

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

CAIO FARIA DA CUNHA BARBOSA ADORNO

**ANÁLISE DO MEIO FÍSICO COMO SUBSÍDIO À DEFINIÇÃO DE DIRETRIZES
EM PLANOS DIRETORES MUNICIPAIS NO TRECHO MÉDIO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO SAPUCAÍ-MG**

**ALFENAS/MG
2022**

CAIO FARIA DA CUNHA BARBOSA ADORNO

**ANÁLISE DO MEIO FÍSICO COMO SUBSÍDIO À DEFINIÇÃO DE
DIRETRIZES EM PLANOS DIRETORES MUNICIPAIS NO TRECHO
MÉDIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SAPUCAÍ-MG**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geografia (PPGeo) da Universidade Federal de Alfnas (UNIFAL-MG) como requisito final para obtenção do título de Mestre em Geografia. Área de concentração: Análise Sócio-Espacial e Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Clibson Alves dos Santos

Alfnas/MG
2022

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas
Biblioteca Unidade Educacional Santa Clara

Adorno, Caio Faria da Cunha Barbosa.

Análise do meio físico como subsídio à definição de diretrizes em planos diretores municipais no trecho médio da bacia hidrográfica do rio Sapucaí - MG / Caio Faria da Cunha Barbosa Adorno. - Alfenas, MG, 2022.

104 f. : il. -

Orientador(a): Clibson Alves dos Santos.

Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2022.

Bibliografia.

1. Geossistemas. 2. GTP. 3. Ordenamento Territorial. 4. Geomorfologia.
I. Santos, Clibson Alves dos, orient. II. Título.

CAIO FARIA DA CUNHA BARBOSA ADORNO**ANÁLISE DO MEIO FÍSICO COMO SUBSÍDIO À DEFINIÇÃO DE DIRETRIZES EM PLANOS DIRETORES MUNICIPAIS NO TRECHO MÉDIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SAPUCAÍ-MG**

A Banca examinadora abaixo-assinada aprova a Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Análise Sócio-espacial e Ambiental.

Aprovada em: 14 de março de 2022

Prof. Dr. Clibson Alves dos Santos

Instituição: Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL-MG

Prof. Dr. Felipe Gomes Rubira

Instituição: Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL-MG

Prof. Dr. André Matheus Barreiros

Instituição: Universidade de São Paulo



Documento assinado eletronicamente por **Clibson Alves dos Santos, Professor do Magistério Superior**, em 15/03/2022, às 13:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Felipe Gomes Rubira, Professor do Magistério Superior**, em 16/03/2022, às 13:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **André Mateus Barreiros, Usuário Externo**, em 23/03/2022, às 08:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unifal-mg.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0691484** e o código CRC **2A97E2AD**.

Dedico este trabalho à universidade pública.

“For even the very wise cannot see all ends”

J. R. R. Tolkien (1954).

AGRADECIMENTOS

Nada seria possível sem o apoio familiar. Sou e sempre serei grato aos meus pais, Nerita e Marco por proporcionarem o melhor para mim. Aos meus irmãos, Helena e Bruno, por compartilharem a vida comigo.

Sinto-me honrado por ter sido orientando e ter trabalho junto do Prof. Dr. Clibson Alves dos Santos. Um excelente profissional que me proporcionou ensinamentos e experiências incríveis dentro da Geografia e da vida. Sem ele, essa pesquisa não seria possível.

Ao Programa de Pós Graduação em Geografia da UNIFAL-MG que, com professores maravilhosos e atenciosos, me norteou dentro dessa ciência espetacular que é a Geografia.

Agradeço a eterna família Emboscada, que durante os meus anos como estudante, sempre esteve comigo e abrilhantou a minha vida em Alfenas – MG. Junto dela, os meus amigos de sempre, de minha cidade natal.

Sou imensa e eternamente grato à universidade pública!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

O desenvolvimento da sociedade tem sido acompanhado de uma lógica de pensamento que a coloca como uma força dominante em relação à natureza. O processo de transformação da paisagem é carregado por interesses particulares que comprometem os recursos naturais e evidenciam a arrogância humana. A abordagem sistêmica modificou a maneira de se trabalhar as questões relativas à sociedade e a natureza e, na Geografia Física, foi o paradigma geossistêmico que passou a vigorar sobre o modo de se analisar a paisagem com preocupações nesta dualidade. Sochava (1968) foi o precursor do termo e definiu o geossistema como uma alternativa de caráter heterogêneo e dinâmico para a análise da paisagem de maneira sistêmica e holística, enquanto Bertrand (1972) foi responsável por adaptar e difundir essas ideias no ocidente. A literatura geográfica brasileira, principalmente com estudos ambientais, tem trabalhado a paisagem pela perspectiva geossistêmica. Fornecer diretrizes para o desenvolvimento urbano é função do Plano Diretor Municipal, e o mesmo deve ser produzido com o suporte de um diagnóstico completo sobre as características abióticas, bióticas e culturais da área em questão. Contraditórias a este contexto, as cidades brasileiras têm se desenvolvido sem o planejamento e a gestão territorial pautados no conhecimento científico do meio físico. Essa situação se expressa na expansão desordenada paralela ao surgimento de problemas relacionados às características bióticas, abióticas e culturais da área em questão. Nesta narrativa, o presente trabalho buscou elaborar um modelo de análise para o meio físico, através do método Geossistema-Território-Paisagem (GTP) associado à suscetibilidade natural de ocorrência de eventos geológicos, de enchente e inundação, como forma de subsidiar diretrizes em planos diretores municipais no trecho médio da bacia hidrográfica do rio Sapucaí.

Palavras-chave: Geossistemas; GTP; Ordenamento Territorial e Geomorfologia.

ABSTRACT

Society development has been followed by a logic of thought that places it as a dominant force in relation to nature. The landscape transformation process is burdened by private interests that compromise natural resources and evidences the human arrogance. The systemic approach changed the way of working on issues related to society and nature and, at Geography, it was the geosystemic paradigm that came into force on the way of analyzing space with concerns in this duality. Sochava (1968) and Bertrand (1972) were the forerunners of the term and defined the geosystem as an alternative with a heterogeneous and dynamic character for analyzing the landscape with a systemic and holistic way. The Brazilian geographic literature, mainly with environmental papers, has worked on space from a geosystemic perspective. To provide guidelines for urban development is a function of the Municipal Master Plan, and it must be produced among the support of a complete diagnosis of the abiotic, biotic and cultural characteristics from the current area. Contradictory to this context, Brazilian cities have developed itself without planning and territorial management based on physical environmental scientific knowledge. This situation expresses itself as the disorderly expansion parallel to the emergence of problems related to the biotic, abiotic and cultural characteristics from the currently area. Following this narrative, the present work sought to develop a model to analyses the physical environment, through the Geosystem-Territory-Landscape (GTP) method associated with the natural susceptibility of occurrence of geological events, flooding and inundation, as way of subsidizing guidelines in municipal master plans at the middle section of the Sapucaí river basin.

Keywords: Geosystem, GTP, Territorial Planning and Geomorphology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Localização do médio curso da bacia hidrográfica do rio Sapucaí	45
Figura 2- Domínios morfoestruturais e Regiões Geomorfológicas da área de estudo	46
Figura 3- Unidades geomorfológicas do trecho médio da Bacia Hidrográfica do rio Sapucaí.	47
Figura 4- Modelo Digital de Elevação da área de estudo	48
Figura 5- Declividade do relevo da área de estudo	49
Figura 6-Mapa pedológico da área de estudo	50
Figura 7- Mapa geológico da área de estudo	51
Figura 8- Hidrografia da área de estudo	53
Figura 9- Mapa de localização de Pouso Alegre	54
Figura 10- Representação dos domínios morfoestruturais (1º taxón) e morfoesculturais (2º taxón) de Pouso Alegre	55
Figura 11- Mapa hipsométrico de Pouso Alegre	56
Figura 12- Mapa de declividade do Pouso Alegre	57
Figura 13- Relevo sombreado do município de Pouso Alegre	58
Figura 14- A) inundação em 2011 na área urbana de Pouso Alegre. B) Encosta íngreme ocupada em Pouso Alegre	58
Figura 15- Mapa de localização de Santa Rita do Sapucaí	59
Figura 16- Representação dos domínios morfoestruturais (1º táxon) e morfoesculturais (2º táxon) de Santa Rita do Sapucaí	60
Figura 17- Mapa hipsométrico de Santa Rita do Sapucaí.	61
Figura 18- Mapa de declividade de Santa Rita do Sapucaí	62
Figura 19- Padrões de formas semelhantes do relevo da área de Santa Rita do Sapucaí (3º táxon)	63
Figura 20- Relevo sombreado de Santa Rita do Sapucaí	64
Figura 21- A) Município de Sta. Rita do Sapucaí inundada nos anos 2000. B) encosta com indícios de deslizamentos no município.	64
Figura 22- Localização de Cachoeira de Minas	65
Figura 23- Mapa geológico de Cachoeira de Minas	67
Figura 24- Representação dos domínios morfoestruturais (1º táxon) e morfoesculturais (2º táxon) da área	68

Figura 25- Padrões de formas semelhantes do relevo da área de estudo (3º táxon)	69
Figura 26- Mapa de declividade de Cachoeira de Minas	70
Figura 27- MDE de Cachoeira de Minas	71
Figura 28- Mapa pedológico de Cachoeira de Minas	72
Figura 29- Classes de declividade da mancha urbana do município de Santa Rita do Sapucaí	76
Figura 30- Esboço altimétrico referente à mancha urbana do município de Santa Rita do Sapucaí	78
Figura 31- Esboço das classes de declividade da mancha urbana de Pouso Alegre	79
Figura 32- Esboço altimétrico da mancha urbana de Pouso Alegre	81
Figura 33- Esboço das classes de declividade da mancha urbana de Cachoeira de Minas	82
Figura 34- Esboço altimétrico da mancha urbana de Cachoeira de Minas	83
Figura 35- Zoneamento dos Geocomplexos de Cachoeira de Minas	84
Figura 36- Esboço dos geocomplexos da mancha urbana do município de Cachoeira de Minas.	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Variáveis observadas na paisagem para o estado de vulnerabilidade/estabilidade	32
Tabela 2- Síntese das fases metodológicas que guiaram a pesquisa	41
Tabela 3- Classificação dos tipos de solo de acordo com a EMBRAPA (2006)	73
Tabela 4- Relação das classes de declividade com a ocupação antrópica	77
Tabela 5- Relação das cotas altimétricas com a morfologia e morfodinâmica	78
Tabela 6- Relação das classes de declividade com a morfologia predominante.	80
Tabela 7- Relação das classes de declividade, morfologia e ocupação antrópica	88
Tabela 8- Correlação dos geocomplexos e suas características	94

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Classificação dos tipos de solo para Crepane *et al.*, (2001).

43

LISTA DE SIGLAS

APA	Área de Proteção Ambiental
APA-BHRM	Área de Proteção Ambiental da Bacia Hidrográfica do rio Machado
BHRS	Bacia Hidrográfica do rio Sapucaí
CODEMIG	Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais
COMPDEC	Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DEGET	Departamento de Gestão Territorial
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GTP	Geossistema-Território-Paisagem
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDE- SISEMA	Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
IEDE MG	Infraestrutura de Dados Espaciais de Minas Gerais
INPE	Instituto Nacional de Pesquisa Espacial
MDE	Modelo Digital de Elevação
PD	Plano Diretor
PNPDEC	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SINPDEC	Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil
SRTM	Shuttle Radar Topographic Mission (Missão Topográfica de Radar Embarcado)
TGS	Teoria Geral dos Sistemas
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UNIFAL	Universidade Federal de Alfenas
UPN	Unidade de Paisagem Natural
USP	Universidade de São Paulo
UTB	Unidade Territorial Básica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	18
2.1	Objetivo geral	18
2.2	Objetivo específicos	19
3	REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1	A ANÁLISE GEOAMBIENTAL: CONCEITOS E MODELOS	19
3.2	TEORIA GEOSISTÊMICA E ESTUDOS HOLÍSTICOS DA PAISAGEM	27
3.3	SUSCETIBILIDADE NATURAL E ÁREAS DE RISCO À OCUPAÇÃO ANTRÓPICA	34
3.4	ORDENAMENTO TERRITORIAL EM AMBIENTES URBANOS	37
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	41
5	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	46
5.1	CARACTERIZAÇÃO REGIONAL DA ÁREA DE ESTUDO	47
5.1.1	Geomorfologia	47
5.1.2	Pedologia	50
5.1.3	Geologia	52
5.1.4	Climatologia e hidrografia	53
5.2	POUSO ALEGRE	54
5.3	SANTA RITA DO SAPUCAÍ	60
5.4	CARACTERIZAÇÃO MUNICIPAL DA ÁREA DE ESTUDO	66
5.4.1	Geologia de Cachoeira de Minas	67
5.4.2	Caracterização geomorfológica da área	69
5.4.3	Caracterização pedológica de Cachoeira de Minas	72
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	75
6.1	SUSCETIBILIDADE NATURAL DE SANTA RITA DO SAPUCAÍ	76
6.1.2	Suscetibilidade natural de Pouso Alegre	80
6.2	SUSCETIBILIDADE NATURAL DE CACHOEIRA DE MINAS	82

6.2.1	Análise da paisagem de Cachoeira de Minas: Zoneamento dos Geocomplexos	85
7	CARACTERÍSTICAS DO MODELO DE ANÁLISE GTP – SUSCETIBILIDADE NATURAL	95
8	CONCLUSÕES	97
	REFERÊNCIAS	98

1 INTRODUÇÃO

A sociedade tem se desenvolvido paralela a uma lógica de pensamento que a coloca como dominante em relação à natureza (NUNES, 2002). É essa ideia de superioridade que evidencia a arrogância do ser humano e o faz se apropriar dos recursos naturais como produto particular (VINHA, 2011). Desta forma, o interesse de saciar suas vontades prevalece, enquanto, por muito tempo, a preocupação com a temática ambiental esteve ausente das preocupações desta lógica perversa que determina o desenvolvimento da sociedade.

É no processo de transformação da paisagem que permeia a prioridade de um padrão de desenvolvimento, carregado de interesses particulares, que comprometem os recursos naturais (SANTOS, 2009). A chegada de pacotes tecnológicos evidenciou que o anseio dos agentes hegemônicos que controlam o capital está concentrado no crescimento econômico das cidades, e não no seu desenvolvimento.

O território é uma condição de existência e está sempre em disputa (SANTOS, 1996), logo, não há de se enganar que, no cenário atual, são os detentores do capital que vencem essa disputa. O crescimento populacional e desenvolvimento das cidades têm sido acompanhados pelo avanço do meio técnico científico informacional (SANTOS, 1994). Esta tecnicidade muitas vezes está associada à falta de compreensão ou de planejamento que compromete o cenário ambiental.

A busca de soluções para os problemas de cunho ambiental, principalmente em áreas urbanas, nasce da necessidade de articulação da dimensão natural e humana. A análise integrada da paisagem é essencial neste momento. Ora, se a urbanização modifica a paisagem, logo, transforma a dinâmica natural (FUSHIMI; NUNES, 2010).

São questões desafiadoras que aparecem na discussão do planejamento espacial coerente com o discurso da sustentabilidade, o que torna recorrente um cenário de contradições ambientais em sistemas naturais e antrópicos (NUNES, 2002). Quando se analisa a paisagem urbana ficam evidentes quais foram os impactos causados aos recursos naturais, bem como qual a dimensão da intervenção humana (ROSS, 1990).

A paisagem urbana destaca vasta gama de conflitos, contradições e complicações que se manifestam de diversas maneiras no sistema ambiental (SUDO; LEAL, 1997). A lógica

consumista e o desejo de satisfazer mais que as necessidades inerentes à sobrevivência da sociedade deram gênese a uma série de problemas de natureza ambiental, como a aceleração dos processos morfodinâmicos (SUERTEGARAY, 2002).

A apropriação e ocupação do relevo para a distribuição de núcleos urbanos interferem na dinâmica natural do sistema, interferindo em processos naturais como o escoamento, a infiltração e o intemperismo (ROSS, 1990). Esta realidade faz emergir a necessidade de realçar a conexão entre os níveis de organização espacial com o planejamento adequado.

De acordo com a Teoria Geral dos Sistemas (TGS), proposta pelo austríaco Ludwig Von Bertalanffy (1950), a visão da paisagem como um sistema ganhou grande destaque. A partir desta visão, o sistema considerado é resultado das interações entre suas unidades, e não da soma delas (CAVALCANTI; CORRÊA, 2016). Assim, ficou evidente que uma variação entre um dos componentes pode refletir no sistema como um todo (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Uma análise subsidiada pelo axioma holístico vai considerar o todo como resultante da inter-relação de seus elementos, organizados e hierarquizados (TROPPEMAIR; GALINA, 2006). Foi esta visão holística que norteou a Teoria Geral dos Sistemas, que buscou excluir a análise fragmentada por uma análise que fosse capaz de englobar todo o sistema (MONTEIRO, 2001). A teoria dos sistemas constitui um campo teórico inovador para as ciências naturais, e passou a considerar uma visão integradora de mundo (CHRISTOFOLETTI, 1999). Nesta narrativa, o planejamento de unidades ambientais carece de metodologias e ferramentas que apontem perspectivas para a proteção, preservação e conservação da paisagem (GUERRA; MARÇAL, 2006).

Contraditórias a este contexto, as cidades brasileiras têm se desenvolvido sem o planejamento e a gestão territorial pautados no conhecimento científico do meio físico (SOUZA, 2013). Essa situação se expressa na expansão desordenada paralela ao surgimento de problemas relacionados às características bióticas, abióticas e culturais da área em questão. A instabilidade de encostas e a ocupação de áreas naturalmente suscetíveis a inundações e enchentes, que estão geralmente associadas às ocupações populares de baixa infraestrutura e renda, são problemas que precisam ser analisados.

Para a solução destes problemas é imprescindível a compreensão do meio físico junto das características socioeconômicas predominantes. O paradigma geossistêmico caminha nessa

direção e possibilita um aporte teórico-metodológico para tal problemática, já que permite considerar que a componente antrópica precisa ser analisada como parte do sistema considerado.

Fornecer diretrizes para o desenvolvimento urbano é função do Plano Diretor Municipal, e o mesmo deve ser produzido com o suporte de um diagnóstico completo sobre as características abióticas, bióticas e culturais da área em questão. O Plano Diretor deve ser compreendido como um mecanismo fundamental para ordenação territorial (VILLAÇA, 2004), mas que muitas vezes não considera a complexidade e heterogeneidade do meio físico em relação às questões sociais. O reflexo dessa situação é comumente visto em território nacional, como as enchentes e movimentos de massa em áreas urbanizadas.

Nesta narrativa, o presente trabalho busca elaborar um modelo de análise para o meio físico, através do método Geossistema-Território-Paisagem (GTP) associado à suscetibilidade natural de ocorrência de eventos geológicos, de enchente e inundação, como forma de subsidiar diretrizes em planos diretores municipais. A ausência informacional destes aspectos físicos pode comprometer áreas em que a expansão urbana se espacializa. O anseio para o modelo parte da análise do município de Cachoeira de Minas, no sul de Minas Gerais, que, assim como diversos outros na região, tem se expandido em fundos de vale e encostas. Desta forma, o modelo busca atender a uma realidade escalar mais ampla, além da escala do município escolhido.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- a) Propor um modelo de análise do meio físico e das características inerentes à ele como forma de subsidiar as diretrizes de Planos Diretores Municipais nos municípios inseridos na área do trecho médio do rio Sapucaí.

2.2 Objetivos específicos

- a) Identificar os municípios integrantes do trecho médio da Bacia Hidrográfica do rio Sapucaí que se encontram em áreas naturalmente suscetíveis a enchentes e inundação;
- b) Mapear as unidades geossistêmicas a partir da homogeneização dos elementos naturais;
- c) Identificar os limites e as potencialidades de cada unidade destacada para subsidiar diretrizes ambientais a partir da adaptação do método GTP;
- d) Associar a suscetibilidade natural das unidades mapeadas à ocorrência de eventos, como as enchentes e inundações e riscos geológicos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção serão discutidos os pressupostos teórico-metodológicos que guiaram a pesquisa. Serão destacados os principais conceitos, temas e abordagens da história do pensamento geográfico com bases na geografia física e a teoria geossistêmica.

A primeira parte deste capítulo busca compreender alguns conceitos chave para o desenvolvimento da pesquisa, como os sistemas e modelos. Em um segundo momento, é feita a discussão da teoria geossistêmica e como a mesma oferece o aporte teórico para os estudos holísticos da paisagem. Na terceira parte desta seção, é discutida a suscetibilidade natural e áreas de risco à ocupação antrópica, os conceitos de morfogênese, pedogênese, enchentes e inundações são utilizados como alicerces da compreensão morfodinâmica da paisagem. Por fim, é realizada uma discussão acerca da temática do ordenamento territorial em ambientes urbanos, com ênfase na Lei nº 12.608/2012 que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (BRASIL, 2012).

3.1 A ANÁLISE GEOAMBIENTAL: CONCEITOS E MODELOS

A paisagem analisada pela perspectiva da Geografia Física resulta da combinação dos elementos bióticos, abióticos e culturais da natureza (SOUSA, 2019). São essas variáveis que se manifestam no modelado terrestre e constituem os sistemas ambientais, como, por exemplo, as bacias hidrográficas (CHRISTOFOLETTI, 1999).

A análise geoambiental pelo viés sistêmico é responsável por fortalecer a grande área da Geografia Física, pelo motivo de buscar a compreensão do meio físico e sua dinâmica com bases holistas na interação sociedade e natureza (SOUSA, 2019). São diversos trabalhos que usam da análise geoambiental na busca da compreensão da paisagem (DINIZ; OLIVEIRA, 2018; GONÇALVES; BARROS, 2010; SOUSA, 2019).

Sousa (2019) em sua pesquisa discorre o quadro geoambiental do município de Farias Brito – CE com “diversidade considerável de elementos antrópicos que em interação produzem distintos grupos de paisagens com dinâmicas e funcionalidades diferentes” (SOUSA, 2019, pg. 18).

Em seu trabalho a autora (SOUSA, 2019) propõe a análise da capacidade de suporte dos ambientes com base nos pressupostos de Tricart (1977) sobre o balanço morfogenético e pedogenético da paisagem.

Desta forma, busca compreender o nível de estabilidade dinâmica para determinar os limites da exploração antrópica. Percebe-se nesta pesquisa a importância da análise geoambiental, com bases geossistêmicas, para a delimitação dos limites de uso de cada ambiente, bem como as potencialidades dos recursos para a gestão da paisagem. Para a autora:

Os mapas unidades de paisagem são excelentes ferramentas na compreensão da estrutura das paisagens, principalmente das formas assumidas pelos seus elementos em função da evolução da paisagem. Com base na compartimentação geossistêmica feita, da correlação com os aspectos geoambientais, foi constatado que mapeamentos dessa natureza possuem eficácia e que podem ser tomados como um instrumento de análise da paisagem e também como ferramenta de auxílio para o planejamento ambiental e ordenamento territorial. (SOUSA, 2019, p. 96).

Neste mesmo cenário de análise geoambiental, Gonçalves e Barros (2010) realizaram o zoneamento geográfico dos geocomplexos da bacia hidrográfica do rio Tabagi – PR. A compreensão dinâmica dos fatores bióticos, abióticos e culturais da área constituem o caminho para uma pesquisa holista de cunho geográfico para a organização da paisagem.

Os autores apresentam o zoneamento geográfico, através da perspectiva geossistêmica, para criar uma sistematização dos elementos constituintes e da relação entre eles (GONÇALVES; BARROS, 2010). Denominam como Zoneamento Geográfico e buscam a organização do território mediante os impactos antrópicos na paisagem e, por fim, concluem que metodologias que excluem a sociedade da análise integrada são ineficientes para o exercício dos diagnósticos geoambientais.

A análise geoambiental está presente nos estudos que se debruçam sobre a dinâmica e organização das paisagens (DINIZ; OLIVEIRA, 2018). Desta forma, a compartimentação de unidades de paisagem constrói uma proposta integradora para os instrumentos de planejamento ambiental.

Os autores utilizam o geossistema como uma categoria de análise e definem os geocomplexos como unidade taxonômica para a análise geoambiental. Discorrem que “Pode-se inclusive afirmar que o geossistema está para a Geografia Física Global assim como o ecossistema está para a Ecologia” (DINIZ; OLIVEIRA, 2018, pg 347). Na busca pelo planejamento e ordenamento do Rio Grande do Norte, os autores constroem uma análise da paisagem que constitui o passo inicial para um possível zoneamento geoambiental.

As abordagens adotadas em estudos ambientais devem considerar a complexidade do sistema e o estudo de suas partes componentes (CHRISTOFOLETTI, 1999). O pesquisador holista se destaca, pois compreende a maneira como as entidades físico-ambientais se expressam nas organizações espaciais, bem como suas formas e estruturas.

A utilização da terminologia “sistema” foi introduzida na pesquisa científica por volta da década de 1930 na biologia (CHRISTOFOLETTI, 1999). Foi na década de 1970 que Chorley e Kennedy (1971) introduziram a discussão sistêmica na geomorfologia, discorrendo sobre os sistemas:

“Um sistema é um conjunto estruturado de objetos e/ou atributos. Esses objetos e atributos consistem de componentes ou variáveis (isto é, fenômenos que são passíveis de assumir magnitudes variáveis) que exibem relações discerníveis um com os outros e operam conjuntamente como um todo complexo, de acordo com determinado padrão” (CHORLEY; KENNEDY, 1971).

É preciso destacar a existência de alguns tipos de sistema com base em seus critérios funcionais, ou seja, como eles interagem no espaço (CHORLEY; KENNEDY, 1971). Nesta perspectiva, se destacam os (a) sistemas isolados, os sistemas não isolados fechados (b) e abertos (c):

- a) Sistemas isolados: São aqueles em que não existe a troca de energia e matéria com o ambiente circundante;
- b) Sistemas não isolados fechados: Quando existe a troca de energia entre os sistemas, mas não de matéria. Como por exemplo, o ciclo hidrológico;
- c) Sistemas não isolados abertos: Existe, constantemente, a troca de matéria e energia entre os sistemas. Como por exemplo, a bacia hidrográfica.

A dificuldade da pesquisa sistêmica no quadro ambiental está associada ao processo de identificação do sistema, ou seja, a escala de análise e qual a extensão de abrangência do objeto de estudo. Neste sentido, existem alguns tipos de sistemas consagrados no âmbito da pesquisa geográfica, como os sistemas morfológicos, sistemas em sequência, de processos-respostas e sistemas controlados (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Os sistemas morfológicos aparecem para dar destaque às formas, ou seja, são as propriedades físicas do sistema em análise e como se estruturam na paisagem. Nesta tipologia, medir e analisar as variáveis corresponde a compreender a como o sistema irá reagir quando submetido a trocas de matéria e energia (CHORLEY; KENNEDY, 1971).

Os sistemas em sequência estão associados às dimensões de entrada e saída de matéria e energia, em suma, ao posicionamento da cadeia de subsistemas (CHRISTOFOLETTI, 1999). Já os sistemas de processos-respostas compreendem a globalização do sistema, ou seja, à identificação entre os processos (sistema em sequência) e às formas (sistemas morfológicos).

Por fim, os sistemas controlados são aqueles em que a componente antrópica tem ação

direta sobre os fluxos de matéria e energia sobre os sistemas de processos-respostas (CHORLEY; KENNEDY, 1971). Desta maneira torna-se imprescindível avaliar os efeitos da ação humana na modificação da paisagem.

A estrutura e funcionamento dos fenômenos da natureza podem ser avaliados a partir da delimitação de um sistema. A abordagem holística oferece o escopo teórico para compor um quadro inteligível da paisagem e de como a sociedade tem o potencial de modificá-la.

Quando coexistem, em determinado espaço, grande e heterogênea quantidade de componentes que se relacionam entre si, o sistema é complexo (CHORLEY, 1972). A espacialidade desses elementos na superfície terrestre é o que os tornam componentes característicos da análise geográfica e, portanto, alvos da análise sistêmica.

Neste contexto, Ross e Dell Prette (1988) discorrem a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, afirmam que embora a bacia seja constituída como um sistema natural, não constitui um único sistema ambiental e/ou social (ROSS; DELL PRETTE, 1988). Por isso, as bacias hidrográficas são adotadas como um referencial geográfico e, para sua análise, é imprescindível a adoção de uma metodologia holista.

Vale destacar o zoneamento geoambiental da Área de Proteção Ambiental da Bacia Hidrográfica do rio Machado (APA-BHRM) realizado por Santos (2019). O diagnóstico do meio físico e socioeconômico da área serviu como subsídio para elaboração de uma proposta de zoneamento que respeitasse as demandas sociais e a dinâmica física da bacia (SANTOS, 2019). O trabalho desenvolvido por Santos (2019) elaborou a caracterização e zoneamento da paisagem com o intuito de auxiliar a gestão da bacia estudada.

Christofolletti (1999) destaca como os modelos possuem a capacidade de sintetizar os sistemas. A possibilidade de fornecer uma leitura completa da totalidade do sistema aparece como alternativa de estudo da paisagem de maneira simplificada.

O conjunto de procedimentos que guia o pesquisador durante a análise sistêmica pode ser considerado como um processo onde é preciso estabelecer e identificar as formas, estrutura e interações dos elementos componentes (MARQUES NETO, 2004). Como instrumento de análise, a modelagem irá espacializar as variáveis físico-biológicas no contexto social, ou seja, numa perspectiva geossistêmica.

Nesta narrativa, a elaboração de modelos representativos que caracterizam o arranjo estrutural dos sistemas surge como proposta teórico-metodológica para a leitura espacial (CHRISTOFOLETTI, 1999). A modelização depende da identificação do sistema, estabelecendo e reconhecendo quais são os elementos componentes e a relação entre suas

variáveis (CHRISTOFOLETTI, 1999). Além disso, a modelagem de sistemas ambientais busca representar a paisagem, um sistema que apresenta constante mutação. É preciso delimitar os limites de entrada e saída de matéria e energia, bem como o funcionamento da dinâmica sistêmica na busca de respostas para a complexidade do todo.

Utilizar a modelagem como uma forma de resposta para as questões que surgem no planejamento ambiental e na tomada de decisões integra uma saída de cunho econômico-ambiental (ALMEIDA, 2003). É uma questão desafiadora que emerge neste cenário, estruturando a preocupação econômica sob os aspectos da sustentabilidade é um dos grandes problemas da organização espacial geográfica.

A análise geoambiental através da perspectiva geossistêmica permite o conhecimento das características estruturais e do funcionamento do sistema (CHRISTOFOLETTI, 1999). Surge, então, a possibilidade de se utilizar a modelagem ambiental na análise dos potenciais riscos ambientais.

Desta maneira, os sistemas geográficos podem ser compreendidos através da utilização de modelos, já que os mesmos podem estruturar de maneira simplificada as variáveis existentes. Os modelos digitais de elevação (MDE), por exemplo, são bastante utilizados na geomorfologia para o mapeamento estrutural, das redes de drenagem, no reconhecimento de paleocanais ou para análises morfométricas (GROHMANN *et al.*, 2008).

Também é possível destacar a utilização de modelos hidrológicos e geomorfológicos para a realização de prognósticos. Carvalho e Latrubesse (2004) utilizaram dos MDEs para realizar análises macrogeomorfológicas na bacia hidrográfica do rio Araguaia. A simplificação de uma realidade espacial tão extensa quanto a área de estudo, permitiu que os autores identificassem as diferenças topográficas na bacia estudada e a sua relação com as unidades geomorfológicas existentes (CARVALHO; LATRUBESSE, 2004).

