabeiras dos córregos Desbarrancado, Sucuri e afluentes. Bancos de areia e sedimentos se acumulam em partes baixas de vias pavimentadas, locais desprovidos de construção e sistema de drenagens estão expostos a formação de canais escoadouros de origem erosiva em faixas marginas (figura 20).

Figura 20 - cena a) acúmulo de sedimentos em via, cena b) feição erosiva em margem de via.



Fonte - Oliveira, J. L. (2019).

Em ruas com ocupação consolidada, é evidente a ação dos fluxos de água que rompem ou danifica os sistemas de drenagem em períodos de chuvas e causam a degradação marginal de cursos d'água inseridos na zona urbanizada. Há a quebra de barrancos em margens ciliares e o desgaste do pavimento nas vias próximas aos mananciais (figura 21). Indicador de deficiência na estrutura urbana e nas formas de ocupação das áreas próximas a Córregos e Ribeirões em parte da faixa de transição urbana/rural que envolve a bacia.

Figura 21 - cena a) quebra de ribanceira zona urbana, cena b) córrego com margens degradada.



Fonte - Oliveira, J. L. (2018).

Nos locais de influência urbana, áreas de preservação permanente (APP) apresentam vestígios de degradação com a proliferação de ervas daninhas, esses locais são pontos preferenciais para a destinação e acúmulo de resíduos domésticos e da construção civil. Um problema que representa não conformidade e contraria a legislação ambiental em vigor.

De acordo com Salomão (2007) entre os principais fatores que contribuem para suscetibilidade erosiva em áreas urbanas pode-se citar: planejamento inadequado do sistema viário; deficiência dos sistemas de drenagem para águas pluviais e servidas; expansão urbana descontrolada com a implantação de conjuntos habitacionais sem considerar as características do meio físico. Para prevenção e controle de processos erosivos o autor observa a importância de projetos que engloba os aspectos geotécnicos e urbanísticos.

Na zona rural, em locais de alta vulnerabilidade foram observadas incisões erosivas em áreas de pastagens. Os caminhos compactados pelo movimento de ir e vim dos rebanhos se tornam linhas preferências para o escoamento das águas de chuvas, proporciona a lavagem do solo com influência para formação dos processos erosivos.

Em análise sobre bacias hidrográficas e qualidade ambiental Botelho e Silva (2004) destacam que o sistema radicular das gramíneas pode contribuir à infiltração e minimizar a perda de água e solo em pastagens. Porém, os autores observam que, o pastoreio compacta o solo e cria caminhos preferências para o escoamento das águas em superfície, elevando o risco à ocorrência de processos erosivos. Na BHRC, além das trilhas compactadas locais próximos a córregos e ribeirões apresentam quebra de ribanceiras e erosão remontante com acúmulo de sedimento nas calhas dos cursos d'água (figura 22).

Figura 22 - cena a) vestígio de erosão em pastagem, cena b) trilhas do gado em ribanceira.

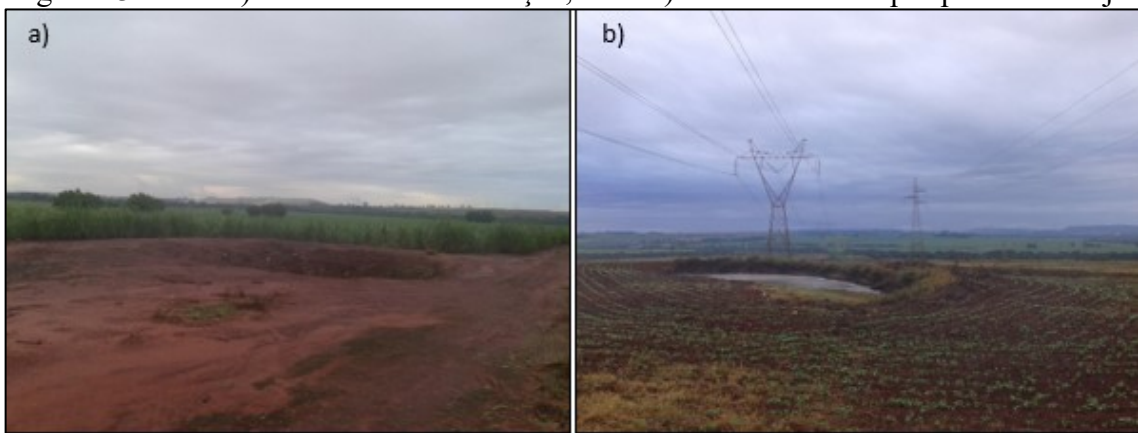


Fonte - Oliveira, J. L. (2018).

