

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS DO PONTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**TATIANE DIAS ALVES**

**ANÁLISE DOS ASPECTOS FISIAGRÁFICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO  
CÓRREGO SÃO JOSÉ, MUNICÍPIO DE ITUIUTABA/MG**

**ITUIUTABA - MG**

**2023**

**TATIANE DIAS ALVES**

**ANÁLISE DOS ASPECTOS FISIAGRÁFICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO  
CÓRREGO SÃO JOSÉ, MUNICÍPIO DE ITUIUTABA/MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Geografia do Instituto de Ciências Humanas do Pontal da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel e Licenciatura em Geografia.

Orientador: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Leda Correia Pedro Miyazaki

ITUIUTABA - MG

2023

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU  
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

A474 2023	<p>Alves, Tatiane Dias, 1995- Análise dos aspectos fisiográficos da bacia hidrográfica do córrego São José, município de Ituiutaba/MG [recurso eletrônico] / Tatiane Dias Alves. - 2023.</p> <p>Orientadora: Leda Correia Pedro Miyazaki. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Uberlândia, Graduação em Geografia. Modo de acesso: Internet. Inclui bibliografia. Inclui ilustrações.</p> <p>1. Geografia. I. Miyazaki, Leda Correia Pedro, 1979-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Graduação em Geografia. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 910.1</p>
--------------	---

**TATIANE DIAS ALVES**

**ANÁLISE DOS ASPECTOS FISIAGRÁFICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO  
CÓRREGO SÃO JOSÉ, MUNICÍPIO DE ITUIUTABA/MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Geografia do Instituto de Ciências Humanas do Pontal da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel e Licenciatura em Geografia.

**Banca Examinadora**

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Leda Correia Pedro Miyazaki (orientadora)  
Universidade Federal de Uberlândia – Instituto de Ciências Humanas do Pontal

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Lilian Carla Moreira Bento  
Universidade Federal de Uberlândia – Instituto de Ciências Humanas do Pontal

---

Prof<sup>o</sup>. Me. Saul Moreira Silva  
Universidade Federal de Uberlândia – Instituto de Ciências Humanas do Pontal

Ituiutaba, 28 de Junho de 2023

Resultado: **Aprovado**



Dedico este trabalho aos meus pais, Marinês e Marco Antônio, por toda a dedicação e amor incondicional. Sem o apoio de vocês eu não conseguiria finalizar essa jornada.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais, Marinês e Marco Antônio, nenhuma palavra jamais será suficiente para expressar minha gratidão pelo apoio e amor incondicional que vocês sempre me deram, além de todo o incentivo para que eu pudesse estudar e alcançar meus objetivos, por isso eu só tenho a agradecer.

Ao meu primo Vinícius Dias por acreditar em mim e estar sempre me apoiando e me motivando.

A minha orientadora, Prof<sup>a</sup> Leda Correia Pedro Miyazaki, que me instruiu, incentivou e aconselhou. Um ser humano iluminado, responsável pela minha formação acadêmica, reconheço que sou quem sou em termos profissionais graças a sua dedicação e suporte.

As minhas amigas Kellen Barbosa e Daiany Santos que apesar da distância física não se afastaram de mim e me incentivaram a realizar meus sonhos.

As amigas que fiz durante essa graduação e levarei para a vida, Lara Dantas e Maryana Rodrigues, obrigada por estarem comigo durante esses anos sempre me apoiando e incentivando, principalmente nos momentos mais difíceis.

A todos os demais amigos que fiz durante a graduação, em especial a Driele Núbia, Dener Augusto, Maria Estela, Henrique Archanjo e João Vitor Moreira pela troca de conhecimentos e me fornecerem momentos de alegria durante esses anos.

Ao Prof<sup>o</sup> Antonio de Oliveira Junior por ter sido um grande amigo durante a graduação, que sempre acreditou no meu potencial mesmo quando eu estava descrente.

Aos demais professores, em especial aos professores Vitor Koiti Miyazaki e Rildo Aparecido Costa que me instruíram ao longo dos anos até este momento, levarei sempre seus ensinamentos.