Quando se analisa a situação epistêmica da geografia, existe um campo vasto e complexo que almeja analisar e compreender, por exemplo, a paisagem através das variáveis abióticas, bióticas e culturais (RODRIGUES; SILVA, 2002). Tida como a ciência do espaço, a geografia vem a ganhar um escopo totalizador das interações entre as esferas sociais e naturais com os trabalhos de Kant, Humboldt e Ritter (SILVA *et al.*, 2014).

A partir desse momento as concepções que envolviam as esferas das organizações sociais e naturais foram introduzidas ao pensamento geográfico (JUNIOR, 2004). A configuração do planeta, então, passa a ser analisada sob a ótica de duas perspectivas: uma derivada das concepções de Humboldt e de Dokuchaev, de cunho naturalista, e outra

fundamentada na sociedade, com bases em Karl Ritter.

Os trabalhos naturalistas de Humboldt possuíam seus alicerces na concepção alemã *Landschaft* (paisagem), carregada de uma visão fortemente naturalista que englobava todos os componentes fisiográficos da área de interesse (água, rocha, solo, clima, relevo). Ora, se Humboldt e mais posteriormente Dokuchaev passam a analisar a paisagem por uma ótica naturalista holista, as influências mecanicistas e reducionistas perdem espaço nessa nova forma de se fazer geografia (GREGORY, 1992).

Existe na obra de Corrêa (1989) grande debate acerca de como a história do pensamento geográfico tem interpretado o conceito de paisagem em seus longos anos. Precede-se com a Geografia Tradicional, onde o termo teve certo privilégio já que era um dos objetivos das expedições geográficas realizadas pelos pesquisadores (CORRÊA, 1989). A observação era a chave das análises nesse período de 1870 até meados de 1950, logo, a paisagem observada era tida como objeto de análise.

Quando a Geografia sofre uma transformação na dinâmica da pesquisa científica, por volta de 1950, a epistemologia da unidade se solidificou nas ciências da natureza com a adoção do método hipotético-dedutivo (CORRÊA, 1997). A chamada Geografia Teórica-Quantitativa utilizou de modelos matemáticos para a explicação do espaço e, portanto, o conceito de paisagem foi deixado de lado. Afinal, não era suficiente apenas descrever o que era visto, mas sim, quantificar os elementos da paisagem, como as classes de declividade.

Na segunda metade do século XX surgiu uma nova dinâmica, extremamente crítica, que dominou a corrente do pensamento geográfico da época e clamava por transformações na episteme da unidade (SOUZA, 1999). Com alicerces sólidos no materialismo histórico e na dialética, essa nova corrente discursava sobre a ineficiência da geografia teórica-quantitativa nas análises espaciais e da paisagem (SOUZA 1999). Concretiza-se, então, a Geografia Crítica, que quebra a estrutura vigente da unidade, mas ainda mantém o espaço como categoria de análise.

Corrêa discorre que neste momento a geografia utiliza do espaço como o cerne da reprodução das relações da sociedade (CORRÊA, 2008). Neste mesmo período, a geografia mundial (soviética e francesa) desenvolve, com base no conceito de *Landschaft*, a teoria geossistêmica, que no mais tardar será considerada por muitos geógrafos ambientais a chave de ruptura do paradigma dualista da episteme geográfica.

Não devemos nos precipitar e deixar de levantar a importância da Geografia Humanista e Cultural e suas contribuições para o conceito de paisagem (CORRÊA, 2003). A segunda

metade do século XX é marcada por uma corrente de pensadores que maximizam a pesquisa fenomenológica e revalorizam a paisagem. A subjetividade e o ecoar dos sentimentos e da existência humana reflete uma geografia que se preocupa com o ser humano nas suas diversas escalas.

Pode-se concluir com esse breve levantamento histórico, é que a paisagem adquiriu, na episteme geográfica, múltiplas naturezas e formas de se analisar. O que admite a maneira como a paisagem é representada através de uma perspectiva socioeconômica e cultural, portanto, carente de estudos geográficos (SHIER, 2003). A paisagem, então, pode ser compreendida como um conjunto que engloba as formações naturais e grupos sociais, que contém e produz recursos, digna, então, de ser considerada um sistema de vida social (VITTE, 2007). Por estes motivos, entende-se que o conceito seja carregado de complexidade e caracterizado por uma estrutura heterogênea de múltiplas relações (VITTE, 2007).

Barreiros (2017) elabora uma discussão complexa e necessária aos geógrafos no que tange ao conceito paisagem. Discorre a gênese da geografia brasileira como uma ramificação da geografia francesa, através de professores franceses convidados a construir a perspectiva universitária nacional, entre eles estavam Pierre Deffontaines e Pierre Monbeig (BARREIROS, 2017).

Com a consolidação da Ciência Geográfica, Barreiros (2017) descreve a contribuição deixada por Ab'Saber que, influenciado pela geomorfologia de Passarge, institui a disciplina Fisiologia da Paisagem dentro do curso de Geografia da Universidade de São Paulo (USP), que anos mais tarde viria a ser ministrada pelo professor Carlos Augusto Figueiredo Monteiro (BARREIROS, 2017).

Monteiro é reconhecido nacionalmente pelos seus esforços em contribuir para a consolidação da Ciência Geográfica (BARREIROS, 2017). Em sua obra Geossistema: a história de uma procura, Monteiro descreve como o conceito de paisagem delimita um caminho para a análise integrada da sociedade com a natureza pelo viés geossistêmico. Nesta perspectiva, ficam explícitos como os processos e os elementos se dispõem na superfície terrestre. Barreiros (2017), sobre a análise da paisagem, afirma que:

Se formos seguir as sugestões de Humboldt e da vertente naturalista, começamos pela natureza e seguimos para o estudo do grupo sem avançar sobre o psicológico; seguindo Ritter e os humanistas, interessa a história e a percepção dos indivíduos e grupos e a criação das regiões; em Monteiro ocorre uma análise paralela, onde

observamos as relações simultâneas dos elementos em abordagens distintas, uma geocológica outra socioeconômica (BARREIROS, 2017, p.77).

Os geógrafos ambientais, frente a essa pluralidade conceitual da paisagem, são, em sua maioria, adeptos do estudo da paisagem através da ótica sistêmica. Consideram a componente antrópica como elemento fundamental do sistema, mesmo quando analisado com menos afinco do que as variáveis físicas (CHRISTOFOLETTI, 1999). Desta forma, utilizam da teoria geossistêmica para oferecer o aporte teórico para o estudo da paisagem.

3.2 A TEORIA GEOSSISTÊMICA E ESTUDOS HOLÍSTICOS DA PAISAGEM

O exercício da organização da paisagem tem se mostrado cada vez mais desafiador devido à dicotomia existente na episteme geográfica (NUNES, 2002). Os sistemas naturais apresentam uma série de contradições que derivam da abusiva relação estabelecida pela ganância humana (GUERRA; MARÇAL, 2006). O anseio pela utilização dos recursos naturais resulta na interferência, muitas vezes, desorganizada da sociedade na paisagem.

O paradigma holístico na história do pensamento geográfico constitui uma busca pela compreensão da paisagem como totalidade (DUTRA GOMES; VITTE, 2017). Um dos precursores deste paradigma foi Alexander Von Humboldt, que para compreender a paisagem observada pela empiria, destacou a necessidade de realçar a conexão dos componentes existentes nos processos e nas formas (WULF, 2016).

Nunes (2014) destaca a necessidade de elaboração de teorias que ofereçam o escopo teórico e metodológico para uma análise integrada da interação das esferas sociais e ambientais que transformam a paisagem. Na busca por uma abordagem holística da natureza, a geografia soviética com Sochava (1968) e, posteriormente, francesa, com adaptações de Bertrand (1968), ambos com referências da Teoria Geral dos Sistemas de Ludwig Von Bertalanffy (1950), começam a trabalhar com a Teoria dos Geossistemas (RODRIGUES, 2001).

A dinâmica que permite uma abordagem sistêmica em sua totalidade faz com que o conceito de geossistema delimite uma proposta integradora de caráter heterogêneo para a paisagem (BERTRAND, 2004; CHRISTOFOLETTI, 1999; MONTEIRO, 2001). Rodriguez e Silva (2002) adotam a paisagem como um sistema aberto, onde permeia uma relação constante

entre os elementos que a compõem. Desta forma, a totalidade resulta das interações e inter-relações das variáveis sistêmicas.

O paradigma geossistêmico realça a conexão entre os diversos níveis de organização espacial com os mecanismos de alteração da paisagem (DUTRA GOMES; VITTE, 2017). O planejamento e gestão espacial precisam compreender essa conexão e destacar quais são e como agem estes mecanismos, na busca de adequar as ações sociais à dinâmica do quadro natural (MONTEIRO, 2001)

Suertegaray (2005) discorre que cada esfera da paisagem é analisada por uma lente que combina diferentes padrões explicativos e, que cada vez mais, as tendências atuais exigem que esta lente projete a ação antrópica na esfera natural. A paisagem geográfica varia com base nas interações, combinações e hierarquia dos componentes que nela existem (SUERTEGARAY; MORETTI, 2014). Desta forma, o estudo espacial precisa considerar a totalidade para obter respostas precisas na busca dos planos de ordenação (TROPMAIR, 2000).

Para que as execuções e decisões sejam coerentes com o discurso da sustentabilidade, a abordagem geográfica centrada no planejamento deve conter integralmente os elementos sistêmicos da paisagem (CHRISTOFOLETTI, 1999). Neste momento é atribuída à teoria geossistêmica o caráter político:

Fica bem claro que o geossistema e sua análise é uma tentativa de melhoria na investigação da “Geografia Física”. Fica também muito claro que a modelização dos geossistemas à base de sua dinâmica espontânea e antropogênica e do regime natural a elas correspondente visa, acima de tudo, promover uma maior integração entre o natural e o humano (MONTEIRO, 2001, p. 47).

A sistematização de uma proposta integradora de caráter organizacional não reduz a complexidade que deve existir em uma abordagem geográfica. O cuidado existe na escolha da escala de análise da paisagem. Ora, se cada recorte apresenta características específicas, o processo de interação e compreensão da paisagem parte da análise destas variáveis. A dicotomia presente na episteme geográfica deve ser assumida no plano teórico-metodológico para que não haja uma redução na complexidade das relações que espacializam e modificam a paisagem.

O conceito de geossistemas chega ao Brasil por meio da difusão efetuada pela escola francesa, com artigos e pressupostos de Bertrand (RODRIGUES, 2001). Mas é preciso destacar

que Bertrand e Sochava, em um primeiro momento, atribuíram significados diferentes para o mesmo conceito (CAVALCANTI; CORRÊA, 2016).

Primeiramente, Bertrand em 1972 designa aos geossistemas escalas bem definidas, se baseia nas ordens de grandeza escalares de Cailleux e Tricart e enquadra o conceito na 4ª e 5ª ordem de grandeza. Depois de algum tempo, o próprio autor, em parceria com Beroutchachvili, discorre que os geossistemas não podem ser analisados com ordens de grandeza definidas, e entra em acordo com a definição já realizada por Sochava em seus trabalhos (CAVALCANTI; CORRÊA, 2016).

Nesse momento, o conceito de geossistema associa o sistema natural influenciado pela dinâmica social. Essa premissa geossistêmica é utilizada como subsídio para o modelo Geossistema-Território-Paisagem (GTP) (BERTRAND; BERTRAND, 2007). A partir desta modelização, o Geossistema passa a considerar a natureza antropizada, uma entrada antrópica em um conceito naturalista. O Território considera as informações socioeconômicas e, por fim, a Paisagem é lida como uma entidade que carrega os aspectos culturais dos povos.

A partir desse momento, a escola brasileira, assim como a francesa, adota o geossistema como a dimensão antrópica de um conceito naturalista, onde os componentes bióticos, abióticos e culturais de um sistema são analisados em conjunto (OLIVEIRA, 2019). O Território configura a dimensão econômica do conceito social e a paisagem elenca o discurso da representação do indivíduo, da sensibilidade e da subjetividade (OLIVEIRA, 2019).

O sistema GTP de Bertrand e Bertrand, de acordo com o próprio autor, permite a análise da evolução da paisagem ao considerar, por exemplo, a pedogênese e morfogênese inter-relacionadas ao contexto sociocultural (OLIVEIRA, 2019). Nesse momento, o que antes era chamado de geossistema, pode ser considerado como um geocomplexo (OLIVEIRA, 2019).

Oliveira (2019) elabora o mapeamento dos geocomplexos no município de Arcos – MG, como uma proposta de análise geossistêmica da paisagem e destaca três unidades para seu documento final, onde:

A: GEOCOMPLEXO de Planalto de morros de topos côncavos e convexos associado a Cerrado; B – GEOCOMPLEXO de Planalto com afloramentos calcários associados a Mata Seca; C – GEOCOMPLEXO de Depressão em carste associado a zona de agricultura. (OLIVEIRA, 2019, p. 86).

Nesta narrativa, a geografia ganhou destaque e se tornou uma ferramenta que se aprimorou como veículo de planejamento (NEVES, 2019). Compreender os fenômenos sistêmicos e a espacialização destes converge para o entendimento final da paisagem (PEREZ FILHO *et al.*, 2008). Os diagnósticos e prognósticos que se debruçam sobre a temática socioambiental possuem seus alicerces na episteme geográfica e, mais precisamente, na teoria geossistêmica (BARREIROS, 2017).

A geografia física, com a teoria dos geossistemas, oferece a possibilidade de uma análise sólida da paisagem sob a perspectiva sistêmica. O discurso holista de uma visão teórico-metodológica extrapola o conformismo de que uma análise se torna excludente ao escolher uma área específica da episteme geográfica, comumente a geomorfologia (AB'SABER, 1969).

Os estudos ambientais existem sob um rol de propostas metodológicas muito amplas. O objetivo medular nesse contexto emerge na centralidade das relações sociedade-natureza compreendidas por um paradigma holista (MONTEIRO, 2001). O escopo instrumental lógico das teorias sistêmicas é uma destas propostas e é utilizado por uma das figuras mais importantes na história da ciência geográfica, Jean Tricart (1977).

A partir dos pressupostos geossistêmicos, a análise da paisagem conota viés crítico para o planejamento e gestão ambientais. Nesta ordem, surgem algumas questões com as quais a geografia se confronta, como, por exemplo, quais ferramentas e indicadores utilizar (ROSS, 1994). Os pressupostos metodológicos para análise morfodinâmica da paisagem, centralizados nas variáveis morfoestruturais e respectivas formas-processos associados, se destaca no campo da ciência geográfica (ROSS, 1992).

Tricart (1977) compreende que as variáveis morfodinâmicas exercem papel fundamental na dinâmica terrestre, destaca que são esses processos que determinam os valores potenciais de instabilidade da superfície (com fortes relações no que ele chama de epiderme da terra, ou seja, os solos) e comprometem o desenvolvimento dos grupos sociais em determinada área (AMORIM; OLIVEIRA, 2007).

No cenário da ação antrópica sobre as paisagens naturais, especificamente, para Tricart, sobre a morfogênese, destaca-se que a condição de realização parte da interdisciplinaridade advinda do conceito paisagem (TRICART, 1977). O desejo de formular os alicerces para a gestão territorial perpassa o corpo de um diagnóstico que computa a dinâmica estrutural da paisagem paralela às condições biogeográficas.

Os princípios da Ecodinâmica (TRICART, 1977) estabelecem critérios de análise para as condições morfodinâmicas da paisagem, que as caracterizam como: (a) meios estáveis; (b)

meio intergrades e; (c) meios instáveis (TRICART, 1977). A descrição dessa classificação advém do balanço entre morfogênese e pedogênese associados à cobertura vegetal e, consequentemente, dinâmica estável.

O cerne das pesquisas ambientais, bem como os postulados de Tricart, parte de uma ótica configurada no bojo da organização espacial. Delimitar a maneira como as ações dos grupos sociais interferem na matéria do espaço natural possibilita o conhecimento corretivo para os aspectos desfavoráveis gerados por estas ações (MONTEIRO, 2001).

A aplicação dos pressupostos ecodinâmicos de Tricart (1977) é estabelecida individualmente aos temas de relevância para a morfodinâmica da paisagem, que são: litologia predominante, formas de relevo, classificação dos solos, uso e cobertura da terra e dinâmica climática.

A pesquisa ambiental permite uma análise baseada em frações do modelado terrestre, que encorpado a unidades promove a integração dos dados referentes ao espaço. A proposta centralizada nas unidades territoriais básicas, utilizada por Crepani *et al.*, (2001), dispõe um escopo que analisa o espaço sob a ótica de duas categorias, as Unidades de Paisagem Natural e os Polígonos de Intervenção Antrópica.

Destaca-se no presente trabalho aquilo que Crepani *et al.*, (2001) coloca como uma Unidade Territorial Básica, descrevendo-a como uma entidade geográfica composta por um conjunto variado de componentes ambientais (discerníveis na paisagem, como solo, relevo e vegetação) que possibilitam sua diferenciação, mas que, ao mesmo tempo, se articulam com outras.

No contexto das Unidades Territoriais Básicas (UTBs), que para Beckler e Egler (1996) são fragmentos do modelado paisagístico para análise do espaço, se destaca uma concepção, atribuída por alguns geógrafos (CREPANI *et al.*, 2001; GUERRA; MARÇAL, 2006; ROSS 1994), que atribui a essas Unidades papel primordial no funcionamento da dinâmica natural da paisagem (CREPANI *et al.*, 2001). Ora, se elas possuem atributos ambientais que permitem sua diferenciação com o todo e, ao mesmo tempo, integração em um contexto articulador de rede, elas precisam de identificação. Na atual seção é destacada a proposta de Crepani *et al.*, (2001) de diferenciação de UTBs em Unidades de Paisagem Natural (UPN) e Polígonos de intervenção antrópica.

As Unidades de Paisagem Natural (UPNs) são classificadas e compreendidas como uma porção espacial onde certos eventos e interações bióticas-abióticas se desenvolvem em busca de um estado dinâmico de equilíbrio, logo, precisam de limites, de georreferenciamento

(CREPANI *et al.*, 2001).

A análise desta porção espacial delimitada e conhecida precisa ser desenvolvida a partir de uma complexa rede de variáveis que se interconectam. É preciso identificar a sua gênese, ou seja, como que a área de interesse surgiu e, desta forma, os estágios de evolução das características lito-geomorfológicas e ecogeográficas podem ser delimitadas. Assim, é possível a criação de quadro fiel à moldura que a ocupação social coloca na paisagem.

Os pressupostos de Tricart (1977) discutidos anteriormente oferecem aporte para a análise morfodinâmica das UPNs. Os processos atuantes e as respostas no contexto de morfogênese e pedogênese permitem identificar se a unidade é predominada por processos erosivos, que modificam a dinâmica e as formas de relevo, ou por processos pedogenéticos que destacam a formação de solos (GUERRA; MARÇAL, 2006). Com o devido conhecimento dessas variáveis, a dinâmica da paisagem é compreendida pela aplicação desses elementos, a tabela 01 ilustra brevemente o ideário de Tricart em sua obra:

Tabela 1 - Variáveis observadas na paisagem para o estado de vulnerabilidade/estabilidade.

Elemento	Característica avaliada
Geologia	Grau de coesão das rochas
Geomorfologia	Amplitude altimétrica
	Amplitude dos interflúvios
	Classes de Declividade
Pedologia	Maturidade dos solos
Vegetação potencial	Densidade de cobertura vegetal potencial
Clima	Intensidade pluviométrica

Fonte: Tricart (1977).

A partir do momento em que a atuação dos diferentes grupos sociais é exercida em determinada porção da UTB, a paisagem é modificada e passa a ser compreendida como um Polígono de Intervenção Antrópica (Crepani *et al.*, 2001). Esses polígonos podem ser estabelecidos e encontrados em diversas unidades de paisagem natural, destacados pelas diferentes dimensões que a ocupação e intervenção antrópica exercem na paisagem.

A própria existência de uma entidade intitulada como Polígono de Intervenção Antrópica, para Sporn e Ross (2004) destaca a necessidade de serem estudadas as unidades de paisagem. Ora, se a porção espacial é delimitada pela interferência da ação antrópica sobre ela, a mesma é demarcada por uma série de limitações que a paisagem possui frente a essa ação (NUNES, 2002). Os limites biostáticos e resistáticos (ERHART, 1966) estão associados aos limites ecogeográficos e necessitam de conhecimento prévio no diagnóstico.

Os mecanismos atuantes nas UPNs é que delimitam o funcionamento do sistema como um todo. Um ambiente em biostasia significa predominância pedogenética, ou seja, atuação presente dos processos biogeoquímicos (ERHART, 1966). No caso da resistasia, a erosão e o transporte de sedimentos modificam o potencial ecológico do ambiente, destaca-se, então, a morfogênese. A identificação desses processos significa a elaboração de um diagnóstico capaz de orientar as ações humanas nos Polígonos de Intervenção Antrópica. Cria-se, então, um cenário onde consequências desastrosas podem ser evitadas e problemas atuais mitigados (ERHART, 1966).

Uma UPN é demarcada por um conjunto integrado de variáveis que, reconfiguradas pela ação humana, sustentam os polígonos de intervenção antrópica. A remoção da cobertura vegetal em uma área de cultivo de café, por exemplo, estabelece nova rede de processos atuantes. A exposição do solo, gerada pela nova cobertura do dossel, a processos erosivos desencadeia uma série de ações prejudiciais ao estado de equilíbrio dinâmico (CHRISTOFOLETTI, 1999).

A interação das UTBs perpassa pelo conhecimento da natureza e pode representar benefícios para a própria sociedade. Evitar um desastre ecogeográfico e estipular um desenvolvimento, com práticas conservacionistas, que não rompa o equilíbrio dinâmico do sistema permite a aproximação da teoria sustentável com as práticas sociais (GUERRA; MARÇAL, 2006).

Um exemplo de evento comum nos polígonos de intervenção antrópica são as enchentes ou inundações que, para Tucci e Bertoni (2003) está associado a um solo de baixa capacidade de infiltração, onde o potencial de escoamento supera o potencial de infiltração. Quando ocorrente em uma área urbanizada, ou seja, de solos impermeáveis com sistema de drenagem limitado, resulta em situações danosas à sociedade. Mediante o Plano Diretor Municipal, as áreas de risco de inundação são identificadas e precisam ser devidamente ocupadas, com o objetivo de controlar os fluxos de entrada e saída de matéria, com o intuito de reduzir os prejuízos.

3.3 SUSCETIBILIDADE NATURAL E ÁREAS DE RISCO À OCUPAÇÃO ANTRÓPICA

Inicialmente, é válido esclarecer os conceitos que somam a esta pesquisa. Existe grande confusão, até mesmo entre os profissionais da geografia, quanto ao emprego dos termos de

vulnerabilidade, suscetibilidade, risco e desastre ambiental. Utilizamos como base neste texto a cartilha do Serviço Geológico do Brasil – CPRM (BITAR, 2014).

Os desastres ambientais são compreendidos como “o resultado do impacto de um fenômeno natural extremo sobre um sistema social, que causa sérios danos e prejuízos que excedam a capacidade dos afetados em conviver com o impacto” (BITAR, 2014). Ou seja, a ocorrência de um fenômeno natural somado ao fator humano (população vulnerável) caracteriza um desastre, que pode ser natural ou induzido.

Já a suscetibilidade está associada à probabilidade de ocorrência de processos, enquanto a vulnerabilidade soma a questão dos grupos sociais na área afetada por um ou mais processos. Por fim, o risco:

É a probabilidade de ocorrência de um desastre em local e intervalo de tempo específicos e com características determinadas (localização, dimensões, processos e materiais envolvidos, velocidade e trajetória), causando consequências (às pessoas, bens e/ou ao meio ambiente), em função da vulnerabilidade (indicativa da fragilidade e do nível de resiliência dos elementos expostos), podendo ser modificado pelo gerenciamento existente ou passível de ser implantado (BITAR, 2014, p. 24).

Neste contexto, a análise geoambiental direcionada à organização espacial se depara com algumas problemáticas que precisam ser discutidas, como a suscetibilidade natural a determinados processos, sejam as enchentes e inundações ou movimentos de massa, e quais as áreas de risco associadas a esses eventos (GUERRA, 2008).

Uma das metodologias utilizadas no processo de identificação dessas situações na área de interesse parte da reinterpretação das temáticas fisiográficas analisadas sob o escopo de imagens de satélite (CREPANI *et al.*, 2001). O grau de vulnerabilidade é analisado sob a ótica de valores reais de morfogênese e pedogênese. Mas o que são esses processos?

Compreende-se que as paisagens atuais do modelado terrestre, na escala geológica, são relativamente recentes e os processos que as modificaram ainda estão ativos e algumas características são herdadas (PEREIRA, 2017). Observa-se a natureza como um grande sistema dinâmico, ou seja, pelo que já fora discutido em seções anteriores, qualquer transformação nas partes irá se manifestar e poderá ser vista em diversas escalas espaciais do todo (SUGUIO, 1999).

A análise do atual modelado terrestre é comumente realizada através de interpretações sobre os aspectos quaternários da Terra, que representa o período mais recente (GIBBARD *et al.*, 2010) na história do planeta. Durante esse período geológico, a superfície terrestre se transformou intensamente e em diversas escalas (SUGUIO, 1999).

De acordo com Ribeiro *et al.*, (2012) o modelado geomórfico da Terra decorre da

intercalação de glaciações e periglaciações ocorridas nesse período, além dos fatores tectônicos. A dinâmica de processos e respostas ocorridas no Quaternário é, ainda hoje, estudada por diversos cientistas ambientais (AB'SABER, 1969; PEREIRA, 2017; SUGUIO, 1999) que buscam compreender a história da evolução da Terra.

No cenário geomorfológico-paisagístico criado a partir do Quaternário entende-se que os diversos momentos de estabilidade e instabilidade conotam eventos de alta e/ou baixa magnitude para o sistema terrestre (PEREIRA, 2017). Neste contexto, a atuação da pedogênese e morfogênese correspondem aos estados de equilíbrio dinâmico conceituados por Erhart (1966).

No que tange à geologia, entende-se que as rochas são formadas por diversos minerais e, que são esses compostos somados aos fatores do relevo e clima, por exemplo, que influenciam as taxas de resistências ao processo intempérico, em decorrência das diferentes ligações químicas constituintes (ARTUR, 1988). Na ecodinâmica de Tricart (1977), ou seja, no balanço morfogênese-pedogênese, o grau de coesão das rochas, de permeabilidade e plasticidade, assim como os fatores mecânicos (macicez e tamanho dos grãos) e químicos (solubilidade e heterogeneidade) é quem dita quais processos irão prevalecer no ambiente.

Com relação à geomorfologia, a metodologia aplicada está associada aos aspectos morfométricos das formas de relevo e como as unidades de paisagem natural respondem a eles (CREPANI *et al.*, 2001). A amplitude do relevo, declividade e o grau de dissecação delimitam os potenciais processos de degradação do relevo (morfodinâmica). Portanto, em unidades caracterizadas por altos valores nos índices, prevalece à morfogênese, caso contrário, a pedogênese predomina no ambiente.

No que diz respeito aos solos, é preciso destacar que a maturidade dos mesmos é quem destaca o balanço morfodinâmico da paisagem (CREPANI *et al.*, 2001). Solos mais jovens são pouco desenvolvidos e indicam baixa estabilidade e, provavelmente, atuação dos processos de escoamento superficial, por exemplo. Pelo contrário, condições de estabilidade relacionam predomínio pedogenético e solos mais desenvolvidos (GUERRA; MARÇAL, 2006).

A vegetação também apresenta sua importância no balanço entre os processos que atuam na paisagem (IPT, 1989). O grau de cobertura do dossel indica maior ou menor proteção dos solos ao impacto da chuva, por exemplo, caracterizando a susceptibilidade aos escoamentos superficiais. Junto das condições climáticas, como taxa de pluviosidade, indicam os possíveis cenários para a erodibilidade e a erosividade do solo.

O que se pode concluir tendo em vista os balanços morfogenéticos e pedogenéticos das

Unidades de Paisagem Natural é que são esses valores que irão determinar se a área de interesse é caracterizada por processos de destruição das formas de relevo ou estabilidade do mesmo. Desta maneira, subentende-se que o planejamento e gestão territoriais necessitam destas informações em prol do ordenamento coeso às necessidades dos grupos sociais.

É fundamental caracterizar e diferenciar as enchentes das inundações, afinal, embora ambas estejam associadas a eventos climáticos e hídricos, os conceitos possuem diferenças. As enchentes estão associadas à variação do nível da água nos canais, enquanto as inundações estão ligadas ao processo de ocupação das planícies de inundação (TUCCI; BERTONI, 2003).

Neste contexto destaca-se que as inundações são fenômenos de ordem natural dos sistemas, logo, a estrutura e a dinâmica influenciam sua ocorrência. A partir do momento em que o ser humano ocupa um sistema natural, como uma bacia hidrográfica, ele insere novas forças e variáveis que atuam no sistema (CHRISTOFOLETTI, 1999). É neste sentido que Tucci e Bertoni (2003) discorrem que a inserção das estruturas urbanas em áreas próximas às planícies de inundação estarão, naturalmente, suscetíveis a eventos de alta magnitude, tornando as inundações desastres naturais.

Sistemas ambientais destacados pela ocupação antrópica são recorrentes cenários em que eventos naturais refletem em desastres fatais e prejuízos econômicos. A conjunção dos componentes fisiográficos da paisagem, como a geomorfologia predominante e o padrão climático, com o expressivo aumento urbano acarreta em cenários críticos do ponto de vista municipal, como as enchentes e inundações (SANTOS, 2019).

Paisagens altamente antropizadas, como os centros urbanos, tendem a proporcionar ambientes onde eventos naturais, como as inundações, terão magnitude mais expressivas. Isso ocorre devido à modificação dos elementos inerentes aos processos hidrológicos, como o aumento dos valores de escoamento e diminuição das áreas de infiltração, além do aumento na eficiência do fluxo devido à impermeabilização do solo (TUCCI; BERTONI, 2003).

Além dos processos de ordem hidrológica nas planícies de inundação e nas encostas, é comum, principalmente em áreas urbanizadas, a ocorrência de alagamentos devido à impermeabilização do solo e deficiência de drenagem. Logo, esses problemas ambientais em centros urbanos têm promovido prejuízos sociais, econômicos e até de saúde para a população atingida.

3.4 ORDENAMENTO TERRITORIAL EM AMBIENTES URBANOS

A produção e reprodução das relações sociais se acumulam com certa intensidade e se materializam no espaço (SANTOS, 1996). A organização desse movimento precisa ser analisada como um processo dinâmico que expressa as necessidades do ser humano (CORRÊA, 1989). A gestão urbana é carregada de dimensões sociais, políticas, culturais e ambientais que representam interesses municipais (VILLAÇA, 2001) que buscam desenvolver e projetar a cidade.

O plano diretor, de acordo com o Estatuto da Cidade (2001), reúne fatores diversos que dizem respeito ao município em um documento que busca orientar o território. Para conferir rigidez e precisão em relação à realidade da paisagem da área de interesse, o mesmo precisa estar de acordo com a realidade das características bióticas, abióticas e culturais (CYMBALISTA; SANTORO, 2001).

É no Plano Diretor, então, que são dispostas normas e diretrizes para a organização socioespacial dos usos do solo urbano, ou seja, nos espaços onde os Polígonos de Intervenção Antrópica se destacam com mais propriedade. As redes de infraestrutura precisam ser compreendidas nas diversas escalas temporais com base nas características fisiográficas da área de implantação, por exemplo. Logo, os processos de organização precisam ser coerentes e coesos às estratégias de desenvolvimento da paisagem.

É preciso realçar que no processo de organização da paisagem, a mesma é continuamente alterada e transformada, logo, combinar as permanências e alterações (passado, presente e futuro) constitui a essência que define o Plano Diretor (VILLAÇA, 2001). O que os estudos ambientais já nos comprovaram há tempos é que a natureza tem o seu estado de equilíbrio e harmonia (NUNES, 2002). Todavia, a ação da sociedade e suas respectivas formas de ocupação alteram essa dinâmica, submetendo a paisagem a novos processos e diferentes graus de risco a processos, como enchentes e inundações.