Nas áreas de cultivo agrícola foi evidenciado sistemas de bolsões e terraços com acúmulo de sedimentos (figura 23), indicador de arraste de materiais pelas águas oriundas de partes mais elevadas das vertentes, mostra a importância dos sistemas conservacionistas para minimizar os efeitos das águas de chuva, indica a necessidade de manutenção do sistema de forma periódica.

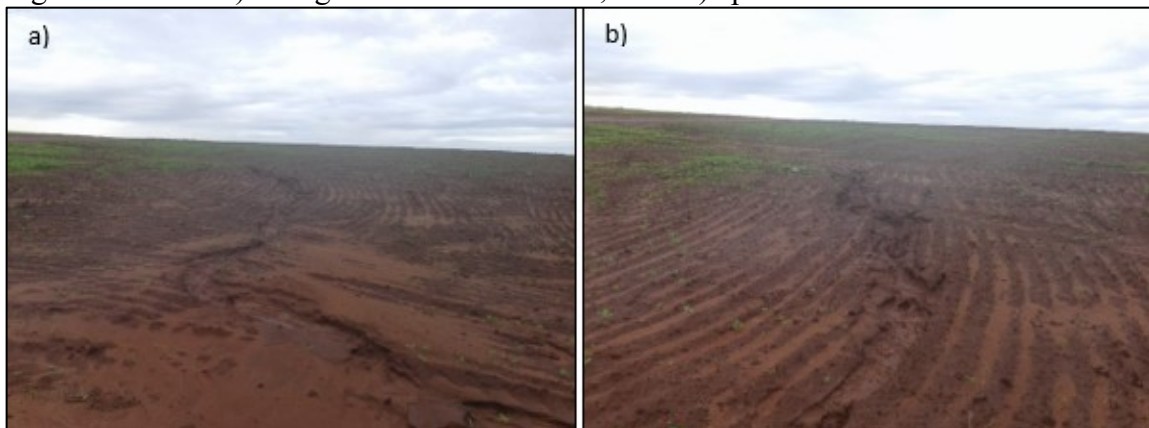
Mesmo em locais identificados com baixa vulnerabilidade erosiva de acordo com o mapeamento realizado, foi observado situações de arraste e incisões erosivas em áreas de cultivo agrícola (figura 24). O local compõe faixa territorial em que foi realizado a rotação de cultura entre cana de açúcar e soja, é um indicador sobre os cuidados técnicos a serem tomados na alteração ou substituição das culturas independente das características naturais do ambiente.

Figura 23 - cena a) bolsão sem manutenção, cena b) bolsão insolado por plantio de soja.



Fonte – Oliveira, J. L. (2018)

Figura 24 - cena a) vestígio arraste de material, cena b) aprofundamento de sulco erosivo.



Fonte - Oliveira, J. L. (2018).

Em discussão sobre a conservação dos solos e processos erosivos Lespch (2010) observa a importância do uso das práticas conservacionistas, chama a atenção sobre a necessidade de analisar as particularidades do meio físico e as formas de exploração da terra para implantar os

sistemas de conservação. Para Salomão (2007) o uso de práticas conservacionistas possibilita a infiltração, reduz o escoamento superficial das águas pluviais e minimiza a ocorrência de processos erosivos. Valle Junior (2008) observa que as alterações não planejadas no uso da terra estão entre os principais fatores relacionados a erosão e degradação do ambiente em bacias hidrográficas, é necessário considerar a capacidade suporte do solo e as características físicas.

No alto curso do Ribeirão Conquistinha e tributários, local que envolve a faixa de transição entre zona urbana e zona rural do município de Uberaba com predominância de pastagem e ocupação urbana. Bem como nos locais envolvidos pela alta vulnerabilidade para a BHRC, é indicado o uso ou aprimoramento de técnicas para prevenir ou minimizar possíveis danos associados ao arraste de matérias ou erosão do solo.

Nas áreas de expansão urbana é necessário levantamento sobre as vulnerabilidades ambientais a nível local. Não é indicado o uso de parâmetros técnicos para contenção das águas pluviais, situações de desgaste do solo e margens de vias públicas de forma generalizada, tendo em vista a dinâmica ambiental que envolve o território e peculiaridades de cada situação.

Áreas marginais de cursos d'água e nascentes precisam ser demarcadas e recuperadas com espaçamento mínimo de 30 metros na extensão de córregos e ribeirões e 50 metros no entorno das nascentes conforme a lei federal 12.651 e lei estadual 20.922 (BRASIL, 2012; MINAS GERAIS, 2013). A recuperação das APPs possibilita a criação de centuriões verdes que contribuem para o amortecimento das águas pluviais.