Agradeço aos membros da banca, o professor Saul Moreira Silva, e a professora Lilian Carla Moreira Bento, por se disporem e aceitarem fazer parte da banca deste trabalho e contribuírem com o meu crescimento, tenho muita admiração e respeito por vocês.

A coordenadora do curso em exercício, professora Gerusa Moura, por me conceder a oportunidade de trabalhar nos laboratórios do curso e aplicar os conhecimentos que obtive durante a graduação. Sem dúvida, a experiência que tive trabalhando nos laboratórios do curso de Geografia agregou muito para minha formação acadêmica e profissional.

Por fim, agradeço a todos que passaram pelo meu caminho e que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada!

*“Quando você fica muito tempo num lugar, esquece como o mundo é grande e vasto. Não tem noção da extensão de suas longitudes e latitudes. Assim como, supôs ela, é difícil ter noção da vastidão dentro de qualquer pessoa”.*

*Matt Haig, A biblioteca da meia-noite, 2021.*

## RESUMO

A ação antrópica sobre a natureza tem aumentado consideravelmente ao longo dos anos. Consequentemente, a sociedade a partir do processo de apropriação e ocupação do relevo tem modelado e transformado a paisagem, além de consumido os recursos naturais de maneira excessiva, resultando no rompimento do equilíbrio dinâmico dos processos naturais e na manifestação de impactos ambientais negativos nas bacias hidrográficas. Deste modo, a bacia hidrográfica é uma das unidades de pesquisa mais utilizadas nos estudos geográficos-geomorfológicos e desempenham um papel crucial para o planejamento urbano e ambiental, pois possibilita compreender as problemáticas advindas da relação entre sociedade e natureza. Neste sentido, o objetivo principal deste estudo foi analisar os aspectos fisiográficos da bacia hidrográfica do Córrego São José, município de Ituiutaba/MG, com o intuito de compreender a dinâmica natural e como o uso e ocupação desordenado tem causado diferentes impactos ambientais negativos. Além disso, busca-se demonstrar como o conhecimento desses aspectos pode contribuir para o planejamento urbano e ambiental. Para tanto, foram utilizados os seguintes procedimentos metodológicos: a) Revisão bibliográfica sobre os principais conceitos abordados; b) Trabalhos de campo e registros fotográficos para fundamentar a caracterização e averiguação dos mapeamentos temáticos; c) Elaboração de cartas temáticas, tais como localização da área, hierarquia fluvial, hipsometria, declividade, compartimentos geomorfológicos e uso e cobertura da terra; d) Extração e análise dos parâmetros morfométricos. Como resultados, foi constatado que a bacia hidrográfica do córrego São José apresenta uma área de drenagem de 21,61 km<sup>2</sup> e um perímetro de 35,6 km, sendo considerada uma bacia de pequeno porte. A área de estudo possui baixa tendência a grandes enchentes em razão da sua forma alongada, o que favorece o escoamento superficial, além de apresentar um relevo suave ondulado com baixa amplitude altimétrica que apresenta uma pequena susceptibilidade à ocorrência de processos erosivos. A partir do método do anáglifo com a utilização de imagens tridimensionais e fotointerpretação, identificou-se quatro compartimentos geomorfológicos os domínios de topos, domínios das vertentes, planícies aluviais e alvéolos e os relevos tabuliformes, bem como feições de fundos de vale em V e em berço, cabeceiras de drenagem em anfiteatro e as formas de vertentes côncavas, convexas e retilíneas. Se tratando do uso e ocupação da terra na área da bacia hidrográfica constatou-se que 46% de suas terras foram urbanizadas e as áreas de agricultura e pastagem estão concentradas no alto curso do canal principal, além de uma pequena faixa de vegetação natural contida ao longo dos cursos d'água, considerada insuficiente e ocasionam impactos ambientais como enchentes, inundações, alagamentos, erosões e assoreamento dos cursos d'água. Nesse sentido, nota-se a importância de um estudo mais aprofundado da bacia hidrográfica do córrego São José, a fim de subsidiar o planejamento urbano e ambiental do município.