A gestão do espaço urbano está associada a propostas e ações a serem efetivadas no presente enquanto o planejamento a ações que almejam o futuro. Para que seja eficiente e atinja um nível satisfatório na questão funcional, é extremamente necessária a atuação do poder público em conjunto com o conhecimento geocientífico (CASTELLO, 1999).

Planejamento e gestão não são propostas avulsas e que não podem se relacionar mesmo possuindo referências temporais distintas (SOUZA, 2011). É na interseção entre a necessidade atual (gestão) e a projeção futura (planejamento) que um Plano Diretor efetiva a sua capacidade

de (re) organizar o que é possível (VILLAÇA, 2001). Logo, a combinação dos elementos de natureza econômica, cultural e política, viesados com o sistema ambiental é que atinge o clímax da organização espacial.

São diversas as metodologias e instrumentos que surgem no âmbito do planejamento urbano do Brasil. Uma das propostas enfatizadas por Zuquette (1987) associa-se às condições socioeconômicas e físicas da área de interesse. Para a efetivação dessa proposta, seria necessária a elaboração de alguns documentos, como alguns mapas básicos fundamentais (topográfico, geológico, hidrográfico, geomorfológico e pedológico) que, combinados, formariam cartas interpretativas do espaço (zoneamento geotécnico, de condições construtivas, etc.).

A análise da paisagem com premissas geossistêmicas no âmbito do planejamento urbano está associada à necessidade de previsões frente possíveis problemas de ordem natural, como as enchentes e inundações e os escorregamentos.

Tendo em vista a dinâmica hídrica dos corpos d'água as enchentes e inundações são processos naturais (CAVALCANTI; LOPES, 2007). O mapeamento dos históricos das cheias, com informações relacionadas aos períodos de inundações excepcionais, facilita o processo de delimitação de áreas de risco e restritivas. As inundações são processos cíclicos e sazonais, que se intensificam por variáveis climatológicas e são caracterizados por grande abrangência e extensão (CUNHA, 1996).

Os escorregamentos são caracterizados pelo deslize de matéria sólida com a remoção do material dominante, como a rocha mãe, os solos e a vegetação (GUERRA, 2006). A expansão das cidades em áreas de encosta é uma das principais causas dos escorregamentos e, a ela, estão associados diversos danos à sociedade civil, desde prejuízos sociais a econômicos (GUERRA; MARÇAL, 2006). Destaca-se que a ocupação das encostas é seguida por uma série de intervenções que agravam a vulnerabilidade aos deslizamentos, como a alteração da declividade em função das moradias, aterros inadequados e deposição de lixo em áreas impróprias, remoção da cobertura vegetal e alteração na dinâmica hídrica da vertente (ROSS, 1992).

O que a prática do planejamento urbano almeja é a correção de falhas administrativas nos diferentes eixos municipais (ambiental, político, socioeconômico e cultural) e o fornecimento de subsídios para a evolução e crescimento das cidades. As utopias urbanas (VILLAÇA, 2004) são calcadas por tentativas de unir os aspectos naturais e um espaço caracterizado pela desconfiguração da natureza (VILLAÇA, 2001).

É neste contexto que se destaca a Lei 12.608/12, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC. O documento discorre sobre as competências da União e

dos Estados para com os municípios nas temáticas de prevenção, preparação e recuperação de cenários de vulnerabilidade ambiental a determinados eventos, como as enchentes e inundações.

O PNPDEC delega algumas obrigações dos órgãos públicos em relação ao mapeamento de áreas de risco, de estudos voltados para identificação de áreas vulneráveis e suscetibilidades de ocorrência de eventos desastrosos. Também “dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – COMPDEC” (BRASIL, Lei nº 12.608/2012).

O SINPDEC discorre a obrigatoriedade dos Estados e da União na prestação de serviços, ajuda financeira e material, aos municípios afetados por desastres naturais. Neste cenário, cabe aos órgãos municipais a criação do COMPDEC para a execução e coordenação do PNPDEC. São obrigações do Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil “auxiliar na formulação, implantação e execução do Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil; Propor normas para implementação e execução da PNPDEC; e acompanhar o cumprimento das disposições legais e regulamentares de proteção e defesa civil” (BRASIL, Lei nº 12.608/2012).

As diretrizes da PNPDEC são complementares ao Plano Diretor no que tange ao ordenamento territorial. Cabe ao município a adequação das propostas delimitadas no PD para o uso e ocupação de áreas identificadas como vulneráveis aos processos destacados pelo COMPDEC, como as enchentes e inundações. Essas ações governamentais são essenciais na prevenção de tragédias em regiões atingidas por fenômenos de ordem natural, como os hídricos-climáticos.

Tendo em vista que a Constituição Federal do Brasil de 1988, artigo 182, traz a obrigatoriedade do Plano Diretor para aqueles municípios com mais de vinte mil habitantes (entre outras especificidades), que reforça a Lei nº 10.257/2001, conhecida como Estatuto da Cidade, a correlação destas leis com o PNPDEC reforça a ideia do desenvolvimento sustentável.

Esse cenário constitui uma das várias tentativas de ordenar o espaço com normas e diretrizes urbanísticas (SCHWEIGERT, 2007). Neste momento, o conhecimento do meio físico é uma das prioridades do Plano Diretor e, infelizmente, negligenciado em diversas situações. O Estatuto da Cidade confere o equilíbrio ambiental como uma necessidade coletiva associada a qualidade ambiental (SCHWEIGERT, 2007).

Para Castello (1996) a prática urbanística subsidiada pelos conceitos de sustentabilidade só será implantada com o conhecimento das tendências das relações entre o ser humano e o ambiente. Para que realmente seja eficaz, o Plano Diretor precisa enaltecer sua dimensão

política, ou seja, despertar o interesse dos setores públicos e sociais nas causas de ação-reação do não cumprimento da legislação vigente de uso e ocupação do solo, por exemplo.

O processo de crescimento e urbanização está intimamente ligado ao Plano Diretor (VILLAÇA, 2001). As agressões ao meio ambiente, resultadas da negligência ao meio físico, podem ter efeitos irreversíveis. Schweigert (2007) traz em seu trabalho a discussão de como a sustentabilidade precisa ser compreendida no contexto do Plano Diretor Municipal da cidade de São Paulo. Destaca que o processo de crescimento urbano atingiu uma fase perigosa e caótica de degradação ambiental e precisa ser reavaliada (SCHWEIGERT, 2007).

Nesta narrativa, o autor destaca que a preocupação do Plano Diretor deve se atentar, também, às áreas não ocupadas do tecido urbano. A administração pública precisa de um instrumento capaz de representar o conhecimento do meio físico e as consequências do descumprimento da lei.

Uma das propostas destacadas por Souza e Sobreira (2015) é a elaboração de cartas de aptidão à urbanização frente a esses fenômenos. Os projetos públicos de zoneamento de áreas associadas a desastres naturais, como os conectados a deslizamentos de encostas, movimentos de massas e inundações precisam do conhecimento fisiográfico da área de interesse relacionado aos grupos sociais existentes na mesma (NUNES, 2002).

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para atingir os objetivos do presente trabalho foi necessária, primeiramente, a sistematização dos procedimentos que conduziram a pesquisa. Foram realizados diferentes níveis de análise, pautados em duas escalas: regional para a criação do panorama geral; e local para identificação de processos, como os de enchente e inundação com nível de detalhamento aprimorado.

O trabalho foi realizado em escritório com diversas etapas, como a leitura e escrita, aquisição e produção de informações e banco de dados, elaboração de documentos cartográficos (geoprocessamento) e análise dos dados. A tabela 2 sintetiza as etapas do trabalho.

Tabela 2 - Síntese das fases metodológicas que guiaram a pesquisa.

Etapa	Metodologia	Procedimentos
Definição dos objetivos geral e específicos	<ul style="list-style-type: none"> - Definição da área de estudo e da escala de trabalho; - Escolha do método de abordagem (hipotético-dedutivo) 	<ul style="list-style-type: none"> - Trabalho de escritório: leitura e escrita.
Elaboração do banco de dados	<ul style="list-style-type: none"> - Levantamento do referencial teórico; - Aquisição das informações fisiográficas das áreas de interesse. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trabalho de escritório: Leitura e escrita; - Banco de dados em SIG (Sistema de Informação Geográfica) e geoprocessamento dos dados.
Sistematização dos dados	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração dos mapas temáticos e adaptação do método GTP (Geossistema-Território-Paisagem) 	<ul style="list-style-type: none"> - Trabalho de escritório: Leitura e escrita; - Uso do software ArcGis; - Elaboração das cartas temáticas.
Diagnóstico e Prognóstico	<ul style="list-style-type: none"> - Compartimentação e caracterização dos geocomplexos; - Análise da paisagem do município de Cachoeira de Minas; - Resultados e discussões. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trabalho de escritório: escrita - Sistematização dos dados Elaboração do Zoneamento Geoambiental.

Fonte: Autor.

Para utilização do método GTP (Geossistema-Território-Paisagem) na análise da paisagem, foram adotadas as três entradas discutidas por Bertrand e Bertrand (2007):

naturalista, socioeconômica e socioambiental. O presente trabalho utilizou das unidades de escala dos Geocomplexos, que abrangem centenas e/ou quilômetros quadrados para representação da escala municipal de Cachoeira de Minas.

Em ambos os níveis de análise foram realizados os mesmos procedimentos metodológicos, pautados no levantamento bibliográfico e fase de produção do acervo; produção das bases cartográficas; análise e identificação das áreas naturalmente suscetíveis e; por fim, análise dos planos diretores e leis de uso e ocupação do solo vigente para a produção do zoneamento final.

A sistematização teórico-conceitual foi pautada em temas de interesse comum à geografia, como os principais conceitos: a paisagem, modelos de análise ambiental, teoria geossistêmica, abordagem ecodinâmica, unidades territoriais básicas, morfogênese, pedogênese e suscetibilidade natural a enchentes e inundações. Por fim, foi realizada a análise da Lei nº 12.608/12, que diz respeito à Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC.

Com a revisão bibliográfica realizada, a base conceitual da pesquisa foi finalizada. Prosseguiu-se para a fase de produção do acervo e das bases cartográficas das áreas de interesse. O primeiro passo foi a delimitação do trecho médio da Bacia Hidrográfica do rio Sapucaí.

O procedimento para a determinação da área foi realizado no software desktop de geoprocessamento arcGis, disponível no laboratório de geoprocessamento da UNIFAL-MG. Para delimitar a bacia, foi adquirido o Modelo Digital de Elevação (MDE) do TOPODATA, que apresenta uma interpolação de dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) que originalmente possuem resolução de 90m, (<http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>) do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), referente ao quadrante 22S465, com resolução espacial de 30m. Na aba de ferramentas *Spatial Analyst Tools*, a função *Fill* na seção *Hydrology* foi aplicada para a correção das imperfeições e erros nos tamanhos e valores dos pixels do MDE. Em seguida foi acionada a função *Flow Direction*, também na seção *Hydrology*, na aba *Spatial Analyst Tools*, para corrigir a direção do fluxo na área. Finalizadas estas etapas, a delimitação da bacia é feita com a ferramenta *Basin*, na aba *Spatial Analyst Tools*, seção *Hydrology*. A área foi convertida para um arquivo vetorial (formato shapefile) para manuseio. No site de Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Sapucaí ([Plano Diretor | CBH Sapucaí \(cbhsapucaí.org.br\)](http://Plano_Diretor_CBH_Sapuca%C3%AD/cbhsapuca%C3%AD.org.br)), foi adquirido o Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia, para checagem dos municípios que compõem o trecho médio da bacia.

Delimitada a área do trecho médio da Bacia Hidrográfica do rio Sapucaí, através dos dados do TOPODATA, foram elaborados os mapas temáticos de interesse para a pesquisa.

Primeiro foram os produtos relacionados a geomorfologia: taxonomia do relevo, hipsometria e declividade. Para os mapas taxonômicos foi consultado o Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009). Neste contexto, o primeiro nível representa os domínios morfoestruturais, que são as grandes estruturas que sustentam as formas do relevo. O segundo nível considera as Unidades esculturais, que resultam da ação intempérica ao longo dos anos sobre as morfoestruturas. O terceiro nível representa as formas de padrão semelhantes, discerníveis pela variação altimétrica, formas das vertentes, etc. O quarto táxon individualiza os padrões de formas semelhantes, enquanto o quinto táxon está associado ao tipo das vertentes junto dos processos erosivos ativos, o sexto táxon. Esses dados foram utilizados como base para a delimitação dos geossistemas no trecho médio da BHRS.

As características inerentes ao mapeamento geomorfológico de Minas Gerais foram adquiridas no banco de dados disponível nas plataformas digitais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As curvas de nível (com equidistância de vinte metros, geradas a partir da vetorização das cartas topográficas de escala 1:50.000), polígonos de mancha urbana e limites municipais foram adquiridos na plataforma digital da Infraestrutura Estadual de Dados Espaciais de Minas Gerais (IEDE). Também foram utilizados os dados disponíveis no catálogo da Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE – SISEMA).

A elaboração dos produtos cartográficos foi realizada no software desktop ArcGIS, disponível no laboratório de geoprocessamento da UNIFAL – MG. O mapa geomorfológico do estado de Minas Gerais foi recortado, através da ferramenta “*Clip*” na aba “*Geoprocessing*”, para a área do trecho médio da Bacia Hidrográfica do rio Sapucaí. Este procedimento permitiu a identificação da taxonomia do relevo para os três primeiros níveis taxonômicos.

Os mapas de declividade e hipsométricos foram elaborados com base nos produtos gerados pelos arquivos vetoriais das curvas de nível. Com equidistância de vinte metros, baseadas nas cartas topográficas do catálogo do IBGE em 1:50.000, foi feito o recorte para a área de interesse.

Com as curvas de nível da área de interesse estabelecidas, foi elaborado um Modelo Digital de Elevação (MDE) com a ferramenta “*TOPO TO RASTER*” do programa ArcGIS, gerando o arquivo raster (matriz de linhas e colunas), com tamanho do pixel de dez metros. O produto raster gerado diz respeito às elevações da área de interesse, que variam entre 800 e 2000m.

Feito o mapa hipsométrico da área, a carta de declividade foi elaborada. A função “*Fill*”

na aba “*Spatial Analyst Tools*” foi executada para a correção de falhas e refinamento do mapa de altitude. Com o arquivo Raster corrigido e definido, foi aplicada a função “*Slope*”, na aba “*Spatial Analyst Tools*”.

O mapa geológico da área de estudo foi elaborado com base no mapeamento atualizado da CPRM de 2014, com escala de 1:000000. Foi realizado o recorte para o trecho médio da Bacia Hidrográfica do rio Sapucaí para identificação dos complexos geológicos que compõem a área e respectivas litologias predominantes.

O mapa pedológico foi elaborado com base no mapeamento de solos realizado pela EMBRAPA na escala de 1:250000. Foi feito o recorte para a área de interesse e, com base na legenda expandida da EMBRAPA (2018), os solos foram classificados na escala de um a três, de acordo com Crepane *et al.*, (2001), onde valores próximos de um representam solos mais maduros e bem desenvolvidos (pedogênese) e valores próximos a três representam predominância da morfogênese (quadro 1).

Quadro 1 - Classificação dos tipos de solo para Crepane *et al.*, (2001).

Tipo de solo	Classificação
Latossolo vermelho-amarelo distrófico (LVAd)	1
Latossolo vermelho-amarelo ácrico (LVAw)	1
Latossolo vermelho distrófico (LVd)	1
Latossolo vermelho ácrico (LVw)	1
Argissolo vermelho amarelo distrófico (PVAd)	2
Neossolo Flúvico Distrófico (RYbd)	3

Fonte: Crepane *et al.*, (2001).

Com os aspectos fisiográficos da área de estudo estabelecidos, foram destacados os municípios que se encontram em áreas naturalmente suscetíveis a riscos geológicos e processos de enchentes e inundações, através dos parâmetros geomorfológicos. Desses municípios, foram destacados dois que apresentam um histórico amplo de ocorrência destes eventos, Pouso Alegre e Santa Rita do Sapucaí.

Para estes dois municípios foram realizadas as mesmas análises fisiográficas com base no mapeamento de escala municipal e análise do crescimento da mancha urbana. Neste momento, foram realizadas consultas a documentos que constam das ocorrências dos processos estudados.

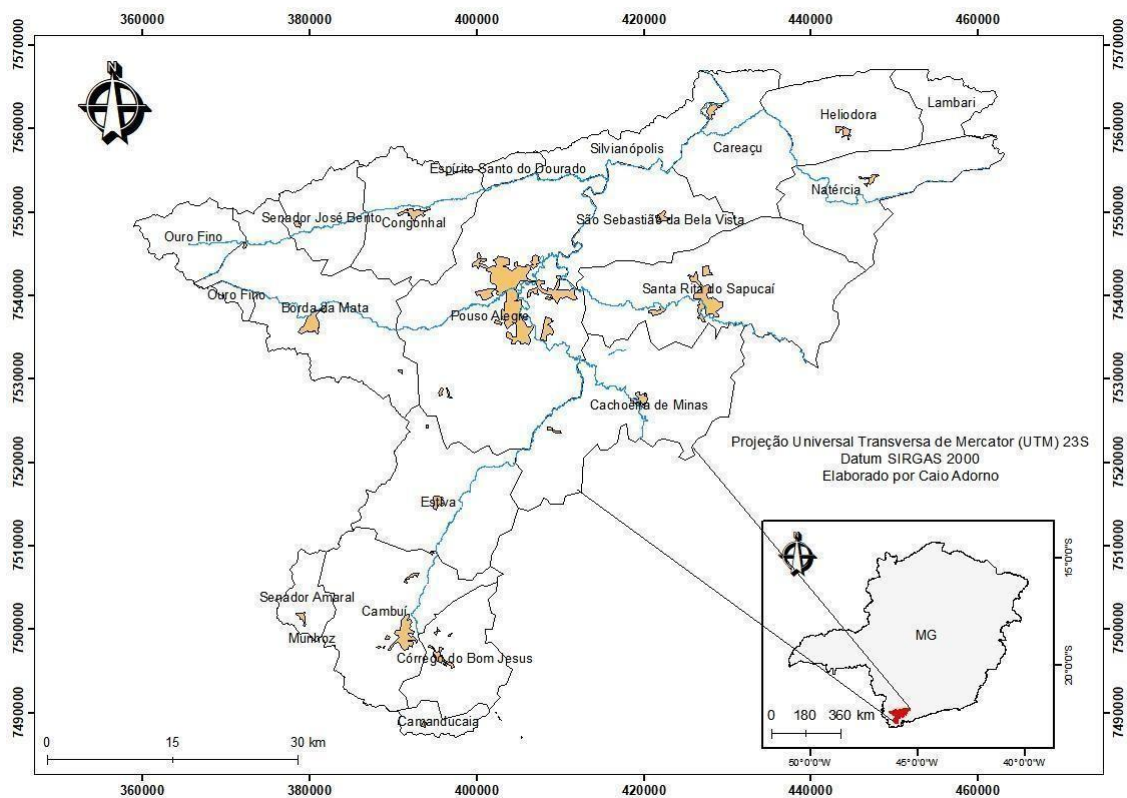
A delimitação dos Geocomplexos do município de Cachoeira de Minas foi baseada,

principalmente, nos aspectos de morfogênese e pedogênese com base nos atributos de geomorfologia da área. Os aspectos inerentes à hidrografia, pedologia, geologia e uso e ocupação foram auxiliares para a individualização de cada unidade de paisagem.

5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Esta seção discorre as características inerentes à área de estudo, o trecho médio da bacia hidrográfica do rio Sapucaí – MG (figura 1). Foram levantados dados a respeito da geomorfologia, pedologia, geologia e climatologia local, com o intuito de construir um panorama geral sobre as características fisiográficas de interesse.

Figura 1 - Localização do médio curso da bacia hidrográfica do rio Sapucaí



Fonte: Autor.

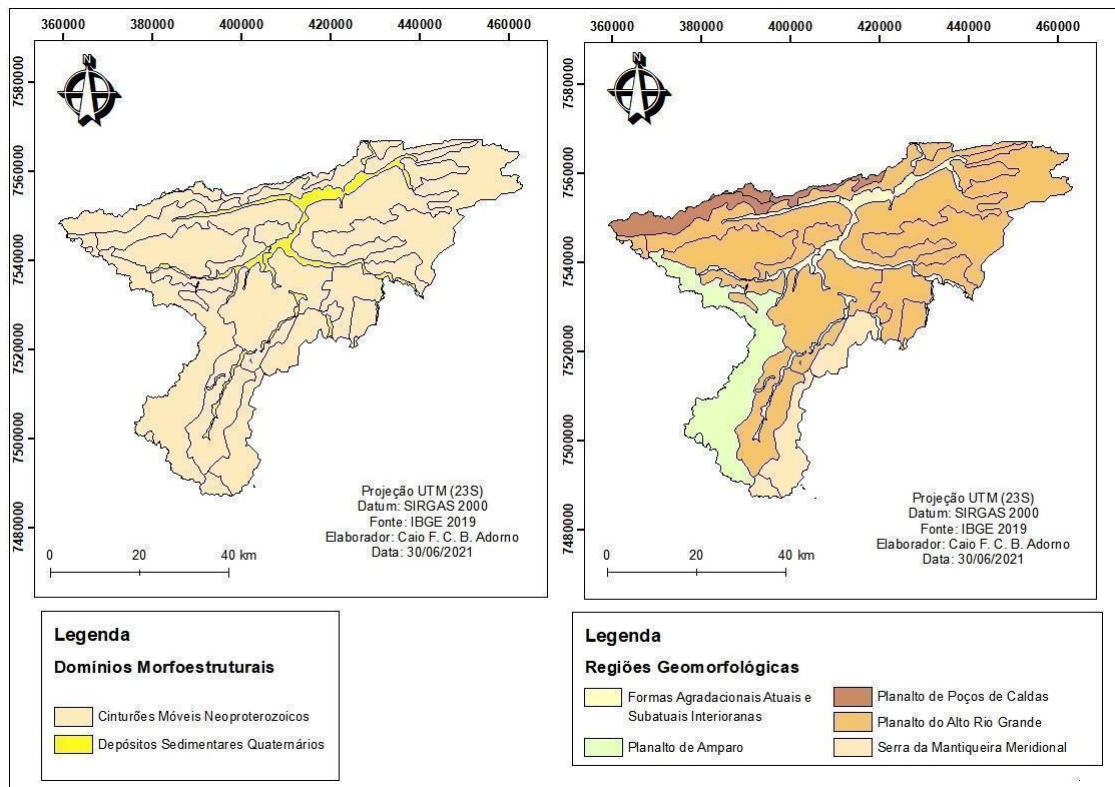
A área de estudo foi compartimentada em duas classes. A primeira, denominada caracterização regional, diz respeito a toda a área do trecho médio da Bacia Hidrográfica do rio Sapucaí. Neste momento, foram destacados dois municípios que apresentam um histórico de ocorrência de processos de enchente e inundação, para ilustrar a problemática levantada na pesquisa. São as cidades de Pouso Alegre e Santa Rita do Sapucaí que, pelo motivo destacado, apresentam um histórico de eventos como as enchentes e inundações. Já na segunda classe, intitulada Caracterização Municipal, é dado foco maior ao município de Cachoeira de Minas, para aplicação do modelo.

5.1 CARACTERIZAÇÃO REGIONAL DA ÁREA DE ESTUDO

5.1.1 Geomorfologia

O trecho médio da Bacia Hidrográfica do rio Sapucaí faz parte do domínio tectônico do Escudo Brasileiro, com predomínio cristalino. De acordo com a classificação taxonômica do relevo proposta pelo IBGE (2009) a área de estudo está inserida em dois grandes domínios morfoestruturais (primeiro táxon): os Cinturões móveis neoproterozóicos, que delimitam planaltos de estrutura cristalina, e os Depósitos sedimentares quaternários; e no segundo táxon é representado principalmente pelo Planalto do Alto rio Grande (figura, 2).

Figura 2 - Domínios morfoestruturais e Regiões Geomorfológicas da área de estudo.



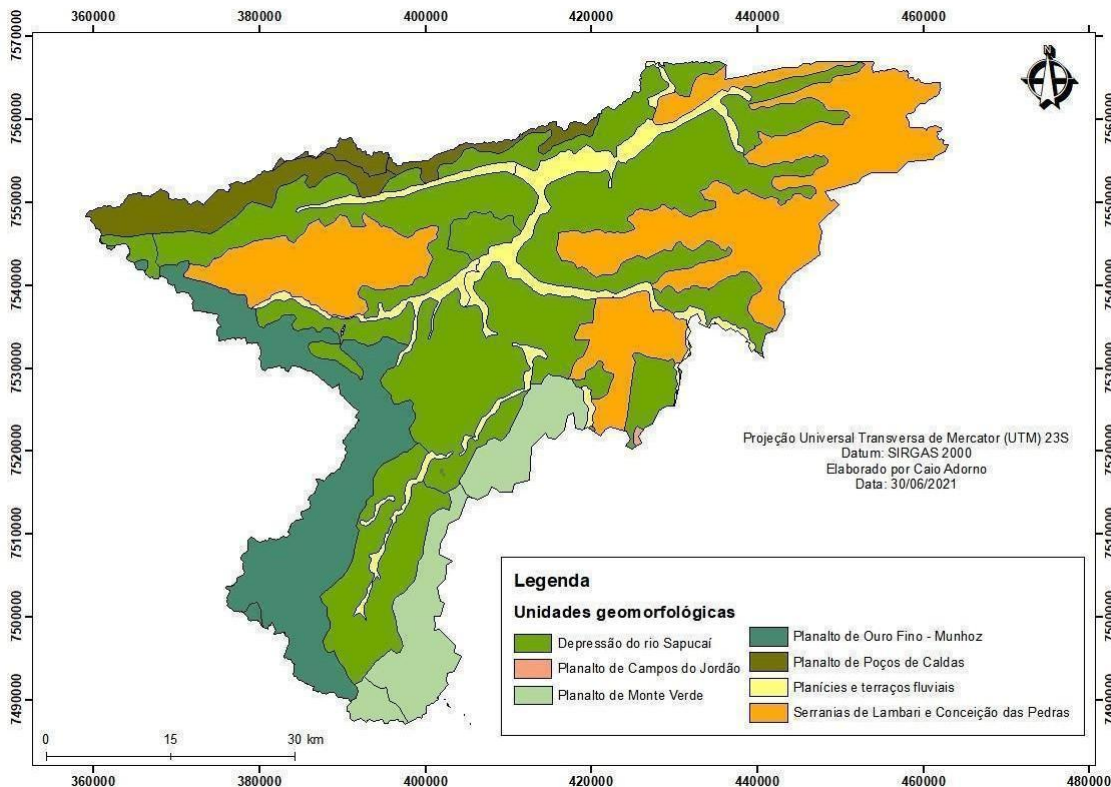
Fonte: Autor.

A área da Bacia do rio Sapucaí está inserida no domínio tectônico do Escudo Brasileiro (IBGE, 2009). É resultado dos movimentos do Ciclo Brasileiro e delimitada pela Serra da Mantiqueira a leste e pelo Cráton do São Francisco a oeste (SAADI, 1991). Quando singulariza

as regiões geomorfológicas do segundo táxon, as unidades geomorfológicas, terceiro táxon, se destacam (IBGE, 2009).

O terceiro nível da taxonomia do relevo do IBGE (2009), as Unidades Geomorfológicas, delimita um arranjo semelhante nos tipos de modelado (IBGE, 2009). Cada unidade é resultado da expressão dos diversos agentes responsáveis pela delimitação paisagística (agentes endógenos e exógenos). A área de estudo é constituída, principalmente, pela Depressão do rio Sapucaí, pelos planaltos e por planícies e terraços fluviais (figura 3).

Figura 3 - Unidades geomorfológicas do trecho médio da Bacia Hidrográfica do rio Sapucaí.



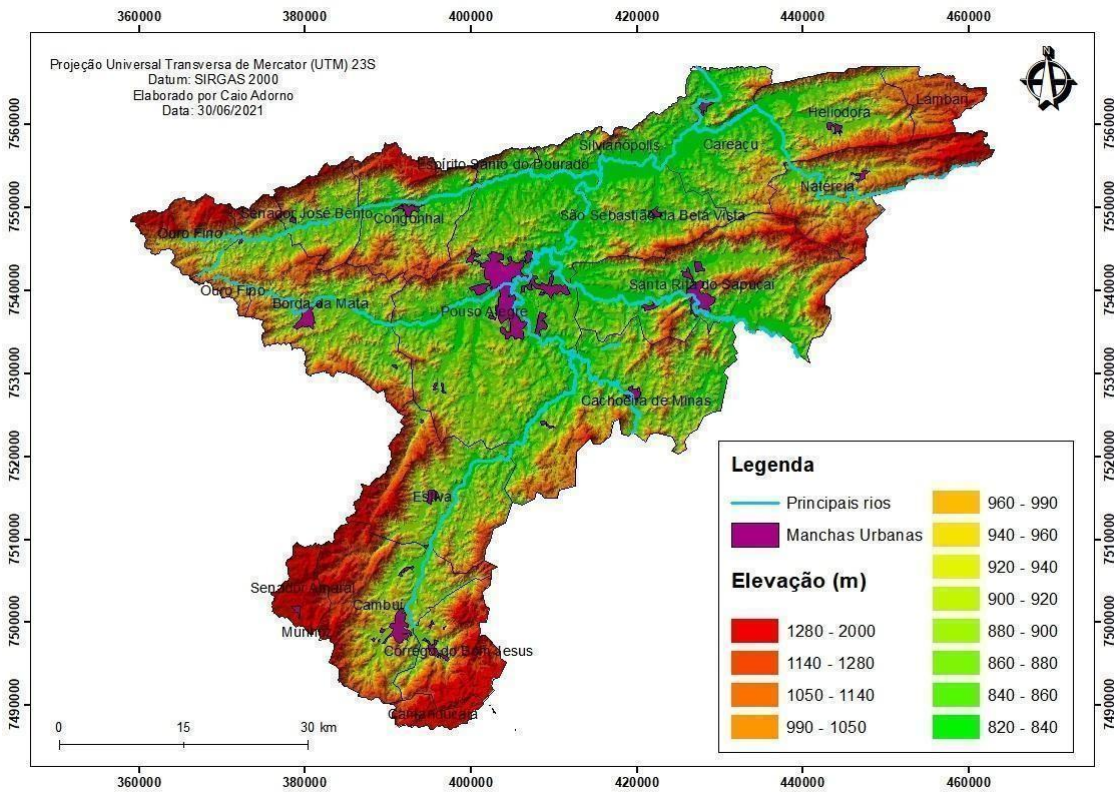
Fonte: Autor

As planícies compreendem o conjunto de formas de relevo planas ou suavemente onduladas, onde os processos de sedimentação são mais expressivos que os erosivos. Já as Depressões são os conjuntos de relevos que se encontram em nível altimétrico inferior às regiões vizinhas, com variações internas específicas para cada uma (ROSS, 1992). Os Planaltos representam áreas de relevos planos ou dissecados, de cotas altimétricas mais elevadas, portanto, marcados por processos erosivos, assim como as Serras, que compõem paisagens de relevos acidentados nas bordas dos planaltos.

A topografia da região é caracterizada por planaltos originados pelos movimentos de

ascensão e subsidência de blocos do Brasileiro (SAADI, 1991). Ocorrem cristas de até 2000m, além de colinas de topos arredondados, vertentes variadas e extensas planícies de acumulação. O Modelo Digital de Elevação da área (figura 4) permite a visualização das regiões caracterizadas por zonas de transmissão de matéria e energia e acumuladoras.