O sistema de drenagem urbana precisa ser reavaliado, carece da implantação de dissipadores de fluxos para as águas pluviais, a ação pode minimizar ou evitar danos na extensão final da rede e locais de recepção nas áreas externas (transição) zona urbana/rural.

É necessário o monitoramento das áreas marginais e APPs, busca por evitar o uso irregular do solo, queimadas, pastoril, deposição de resíduos domésticos, resíduos da construção civil e construções irregulares.

Para a zona rural em que predomina atividades agropastoris, é indicado o uso de práticas conservacionistas considerando as características físicas do solo e a declividade do terreno. As práticas conservacionistas do solo se classificam em: edáficas, mecânicas e vegetativas (SALOMÃO, 2007; LESPCH, 2010; ZONTA et al., 2012). As indicações direcionadas para BHRC se enquadram nas classes mecânicas e vegetativas.

Nas áreas de exploração agrícola é indicado o uso de plantio em nível, terraços, canais escoadouros e a construção de bolsões para recepção e contenção das águas de chuva.

Em áreas de pastoril extensivo é necessário o monitoramento sobre a formação de caminhos compactados provenientes do deslocamento dos rebanhos. É preciso criar barreiras de dissipação dos fluxos de águas pluviais, busca por minimizar os processos de arraste ou lixiviação nas trilhas compactadas das áreas de pastagens.

Na BHRC, é evidente a necessidade de manutenção nos sistemas de contenção das águas de chuvas tanto em áreas de exploração agrícola, quanto em áreas de pastagens. Terraços, bolsões e canais escoadouros precisam ser limpos e desassoreados antes dos períodos chuvosos.

As áreas de preservação permanente precisam ser demarcadas e cercadas para evitar o pisoteio dos rebanhos sobre olhos d'água e nascentes, é necessário a recuperação da cobertura vegetal com espécies nativas considerando a legislação ambiental em vigor, lei federal 12.651, lei estadual 20.922 (BRASIL, 2012; MINAS GERAIS, 2013).

As técnicas de conservação do solo em práticas agropastoris e a estruturação de sistemas de drenagem e vias em áreas urbanas, além de minimizar os indicadores da vulnerabilidade erosiva, possibilitam a recarga do lençol freático, reduz processos de sedimentação e assoreamento de córregos e ribeirões, contribui para conservação e equilíbrio de aspectos do meio natural para a bacia hidrográfica.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os componentes físicos geográficos ou unidades da paisagem envolvidas no desenvolvimento da pesquisa, os indicadores de vulnerabilidades a erosão para a BHRC apresentam relação entre elementos físicos do meio natural e ações antrópicas. As unidades geográficas componentes litológicos (geologia), aspectos geomorfológicos, vegetação nativa e cobertura predominante apresentam variáveis individuais que contribuem para a elevação das vulnerabilidades identificadas.

As áreas de alta vulnerabilidade erosiva presentes em 23,43% da bacia, se encontram em faixas territoriais que apresentam cotas altimétricas entre 591 a 851 metros. Estão envolvidas por uma dinâmica topográfica com interações e alterações entre os relevos plano, suave ondulado, ondulado e forte ondulado, prevalece declividade média entre 8% e 20%, com média e baixa densidade de drenagem.

Além das contribuições do meio físico natural, parte da zona de transição urbana/rural da cidade de Uberaba está envolvida na área que evidencia a alta vulnerabilidade erosiva. O uso e ocupação do solo com o predomínio de pastagens e ocupação urbana contribuíram para elevar a vulnerabilidade na extensão Norte da bacia. As ações antrópicas influenciaram também os resultados para áreas do médio curso do ribeirão Conquistinha e tributários, sentido Centro Leste – Nordeste da bacia, as terras desses locais são ocupadas por pastagens e áreas marginais desprovidas de cobertura vegetal nativa.

De forma geral, a BHRC apresenta dinâmica de uso e ocupação do solo diversificada com predomínio de atividades econômicas ligadas ao setor do agronegócio. O cultivo de cana-de-açúcar se destaca entre as demais atividades agrícolas desenvolvidas. As práticas conservacionistas identificadas em áreas de exploração agropastoris são úteis para contenção das águas pluviais, sendo que, o devido monitoramento e conservação das estruturas (bolsão,

terraços, canais escoadouros) podem minimizar possíveis ocorrências de eventos degradantes relacionados a alta vulnerabilidade erosiva.