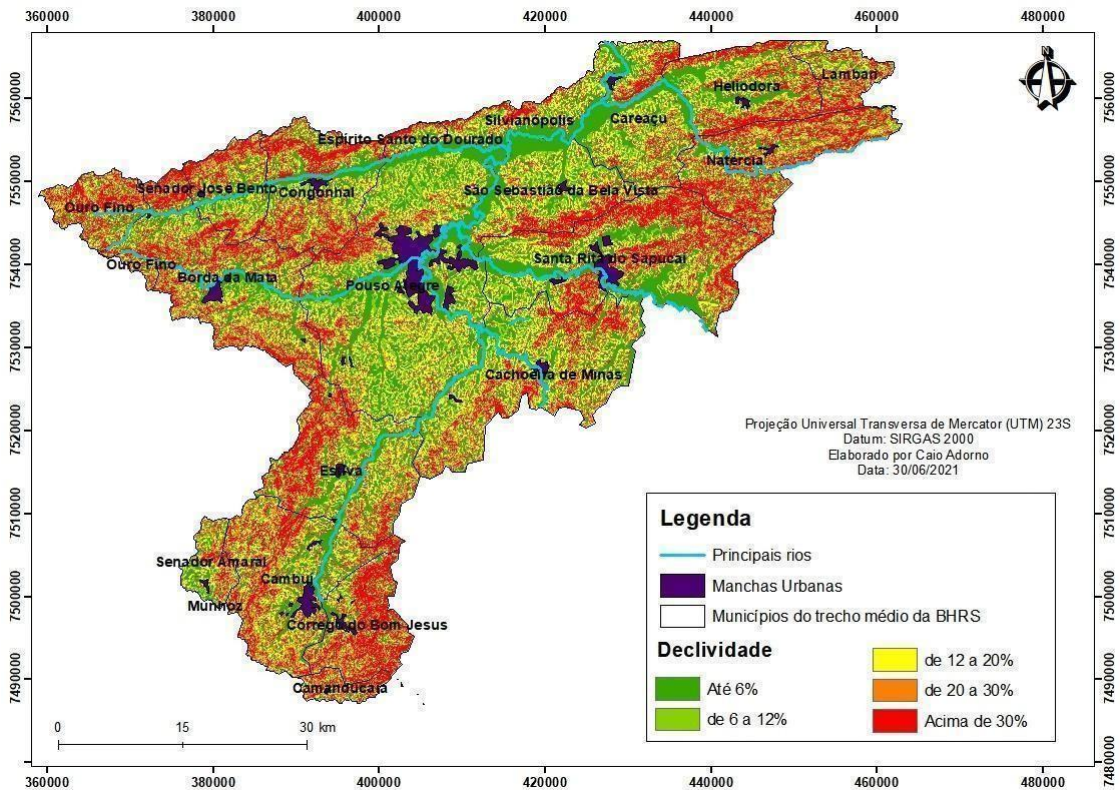
Figura 4 - Modelo Digital de Elevação da área de estudo.



Fonte: Autor

A particularização dos padrões de formas semelhantes e declividade do relevo (figura 5), que nessa região montanhosa favorece o aparecimento de corredeiras e cachoeiras. Percebe-se que as manchas urbanas dos municípios estão inseridas nas áreas mais baixas, de aproximadamente 800m, essa situação ilustra um cenário de instalação das cidades nas planícies dos rios e da expansão nas encostas dos vales.

Figura 5 - Declividade do relevo da área de estudo.



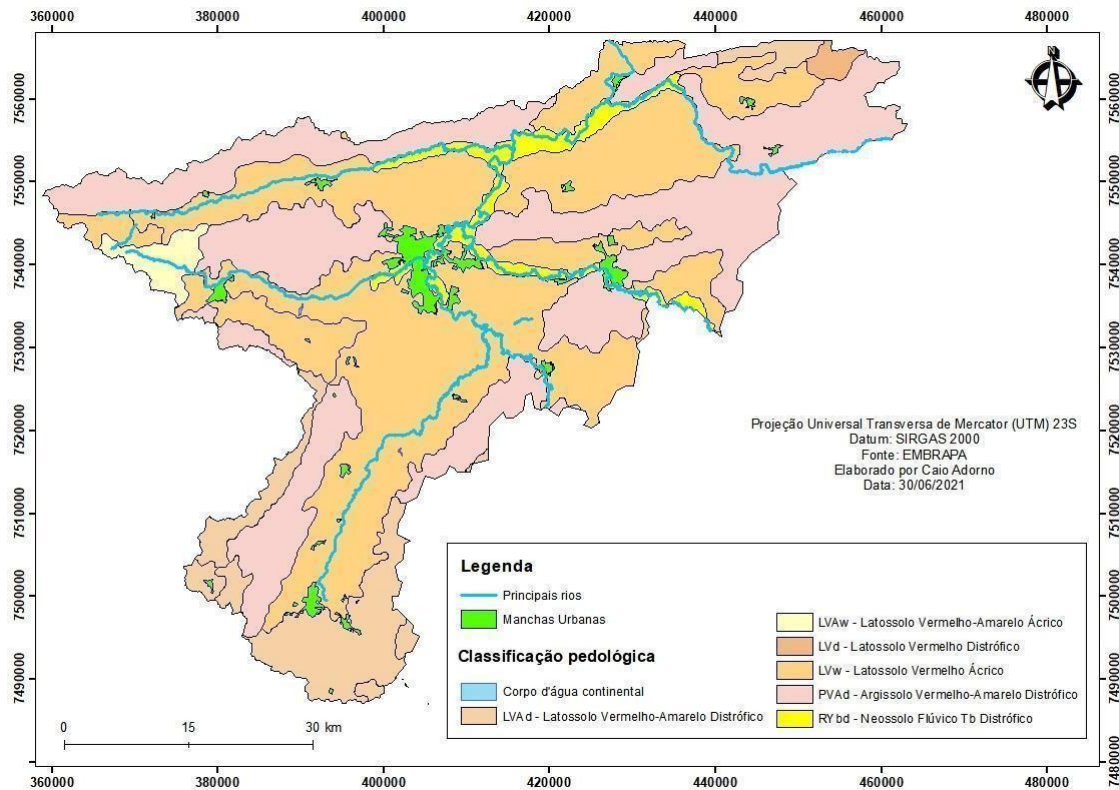
Fonte: Autor

Percebe-se que a maioria das cidades estão inseridas em áreas baixas, estabelecidas sobre ou nas proximidades das planícies de inundação e em declividades baixas, de até 6%.

5.1.2 Pedologia

O curso médio da Bacia Hidrográfica do rio Sapucaí é composto, principalmente, pelos latossolos, que variam conforme as estruturas do embasamento geológico (GASPAR JUNIOR, 2009). Embora bem desenvolvidos, algumas características regionais interferem na fertilidade dos solos, portanto, a avaliação pedológica é essencial para a delimitação de áreas e zoneamentos (figura 6) (EMBRAPA, 2018).

Figura 6 - Mapa pedológico da área de estudo.



Fonte: Autor.

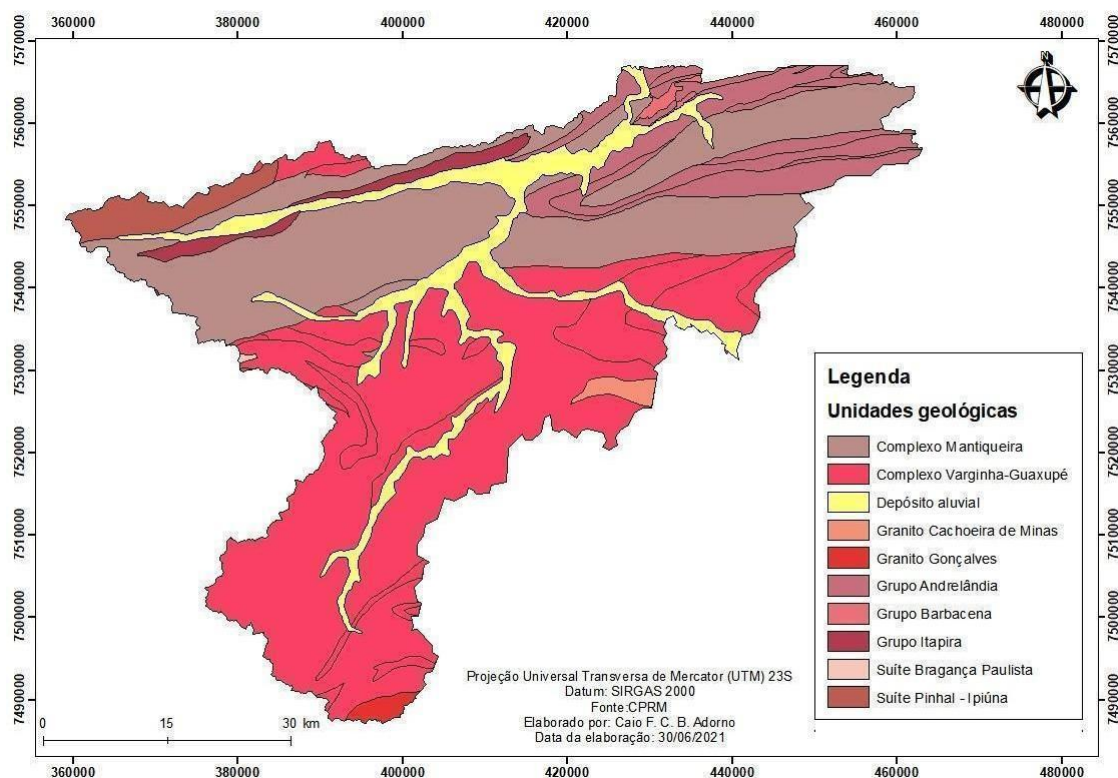
Os latossolos vermelho-amarelos são caracterizados por estrutura bem definida, camadas horizontais evoluídas e profundidade relativa (GUERRA; MARÇAL, 2006). Aqueles classificados como distróficos possuem limitações químicas, como o baixo teor de fósforo (o que requer a adubação fosfatada para áreas produtivas). Os latossolos ácricos também exigem adubação e tratamento devido à insuficiências químicas, como a acidez elevada (EMBRAPA, 2018).

Os argissolos vermelho-amarelos distróficos também apresentam limitações químicas devido à presença de alguns argilominerais, que na área, tendem a ser silicatados (LEPSCH, 2011). São solos problemáticos do ponto de vista da construção civil, pois podem apresentar variações volumétricas quando associados à água (GASPAR Jr, 2009). Os argilominerais são produtos de alteração de minerais como os feldspatos, piroxênios e anfibólios (comuns nas rochas da área), portanto a presença deles nos limites da área de estudo é bem comum.

5.1.3 Geologia

Com base no mapeamento do CPRM sobre as unidades litoestratigráficas, na escala de 1:1000000, a área do trecho médio da Bacia Hidrográfica do rio Sapucaí é constituída, principalmente, pelo arcabouço geológico do Complexo Varginha-Guaxupé (figura 7) e da Mantiqueira (CAVALCANTE *et al.*, 1979). O primeiro tem sua formação associada aos metassedimentos das proximidades de Varginha com os produtos migmatíticos de Guaxupé (Gaspar Jr, 2009). Enquanto o segundo está associado a rochas cristalinas e sequências Vulcano-sedimentares (WERNICK; PENALVA, 1980).

Figura 7 - Mapa geológico da área de estudo



Fonte: Autor.

O Complexo Varginha-Guaxupé apresenta diversos migmatitos granulíticos caracterizados por paleossomas de rochas granulíticas, com textura frequentemente granoblástica (HEILBRON, 2003). São destacados por granulação grossa e mineralogia constituída por hiperstênio, hornblenda, plagioclásio e minerais ferromagnesianos como a biotita e o anfibólio (CAVALCANTE *et al.*, 1979).

É válido destacar que o contexto geológico regional, como o Grupo Andrelândia, Barbacena e Itapira possui forte influência na região (CAVALCANTE *et al.*, 1979). Possuem idade proterozóica e são constituídos por variações de corpos ígneos básicos e ultrabásicos plutônicos, hipoabissais e efusivos (GASPAR Jr, 2009).

É válido destacar que na área de estudo existem diversos minerais máficos, como os piroxênios e anfibólios, responsáveis pela formação de argilominerais (GASPAR Jr, 2009). Essas áreas estão associadas a relevos suaves demarcados por argissolos, logo, são suscetíveis a problemas de ordem física (CPRM, 2008).

5.1.4 Climatologia e hidrografia

As questões relacionadas ao clima e a hidrografia local estão diretamente relacionadas e impactam o cenário de análises a problemas de enchentes e inundação. Sá de Junior (2009) discorre a capacidade do zoneamento climático no planejamento urbano nas diversas temáticas inerentes a ele, como a agricultura, indústria, rodovias, etc. O zoneamento climático do estado de Minas Gerais (SÁ DE JUNIOR, 2009) segue o modelo proposto por Köeppen (1918) e serviu como base para este estudo.

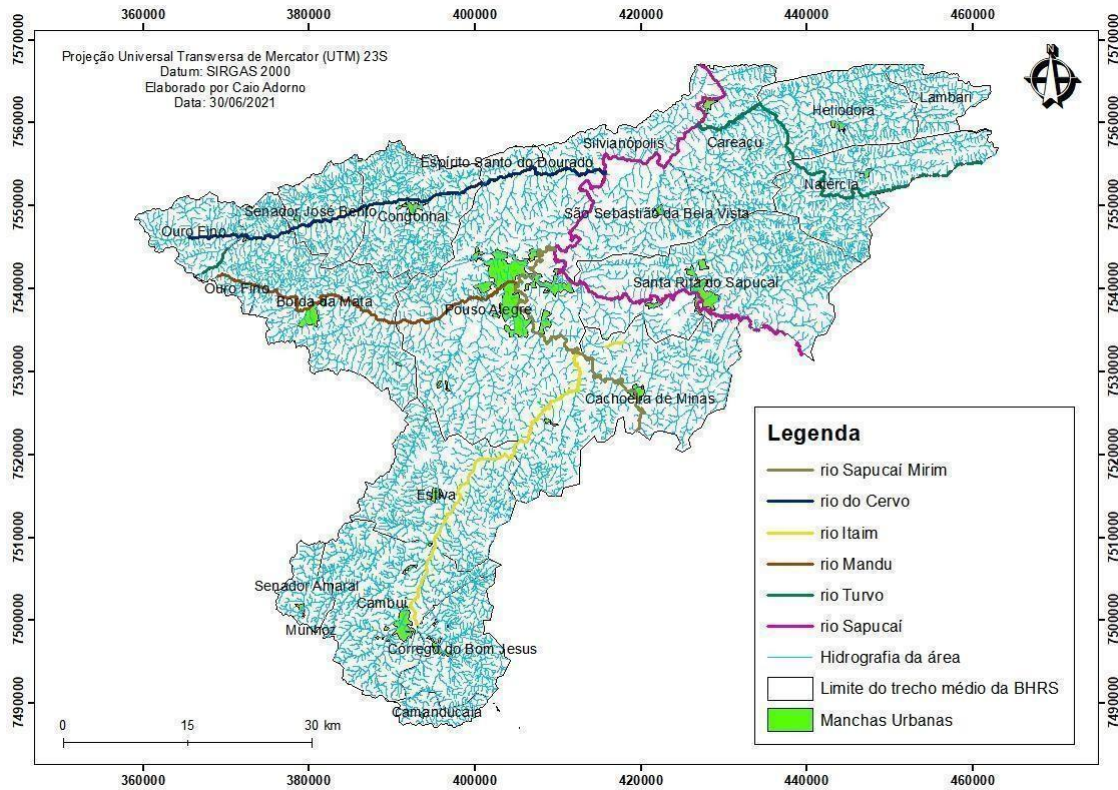
Os municípios que compõem o trecho médio da Bacia Hidrográfica do rio Sapucaí delimitam o Grupo C da classificação de Köeppen, clima temperado chuvoso e moderadamente quente. Apresentam subdivisões Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão úmido, e Cwb, clima temperado úmido com verão moderadamente quente.

A área de estudo está localizada em uma porção da bacia do rio Sapucaí caracterizada como Mesotérmico Médio, Super Úmido e com Subseca em altitudes elevadas (maiores de 1200m) e Mesotérmico Brando Úmido nas demais áreas (COPASA, 2001).

Uma das estações climatológicas mais próximas da área de estudo se localiza em Machado – MG, aproximadamente 100 quilômetros de distância de Cachoeira de Minas. É válido ressaltar que nessa distância existem comportamentos atmosféricos variados, logo, mais estações climatológicas são necessárias na área de estudo.

No que concerne à hidrografia da área, o rio Sapucaí apresenta a maior hierarquia fluvial. São seus principais afluentes o rio Sapucaí Mirim, rio do Cervo, rio Itaim, rio Mandu e rio Turvo (figura 8).

Figura 8 - Hidrografia da área de estudo

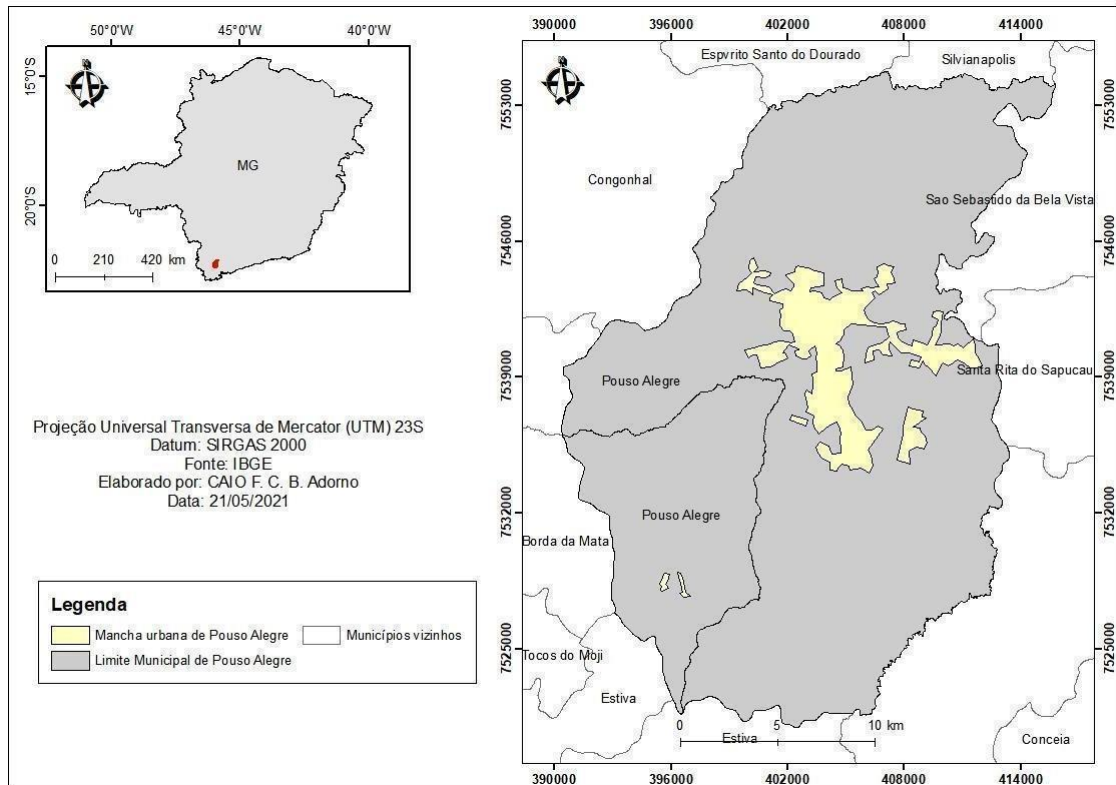


Fonte: Autor.

5.2 POUSO ALEGRE

O município de Pouso Alegre (figura 9) está localizado no sul de Minas Gerais e possui acesso por duas importantes rodovias do estado, a BR 381 - Rodovia Fernão Dias, responsável por conectar a capital Belo Horizonte/MG a São Paulo/SP e a BR 459 – Rodovia Juscelino Kubitschek de Oliveira, responsável por conectar o município de Poços de Caldas a cidade de Lorena/SP, facilitando o acesso à BR 116 – Presidente Dutra, que permite o acesso ao Rio de Janeiro/RJ.

Figura 9 - Mapa de localização de Pouso Alegre



Fonte: Autor.

O município de Pouso Alegre apresenta uma área total de 543.068 m² e uma população de 130.615 habitantes (IBGE, 2010). Caracterizada como uma cidade média, Pouso Alegre apresenta diversos usos da terra que são reflexos das condições geográficas no espaço-tempo. Logo, coexistem múltiplas paisagens, associadas às atividades comerciais e prestação de serviços, áreas industriais e residenciais, recreativas e espaços destinados às monoculturas e preservação da natureza (ANDRADE, 2014).

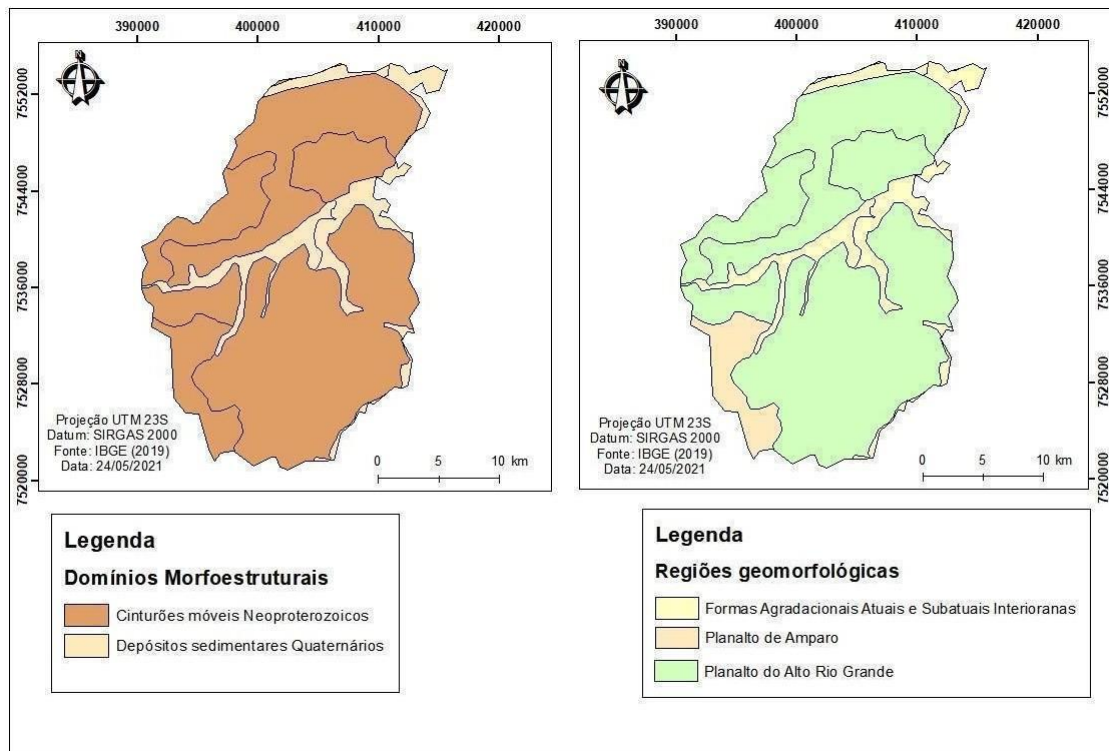
Neste contexto de transformação do espaço urbano pela lógica econômica e socioespacial, existe a reconfiguração das estruturas urbanas expressas pela necessidade de novas áreas de ocupação, com a implantação de loteamentos, conjuntos habitacionais e estruturas comerciais (CARVALHO, 2014). É neste momento que a organização pautada no conhecimento fisiográfico emerge como fundamental para a definição de diretrizes de desenvolvimento urbano.

As enchentes e inundações decorrem da ordem natural dos cursos d'água (TUCCI; BERTONI, 2003), logo, a ocupação das áreas de vazão dos rios estará submetida a problemas

desta ordem. Pouso Alegre apresenta um histórico de ocupação associado às planícies dos rios Sapucaí Mirim e Mandu, áreas de represamento do leito maior e maior excepcional dos corpos hídricos. Neste contexto, é possível admitir que são áreas com histórico de processos naturais, como as enchentes e inundações.

De acordo com a classificação taxonômica do relevo proposta pelo IBGE (2009) o município de Pouso Alegre está inserido em dois grandes domínios morfoestruturais (primeiro táxon): os Cinturões móveis neoproterozóicos, que delimitam planaltos de estrutura cristalina, e os Depósitos sedimentares quaternários, que delimitam áreas de intensa deposição de matéria; e no segundo táxon é representado principalmente pelo Planalto do Alto rio Grande (figura, 10).

Figura 10 - Representação dos domínios morfoestruturais (1º taxón) e morfoesculturais (2ºtaxón) de Pouso Alegre

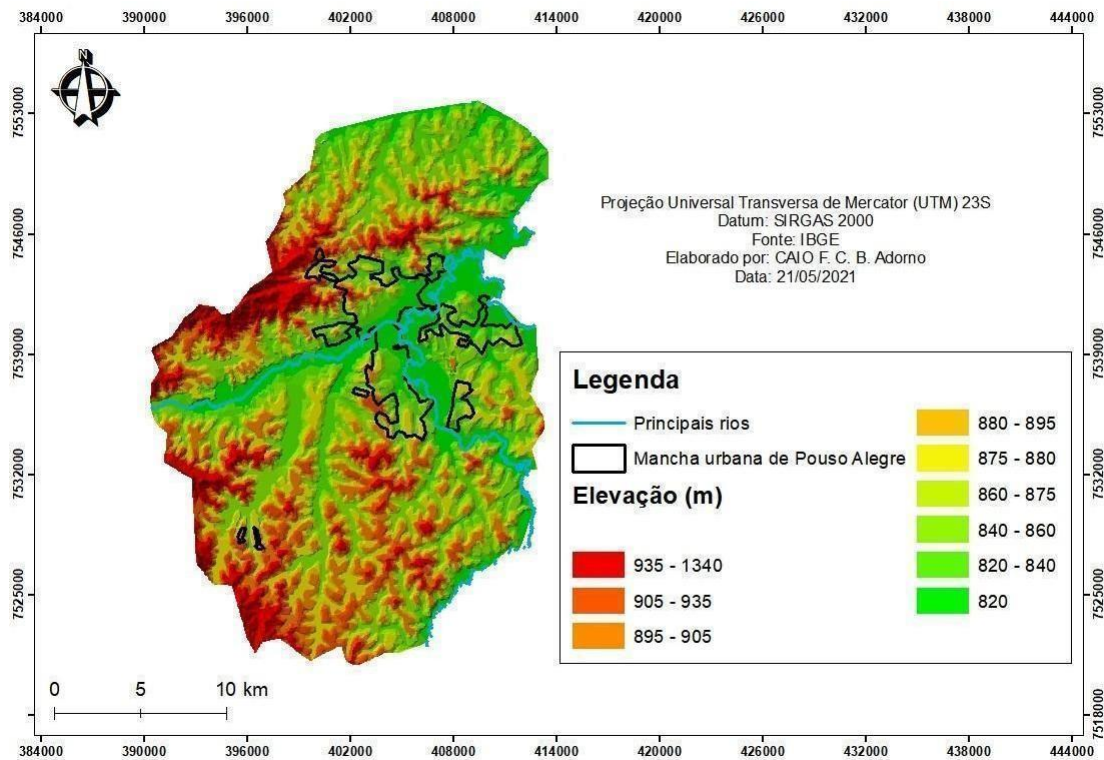


Fonte: Autor.

A geomorfologia do município faz parte do Planalto Dissecado do Sul de Minas Gerais, reflexo de processos do Ciclo Brasileiro (ROSS, 1992). A mancha urbana do município, de acordo com o MDE do TOPODATA, se insere nas áreas mais baixas, de aproximadamente 800m (figura 11), essa situação corrobora a discussão feita anteriormente da instalação das

idades nas planícies dos rios (rio Sapucaí em Pouso Alegre) e da expansão nas encostas dos vales.

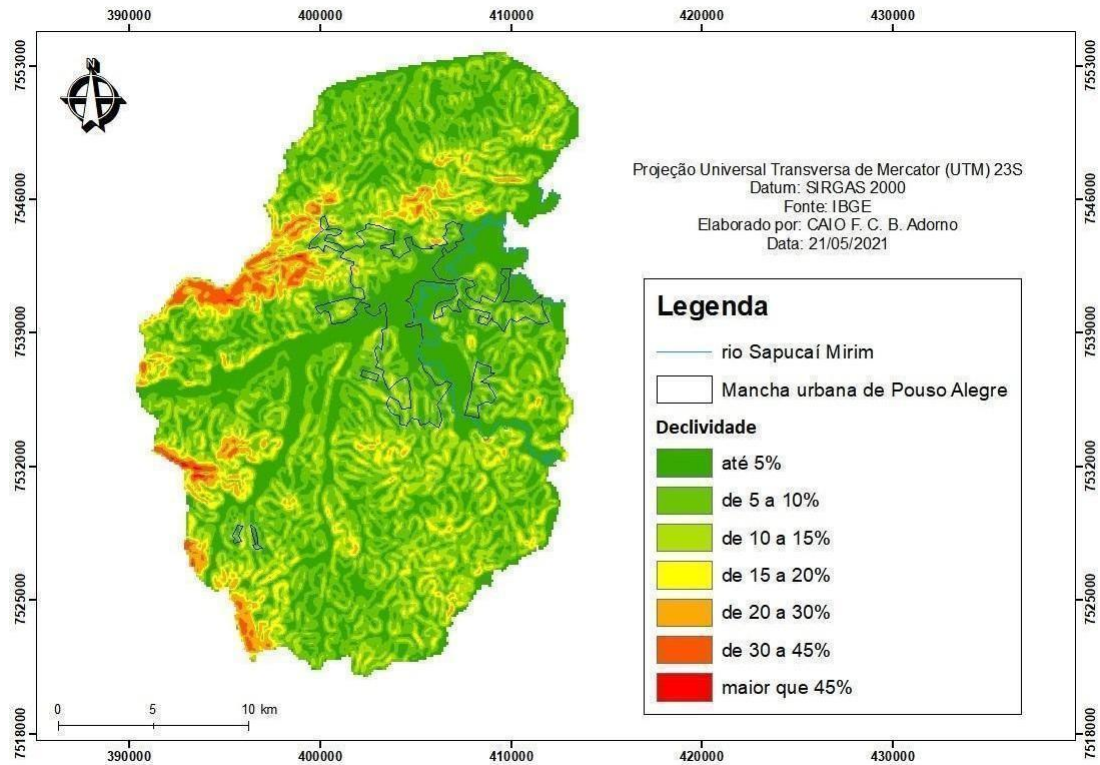
Figura 11 - Mapa hipsométrico de Pouso Alegre



Fonte: Autor.

O contexto geológico local, de acordo com Gaspar Jr (2009) é representado por coberturas sedimentares cenozóicas em áreas de deposição, ou seja, mais baixas; pelos Domínios do Complexo Guaxupé, Amparo e Andrelândia, todos ricos em rochas cristalinas, principalmente os migmatitos e granitoides diversos (MORAIS, 1998). Esse quadro geológico configura a questão geomorfológica referente ao quarto e quinto táxon da classificação do IBGE, a particularização dos padrões de formas semelhantes e declividade do relevo (figura 12), que nessa região montanhosa favorece o aparecimento de corredeiras e cachoeiras.

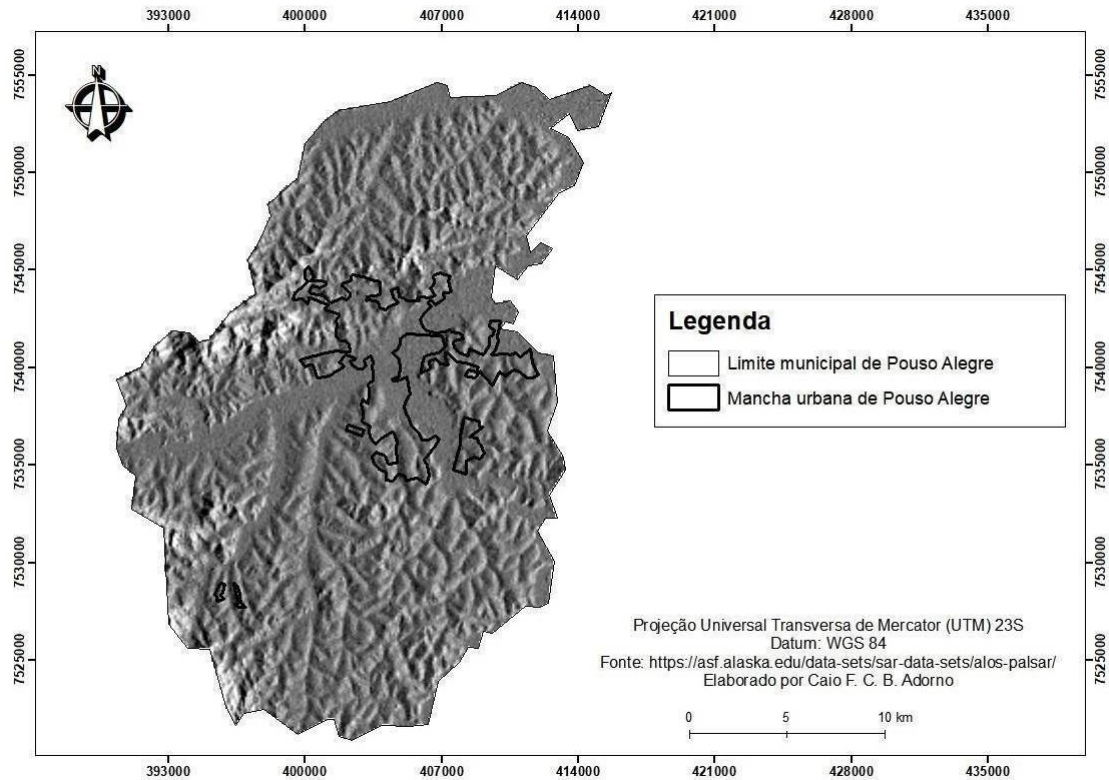
Figura 12 - Mapa de declividade do Pouso Alegre



Fonte: Autor.

As áreas caracterizadas por declividades até 15% correspondem às planícies do rio Sapucaí-Mirim e a relevos mais suaves associados a colinas. A segunda faixa de declividade, que compreende os compartimentos de morros com encostas suaves e morrotes, está associada a declividades de até 30%, logo, as vertentes apresentam maior declive. A terceira faixa de declives, associada aos valores superiores a 30%, relaciona as áreas de vertentes escarpadas e serras. O relevo sombreado ajuda a compreender essa dinâmica geomorfológica da área (figura 13)

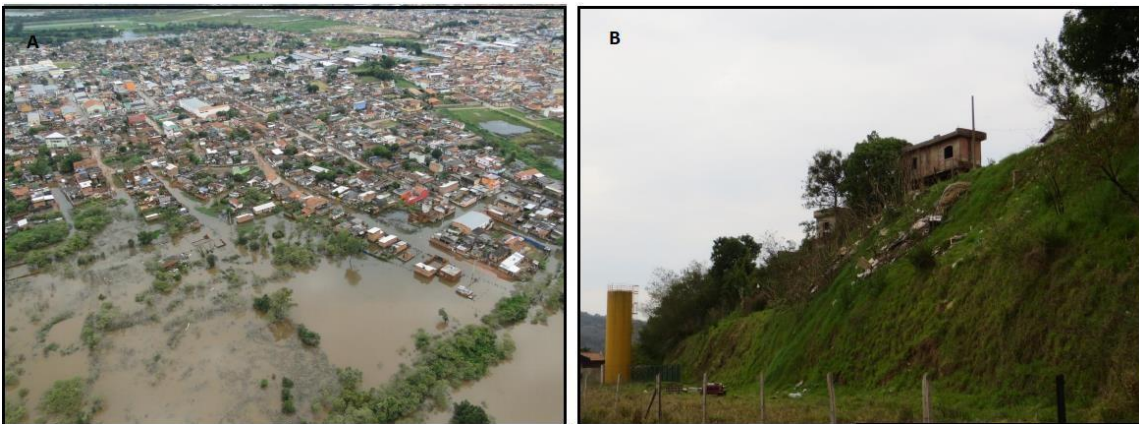
Figura 13 - Relevo sombreado do município de Pouso Alegre



Fonte: Autor.

A ocupação do fundo de vale e a expansão em áreas de vertente podem ser visualizadas no mapa de sombreado do relevo. A mancha urbana está fixada em área de ocupação do leito maior do rio Sapucaí-mirim (figura 14A) e, pela configuração geomorfológica da área, existem ocupações nas encostas (figura 14B).

Figura 14 - A) inundações em 2011 na área urbana de Pouso Alegre. B) Encosta íngreme ocupada em Pouso Alegre.

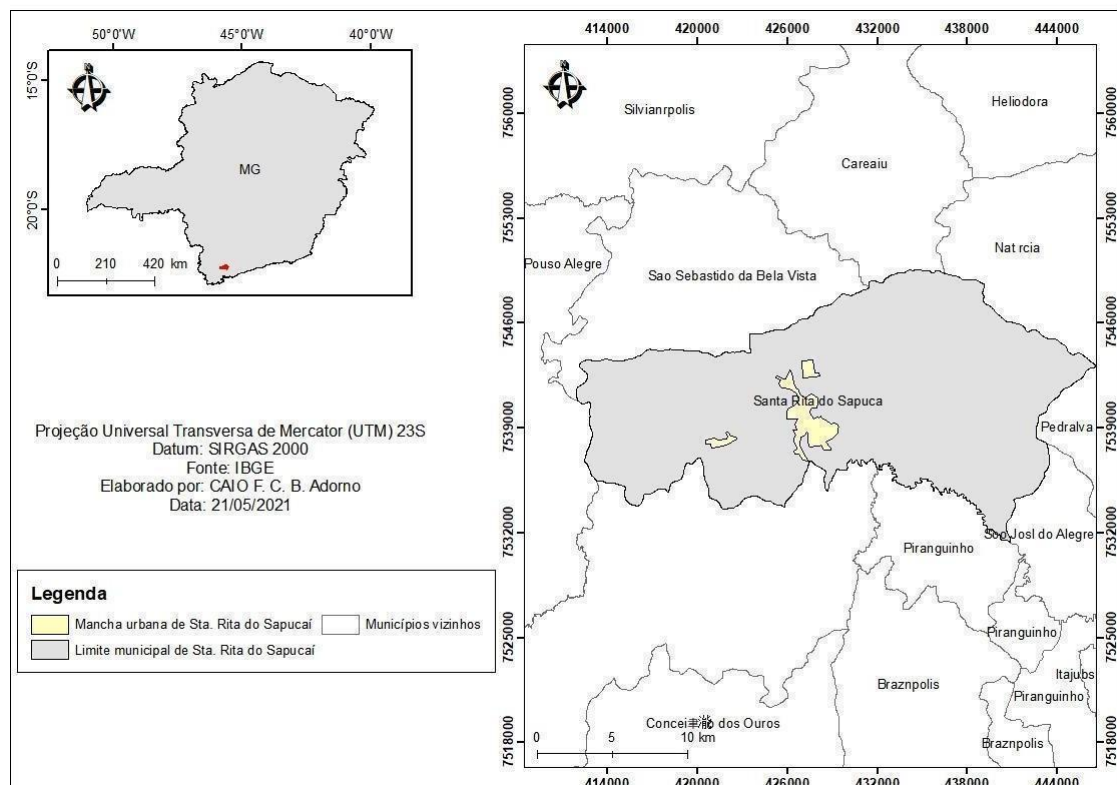


Fonte: Retiradas de CPRM (2014).

5.3 SANTA RITA DO SAPUCAÍ

O município de Santa Rita do Sapucaí (figura 15) possui aproximadamente, de acordo com o censo de 2010, 37.754 habitantes. Apresenta uma área de 352.969 m² e pertence à região de influência das cidades (REGIC) de Pouso Alegre no sul de Minas Gerais. É conhecida como o “Vale da eletrônica” devido às instituições de ensino e as empresas que dominam a economia local (CPRM, 2014).

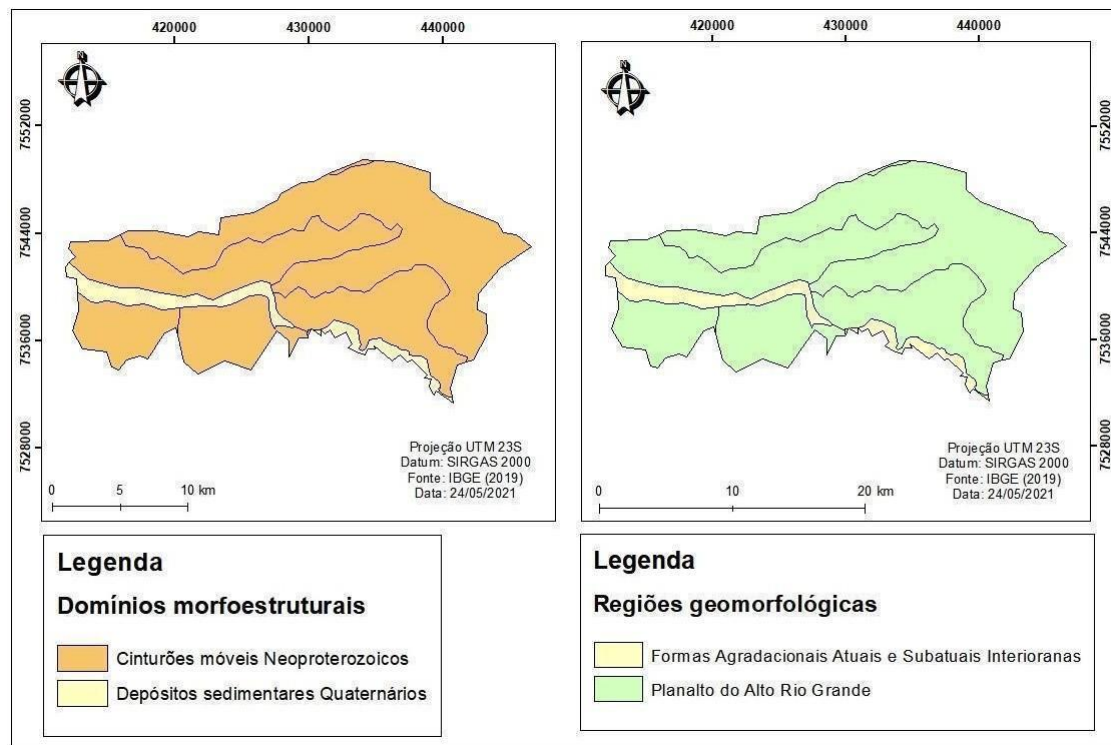
Figura 15 - Mapa de localização de Santa Rita do Sapucaí



Fonte: Autor.

Assim como em Pouso Alegre, a classificação taxonômica do relevo (IBGE, 2009) destaca para a o primeiro nível os cinturões móveis neoproterozoicos e os depósitos sedimentares quaternários e, para o segundo nível, as formas agradacionais atuais e subatuais e o Planalto do Alto Rio grande (figura 16).

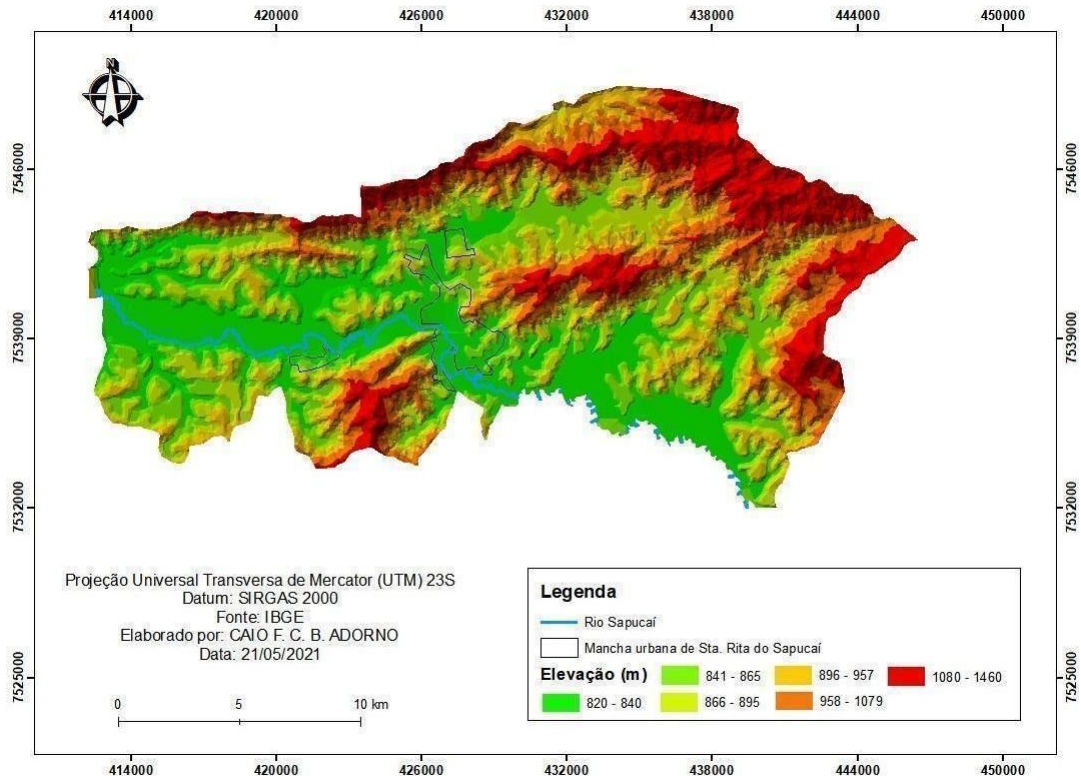
Figura 16 - Representação dos domínios morfoestruturais (1º táxon) e morfoesculturais (2º táxon) de Santa Rita do Sapucaí



Fonte: Autor.

O conhecimento dos Domínios Morfoestruturais correlaciona a geomorfologia com o arcabouço geológico predominante, pela gênese das rochas e pela tectônica atuante (IBGE, 2009). Já as Regiões Geomorfológicas representam as formações superficiais e as fitofisionomias especializadas geograficamente (IBGE, 2009). Neste contexto, a topografia (figura 17) da área está inserida no domínio do Planalto do Alto Rio Grande, onde ocorrem colinas de topos arredondados, vertentes diversas e extensas planícies caracterizadas por coberturas cenozóicas indiferenciadas.

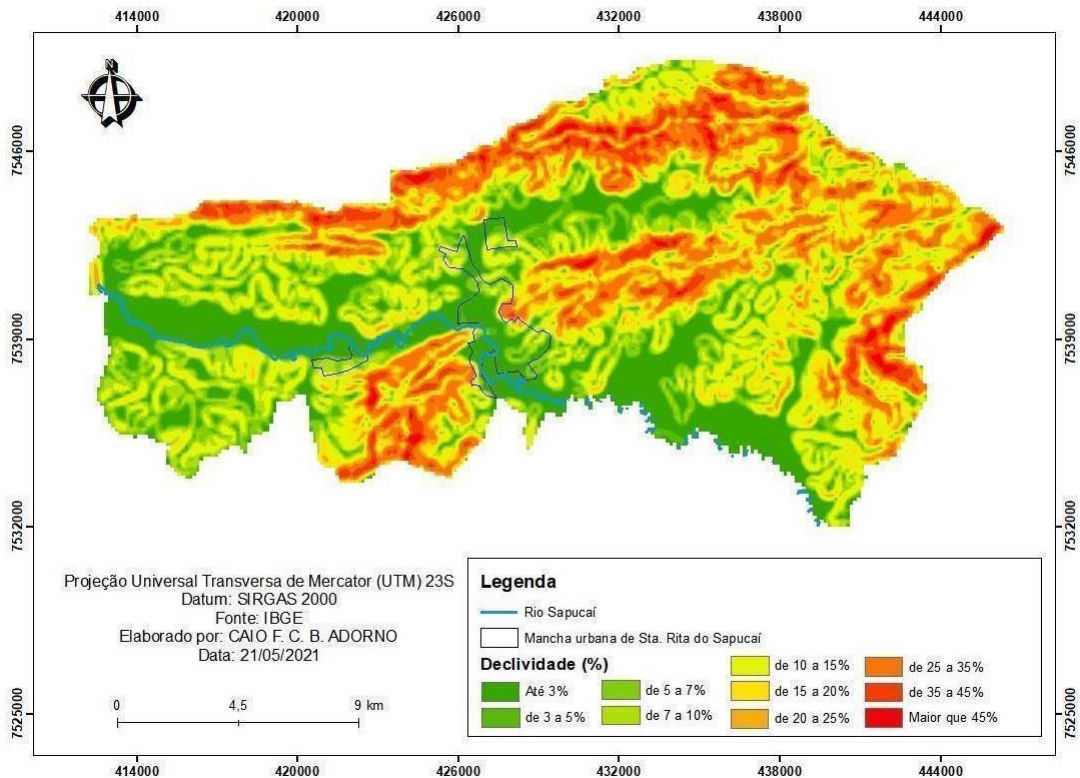
Figura 17 - Mapa hipsométrico de Santa Rita do Sapucaí.



Fonte: Autor.

Nesta narrativa, a análise das classes de declividade (figura 18) permite correlacionar áreas características pela vulnerabilidade natural a enchentes, inundações e movimentos de massa. O município de Santa Rita do Sapucaí se destaca por áreas planas (até 20%), onduladas (até 35%) e montanhosas (maior que 35%).

Figura 18 - Mapa de declividade de Santa Rita do Sapucaí

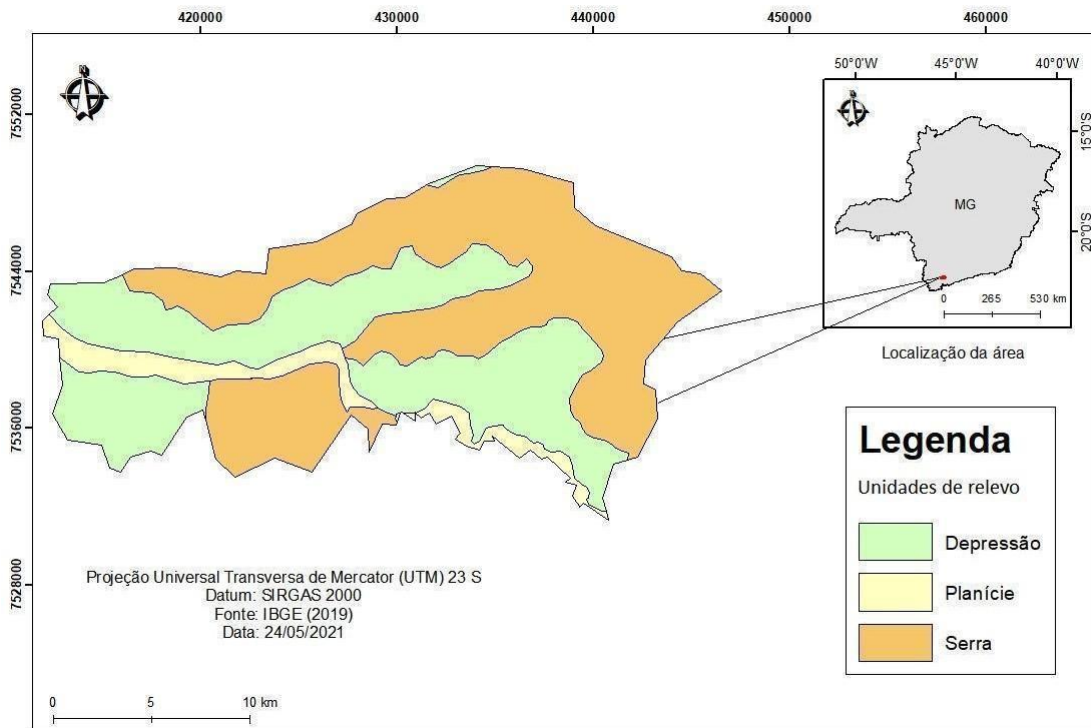


Fonte: Autor.

A área do município de Santa Rita do Sapucaí é caracterizada por declividades expressivas, com a ocorrência de serras no entorno da mancha urbana municipal. Essa situação gera um panorama geral de vulnerabilidade natural a problemas de movimentos de massa, enchentes e inundação.

O terceiro nível taxonômico da classificação do relevo proposta pelo IBGE (2009) correlaciona a área a três unidades do relevo (figura 19): As planícies – formas de relevo plano ou suavemente onduladas caracterizadas pelo predomínio da sedimentação sobre a erosão, ou seja, de baixas altitudes; As serras – constituem relevos mais acidentados que formam as escarpas adjacentes aos planaltos e; a Depressão – relevo plano ou ondulado localizado em áreas mais baixas as regiões adjacentes (IBGE, 2019).

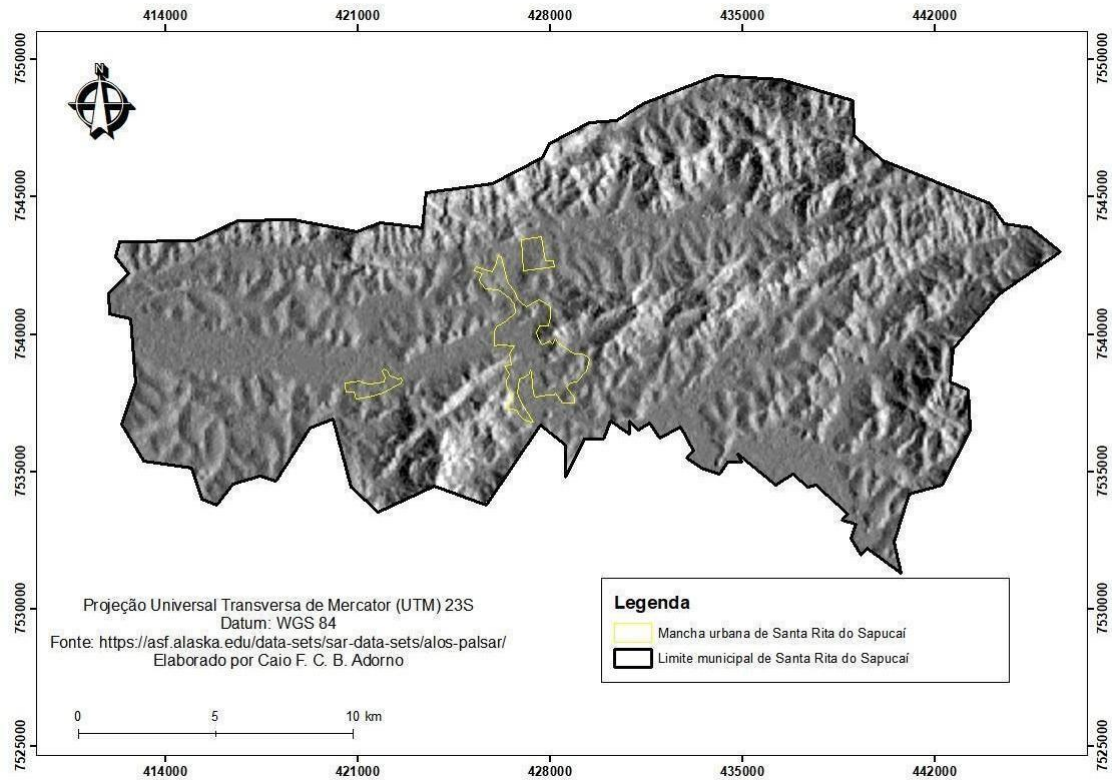
Figura 19 - Padrões de formas semelhantes do relevo de Santa Rita do Sapucaí (3ºtáxon)



Fonte: Autor.

Tendo em vista a classificação taxonômica do relevo e a análise particular das vertentes, como as classes de declividade e valores altimétricos, a discussão sobre as classes de vulnerabilidade natural a enchentes, inundações e movimentos de massa também pode ser visualizada no sombreamento do relevo (figura 20).

Figura 20 - Relevo sombreado de Santa Rita do Sapucaí



Fonte: Autor.

O sombreado do relevo ilustra como a mancha urbana está localizada em áreas mais baixas adjacentes a relevos mais acidentados. O desnível entre as áreas mais altas e as mais baixas pode ser observado pelo mapa. O que destaca possíveis cenários de ocupação das planícies e encostas (figura 21).

Figura 21 - A) Município de Sta. Rita do Sapucaí inundada nos anos 2000. B) encosta com indícios de deslizamentos no município.



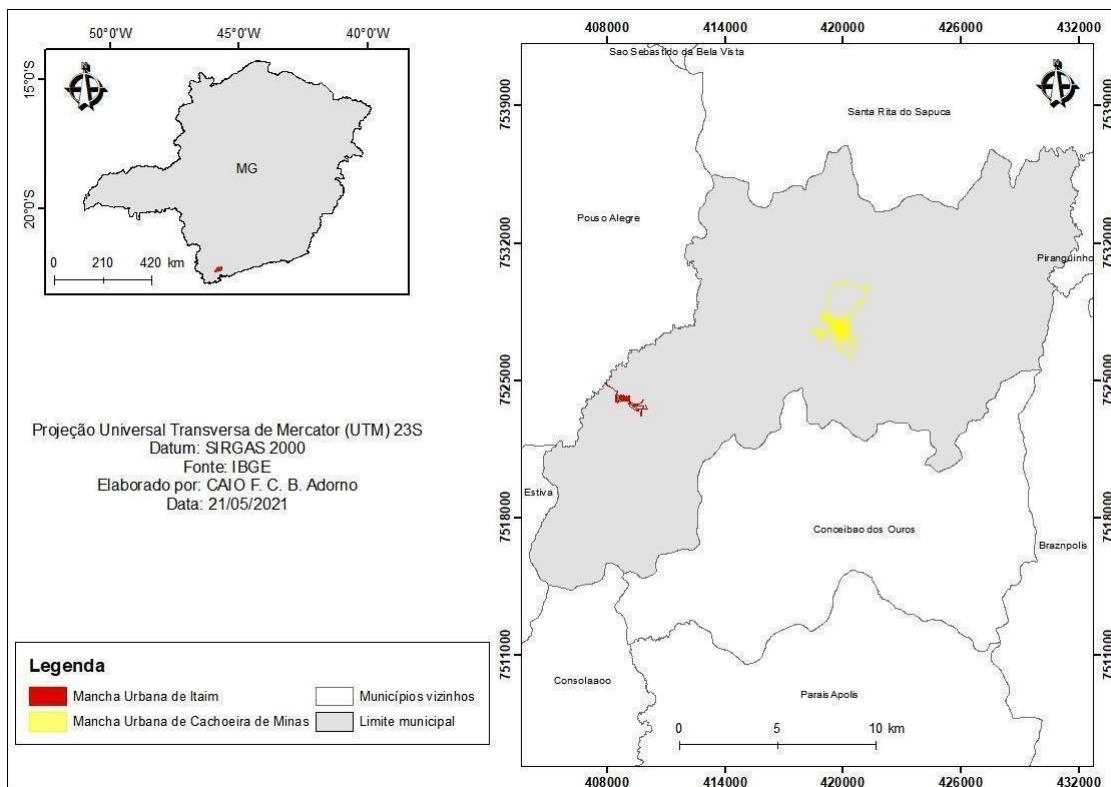
Fonte: Retiradas de CPRM (2014).

De acordo com o Serviço Geológico do Brasil – CPRM e o Departamento de Gestão Territorial – DEGET (2014) a delimitação das cotas máximas de cheias e o consequente mapeamento histórico das cheias é um dos processos inerentes ao mapeamento das áreas de risco e zoneamento urbano.

5.4 CARACTERIZAÇÃO MUNICIPAL DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Cachoeira de Minas (figura 22) se concentra na Microrregião de Santa Rita do Sapucaí, sul de Minas Gerais. De acordo com o censo realizado pelo IBGE (2010) a população residente é de aproximadamente 11. 034 habitantes. É válido destacar o Distrito de Itaim, que é habitado por cerca de mil pessoas.

Figura 22 - Localização de Cachoeira de Minas



Fonte: Autor.

De acordo com o Censo Agropecuário (IBGE, 2017) relatou que o município apresenta uma área total de 22.784, 929 hectares de estabelecimentos agrícolas. Deste montante, a maior

parte é destinada à pastagem, com 13.111, 634 hectares, seguida pelas lavouras temporárias, com 4.455, 683 hectares, de milho, mandioca e café. Além destes usos, o relatório também relata 2.529, 073 hectares destinados à preservação permanente ou reserva legal de florestas (IBGE, 2017).

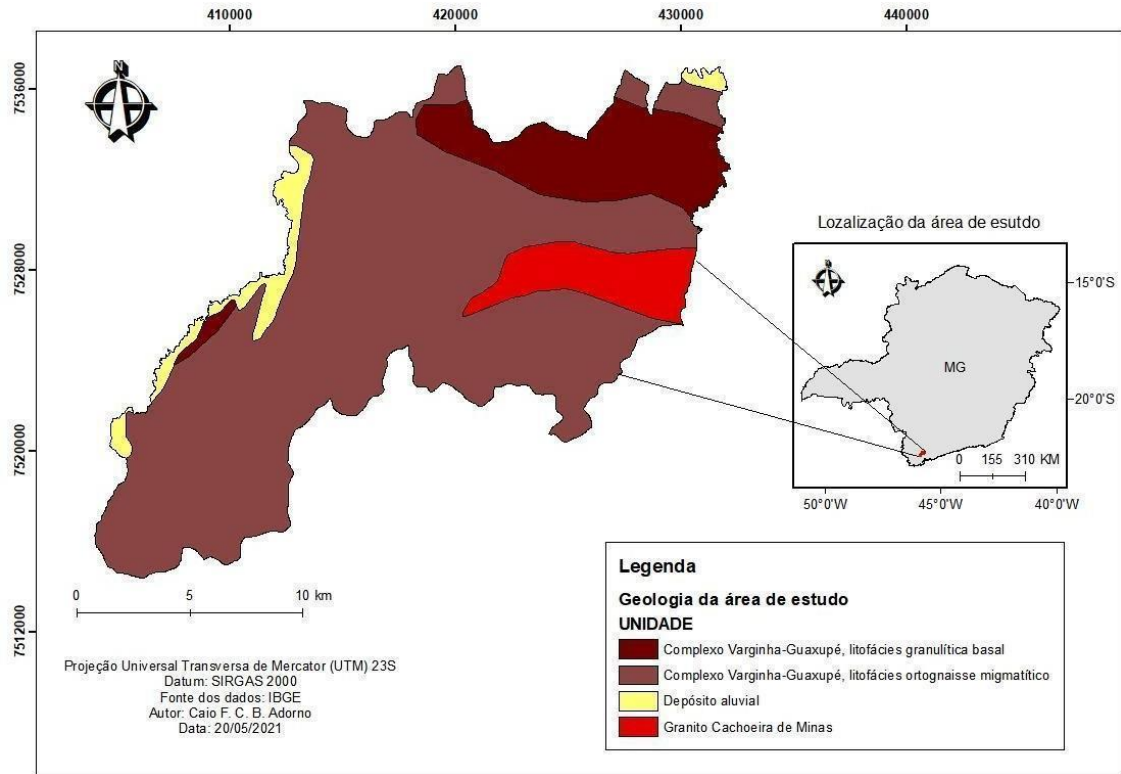
5.4.1 Geologia de Cachoeira de Minas

A área de estudo é constituída pelo arcabouço geológico do Complexo Varginha-Guaxupé (HASUI; COSTA, 1990). Sua formação está associada à união dos metassedimentos da região de Varginha com os migmatitos e granulitos de Guaxupé (WERNICK; PENALVA, 1980). Limitados ao norte pela Zona de Cisalhamento de Campo do Meio e ao sul pela Zona de Cisalhamento de Ouro Fino (GASPAR Jr, 2009).