A média vulnerabilidade erosiva que ocorre em 27,72% da bacia, representa situações de transição entre a baixa e a alta vulnerabilidade. É um alerta para a adoção de medidas preventivas em atividades agropastoris. Pode contribuir para o planejamento estrutural de vias públicas e sistemas de drenagens para águas pluviais em áreas de expansão urbana. Possibilita o desenvolvimento de projetos que minimiza a evolução de processos erosivos e perdas de solo.

Nos locais com baixa e muito baixa vulnerabilidade erosiva, a cobertura vegetal nativa e as áreas ciliares em processo de regeneração se mostraram como fator de equilíbrio natural. Mesmo ocorrendo em locais com formação aluvionar e domínio de Gleissolos, componentes naturais classificados com o mais alto nível de vulnerabilidade (valor 3.0), o ambiente não apresenta indicadores de alta vulnerabilidade erosiva. Situações identificadas nas áreas de confluência do córrego Jaó com o ribeirão Conquistinha e áreas influenciadas pela desembocadura do ribeirão Conquistinha com o Rio Grande.

O uso da metodologia proposta por Crepani et al., (2001), associada a técnicas do geoprocessamento com subsídio de ferramentas do sistema de informação geográfica e a aplicação de metodologia de análise multicritério foram úteis. Contribuíram para atender perspectivas de desenvolvimento da pesquisa, possibilitaram respostas aos objetivos do trabalho com a identificação das situações de vulnerabilidades erosiva contidas na BHRC.

Apesar da generalização dos valores atribuídos aos componentes formadores das unidades geográficas ou unidade de paisagem, em que, o valor de vulnerabilidade se mostra mais importante do que a extensão em área ocupada pelo componente. A metodologia se mostrou eficaz, sendo necessário conhecimento prévio por parte do pesquisador sobre a área em estudo ou o desenvolvimento de atividades de campo para análise, correção e validação dos resultados obtidos.

A BHRC apresenta situações de estabilidade, tendo em vista que não foram identificadas variáveis com indicadores predominantes classificados com muito alta vulnerabilidade erosiva, patamar que estaria relacionado a eventos instáveis. Considerando que a proposta metodológica utilizada parte do conceito de Ecodinâmica de Tracart de 1977, na área pesquisada prevalece situações estáveis e situações intermediárias. Pode representar um equilíbrio entre processos de pedogênese e morfogênese. Há indicadores de possível evolução a situações de instabilidade de acordo com as atividades antrópicas desenvolvidas no território. É necessário o devido planejamento no uso e exploração dos recursos naturais (solos, água e vegetação), considerando a dinâmica ambiental que envolve a bacia.

As respostas obtidas no desenvolvimento da pesquisa representam um recorte da realidade, envolvem situações de uso e exploração do meio ambiente natural e as vulnerabilidades que são potencializadas por ações antrópicas. O estudo traz contribuições para o entendimento sobre a dinâmica do ambiente que caracteriza a BHRC, é ferramenta útil para projetos de zoneamento ambiental e possível revisão de políticas no planejamento de uso e exploração do ambiente na área analisada.

REFERÊNCIAS

- AB’SÁBER, A. N. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê editorial, 2003. 153 p.
- ABDALA, V. L. Diagnóstico hídrico do rio Uberaba – MG como subsídio para a gestão das áreas de conflito ambiental. 2012. 64 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2012.
- ALMEIDA, L. Q. de. Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. 2010. 278 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Região metropolitana de Fortaleza - Ceará, 2010.
- ASSEMAE – Associação Nacional dos Serviços Municipais em Saneamento. Codau e prefeitura inauguram nova ETE. Uberaba, 2017. Disponível em: <<http://www.assemae.org.br/regional-minas-gerais/regional-minas-gerais-noticia/item/2925-codau-e-prefeitura-inauguram-ete>>. Acesso em 26/12/2018.
- BACCARO, C. A. D. Processos Erosivos no Domínio do Cerrado. In: GURRRA, A. J. T, SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Org.). Erosão e Conservação dos Solos – Conceitos, Temas e Aplicações. 3ª ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2007. p. 195 – 223.
- BACCARO, C. A. D.; FERREIRA, I. L.; ROCHA, M. R.; RODRIGUES, S. C. Mapa Geomorfológico do Triângulo Mineiro: Uma Abordagem Morfoestrutural-Escultural. Revista Sociedade & Natureza, Uberlândia. v. 13, n. 25. 115 – 117, jan/dez, 2001.
- BARBOSA, Y. B. Estudo de vulnerabilidade a erosão da bacia hidrográfica do ribeirão do Pântano (São Carlos, Analândia e Descalvado – SP). 2010. 148 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos – SP, 2010.
- BARCELOS, J. H. Geologia Regional e Estratigrafia Cretácica do Triângulo Mineiro. In: Revista Sociedade & Natureza, Uberlândia, 5 (9 e 10): p. 9-24, janeiro/dezembro 1993.
- BECKER, F. J. Aplicações de Sistema de Informações Geográficas em Ecologia e Manejo de Bacias Hidrográficas. In: SCHIAVETTI, A. CAMARGO, A. F. (Org.). Conceitos de bacias hidrográficas teorias e aplicações. Ilhéus, Ba: Editus, 2005. Cap. 4, p. 91 – 110.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. 8ª. ed. São Paulo: ícone, 2012. 355p.
- BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: A. C. VITTE. A. J. T. GUERRA (Org.). Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 153 – 188.
- BOTELHO, R. G. M. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. In: GURRRA, A. J. T, SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (org.). Erosão e Conservação dos Solos – Conceitos, Temas e Aplicações. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 3ª ed., 2007. p. 269 – 293.

BRASIL. Lei 9.433. Institui a política nacional de recursos hídricos, cria o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em 02/02/2018.

BRASIL. Lei 12.651. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_atos2011-2014/2012/lei/12651.htm>. Acesso em 02/02/2018.

CÂMARA, G.; CASANOVA, A. M.; HEMERLY, A. S.; MAGALHÃES, G. C.; MEDEIROS, C. B. Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica. Rio de Janeiro, abril de 1996. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/anatomia.pdf>>. Acesso em: 28/12/2018.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. Introdução à ciência da geoinformação. São Jose dos Campos - SP. INPE, 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em 28/12/2018.

CARNEIRO, I. Solos agricultáveis. In: Recursos naturais, meio ambiente e poluição - 1. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.

CASSETI, V. Geomorfologia. [S.l.]: [2005]. Disponível em: <http://www.funape.org.br>. Acesso em 20/02/2018.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. edição. São Paulo. Edgard Blucher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. 1981. A variabilidade espacial e temporal da densidade de drenagem. Not. Geomorfológica, v. 21, n. 42, p. 3-22.

CODEMIG – Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais, 2017. Programa de mapeamento geológico do Estado de Minas Gerais, projeto Triângulo Mineiro. Folhas Uberaba – Igarapava, escala 1:100.000. Belo Horizonte.

CONTI, J. B. Clima e Meio Ambiente. 7ª edição. São Paulo: Editora Atual, 2011. 96 p.

CREPANI, E. et al. Sensoriamento remoto a geoprocessamento aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial. São José dos Campos, 2001. 124 p. (INPE-8454-PRQ/722).

CUNHA, R. C. “Análise da influência das variáveis ambientais na determinação das vulnerabilidades da bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão, São Carlos – SP”. 2012. 103 f Dissertação (Mestrado em Engenharia da Energia). Núcleo de Estudos Ambientais, Planejamento Territorial e Geomática – NEPA. Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG, 2012.

CUNHA, S. B. da.; GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). Geomorfologia e Meio ambiente. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 8ª ed., 2010. p. 337 – 381.

CURI, N.; CARMO, D.N.; BAHIA, V. G.; FERREIRA, M. M.; SANTANA, D. P. Problemas relativos ao uso, manejo e conservação do solo em Minas Gerais. *Inf. Agropec.*, Belo Horizonte, 1992. v. 16, n 176, p. 5 – 16.

DIAS, M. A. F. S.; SILVA, M. G. A. J. Para entender tempo e clima. In: CALVACANTE. I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. J.; DIAS, A. F. S. (Org.). *Tempo e Clima no Brasil*. São Paulo, Oficina de texto, 2009. p. 15 – 21.

DIAS, J. E; GOES, M. H. B; SILVA, J. X; GOMES, O. V. O. Geoprocessamento Aplicado à Análise Ambiental: O Caso do Município de Volta Redonda – RJ. In: SILVA, J. X.; ZAIDAN, R. T. (Org.). *Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 143 – 176.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5ª ed., rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018.

_____. Mapa de reconhecimento dos solos do Triângulo Mineiro. Escala 1:500.000. EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ), 1980. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/103158/1/Reconhecimento-Dos-Solos-do-Triangulo-Mineiro.pdf>>.

FAVARO, A.; GRANADOS, D. T.; ANHÊ, A. C. B. M.; SENHUK, A. P. M. S. Uso de *Tradescantiapallida* para biomonitoramento da poluição aquática. I Simpósio Internacional de Águas, solos e Geotecnologias – SASGEO. Uberaba, 2015. Disponível em: <<http://www.sasgeo.eco.br/index.php/2015/cred/paper/viewFile/165/60>>. Acesso em: 26/12/2017.