Derivam dessa área rochas como os charnockitos (hiperstênio-granulitos), granulitos básicos e gnaisses graníticos bandados (HASUI; COSTA, 1990). Associados a esses litotipos se destacam os migmatitos e os gnaisses com intercalações metassedimentares (gnaisses anfíbolíticos, granada micaxistos) e outras sequências Vulcano-sedimentares (WERNICK; PENALVA, 1980). Além de espessas camadas de sedimentos areno-argilosos, avermelhados com fragmentos quartzíticos e lateríticos que ocorrem sobre os gnaisses da região (ZANARDO *et al.*, 1996).

Foi constatado através da utilização da base cartográfica da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), de 2014, que a área é parte do Complexo Varginha-Guaxupé apresenta ortognaisses migmatíticos, piroxênios granulitos, os sedimentos terciários e quaternários citados anteriormente e diversos tonalitos (figura 23).

Figura 23 - Mapa geológico de Cachoeira de Minas



Fonte: Autor.

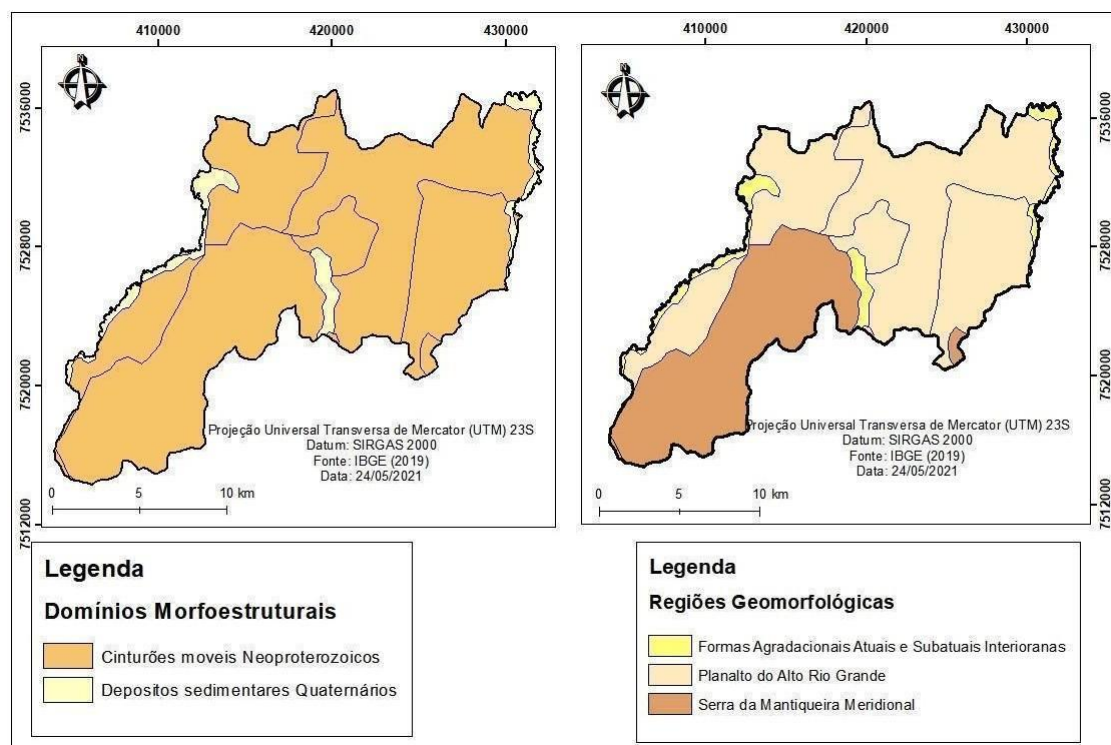
Mas é válido constatar que no contexto geológico regional os Complexos Amparo e Andrelândia possuem forte influência na região (ARTUR, 1988). Ambos de idade proterozóica e constituídos principalmente por quantidades de corpos ígneos básicos e ultrabásicos plutônicos, hipoabissais e efusivos (ARTUR, 1988).

É importante destacar que na área em que se encontram as manchas urbanas, tanto de Itaim quanto de Cachoeira de Minas, é frequente a presença de minerais máficos, como os piroxênios e os anfibólios, que formam os argilominerais. Além de estarem associados às áreas com argissolos e de relevos mais suaves. Ou seja, são áreas suscetíveis a problemas físicos devido à atividade das argilas, inundação devido ao solo e o relevo estarem propícios para tal e também baixa fertilidade do solo, já que as rochas (que apresentam minerais máficos) podem liberar hidróxidos de ferro no solo (quando submetidos à ação da água) além de apresentarem teor relativamente alto de sílica.

5.4.2 Caracterização geomorfológica da área

Hackspacher *et al.*, (2007) relatam que a região onde se encontra a área de estudo é resultado do intenso soerguimento dos cinturões móveis Neoproterozóicos e da denudação expressiva dos depósitos sedimentares quaternários. (figura 24). Devido a esses eventos a paisagem se expressa pelo Planalto do Alto Rio Grande e por parte da Serra da Mantiqueira Meridional, além das formas agradacionais atuais (ROSS, 1992).

Figura 24 - Representação dos domínios morfoestruturais (1º táxon) e morfoesculturais (2º táxon) da área



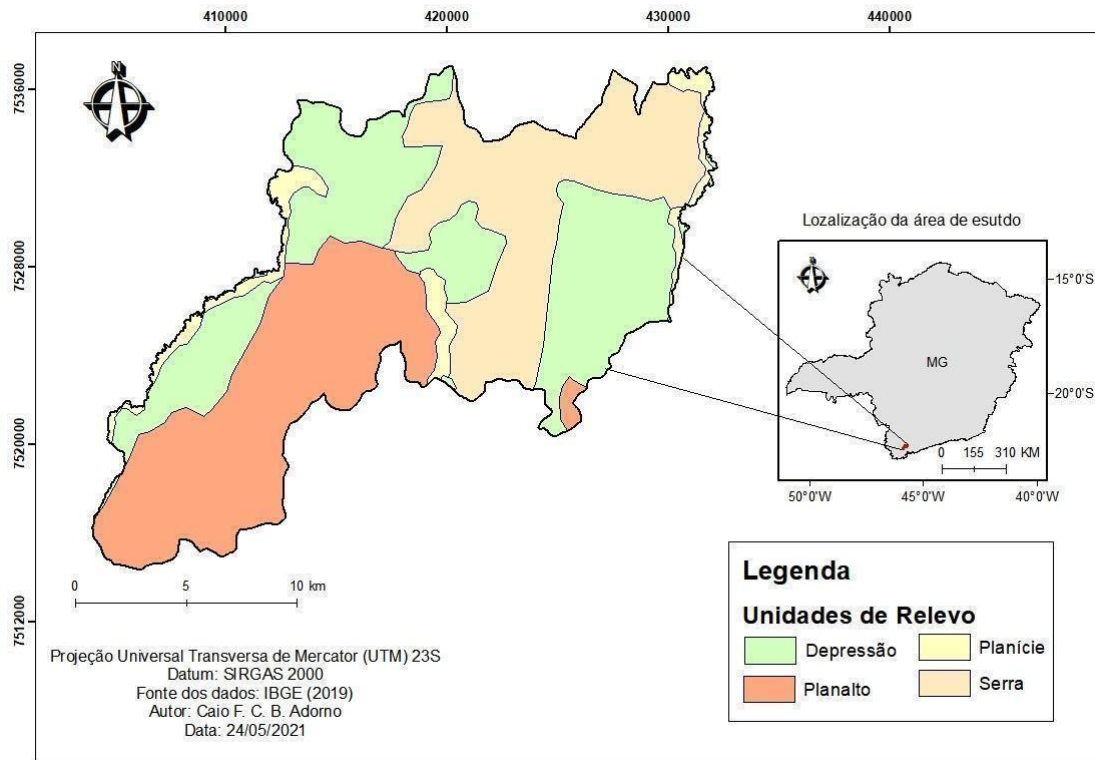
Fonte: Autor.

A área de estudo é constituída pelos Depósitos sedimentares quaternários, que representam porções da paisagem marcadas por intensa acumulação, e pelos Cinturões Móveis Neoproterozóicos, representados por extensas áreas de planalto caracterizadas por terrenos de estrutura cristalina (IBGE, 2009).

Com sequência na taxonomia do relevo, o arranjo das características inerentes a fisionomia, como a altimetria, padrões de drenagem e formações superficiais revelam os

processos responsáveis por cada unidade (GUERRA; MARÇAL, 2006). Neste contexto, é definida a escala de análise pelos padrões de tipos de relevo (figura 25).

Figura 25 - Padrões de formas semelhantes do relevo da área de estudo (3º táxon)



Fonte: Autor.

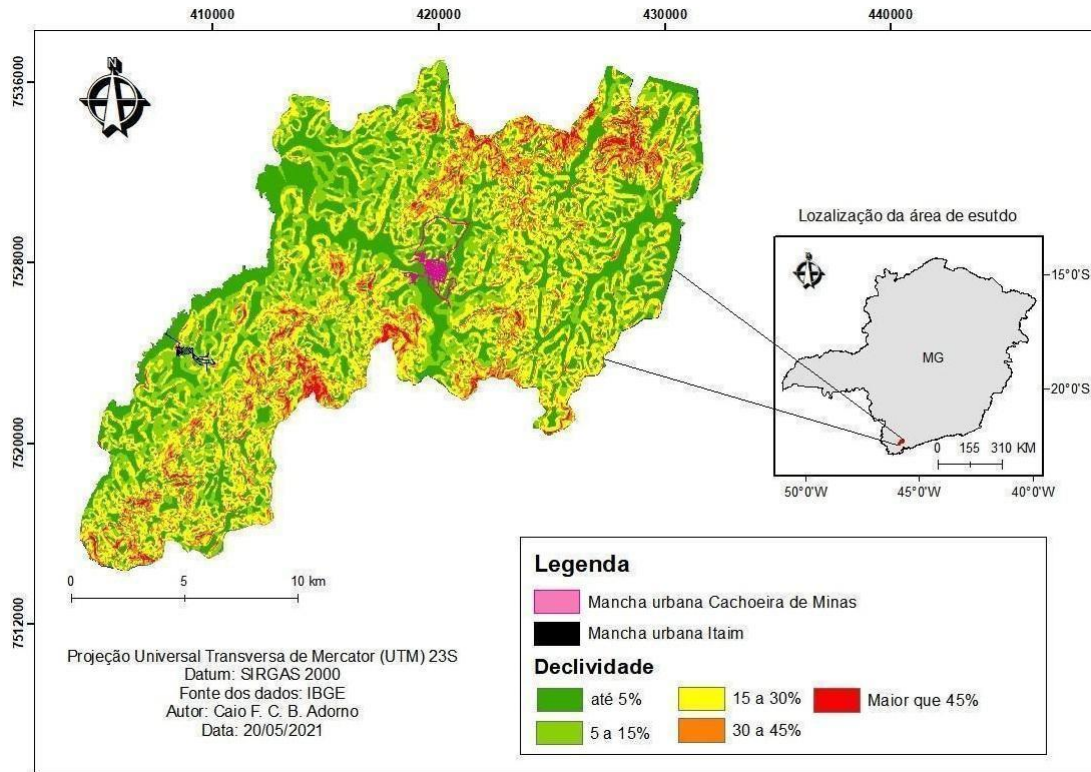
As planícies são consideradas como o conjunto de formas planas ou suavemente onduladas, quase sempre sem altitudes mais baixas e caracterizadas pela sedimentação. Já as depressões são caracterizadas por um conjunto de relevos ondulados ou não em altimetrias menores do que as áreas vizinhas. Os planaltos representam relevos dissecados ou planos, com cotas altimétricas mais altas, onde os processos erosivos superam os sedimentares. Por último, as serras, são expressões acidentadas e de diversas litologias do relevo (IBGE, 2009).

A área é representada por modelados de dissecção homogênea com colinas e morros (IBGE, 2009). Com a análise individual das formas semelhantes de relevo é atingido o 4º táxon, enquanto os tipos de vertentes e os processos associados correspondem, respectivamente, ao 5º e 6º táxon.

O mapa de declividade (figura 26) permite visualizar que as manchas urbanas de Cachoeira de Minas e Itaim se encontram em planícies de inundação. São vales encaixados e encostas que chegam a declividades expressivas, que superam os 45%, logo, não permitem o avanço da construção civil. Desta maneira, são frequentes os vales que ilustram um cenário de

intensa ação erosiva de áreas mais altas, caracterizadas por grandes quantidades de materiais areno-argilosos, que são produtos de rochas silicáticas (CREPANI *et al.*, 2001).

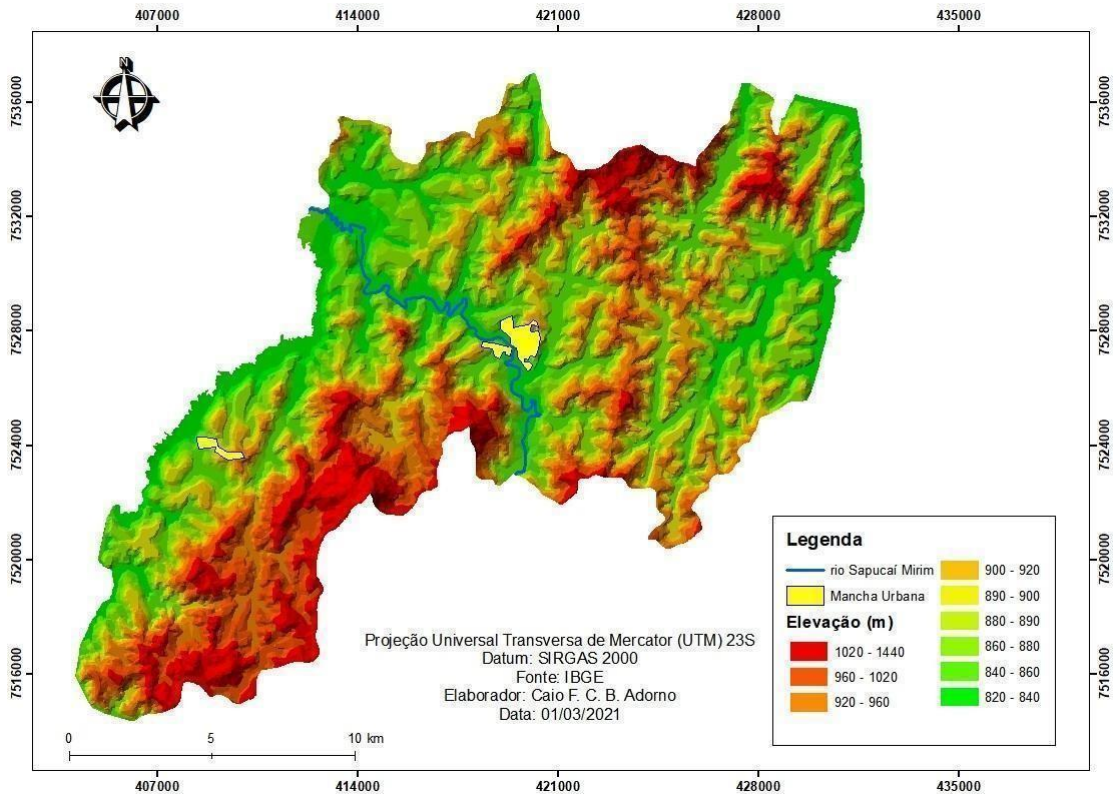
Figura 26 - Mapa de declividade de Cachoeira de Minas



Fonte: Autor.

Além das classes de declividade, que ilustram potenciais áreas para agricultura, construção civil e pavimentação, o mapa hipsométrico (figura 27), destaca quais áreas se encontram em áreas naturalmente vulneráveis aos processos de enchentes e inundação. Coexistem nos limites municipais áreas que chegam a 1400m e planícies de inundação de aproximadamente 800m, onde se localiza a mancha urbana.

Figura 27 - MDE de Cachoeira de Minas



Fonte: Autor.

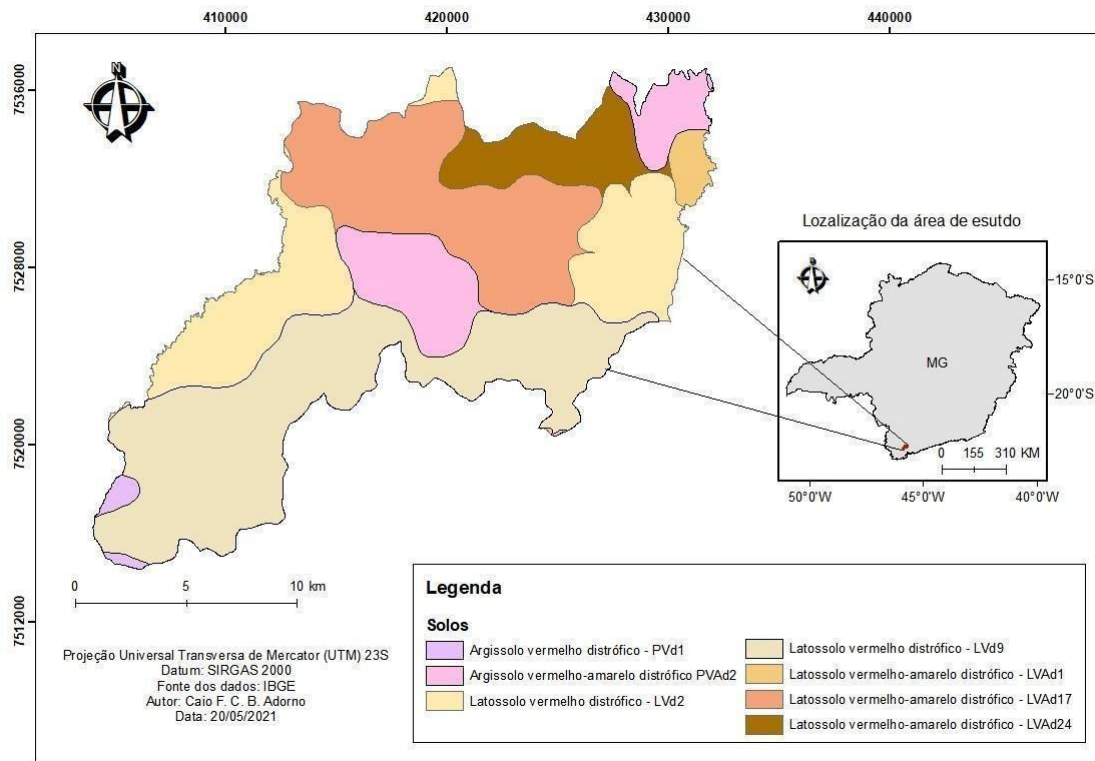
A análise do Modelo Digital de Elevação de Cachoeira de Minas destaca a crescente urbanização em áreas naturalmente vulneráveis a processos de enchentes e inundação. A mancha urbana se insere nas planícies do rio Sapucaí Mirim, com classes de declividade de até 5% e em áreas baixas, de aproximadamente 800m de altitude.

5.4.3 Caracterização pedológica de Cachoeira de Minas

Os solos da região são principalmente associados aos latossolos, destacados por especificações que variam de acordo com o embasamento geológico predominante (GASPAR Jr, 2009). Mesmo que sejam solos bem desenvolvidos, eles apresentam particularidades regionais que interferem na fertilidade do solo. São solos classificados como distróficos que na literatura são tidos como menos férteis.

A avaliação de cada caracterização pedológica tem influência na tomada de decisões para áreas mais favoráveis para cada uso e ocupação do solo. Compreender as características de cada tipo de solo é essencial para o desenvolvimento municipal e regional. O mapa pedológico da área de estudo (figura 28) ilustra quais as classificações encontradas e adotadas.

Figura 28 - Mapa pedológico de Cachoeira de Minas



Fonte: Autor.

O presente trabalho segue a classificação atualizada da EMBRAPA (2018). Portanto no que tange à classificação dos solos foram classificadas as seguintes unidades: LVd2 e LVd9 (latossolos vermelhos distróficos); LVAd1, LVAd17 e LVAd24 (latossolos vermelho-amarelo distróficos); PVAd2 (argissolos vermelho-amarelo distrófico) e PVd1 (argissolos vermelho distróficos) (tabela 3).

Tabela 3 - Classificação dos tipos de solo de acordo com a EMBRAPA (2018).

LVd2	LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico A moderado textura argilosa; fase cerrado, relevo plano e suave ondulado.
LVd9	LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico A moderado textura argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderado textura média/ argilosa; ambos fase floresta subcaducifólia, relevo plano e suave ondulado.
LVA d1	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderado textura argilosa; fase cerrado, relevo plano e suave ondulado.
LVA d17	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderado textura argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO eutrófico típico A moderado textura média/argilosa; ambos fase floresta subperenifólia, relevo montanhoso.
LVA d24	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderado textura argilosa + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO eutrófico típico A moderado textura média/argilosa + AFLORAMENTO ROCHOSO; todos fase caatinga hipoxerófila, relevo forte ondulado.
PVA d2	ARGISSOLO VERMELHO distrófico típico A moderado/fraco textura média/ argilosa; fase floresta subperenifólia.
PVd1	ARGISSOLO VERMELHO distrófico típico A moderado/fraco textura média/ argilosa; fase floresta subperenifólia.

Fonte: Autor

O latossolo vermelho-amarelo é caracterizado por ser bem estruturado, ter camadas horizontais evoluídas e ser bem profundo. Mas é de suma importância ter o conhecimento de que o cultivo intensivo de qualquer produto pode vir a gerar alguns malefícios para o solo. Como por exemplo, a exposição das camadas superficiais pela remoção da cobertura vegetal e sua posterior erosão hídrica.

Os latossolos quando associados à argissolos eutróficos (LVA d17) tendem a apresentar maior fertilidade e geralmente horizonte Bt (textural) argiloso. Quando associados aos latossolos eutróficos (LVA d24) também apresentam maior fertilidade, porém estão associados

a relevos fortemente ondulados, o que inviabiliza alguns tipos de cultivos. Além de estarem associados a afloramentos rochosos, que na área são rochas ácidas (que apresentam alto teor de sílica), como os ortognaisses migmatíticos, que podem comprometer a fertilidade do solo.

A mancha urbana de Cachoeira de Minas apresenta duas classificações, LVAd17 que embora seja um solo distrófico apresenta horizontes bem estruturados e mais férteis do que os demais solos encontrados na área de estudo. Além do argissolo vermelho-amarelo distrófico (PVAd2), que apresenta limitações químicas devido à presença de argilominerais silicatados.

A mancha urbana do distrito de Itaim se encontra em uma área que apresenta solos bem estruturados, os latossolos vermelhos. Mas também são classificados como distróficos (LVd2), ou seja, de baixa fertilidade. Por estarem associados a relevos planos e suave ondulados, se encontram altitudes mais baixas, onde a taxa de deposição vai ser muito maior. Como a área está associada a rochas compostas por minerais como os piroxênios e anfibólios, existe uma tendência de elas sofrerem modificações devido à oxidação e a hidrólise, já que são minerais mais suscetíveis à alteração quando em contato com a água. Pela oxidação podem ser formados óxidos de ferro (hematita), por exemplo; já na hidrólise os componentes originais da estrutura cristalina do mineral serão substituídos, tornando-o mais frágil.

Além da liberação de hidróxidos de ferro liberados pela oxidação dos minerais que contém ferro em sua estrutura. A fertilidade do solo pode ser comprometida devido a esses fatores já que a liberação dos íons de ferro pela oxidação diminui a fertilidade do solo, e a presença das argilas originadas pela hidrólise (por exemplo) pode tornar o solo mais ácido já que muito provavelmente serão silicatadas.

6 REULTADOS E DISCUSSÕES

A análise das características físicas do trecho médio da BHRS permitiu, em um primeiro momento, destacar quais municípios se encontram em áreas naturalmente suscetíveis a processos de enchentes e inundação. São cidades que se desenvolveram nas planícies fluviais e áreas de ocupação do leito maior, como Santa Rita do Sapucaí e Pouso Alegre.

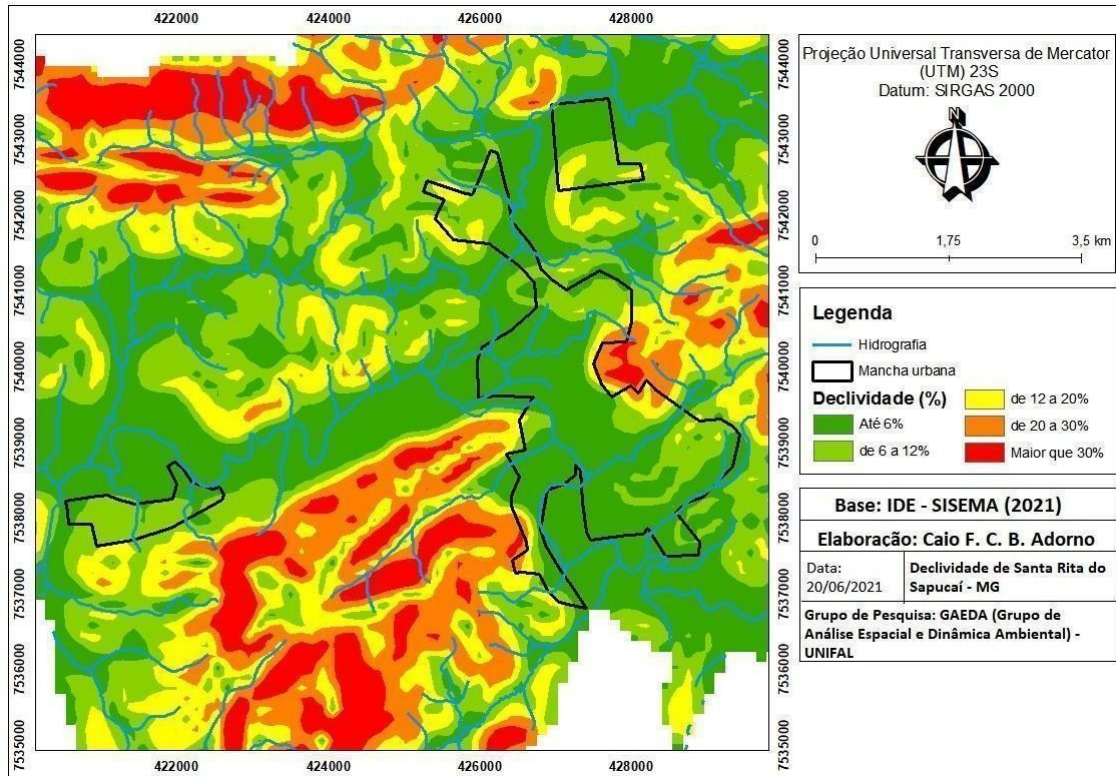
As planícies de inundação, ou fluviais, são áreas de natureza sedimentar, ou seja, caracterizadas por valores expressivos de sedimentação recente e altimetria inferior às áreas vizinhas. A topografia característica dessas áreas é predominantemente plana, logo, atrativa para o crescimento urbano. O problema surge neste contexto pelo fato dessa morfologia estar associada ao leito maior dos corpos hídricos, então são ocupadas nas cheias. Ambos os municípios destacados apresentam um histórico de ocorrência de processos como as enchentes e inundações (CPRM; DEGET, 2014). Foram considerados os aspectos de declividade e hipsometria das cidades para destacar a vulnerabilidade natural das mesmas.

Em um primeiro momento foi realizado um levantamento das condições geomorfológicas e a relação com o tipo de ocupação predominante nos municípios centrais do trecho médio da BHRS. Santa Rita do Sapucaí e Pouso Alegre são cidades que se desenvolveram nas planícies fluviais e, portanto, enfrentam situações características destas morfologias, como as enchentes em períodos chuvosos. Na segunda parte, o mesmo método de análise foi utilizado para Cachoeira de Minas, com o propósito de ilustrar que, embora não apresente histórico de ocorrência de eventos geológicos e de enchentes e inundação, o centro urbano municipal se desenvolve de maneira semelhante aos dois municípios destacados anteriormente. Assim, a cartografia dos geocomplexos indica os possíveis cenários frente às condições fisiográficas, essenciais para a definição de diretrizes em planos diretores Municipais.

6.1 SUSCETIBILIDADE NATURAL DE SANTA RITA DO SAPUCAÍ

O município de Santa Rita do Sapucaí tem a sua mancha urbana estabelecida na planície de inundação do rio Sapucaí. De acordo com os parâmetros estabelecidos por Ross (1994) para as classes de declividade, a área se enquadra no primeiro nível, com valores até 6% (figura 29).

Figura 29 - Classes de declividade da mancha urbana do município de Santa Rita do Sapucaí



Fonte: Autor.

As faixas altimétricas de até 20% correspondem às planícies dos corpos hídricos, principalmente do rio Sapucaí, logo, estão associadas a relevos suaves associados às vertentes de colinas e fundos de vale. As faixas de até 30% correspondem aos morros com encostas suaves, os morrotes com declividades mais expressivas. Esta faixa apresenta maior grau de morfogênese. A faixa que representa as declividades muito fortes, acima de 30%, associam os trechos com vertentes escarpadas dos morros. A tabela 4 traz uma síntese da relação da declividade da área da mancha urbana de Santa Rita do Sapucaí.

Tabela 4 - Relação das classes de declividade com a ocupação antrópica.

Faixa de Declividade	Compartimentação morfológica e ocupação antrópica
Até 6%	Planície do rio Sapucaí, de declividade muito baixa. Expansão urbana no leito maior do rio.
De 6 a 12%	Declividade suave, fundo de vale e superfície tabular, aceitável para urbanização.
De 12 a 20%	Encosta de morro e relevo estrutural. Urbanização só é possível com implantação de técnicas.
De 20 a 30%	Encostas de morros e relevos estruturais. Indicado para agricultura e ou pecuária de baixa intensidade com aplicação de técnicas conservacionistas.
Maior que 30%	Relevos estruturais, escarpados, vales encaixados e cornijas. Aptos para conservação florestal.

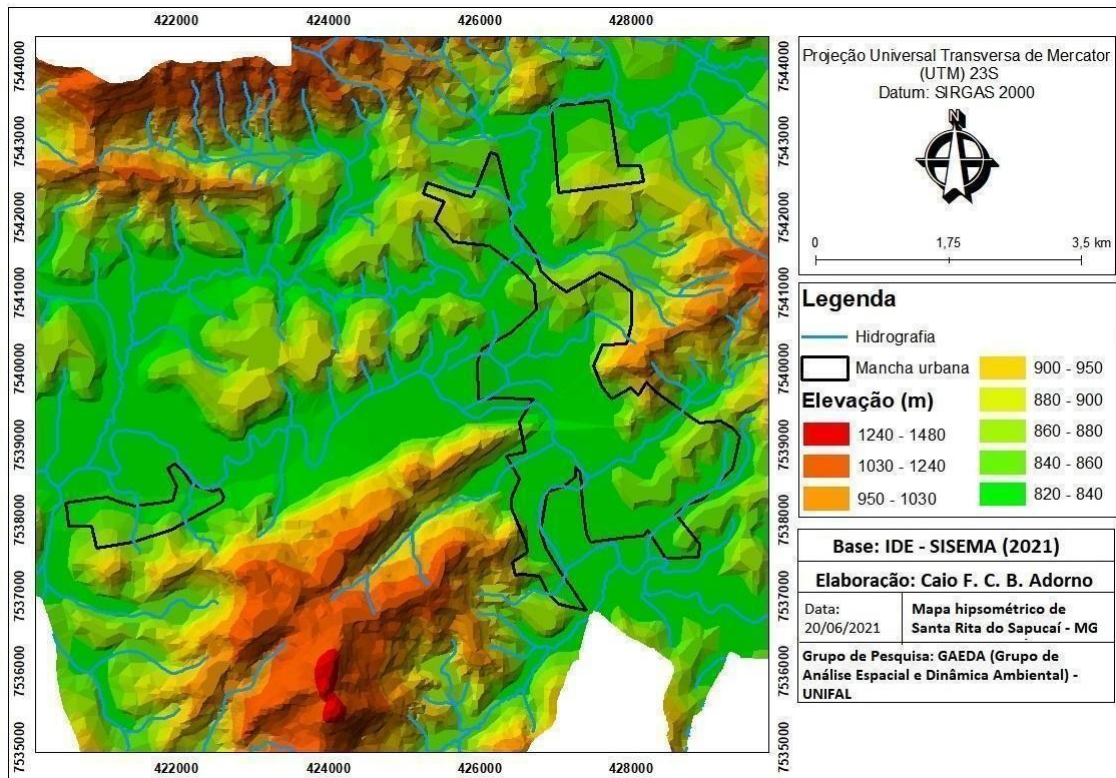
Fonte: Autor.

Compreende-se que a declividade possui relação direta com os processos de transporte gravitacional, como os escoamentos e escorregamentos (CHRISTOFOLETTI, 1999). Logo, influencia diretamente nos corpos hídricos e nos processos associados à enchentes e inundação. A classificação da declividade permite a realização de um diagnóstico dos problemas associados a cada seção urbana.

O levantamento de elementos de terreno com relação aos outros níveis hierárquicos permite o diagnóstico de problemas específicos, em consonância com a proposta da definição de unidades de aptidão à urbanização. Para tal, porém, requer uma amostragem mais densa, além de incluir às vezes a abordagem paramétrica (uso de medidas das formas de terreno) e de ensaios de campo e laboratório (dependendo do problema em estudo) visando uma caracterização o mais precisa possível da área estudada.

O esboço altimétrico referente a mancha urbana do município de Santa Rita do Sapucaí (figura 30) permite a visualização de elementos da compartimentação geomorfológica predominante e da vulnerabilidade natural do segmento urbano aos processos de origem geológica, enchentes e inundação.

Figura 30 - Esboço altimétrico referente à mancha urbana de Santa Rita do Sapucaí



Fonte: Autor.

É predominante nas áreas de baixa elevação, entre 820 e 900m. São as áreas mais planas associadas às planícies e terraços fluviais, bem como ao fundo do vale. Confirmando a hipótese de que os municípios do trecho médio da BHRS tenham se desenvolvido nas encostas dos fundos de vale e nas planícies. A tabela 5 traz uma relação das faixas altimétricas com a compartimentação geomorfológica predominante.

Tabela 5 - Relação das cotas altimétricas com a morfologia e morfodinâmica.

Faixa altimétrica	Compartimentação Geomorfológica e processos associados
820 a 900	Domínio das planícies e terraços fluviais. Presença de colinas de relevo suavemente ondulado. Predominam os processos de pedogênese.
900 a 1030	Compartimentos mais elevados associados a morros de relevo ondulado. Podem apresentar escoamentos lineares e movimentos de massa.
1030 a 1240	São áreas serranas e compartimentos de morros delimitados por cristas diversas.
Maior que 1240	Podem apresentar escoamento linear muito forte e queda de blocos. São os relevos mais elevados da área, como os paredões e escarpas. Podem apresentar matacões, quedas de blocos e escorregamentos de massa.

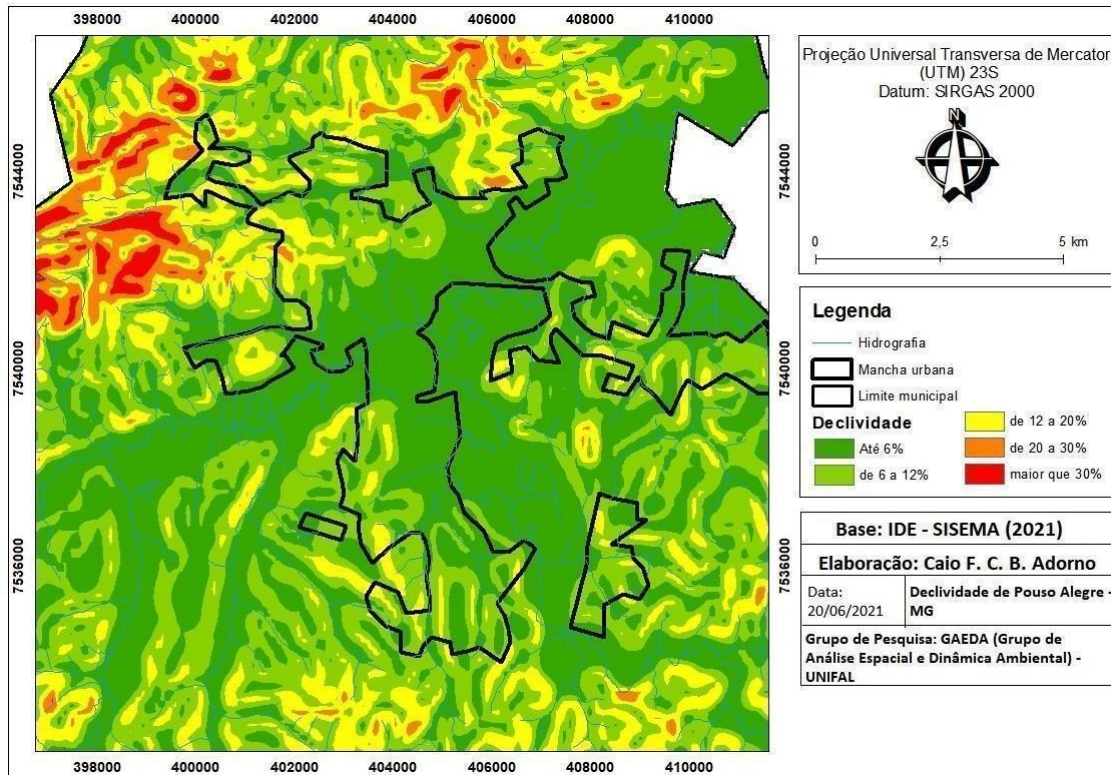
Fonte: Autor.

A análise dos parâmetros associados à geomorfologia do município de Santa Rita do Sapucaí permite a conclusão parcial de que a mancha urbana realmente se encontra em uma área naturalmente vulnerável a processos geológicos e de enchentes e inundação.

6.1.2 Suscetibilidade natural de Pouso Alegre

De acordo com os parâmetros estabelecidos por Ross (1994) para as classes de declividade, a área se enquadra no primeiro nível, com valores até 6% (figura 31).

Figura 31 - Esboço das classes de declividade da mancha urbana de Pouso Alegre



Fonte: Autor.

A mancha urbana do município de Pouso Alegre, historicamente, se estabeleceu nas áreas de várzea do rio Sapucaí-Mirim. São áreas mais planas, de relevo suavemente ondulado onde predominam processos associados à deposição de materiais. Com a crescente urbanização e a chegada dos pacotes tecnológicos a cidade se expandiu e os efeitos associados à natureza e ocorrência sazonal se intensificaram (tabela 6).

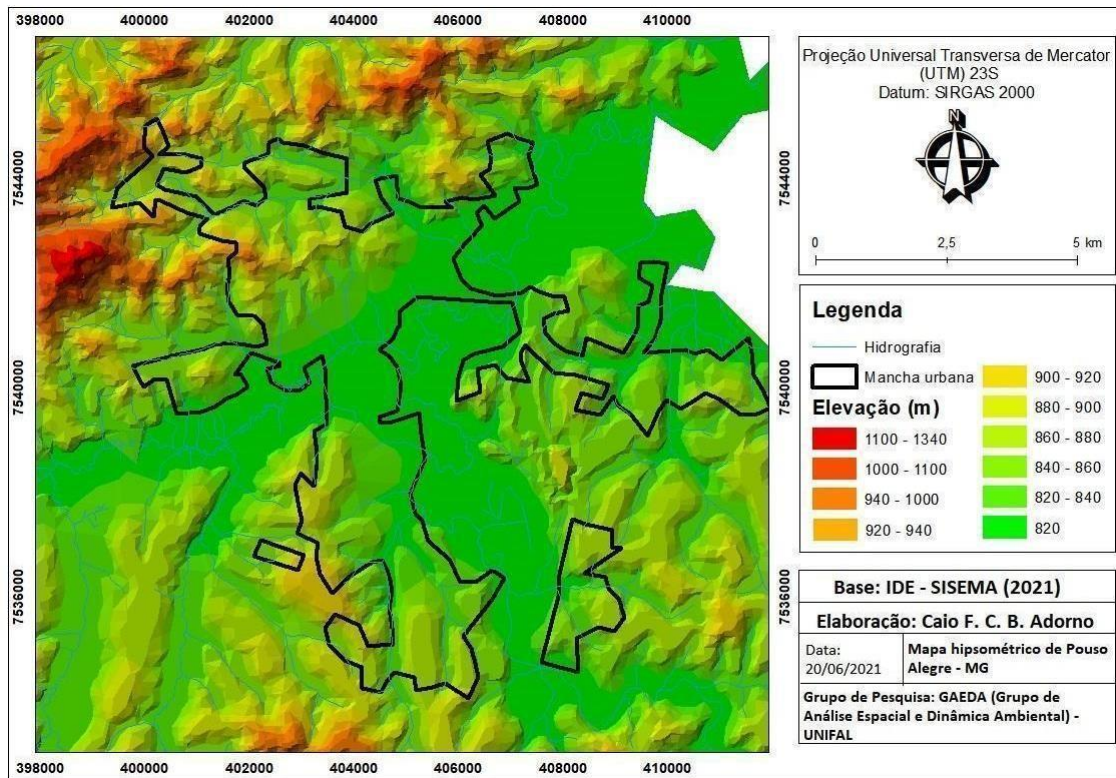
Tabela 6 - Relação das classes de declividade com a morfologia predominante.

Faixa de Declividade	Morfologia predominante
Até 6%	Planícies e terraços fluviais do rio Sapucaí-Mirim e rio Mandu. Declividade muito baixa. Prevaecem os processos pedogenéticos.
De 6 a 12%	Declividade baixa; planície de inundação e leito maior excepcional. Processos de escoamento laminar são pouco expressivos.
De 12 a 20%	Declividade média. Nesta faixa as vertentes e as colinas favorecem o escoamento laminar das águas pluviais. A morfogênese tem força expressiva nessa faixa.
De 20 a 30%	Declividade forte. Compartimentos de morros e vertentes de topo agudo. A morfogênese é bem forte nestas áreas, podendo existir até a queda de blocos e matacões.
Maior que 30%	Declividade muito forte. São as áreas mais altas de morros e montanhas de topos agudos. Predomínio total da morfogênese e provável ocorrência de queda de blocos.

Fonte: Autor.

O relevo acidentado das áreas adjacentes à malha urbana municipal pode ser visualizado no mapa das classes altimétricas (figura 32). Destaca-se que a mancha urbana em si está concentrada nas áreas mais baixas, logo, sujeita a receber o transporte sedimentar das áreas mais altas.

Figura 32 - Esboço altimétrico da mancha urbana de Pouso Alegre



Fonte: Autor.

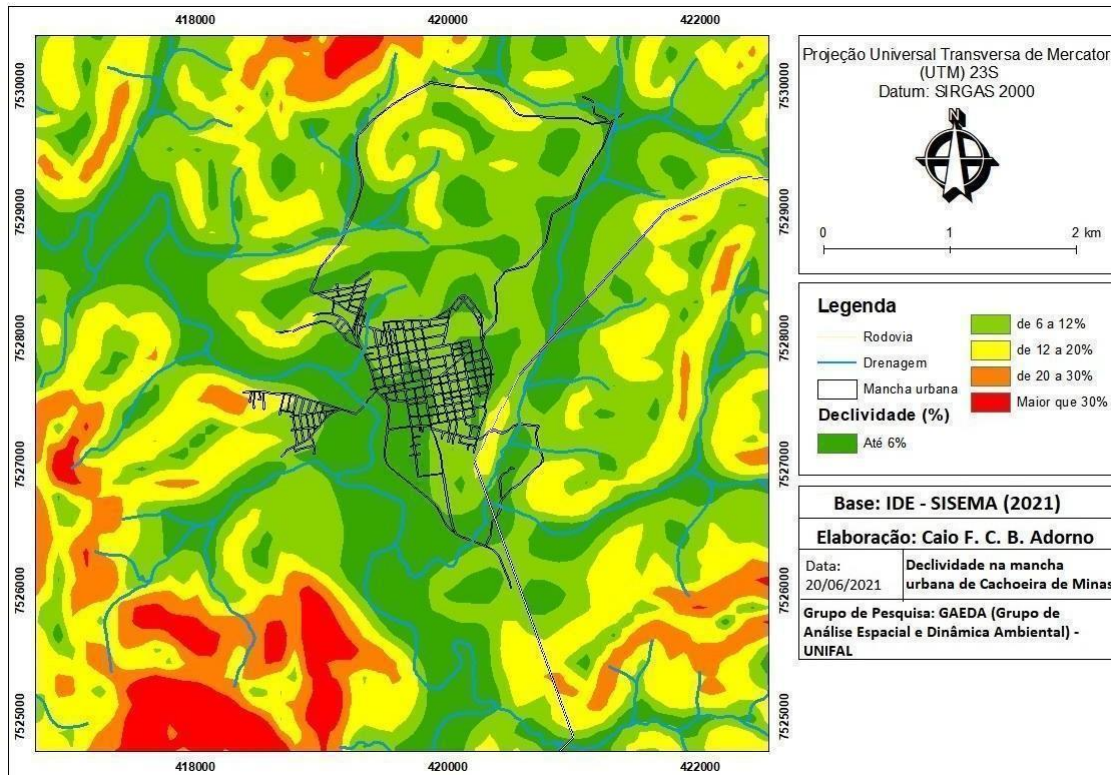
É preciso destacar que a recorrência sazonal das chuvas é quem dita o comportamento hidrológico dos corpos d'água. O que tem acontecido é que a urbanização, com a construção de lotes em áreas previamente florestais, tem aumentado o escoamento e diminuído a infiltração (CHRISTOFOLETTI, 1999). Neste contexto, a articulação da comunidade científica com os aparatos legais vigentes deve se integrar às políticas de ordenamento territorial para a mitigação destes problemas.

6.2 SUSCETIBILIDADE NATURAL DE CACHOEIRA DE MINAS

O processo de relacionar os conceitos levantados na discussão sobre vulnerabilidade ambiental natural com o planejamento urbano emerge no cenário de análise do sítio urbano municipal e aos grupos sociais mais afetados e/ou atingidos pelos processos.

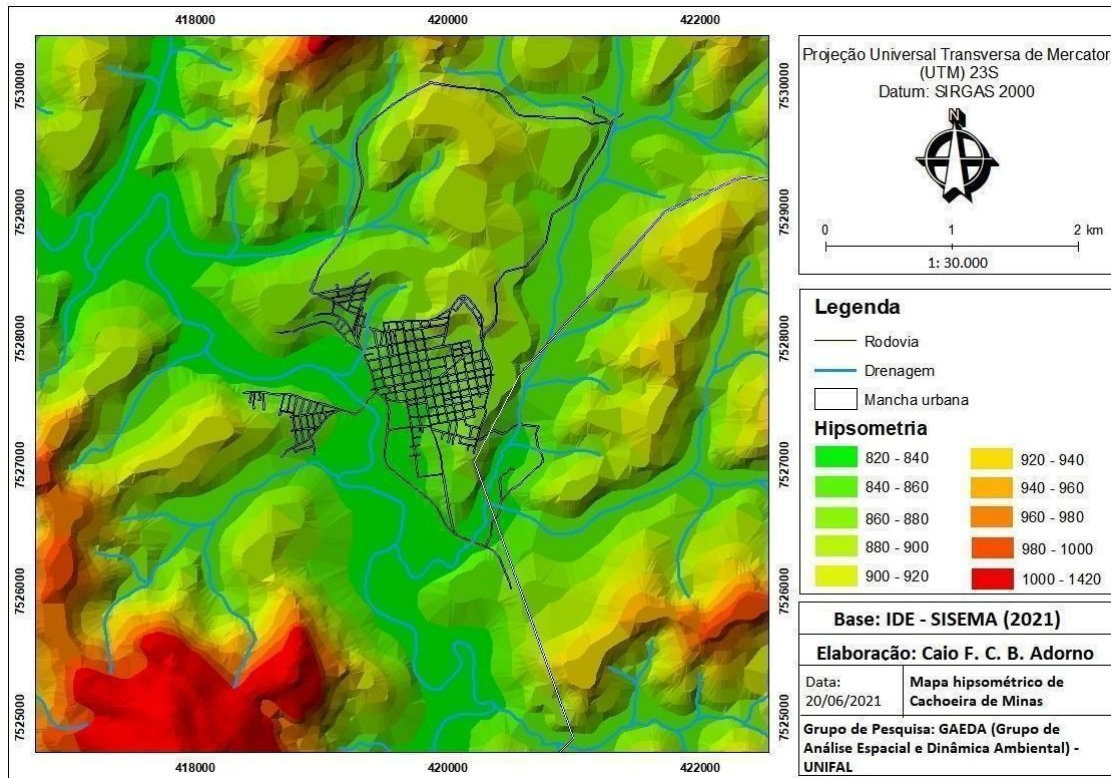
Em um primeiro momento, o planejamento físico-territorial da cidade de Cachoeira de Minas remete à interpretação da caracterização fisiográfica do limite municipal. O centro urbano, por exemplo, é localizado em áreas planas dos fundos de vale, adjacentes às vertentes de morros de morfologia ondulada e suavemente ondulada (figura 33).

Figura 33 - Esboço das classes de declividade da mancha urbana de Cachoeira de Minas
 Fonte: Autor.



Historicamente a ocupação do município está associada às planícies fluviais do rio Sapucaí-Mirim. São áreas de natureza plana, atrativas para a ocupação antrópica. Por se localizarem em cotas altimétricas inferiores (figura 34) as áreas circundantes, tendem a receber aporte expressivo de material sedimentar.

Figura 34 - Esboço altimétrico da mancha urbana de Cachoeira de Minas



Fonte: Autor.

A análise do mapa hipsométrico destaca que o centro urbano municipal está inserido na planície do rio Sapucaí-Mirim, que também pode ser denominada área de ocupação do leito maior, logo, áreas que irão ser ocupadas pelo corpo hídrico no período das cheias. Do ponto de vista físico, o perímetro de várzea do rio deveria ser preservado para manutenção da qualidade das águas, fauna e flora locais.

Mais ao norte da mancha urbana existem áreas mais elevadas, com cotas que chegam até 1000 metros. A urbanização nesses locais deve ser controlada para que sejam evitados problemas de ordem física e geológica do relevo. Além da necessidade de fiscalização da lei vigente.

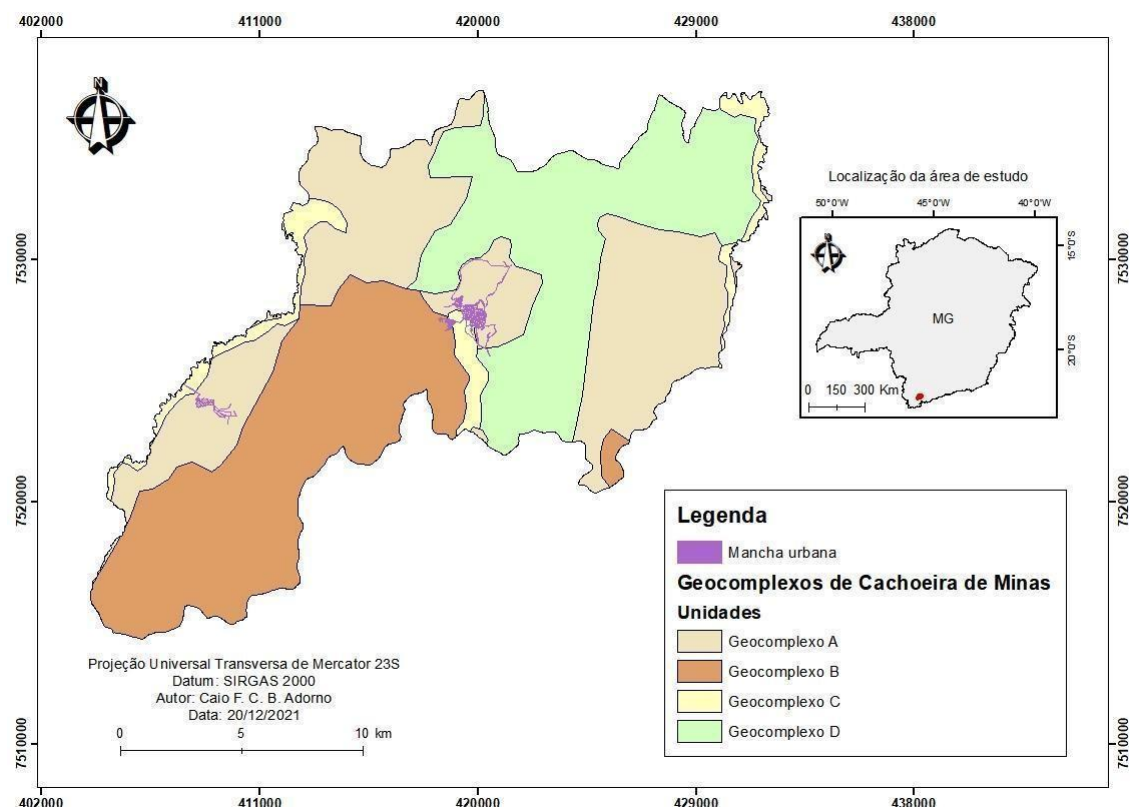
6.2.1 Análise da paisagem de Cachoeira de Minas: Zoneamento dos Geocomplexos

A análise da paisagem, com foco nas características inerentes ao meio físico, de Cachoeira de Minas traz novas considerações para o perímetro urbano e permite a determinação de diretrizes restritivas em algumas áreas. Para a realização do macrozoneamento urbano ou a revisão da lei do perímetro urbano, a Lei 10.257/2001, Estatuto da Cidade, artigo 42b que

discorre sobre os municípios que pretendem ampliar o perímetro urbano, mais especificamente, o parágrafo IV “definição de diretrizes e instrumentos específicos para proteção ambiental e do patrimônio histórico e cultura” (BRASIL, Lei nº 10.257/2001), precisa ser acatada como um dos princípios para a organização da paisagem.

Esta etapa busca correlacionar às diretrizes da lei do perímetro urbano, com os projetos de novas ações de parcelamento do solo, com a realidade do meio físico da cidade em questão, bem como as restrições em áreas sujeitas a desastres naturais. O zoneamento dos Geocomplexos (figura 35) ilustra um cenário de Unidades de Paisagem para a tomada de decisões.

Figura 35 - Zoneamento dos Geocomplexos de Cachoeira de Minas



Fonte: Autor.

Foram individualizados quatro geocomplexos com base nas Unidades Homogêneas do Relevo, pelo fato delas serem indicadores eficientes para refletir a dinâmica da paisagem frente a ocupação antrópica. A análise geossistêmica com a delimitação dos Geocomplexos permite a identificação dos processos (atividade natural e antrópica) e dos agentes atuantes, bem como a dinâmica que existe.

O Geocomplexo A: Depressão associada a cinturões móveis neoproterozoicos, apresenta altitudes entre 820 e 900 metros. Destacam-se os LVd2: latossolo vermelho distrófico típico A moderado textura argilosa; fase cerrado, relevo plano e suave ondulado; e LVd9:

latossolo vermelho distrófico típico A moderado textura argilosa + argissolo vermelho-amarelo distrófico típico A moderado textura média/ argilosa; ambos fase floresta subcaducifólia, relevo plano e suave ondulado; e também o latossolo vermelho-amarelo distrófico LVad7: típico A moderado textura argilosa + argissolo vermelho-amarelo eutrófico típico A moderado textura média/argilosa; ambos fase floresta subperenifólia. Nessa unidade se destaca a expansão da urbanização do centro de Cachoeira de Minas. O poder público e a defesa civil precisam estar atentos aos problemas associados a estas áreas. A expansão para áreas com solos mais argilosos, por exemplo, são prejudiciais para as estruturas urbanas.

O Geocomplexo B: Planalto do Alto rio Grande associado a Serra da Mantiqueira Meridional: Apresenta declividades maiores e altitudes mais expressivas, bem como está inserido sobre as rochas cristalinas do Complexo Guaxupé. Apresenta solos associados ao LVd9: latossolo vermelho distrófico típico A moderado textura argilosa + argissolo vermelho-amarelo distrófico típico A moderado textura média/ argilosa; ambos fase floresta subcaducifólia. Nessa área existem altitudes que chegam a 1440m e declividades superiores a 35%, logo, solos em fase inicial devem ser encontrados na área, bem como paisagens marcadas por matações. Essas características delimitam áreas problemáticas para a construção civil, o escoamento é favorecido pelas declividades elevadas, portanto, processos geológicos, como o voçorocamento, são favorecidos. São indicadas plantações em curvas de nível e preservação ambiental nas áreas mais altas.

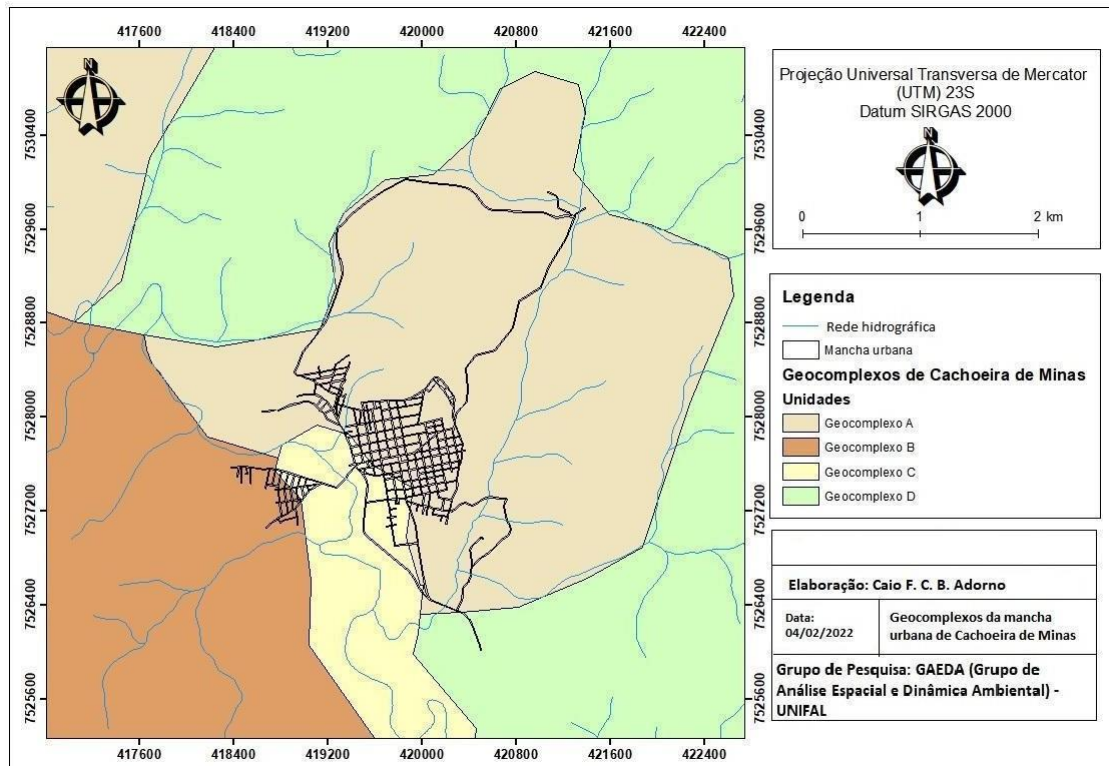
O Geocomplexo C: Planícies associadas às formas agradacionais atuais e subatuais interioranas apresentam declividades e cotas altimétricas mais baixas. São áreas caracterizadas por elevados índices deposicionais e predomínio da pedogênese. Concentram solos hidromórficos associados às planícies fluviais e argissolos. A urbanização se concentra e expande para essa área. Essa situação pode gerar um quadro de vulnerabilidade aos grupos sociais que se estabelecem nas áreas de ocupação do leito maior. Logo, o poder público precisa, urgentemente, restringir a ocupação e/ou estabelecer estruturas que contenham ou amenizem as consequências dos eventos hídricos que naturalmente ocorrem nessa área.

O Geocomplexo D: Serras associadas ao Planalto do Alto rio Grande. Apresenta elevações e declividades expressivas e são marcadas por solos característicos de regiões serranas, ou seja, em fase de desenvolvimento, o que dificulta a agricultura mecanizada, por exemplo.

Tendo como base o esboço do zoneamento dos Geocomplexos para a mancha urbana de

Cachoeira de Minas (figura 36), é essencial aderir aos PNPDEC: “Art. 2º É dever da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios adotar as medidas necessárias à redução dos riscos de desastre”. O mesmo ainda discorre no Art. 8º: “Compete aos municípios: identificar e mapear as áreas de risco de desastres e; identificar e mapear as áreas de risco de desastres”.

Figura 36 - Esboço dos geocomplexos da mancha urbana do município de Cachoeira de Minas.



Fonte: Autor.

É preciso identificar, dentro dos Geocomplexos, as unidades de geofácies (escala de maior detalhe) para a definição de áreas indicadas a urbanização, agricultura e indústria e; restrição de ocupação para as áreas naturalmente suscetíveis aos riscos geológicos e de enchente e inundação.

A tendência das cidades é sempre de expansão (VILLAÇA, 2001). A tabela 7 traz uma síntese da relação entre a morfologia predominante no município de Cachoeira de Minas com o padrão de ocupação e a morfogênese associada.

Tabela 7 - Relação das classes de declividade, morfologia e ocupação antrópica.

Declividades	Morfologia predominante	Processos associados	Ocupação antrópica	Classes morfodinâmicas
Até 5%	Planícies aluviais; terraços fluviais; fundos de vale.	Entre 0 e 3% o terreno é plano ou quase plano, predomínio da pedogênese. De 4 a 5% pode existir o início do escoamento difuso e laminar	Urbanização; malha viária; agricultura mecanizada.	Fraca (Fa): Predomínio da pedogênese sobre a morfogênese.
De 5 a 15%	Encostas de morros; estruturas de relevo ondulado.	Escoamento laminar; processos de voçorocamento e movimentos de massa; balanço entre morfogênese e pedogênese	Área utilizada para o cultivo do café e agricultura mecanizada; pouco indicada para ocupação antrópica.	Moderado (Mo): Existe a morfogênese, mas de maneira balanceada.
De 15 a 30%	Encostas e escarpas de falha; relevo fortemente ondulado.	Erosão linear muito forte; escorregamentos rotacionais.	Pecuária; não é indicado para uso urbano.	Forte (Fo): Predomínio da morfogênese e destruição dos solos.
De 30 a 45%	Relevos estruturais e montanhosos.	Escorregamentos rotacionais e translacionais; queda de blocos e erosão linear.	Preservação Florestal.	Forte (Fo): Predomínio da morfogênese e destruição dos solos.
Maior que 45%	Paredões e relevos montanhosos.	Escorregamentos rotacionais e translacionais, solifluxão e queda de blocos.	Preservação Florestal	Muito forte (Mfo): Expressa o maior domínio da morfogênese e ação intempérica.

Fonte: Autor.