FERNANDES, L. A. Mapa litoestratigráfico da parte oriental da Bacia Bauru (PR, SP, MG), escala 1:1.000.000. In: *Boletim Paranaense de Geociências*, n. 55, p. 53 – 66, 2004. Editora UFPR. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br>>. Acesso em 06/06/2018.

FROTA FILHO, A. B. da. Análise da vulnerabilidade erosiva da Bacia Hidrográfica Colônia Antônio Aleixo. 2016. 199 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas. Manaus-AM, 2016.

FUSHIMI, M. Vulnerabilidade Ambiental aos processos erosivos lineares nas áreas rurais do município de Presidente Prudente -SP. 2012. 141 f. Dissertação (Mestrado). FCT –UNESP. Presidente Prudente, 2012.

GOOGLE EARTH. Como as imagens são coletadas: quando as imagens são coletadas. Disponível em: <<https://support.google.com/earth/answer/6327779?hl=pt-BR>>. Acesso em: 04/01/2018.

GUEDES, L. S. Contribuição para o diagnóstico socioambiental da microrregião de Araguaína – TO. 2014. 185 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Uberlândia – MG, 2014.

GOMES, D. D. M. Geoprocessamento aplicado a análise da vulnerabilidade à erosão na bacia hidrográfica do Rio Jaíba – Ceará. 2011. 138 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará – Centro de Ciências, Departamento de Geologia, Fortaleza, 2011.

GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. S. Erosão Dos Solos e a Questão Ambiental. In: A. C. VITTE. A. J. T. GUERRA (org.). Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 225 – 251.

GRIGIO, A. M. Aplicação de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental do município de Guamaré (RN): simulação de risco às atividades da indústria petrolífera. 2003. 222 p. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico de uso da terra. IBGE, 3ª edição ano 2013. Disponível em:
<<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>>. Acesso em 01/11/2017.

_____. População estimada. IBGE, 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em 26/12/2018.

_____. Percentual da população com rendimento nominal mensal per capita de até 1/2 salário mínimo. IBGE, Censo Demográfico 2010. Disponível em:
<<https://cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 26/12/2018.

_____. Produção Agrícola – Lavoura Temporária. IBGE, estimativa 2017. Disponível em:
<<https://cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em:26/12/2018.

_____. Mapeamento de Recurso Naturais do Brasil escala 1:250.000. Rio de Janeiro, IBGE: Diretoria de Geociências Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 8p., 2018.

_____. Mapa de Geomorfologia, 2003. Escala 1:250.000. Disponível em:
<<https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/informacoes-ambientais/geomorfologia>>. Acesso em: 26/12/2018.

_____. Mapa de Pedologia, 2003. Escala 1:250.000. Disponível em:
<<https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/informacoes-ambientais/pedologia>>. Acesso em: 07/01/2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Normais Climáticas do Brasil. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/clima/normaisclimatologicas>>. Acessos em 06/12/2017.

JACOMINE, P. K. T. A Nova Classificação Brasileira de Solos. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônoma, Recife, 2009. 161-179. Disponível em:
<<http://www.ead.codai.ufrpe.br/index.php/apca/article/viewFile/178/161>>. Acesso em 07/01/2019.

LEITE, E. F. Caracterização, diagnóstico e zoneamento ambiental: exemplo da bacia hidrográfica do Rio Formiga – TO. 2011. 228 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

- LEPSCH, I. F. Formação e conservação dos solos. São Paulo (SP): Oficina de Textos, 2002. 178 p.
- LEPSCH, I. F. Formação e conservação dos solos. 2. ed. São Paulo (SP): Oficina de Textos, 2010. 216 p.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 5.ed. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2008. v. 1. 384 p.
- MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: O estado da arte e inovações tecnológicas. R. Bras. Zootec., v.38, p.133-146, 2009 (supl. especial).
<https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001300015>.
- MACHADO, F. B. M.; FERREIRA, A. M.; FRANCHI, T.; SILVA, R. C. F.; ASSIS, L. C. Relação da qualidade da água e cobertura da terra em microbacia antropizada do Cerrado Mineiro. In: Revista de Ciências Agroambientais, Alta Floresta, MT, UNEMAT – ISSN 1677-6062 v.14, n.1. 2016. p. 28 - 36.
- MACHADO, V.M.; SANTOS, J.B.; PEREIRA, I.M.; LARA, R.O.; CABRAL, C.M.; AMARAL, C.S. Avaliação do banco de sementes de uma área em processo de recuperação em cerrado campestre. In: Planta daninha vol.31 no.2 Viçosa abr./jun. 2013.
- MARANDOLA JR., E.; HOGAN, D. J. Vulnerabilidades e riscos: entre Geografia e Demografia. XIV Encontro Nacional de Estudos Populacionais. Grupo de Trabalho “População e Meio Ambiente”. Associação Brasileira de Estudos Populacionais – ABEP. Caxambu/MG – Brasil, setembro de 2004. 24p.
- MEDEIROS, L. C.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, L. G. Avaliação de modelos digitais de elevação para delimitação automática de bacias hidrográficas. Revista Brasileira de Cartografia, V. 61 n. 2, p. 137-151. 2009. Disponível em:
<http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44844>. Acesso em: 06/05/2018.
- MIRANDA, J. I. O que é um sistema de informação geográfica. In: MIRANDA, J. I. Fundamento de Sistemas de Informações Geográficas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. cap. 1, p. 19 - 38.
- MIRANDA, J. I. Usando o Google Earth para publicar dados proprietários. Campinas – SP: Embrapa Informática Agropecuária, 2006. 42 p.
- MINAS GERAIS. Lei 20.922. Dispõe sobre as políticas florestais e de proteção à biodiversidade no Estado. Disponível em:
<<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=30375>>. Acesso em 02/02/2018.
- MOREIRA, M. et al. Uso de imagens do Google Earth capturadas através do software stitchmap e do TM Landsat-5 para mapeamento de lavouras cafeeiras – nova abordagem metodológica. In: Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto, 15, 2011, Curitiba. Anais. Curitiba: INPE, 2011. p. 0481- 0488.

MOURA, A. C. M. Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em análise de multicritérios. In: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE. p. 2899-2906.

NEVES, J. C. Áreas e recursos florestais do Estado de Minas Gerais. In: Recursos naturais, meio ambiente e poluição - 2. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.

NISHIYAMA, L. Geologia do município de Uberlândia e áreas adjacentes. In: Sociedade & Natureza. Uberlândia: IG/UFU, v. 1, n. 1, 1989, p. 9-16.

NOVAIS, G.T. Caracterização climática da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e do entorno da Serra da Canastra (MG). 175 f. 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, UFU, Uberlândia, 2011.

NOVO, E. M. L. de M.; PONZONI, F. J. Introdução ao Sensoriamento Remoto. São José dos Campos – SP, 2001. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/Miguel/AlunosPG/Jarvis/SR_DPI7.pdf>. Acesso em 08/01/2018.

NUNES, L. H.; VICENTE, A.K; CANDIDO, D. H. Clima da Região Sudeste do Brasil. In: CALVACANTE. I. F. A.; FERREIRA, N. J; SILVA, M. G. J; DIAS, A. F. S. (Org.) Tempo e Clima no Brasil. São Paulo, Oficina de texto, 2009. p. 243 – 256.

OLIVEIRA, J. L. de.; ABDALA, V. L. Análise sobre o uso e ocupação do solo no alto curso do Ribeirão Conquistinha em Uberaba – Minas Gerais. In: 3ª Simpósio de Pós-graduação do IFTM. 2016, Uberaba. Anais, SIMPÓS IFTM, v. 3 / 2016, Uberaba/MG/ ISSN 2359-0130. Disponível em: <http://www.iftm.edu.br/simos/2016/Trabalhos/20160109>. Acesso em: 10/01/2019.

OLIVIVEIRA, L.A. Análise da qualidade de obtenção de classes de solos, no município de Uberlândia/MG, utilizando-se sistema de informação geográfica – SIG. In: Caminhos de Geografia - revista on line. Uberlândia V. 13, n. 44 Dez/2012 p. 113–127.

OLIVEIRA, M. A. T. Processos Erosivos e Preservação de Áreas de Risco de Erosão Por Voçorocas. In: GURRRA, A. J. T, SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (org.). Erosão e Conservação dos Solos – Conceitos, Temas e Aplicações. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 3ª ed., 2007. p. 60 – 94.

PALMIERI, F.; LARACH, J.; Olmos I. Pedologia e Geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.). Geomorfologia e Meio ambiente. 8ª ed. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil 2010. p. 59 – 119.

PAMPLONA, J. B.; CACCIAMALI, M. C. O paradoxo da abundância: recursos naturais e desenvolvimento na América Latina. In: Estudos avançados, vol. 31 n. 89. São Paulo, jan./abr. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v31n89/0103-4014-ea-31-89-0251.pdf>. Acesso 06/06/2018.

PEREIRA, L. C.; TÔSTO, S. G. Zoneamento da erosão do solo como instrumento de planejamento ambiental. In: Anais do Simpósio de Usos, Manejo e Gestão dos Recursos Naturais, Conferência da Terra – Fórum Internacional do Meio Ambiente. João Pessoa, PB: UFPB, 2012. Disponível em: <<http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br>>.