O modelo guia para uma análise morfodinâmica de processos associados a riscos geológicos, enchentes e inundação precisa da integração dos dados do diagnóstico ambiental da área de análise. Outro fator que precisa ser destacado é a aplicação da lei vigente. No caso de desastres ambientais, a lei 12.608/2012, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil, discorre a criação de uma Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil – COMPDEC. Esse órgão seria responsável pelo planejamento, articulação e coordenação de

ações que interessam ao município.

A execução e aplicação coerente da COMPDEC emergem de um cenário onde a realidade municipal é conhecida, tanto nos aspectos físicos quanto sociais. Portanto, é do interesse do poder público, a execução de entrevistas e auditorias públicas com a participação pública. Nesse momento, a sociedade precisa efetuar sua participação e ser ouvida, para que as paisagens culturais não sejam sobrepostas por qualquer zoneamento.

O crescimento municipal precisa ser acompanhado de vistorias e controle das áreas que podem ou não serem ocupadas. A criação, por exemplo, de Zonas de Expansão Urbana (ZEUs), indicando áreas aceitáveis para ocupação de residências e, primordialmente, Zonas de Risco Ambientais (ZRAs) que indicam locais naturalmente suscetíveis a ocorrência de enchentes e inundação e/ou risco geológico. A tabela 8 indica a correlação dos geocomplexos e suas características.

Tabela 8 - Correlação dos geocomplexos e suas características

GEOCOMPLEXO	POTENCIALIDADE	TIPOS DE USO	SUGESTÕES	PROBLEMÁTICAS	RESTRICÇÕES
A: Depressão associada a cinturões móveis neoproterozoicos	Solos com boas características físicas (profundidade, bem drenados) para o desenvolvimento das atividades de uso atuais.	Cultivos mistos; Agricultura extensiva; Pastagem; Centro do distrito de Itaim.	Agricultura extensiva; Pecuária; Plantações em curva de nível nas áreas de alta declividade.	Voçorocamento devido ao escoamento superficial nas encostas; Desmatamento para implantação da agricultura; Perda do solo	Proibir desmatamento nas margens do canal e nos topos de morro; Restringir a ocupação nas encostas e nas margens do canal
B: Planalto do Alto rio Grande associado a Serra da Mantiqueira Meridional:	Pecuária controlada; Preservação florestal.	Plantação de café em curva de nível	Nas menores declividades plantações em curvas de nível Preservação ambiental nas áreas mais altas	Declividades acentuadas; Solos rasos devido ao relevo acentuado; Solo exposto; Voçorocamento; Presença expressiva de matacões.	Área de preservação ambiental
C: Planícies associadas às formas agradacionais atuais e subatuais interioranas	Disponibilidade hídrica; Baixos valores de declividade; Alta fertilidade	Agricultura extensiva; Urbanização do Município de Cachoeira de Minas.	Agricultura controlada.	Ocupação do leito maior do rio Sapucaí Ocupação de encostas e áreas com solos impróprios à construção civil.	Restrição de uso nas margens do canal; Proibir o desmatamento nas margens do Canal; Urbanização controlada
D: Serras associadas ao Planalto do Alto rio Grande	Pecuária controlada e Preservação florestal	Agricultura extensiva e pecuária	Agricultura controlada	Declividades acentuadas; Voçorocamento; Solo exposto	Proibir desmatamento nas margens do canal e restringir a agricultura e pecuária

A análise através da homogeneização das Unidades do Relevo para o zoneamento dos geocomplexos permitiu identificar que, em um panorama geral, as manchas urbanas de Cachoeira de Minas e do distrito de Itaim, encontram-se em declividades inferiores a 20%, adjacentes a áreas com declividades acentuadas. Também são áreas de expansão da mancha urbana, o que já delimita um cenário de ocorrência de problemas ambientais. A ocupação das encostas precisa ser acompanhada de diretrizes restritivas, seguindo o intuito de amenizar ou evitar deslizamentos e/ou queda de blocos, por exemplo.

A expansão nas planícies fluviais já delimita um cenário de vulnerabilidade aos grupos sociais que ocupam essas áreas. Cabe ressaltar que, de acordo com o regime natural dos corpos hídricos, essas áreas são ocupadas pelo leito maior. Logo, construções e ocupações estão vulneráveis à ocorrência destes processos. A prevenção e amenização do impacto vêm através da identificação destas áreas e de possíveis restrições em áreas adjacentes aos corpos hídricos, tanto para construção civil, como para pecuária e agricultura.

A correlação das classes de declividade com processos erosivos ou escorregamentos em áreas urbanizadas não pode ser baseada apenas nos valores encontrados. O PNPDEC precisa ser acompanhado do que a 6766/1979, Lei de Parcelamento do Solo (BRASIL, 1979), estabelece para áreas consideradas bastante declivosas, que são as declividades superiores a 30%. Logo, a proibição de ocupação dessas áreas deve ser efetivada nas leis de perímetro urbano.

Portanto, a expansão da malha urbana do município de Cachoeira de Minas e do distrito de Itaim não deve ocupar áreas do Geocomplexo B, por exemplo. Além de apresentar declividades expressivas, são áreas naturalmente suscetíveis a queda de blocos e deslizamentos.

Não existe em Cachoeira de Minas um documento que especifique as diretrizes para o desenvolvimento urbano em relação ao direcionamento da expansão. Neste contexto, os estudos ambientais precisam destacar os diversos panoramas de ocupação civil para assegurar que os assentamentos urbanos sejam acompanhados de previsões e possíveis controles para amenização de riscos iminentes.

7 CARACTERÍSTICAS DO MODELO DE ANÁLISE GTP – SUSCETIBILIDADE NATURAL

O objetivo principal do presente trabalho é o da elaboração de um modelo de análise do meio físico que sirva como subsídio para a definição de diretrizes em revisões e elaborações de planos diretores municipais no trecho médio da bacia hidrográfica do rio Sapucaí.

Neste sentido, foi definido que o modelo Geossistema-Território-Paisagem (GTP) de Bertrand associado a suscetibilidades natural para ocorrência de eventos geológicos, enchentes e inundações qualifica um caminho integrador que atinge aos objetivos da organização territorial.

O modelo pressupõe um caminho integrador do espaço através da análise de três entradas (GTP) para a indicação de diretrizes, de propostas e sugestões para o plano diretor municipal. O modelo gera informações referentes às condições bióticas, abióticas e culturais de uma área, somadas as condições naturais do meio físico, principalmente com bases geomorfológicas, para a ocorrência de eventos geológicos, de enchentes e inundações.

Os municípios de Pouso Alegre e Santa Rita do Sapucaí, integrantes do trecho médio da BHRS, estão localizados em áreas naturalmente suscetíveis a ocorrência de enchentes e inundações se analisados sob a perspectiva geomorfológica, já que possuem a mancha urbana inserida nas planícies de inundação e adjacentes a encostas de altitudes elevadas. Esse cenário delimita que a urbanização estará vulnerável aos processos característicos destas áreas, portanto, os planos diretores municipais, responsáveis pelo desdobramento da área urbana, necessitam de metodologias que façam sugestões e propostas para o desenvolvimento das cidades.

A cidade de Cachoeira de Minas foi escolhida por ser um município representativo da BHRS. Tendo base nos dois outros municípios, Pouso Alegre e Santa Rita do Sapucaí que, pelas características destacadas, apresentam histórico de ocorrência de enchentes e inundações, conclui-se que as orientações e propostas de desenvolvimento urbano precisam se adaptar a realidade da suscetibilidade natural da área.

Neste sentido, para a aplicação do modelo, é fundamental a realização do mapeamento das características inerentes ao meio físico (geossistema), como o geomorfológico e hidrográfico. O modelo exemplifica um cenário de orientações e sugestões para serem observadas no processo de revisão e elaboração do plano diretor municipal. É preciso considerar toda a estrutura já existente no âmbito urbanista e adicionar o modelo GTP Suscetibilidade

natural, para que sejam criadas unidades de planejamento no macrozoneamento pautadas nas propostas geradas pelo modelo.

A cidade de Cachoeira de Minas foi utilizada como exemplo para a aplicação do modelo. O contexto regional da BHRS permite sugerir que os municípios da área adotem essa metodologia para a revisão e atualização dos planos diretores municipais, já que compreende os componentes do meio físico e sua dinamicidade no contexto das características bióticas, abióticas e culturais. Como destacado nas tabelas onde é sintetizada a relação das classes de declividade com os tipos de ocupação antrópica.

É fundamental que os municípios da região atualizem os planos diretores municipais e as leis urbanísticas, como a Lei do perímetro urbano, para a indicação de áreas de risco a ocupação antrópica. Mesmo cidades com população residente inferior a vinte mil habitantes, é importante pensar nestes aspectos, já que a tendência das mesmas é a expansão, e áreas de risco também são ocupadas no decorrer dos anos, logo, a ocorrência de eventos extremos e danosos pode vir a se tornar corriqueira.

Quando se imagina o cenário de cidades médias e grandes, o centro urbano é caracterizado por áreas muito urbanizadas, impermeabilizadas pelo asfalto. Esse quadro, conseqüentemente, irá criar certa vulnerabilidade a processos de enchente e inundação, já que o solo favorece o escoamento e não a infiltração. Já os municípios pequenos, mesmo sem essa urbanização, como Cachoeira de Minas na BHRS, também está vulnerável aos processos de enchentes e inundações por se estabelecer em áreas naturalmente suscetíveis a esses processos. Portanto, mesmo sem a obrigatoriedade do plano diretor, é interessante que o modelo GTP associado à suscetibilidade natural seja aplicado nas leis de ocupação da área urbana, e criar diretrizes restritivas para algumas áreas.

Seria interessante para as prefeituras desses municípios a criação de parcerias com universidades e entidades estaduais para a criação de sistemas de monitoramento de chuvas, de prevenção de eventos geológicos e controle de águas, por exemplo. Desta maneira, o incentivo a estudos desta natureza e a sua aplicação para a sociedade estariam unidos e servindo ao propósito científico desta pesquisa, da geografia servir a sociedade.

8 CONCLUSÕES

A Geografia, bem como todas as ciências que existem, deve ser utilizada em favor da sociedade. A produção das relações sociais, culturais, ambientais e econômicas se manifesta na paisagem e pode ser analisada pela lente geográfica que, de modo geral, esta sujeita à subjetividades diversas devido as diferentes camadas responsáveis pela reprodução dessas relações.

A visão sistêmica proporcionada pelo paradigma holístico configura uma das maneiras de se analisar a paisagem onde as características bióticas, abióticas e culturais compõem um quadro inteligível do todo. A teoria geossistêmica constrói um caminho norteador para a correção dos desequilíbrios que se manifestam na paisagem, como eventos extremos de desastres naturais, muitas vezes reflexos de uma má gestão.

A definição de diretrizes em planos diretores municipais utilizando o modelo GTP associado à análise da suscetibilidade natural de ocorrência de eventos, como as enchentes e inundações, cria um cenário onde danos e riscos são reduzidos em ambientes urbanos. O modelo GTP associado à suscetibilidade natural cria uma ferramenta de gestão que integra a paisagem como um todo e permite a definição de diretrizes em áreas urbanas.

A aplicação do modelo no município de Cachoeira de Minas – MG permitiu identificar áreas que, durante a elaboração de leis para o perímetro urbano ou a possível elaboração do Plano Diretor, carecem de atenção especial, seja com diretrizes restritivas ou proibitivas. O mapeamento da paisagem, através da identificação dos geocomplexos é um dos caminhos para a identificação das três entradas destacadas por Bertrand em uma análise holística.

É válido destacar que uma dissertação é elaborada em cerca de vinte e quatro meses, logo, apresenta suas limitações. A leitura da paisagem geográfica é uma tarefa extremamente complicada e, por se tratar de uma entidade que está em constante mutação, o monitoramento das unidades mapeadas é quem garante que o propósito final, da organização espacial, seja atingido. O trabalho foi capaz de adaptar a perspectiva GTP e se aprofundar nas condições inerentes ao “Geossistema”. As condições que caracterizam as outras perspectivas, o “Território” e a “Paisagem”, ainda precisam de enfoque único para que, de maneira holística, se atinja o objetivo principal da organização da paisagem.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, Aziz Nacib. **Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário**. Geomorfologia, São Paulo, n. 18, p. 1-23, 1969.
- ALMEIDA, J. O enfoque sistêmico e a interpretação dos processos sociais rurais: usos de “redutores” de um pretenso paradigma “holístico”. **Revista Redes**, Santa Cruz do Sul, v. 8, n. 1, jan.-abr. 2003.
- AMORIM, R. R.; OLIVEIRA, R. C. Análise Geoambiental dos setores de encosta da área urbana de São Vicente-SP. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, Ano 19, n. 37. 123-138. 2007
- ANDRADE, Alexandre Carvalho de. Pouso Alegre (MG): **Expansão urbana e as dinâmicas socioespaciais em uma cidade média**. 2014. 299 f. Tese - (doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2014.
- ARTUR, A.C. **Evolução policíclica da infraestrutura da porção sul do estado de Minas Gerais e regiões adjacentes do estado de São Paulo**. Tese de doutoramento em geociências, USP, São Paulo, 1988.
- AZEVEDO, L. G. de, *et al.* **Ensaio metodológico de identificação e avaliação de unidades ambientais: a estação ecológica de Pirapitinga-MG**. Brasília: SEMA/EMBRAPA-CPAC, 58p, 1987.
- BARREIROS, A. M. **Da paisagem como objeto da Geografia: repasse teórico e sugestão metodológica**. 2017, 116f. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 2017.
- BERTALANFFY, L. von. **The Theory of Open Systems in Physics and Biology**. *Science*, [S.I] v. 111, January 13, pp. 23 – 29, 1950.
- BERTRAND, G. BERTRAND C. **Uma Geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Tradutor: Messias Modesto dos Passos. Maringá: Massoni, 2007.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, Paraná, n. 13, p. 1-27, 1971.
- BERTRAND, G. Paysages et Géographie Physique globale. Esquisse méthodologique. **Revue Géographique des Pyrénées et du Sud Ouest**, v.39, n. 3. 249-272, 1968.
- BERTRAND, Georges. Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, Paraná, v. 8, dez. 2004. ISSN 2177-2738.
- BRASIL, Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 Jul. 2001
- BRASIL, Lei nº 12,608 de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 Abr. 2012.

BRASIL, Lei nº 6.766 de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 Dez. 1979

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidente da República, [2016]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em 15 abr. 2021.

CARVALHO, Thiago Morato de; LATRUBESSE, Edgardo Manuel. Aplicação de modelos digitais do terreno (MDT) em análises macrogeomorfológicas: o caso da bacia hidrográfica do Araguaia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S.I], v. 5, n. 1, 2004.

CASTELLO, Lineu. **A Percepção em Análises Ambientais. Percepção Ambiental – A Experiência Brasileira**, São Carlos, Editora da UFSCAR, 1996, p. 23- 37, p. 25.

CASTELLO, L. **A percepção em análises ambientais: o projeto MAB/Unesco em Porto Alegre**. In: DEL RIO, V; OLIVEIRA, O. (org.) *Percepção ambiental: A experiência brasileira*. São Paulo: Studio Nobel, 1999.

Cavalcante J.C., Cunha H.C.S., Chieregati L.A., Kaefer L.Q., Rocha J.M., Daitx E.C., Coutinho M.G.N., Yamamoto K., Drumond J.B.V., Rosa D.B., Ramalho R. 1979. **Projeto Sapucaí - Estados de Minas Gerais e São Paulo**. Relatório Final de Geologia. Brasília, DNPM/CPRM, 299 p. (Série Geologia 5, Seção Geologia Básica 2)

CAVALCANTI, L. C. S. CORRÊA, A. C. B. Geossistemas e Geografia no Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, [S.I], v. 61, nº 2, pp. 3 – 33, 2016

CAVALCANTI, M. A.; LOPES, L. M. **Considerações a respeito das enchentes do alto rio vermelho na cidade de Goiás-GO**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA E APLICADA, 12., 2007, Natal. Anais... Natal: UFRN, 2007. 1 CD-ROM.

CHORLEY, R. J. **Spatial analysis in Geomorphology**. London: Harper e Row, 1972. 393p.

CHORLEY, R. J.; KENNEDY, B. A. **Physical Geography: a system approach**. London: Prentice Hall, 1971.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

COPASA. Companhia de Saneamento de Minas Gerais. **Atualização dos estudos e elaboração do projeto básico das obras de defesa contra inundações na Bacia do Rio Sapucaí**, Relatório N.º 5 - Estudos Ambientais Preliminares, Belo Horizonte, Mimeo. Dez. 2001.

CORRÊA, R. L. **O espaço urbano**. São Paulo: Editora Ática, 1989

CORRÊA, R. L. **Trajetórias Geográficas**. Rio de Janeiro: Bertrand-Brasil, 1997.

CORRÊA, R.L. **A Geografia Cultural e o Urbano**. In Z. Rosendahl e R.L. Corrêa (Org.) *Introdução à Geografia Cultural*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2003.

CORRÊA, R.L. **Região Cultural: Um Tema Fundamental**. In Z. Rosendahl e R.L. Corrêa (Org.) *Espaço e Cultura: Pluralidade Temática*. Rio de Janeiro, EDUERJ, 2008.

Crepani, E.; Medeiros, J. S.; Azevedo, L. G.; Hernandez Filho, P.; Florenzano, T. G.; Duarte,

V. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial.** São José dos Campos. INPE, junho 2001, 80 p. INPE /8454/RPQ/722

CUNHA, S. B. **Geomorfologia fluvial.** In.: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). Geomorfologia e meio ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. Cap. 5. p.

CYMBALISTA, Renato; SANTORO, Paula Freire (org.). **Planos Diretores: processos e aprendizados.** São Paulo: Publicações Polis, 2001. 158 p.

DINIZ, Marco Túlio Mendonça; OLIVEIRA, Antônia Vilaneide Lopes Costa de. Mapeamento das unidades de paisagem do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 38, n. 2, p. 342-364, maio 2018.

DUTRA-GOMES, R.; VITTE, A. C. Geossistema e Complexidade: sobre hierarquias e diálogo entre os conhecimentos. **Ra'e Ga: Espaço Geográfico em Análise**, [S.I.], v. 42, p. 149-164, 2017

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **A embrapa nos biomas brasileiros.** 2006. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/82598/1/a-embrapa-nos-biomasbrasileiros.pdf>. Acesso em 28/11/2019.

ERHART, H. **A teoria bio-resistásica e os problemas biogeográficos e paleobiológicos.** Notícia geomorfológica, Ano VI, n. 11, Campinas-SP, Junho de 1966. P. 51-58

FUSHIMI, Melina; NUNES, João Osvaldo Rodrigues. **Mapa geomorfológico do município de Presidente Prudente-SP: elaboração e representação dos principais compartimentos de relevo.** In: XVI Encontro Nacional de Geógrafos, 2010, Porto Alegre-RS. Anais do XVI Encontro de Geógrafos Brasileiros- Porto Alegre, 2010.

GASPAR JR, L. A. **Investigação das características mineralógicas, químicas, texturais e tecnológicas de coberturas regolíticas argilosas da região de Alfenas (MG) visando sua aplicação industrial.** Relatório de Pós-Doutorado em 67 Geociências – Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP, Escola de Minas – Ouro Preto: 2009, 77p.

GIBBARD L. P.; HEAD J.M.; WALKER C.J.M. **Formal ratification of the Quaternary System/Period and the Pleistocene Series/Epoch With a base at 2.58 Ma.** J. Quaternary Sci., Vol. 25 p. 96 – 102, 2010.

GONÇALVES, Marcelo; BARROS, Mirian Viztintim Fernandes. Zoneamento geográfico dos geocomplexos da bacia hidrográfica do Rio Tibagi/PR. **Revista da ANPEGE**, [S.I.], v. 6, n. 06, p. 109-125, 2010.

GREGORY, K. J. **A Natureza da Geografia Física.** Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1992. 367p.

GROHMANN, Carlos Henrique; RICCOMINI, Claudio; DOS SANTOS STEINER, Samar. Aplicações dos modelos de elevação SRTM em geomorfologia. **Revista Geográfica Acadêmica**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 73-83, 2008.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia ambiental.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil,

2006.

GUERRA, A.J.T. (2008). **Encostas e a questão ambiental**. In: CUNHA, S.B. e GUERRA, A.J.T. (orgs.). A questão ambiental – diferentes abordagens. Rio de Janeiro, Editora Bertrand Brasil, 4ª edição, p. 191-218.

GUERRA, Antonio Teixeira. GUERRA, Antonio Jose Teixeira. **Novo dicionário geológicogeomorfológico**. 5 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

HACKSPACHER, Peter Christian; GODOY, Daniel Françoso de; RIBEIRO, Luiz Felipe Brandini; HADLER NETO, Júlio César; FRANCO, Ana Olívia Barufi. Modelagem térmica e geomorfologia da borda sul do Cráton do São Francisco: termocronologia por traços de fissão em apatita. **Revista Brasileira de Geociências**, Rio Claro, Sp, v. 37, n. 4, p. 76-86, dez. 2007.

HAGGETT, P.; CHORLEY, R. J. **Models, paradigms and the new Geography**. In: CHORLEY, R. J.; HAGGETT, P. (Ed.). Models in Geography. Londres: Methuen e Co., 1967. p. 19-41.

HASUI, Yociteru. COSTA, J.B.S. **O Cinturão Araguaia: um enfoque estrutural-estratigráfico**. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 36, 1990, Natal. Anais... Natal: Sociedade Brasileira de Geologia, 1990, v. 6, p. 2535-2549

Heilbron M., Duarte B., Valladares C., Nogueira J.R., Tupinambá M., Eirado L.G. 2003a. **Síntese Geológica do Bloco Oriental (Zona da Mata)**. In: A.C. Pedrosa Soares, C.M. Noce, R. Trouw, M. Heilbron (coord.). Projeto Sul de Minas, Belo Horizonte, COMIG/SEME, vol. 1, cap. 2, p. 8-50

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística . Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo agropecuário 2017.

IBGE. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2009

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Controle de erosão**. São Paulo: Departamento de águas e Energia Elétrica – DAEE, 1989, 92p.

JUNIOR, E. S. Paisagens e métodos. Algumas contribuições para elaboração de roteiros de estudo da paisagem intra-urbana. In: **Revista Paisagens em Debate**, FAU-USP, 2004.

KPPEN, W. Klassifikation der klimare nach temperatur, niederschlag und jahreslauf. Petermanns Geographische Mitteilungen, **Gotha**, v. 64, p. 193- 203, 1918.

Lepsch, IF. 2011. **19 lições de pedologia**. São Paulo.

MARQUES NETO, R. **Abordagem sistêmica em geomorfologia e diagnóstico do meio físico para avaliação de impactos ambientais decorrentes da mineração nas bacias do Córrego São Tomé e do Ribeirão Vermelho**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia). IGCE. UNESP – Rio Claro, 2004

MINISTÉRIO DAS CIDADES / INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. **Treinamento de Técnicos Municipais para o Mapeamento e Gerenciamento de áreas**

Urbanas com Risco de Escorregamentos, Enchentes e Inundações. Apostila de treinamento. 2004. 73p.

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas: a história de uma procura.** São Paulo: Contexto, 2001

NEVES, Carlos Eduardo das. **O uso do geossistema no brasil: legados estrangeiros, panorama analítico e contribuições para uma perspectiva complexa.** 2019. 400 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Geografia, Unesp, Presidente Prudente, 2019. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/191431>. Acesso em: 09 set. 2020

NUNES, J. O. R. **Práxis geográfica e suas conjunções.** 2014. 150 f. Tese (Livre Docência em Geografia) Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2014.

NUNES, J. O. R. **Uma contribuição metodológica ao estudo da dinâmica da paisagem aplicada a escolha de áreas para a construção de aterro sanitário em Presidente Prudente – SP.** Presidente Prudente: [s.n], 2002. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia.

OLIVEIRA, Glaucia Silva. **O sistema GTP (geossistema – território - paisagem) no município de Arcos – Mg: Uma análise da paisagem.** 2019.

PEREIRA, Josielle Samara. **pedogênese e morfogênese na superfície de São José dos Ausentes (RS) no quaternário tardio: evidências em paleofundo de vale na bacia hidrográfica do rio dos touros.** 2017. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Francisco Beltrão, 2017

PEREZ FILHO, A., QUARESMA, C.C., RODRIGUES, T.R.I. **Ação antrópica como agente transformador da organização espacial em bacias hidrográficas.** Diez años de cambios en el Mundo, en la Geografía y en las Ciencias Sociales, 1999-2008. Actas del X Coloquio Internacional de Geocrítica, Universidad de Barcelona, 2008.

RIBEIRO, S. C.; LIMA, F. J. de; CORREA, A. C. de B. Depósitos de encostas em regiões tropicais: uma abordagem sobre a formação de colúvios. **Revista Geonorte**, Edição Especial, V.2, N.4, p.334 – 342, 2012.

RODRIGUES, C. A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. **Revista do Departamento de Geografia.** São Paulo. v. 1, n. 14, p. 112-122, 2001. DOI: <http://dx.doi.org/10.7154/RDG.2001.0014.0007>

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente da. A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. **Mercator**, Fortaleza, v. 1, n. 1, jan. 2009. ISSN 1984- 2201.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados, **rev. Departamento de geografia**, nº 8, fflch – usp, São Paulo, 1994.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Rev. Departamento de geografia**, nº 6, fflch – usp, São Paulo, 1992.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.10, 1996, p.41-56.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches; DEL PRETTE, Marcos Estevan. Recursos hídricos e as bacias hidrográficas: âncoras do planejamento e gestão ambiental. **Revista do departamento de geografia**, v. 12, p. 89-121, 1998.

SÁ JUNIOR, Arionaldo de. **Aplicação da classificação de Koeppen para o zoneamento climático de Minas Gerais**. 2009. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

SAADI A. **Ensaio sobre a morfotectônica de Minas Gerais: tensões intra-placa, descontinuidades crustais e morfogênese**. 1991. 286 p. Tese (Professor Titular), Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SANTOS, C. Cartografia ambiental e planejamento territorial urbano. **Patrimônio: Lazer e Turismo**, [S.I.], v. 6, n. 7, jul.-ago.-set./2009, p. 40-74.

SANTOS, Clibson Alves dos. Diagnóstico e zoneamento geoambiental da APA da Bacia Hidrográfica do Rio Machado-MG. **Caderno de Geografia**, Campinas, v. 29, n. 1, p.144-163, ago. 2019.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos; JACOMINE, Paulo Klinger Tito; JACOMINE, Paulo Klinger Tito; JACOMINE, Paulo Klinger Tito; COELHO, Maurício Rizzato; COELHO, Maurício Rizzato; ARAÚJO FILHO, José Coelho de; OLIVEIRA, João Bertoldo de; CUNHA, Tony Jarbas Ferreira (org.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, Df: Embrapa, 2018. 355 p

SANTOS, Milton. **A natureza do Espaço**. São Paulo: HUCITEC, 1996.

SANTOS, Milton. **Técnica, Espaço, Tempo: Globalização e Meio técnico-científico informacional**. 5ª ed. São Paulo: Edusp, 2008b (1994).

SCHWEIGERT, Laudelino Roberto. **Plano Diretor e sustentabilidade ambiental da cidade**. 2007. 143 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2007.

SHIER, R. Trajetórias do conceito de paisagem na geografia. **R. RA'E GA**, Curitiba, n.7, p. 79-86, 2003. Editora UFPR.

SILVA, J. A. B.; RODRIGUES, A. J.; BARROSO, R. C. A.; VIEIRA, J. D. O surgimento da ciência geográfica: Alexander Von Humboldt e Karl Ritter. **Caderno de Graduação - Ciências Humanas e Sociais - UNIT - SERGIPE**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 221–230, 2014. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/cadernohumanas/article/view/1725>. Acesso em: 2 jul. 2021.

SOCHAVA, V. B. Modern Geography and its tasks in Siberia and the Soviet Far East. **Soviet Geography**, v. 9, issue 2, pp. 80 - 95, 1968..

SOUSA, Sinara Gomes de. **Mapeamento de geossistemas no município de Farias Brito/CE**. 2019. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

SOUZA, L. A.; SOBREIRA, F. G. Procedimentos para Elaboração de Cartas Geotécnicas no Planejamento Urbano. **RBC. Revista Brasileira de Cartografia (Online)**, V. 67, P. 141-156, 2015.

SOUZA, M. A. A. DE. Meio ambiente e desenvolvimento sustentável. As metáforas do capitalismo. **Revista Cronos**, [S.I], v. 10, n. 2, 17 jan. 2013.

SOUZA, M. L. de. **Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos**. 8. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

SOUZA, Maria Adélia. **Meio ambiente e Desenvolvimento Sustentável. As metáforas do capitalismo**. Campinas, 1999.

SPÖRL, Christiane; ROSS, Jurandy Luciano Sanches. Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. **GEOUSP-Espaço e Tempo**, [S.I], v. 15, p. 39-49, 2004.

SUDO, H. e LEAL, A.C. Aspectos geomorfológicos e impactos ambientais da ocupação dos fundos de vales em Presidente Prudente – SP. In: **Revista Natureza**. Uberlândia, 1997, p. 362-367.

SUERTEGARAY, D. M. A. O atual e as tendências do ensino e da pesquisa em Geografia no Brasil. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, São Paulo, v. 16, p. 38-45, 2005.

SUERTEGARAY, D. M. A.; MORETTI, E. C. Considerações sobre o eixo temático Natureza no contexto dos Encontros Nacionais de Geógrafos (Brasil) 2008-2012. **Terra Livre**, [S.I], ano 30, v. 2, n. 42, 2014

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. **Geografia física e geomorfologia: uma (re) leitura**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2002 b.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais**. São Paulo: Paulo's Comunicações e Artes Gráficas, 1999. 362p.

TRICART, J. As relações entre a morfogênese e a pedogênese. **Notícia Geomorfológica**. Campinas, v. 8, n.15, p. 6-18, 1968.

Tricart. J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: SUPREN, 1977.

TROPMAIR, H. **Geossistemas e geossistemas paulistas**. Rio Claro: UNESP, 2000.

TROPMAIR, Helmut; GALINA, Marcia Helena. Geossistemas (Geosystems). **Mercator**, Fortaleza, v. 5, n. 10, p. p. 79 a 90, nov. 2006. Disponível em: Redalyc.GEOSSISTEMAS. Acesso em 21 nov. 2021.

TUCCI, Carlos E M.; BERTONI, Juan Carlos (orgs). **Inundações Urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

VILLAÇA, Flavio. **Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil**. Processo de Urbanização no Brasil, São Paulo: EdUSP, 2004.

VINHA, Tiago Medicini. **“Elementos para elaboração de SIG no planejamento e gestão para expansão urbana em álvares Machado-SP.** 2011. 160 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Unesp, Presidente Prudente, 2011.

VITTE, A. C. O Desenvolvimento do conceito de paisagem e sua inserção na geografia física. In: **Revista Mercator**, Fortaleza, n. 11, 2007, p.71-78.

WERNICK. E; PENALVA. F. O grupo pinhal na região nordeste do Estado de São Paulo e áreas vizinhas do estado de Minas Gerais. **Boletim IG; Instituto de Geociências USP.** V.11: 1-20, 1980.

WULF, A. **A invenção da natureza: a vida e as descobertas de Alexandre Von Humboldt.** São Paulo: Planeta, 2016.

ZANARDO, A.; OLIVEIRA, M. A. F. DE; DEL LAMA, E. A.; CARVALHO, S. G. Geologia do Grupo Araxá de Passos-São Sebastião do Paraíso, sul de Minas Gerais. **Geociências**, v. 15, n. 1, p. 253-278, 1996.

ZUQUETTE, Lázaro Valentim. **Análise da cartografia geotécnica e proposta metodológica para condições brasileiras.** 1987. 250 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1987.