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

PORTO, C. G. Intemperismo em regiões tropicais. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). *Geomorfologia e Meio ambiente*. 8ª ed. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil 2010. p. 25 – 54.

RESCK, D. V. S. Uso dos solos no Brasil Central. Planaltina: EMBRAPA – CPAC, 1991, 29 p. (EMBRAPA – CPAC. Documentos 35).

RIBEIRO, L. C. B. Geoparque Uberaba - Terra Dos Dinossauros do Brasil. 2014. 214 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências – UFRJ - Programa de Pós-Graduação em Geologia. Rio de Janeiro, 2014.

ROSA, R. Geotecnologias na geografia aplicada. *Revista do Departamento de Geografia*. V.16, p. 81-90, 2005. <https://doi.org/10.7154/RDG.2005.0016.0009>.

ROSA, R. Introdução ao Geoprocessamento. Laboratório de Geoprocessamento. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, junho de 2013. p. 142. Apostila.

ROSA, R.; BRITO, J. L. S. Introdução ao geoprocessamento: Sistema de informação geográfica. Uberlândia: EDUFU, 1996. 104 p.

ROSOT, M. A. D. et al. Uso de imagens históricas no aplicativo Google Earth para avaliação de mapas temáticos. Embrapa Florestas, 2010. Comunicado técnico, 267. 7 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/30562/1/CT267.pdf>>. Acesso 01/11/2017.

ROSS, J. *Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental*. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. P. 62 – 147.

SALOMÃO, F. X. T. Controle e Prevenção Dos Processos Erosivos. In: GURRRA, A. J. T, SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Org.). *Erosão e Conservação dos Solos – Conceitos, Temas e Aplicações*. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 3ª ed., 2007. p. 229 – 265.

SILVA, L. L. O papel do estado no processo de ocupação das áreas de Cerrado entre as décadas de 60 e 80. In: *Caminhos de Geografia, Uberlândia*, V. 2, n. 2, 2001. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15251/8552>>. Acesso em 08/01/2017.

SILVA, M. F.; MARTINS, P. D.; SANTOS, A. P. M. Análise da qualidade ambiental da área de expansão de Uberaba-MG na microbacia do Ribeirão Conquistinha. In: periódico eletrônico “Fórum Ambiental da Alta Paulista”, V.10, n 12. Ano 2014. Disponível em: <http://amigosdanatureza.org.br/publicações/index.php/fórum_ambiental/articleview/905>. Acesso em: 26/12/2017.

SOARES, A. M. *A dinâmica Hidrológica na bacia do alto curso do rio Uberabinha – Minas Gerais*. 2008. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. *Biota Neotrop.* vol.10 no.4 Campinas out./dez. 2010. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/pt/fullpaper?bn01110042010+pt>>. Acesso em: 26/01/2018.

UBERABA - Prefeitura Municipal de Uberaba. Uberaba também é destaque na genética para a avicultura, ano 2010. Disponível em: <<http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/conteudo,11440>>. Acesso em 26/12/2018.

UBERABA - Prefeitura Municipal de Uberaba. Codau lança obras da ETE Conquistinha e entrega interceptor Maracanã. Uberaba 2011. Disponível em: <<http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/conteudo,17479>>. Acesso 26/12/2018.

VALLE JUNIOR, R. F. Diagnóstico de áreas de risco de erosão e conflito de uso dos solos na bacia do rio Uberaba. 2008. 222 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2008.

VALERIANO, M. M.; ROSSETTI, D. F., 2010. Topodata: seleção de coeficientes Geoestatístico para o refinamento unificado de dados SRTM. São José dos Campos, SP: INPE: Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais (INPE-16701-RPQ/853). 74p., 2010.

VALERIANO, M. M. Topodata: guia para utilização de dados geomorfológicos locais. São José dos Campos, SP: INPE: Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais (INPE-15318-RPE/818). 72p., 2008.

VALERIANO, M. M.; ALBUQUERQUE, P. C. G. Topodata: processamento dos dados SRTM. São José dos Campos, SP: INPE: Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais (INPE-16702-RPQ/854). 79p., 2010.

VEYRET, Y.; RICHEMOND, N. M. Definições e vulnerabilidades do risco. In: VEYRET, Y. (Org.). *Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente*. Tradução Dílson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007. p. 25-46.

ZONTA, J. H. et al. Práticas de conservação de solo e água. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2012. 21 p. (Embrapa Algodão. Circular técnica, 133). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/928493/1/CIRTEC133tamanhografica2.pdf>>. Acesso em 27/11/2018.