**Palavras-chave:** impactos ambientais; sociedade e natureza; planejamento; fisiografia.

## ABSTRACT

Anthropogenic action on nature has increased considerably over the years. Consequently, the society from the process of appropriation and occupation of the land has shaped and transformed the landscape, besides consuming natural resources excessively, resulting in the disruption of the dynamic balance of natural processes and the manifestation of negative environmental impacts on watersheds. Thus, the watershed is one of the most used research units in geographic-geomorphological studies and plays a crucial role in urban and environmental planning, because it makes it possible to understand the problems arising from the relationship between society and nature. In this sense, the main objective of this study was to analyze the physiographic aspects of the São José Stream watershed, municipality of Ituiutaba/MG, in order to understand the natural dynamics and how the disorderly use and occupation has caused different negative environmental impacts. Furthermore, it seeks to demonstrate how knowledge of these aspects can contribute to urban and environmental planning. To this end, the following methodological procedures were used: a) Literature review on the main concepts addressed; b) Field work and photographic records to support the characterization and verification of thematic mappings; c) Preparation of thematic maps, such as area location, river hierarchy, hypsometry, slope, geomorphological compartments and land use and coverage; d) Extraction and analysis of morphometric parameters. As a result, it was found that the drainage basin of the São José stream has a drainage area of 21.61 km<sup>2</sup> and a perimeter of 35.6 km, being considered a small basin. The study area has a low tendency to large floods due to its elongated shape, which favors surface runoff, besides presenting a gently undulating relief with low altimetric amplitude that presents a small susceptibility to the occurrence of erosive processes. From the anaglyph method with the use of three-dimensional images and photointerpretation, four geomorphological compartments were identified: the tops, slopes, alluvial plains and alveolus domains, and the tabular reliefs, as well as V-shaped and cradled valley bottoms, amphitheater drainage headlands, and the concave, convex, and rectilinear slopes. Regarding the use and occupation of land in the watershed area, it was found that 46% of its land was urbanized and the areas of agriculture and pasture are concentrated in the upper course of the main channel, besides a small strip of natural vegetation contained along the waterways, considered insufficient and cause environmental impacts such as flooding, erosion and silting up of the waterways. In this sense, it is noted the importance of a more in-depth study of the São José stream watershed, in order to subsidize the urban and environmental planning of the municipality.

**Keywords:** environmental impacts; society and nature; planning; physiography.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1.</b> Modelo de bacia hidrográfica.....	29
<b>Figura 2.</b> Principais tipos de padrões de drenagem.....	34
<b>Figura 3.</b> Modelos de Hierarquia fluvial.....	35
<b>Figura 4.</b> Afloramento de basalto no médio curso do córrego São José.....	57
<b>Figura 5.</b> Presença de Latossolo Vermelho em barranco às margens de estrada vicinal ao sul do município de Ituiutaba/MG.....	61
<b>Figura 6.</b> Vegetação característica de Cerrado <i>strictu sensu</i> .....	69
<b>Figura 7.</b> Vereda em área de fundo de vale.....	69
<b>Figura 8.</b> Formação florestal característica de Cerradão.....	70
<b>Figura 9.</b> Pontos de observação referentes ao trabalho de campo de identificação e reconhecimento.....	75
<b>Figura 10.</b> Comprimento do eixo axial da bacia.....	78
<b>Figura 11.</b> Perfil longitudinal do canal principal da bacia do córrego São José.....	88
<b>Figura 12.</b> Área de topo amplo e suavemente ondulado em parte da bacia.....	98
<b>Figura 13.</b> Vertentes com morfologias côncavas, convexas e retilíneas.....	99
<b>Figura 14.</b> Planície aluvial com presença de banco de areia no alto curso do canal principal.....	100
<b>Figura 15.</b> Relevo residual do tipo tabuliforme.....	101
<b>Figura 16.</b> Área de pastagem no alto curso do canal principal.....	105
<b>Figura 17.</b> Atividades agrícolas observadas na área de estudo.....	106
<b>Figura 18.</b> Agricultura familiar próxima a áreas de APP e nascente no alto curso do córrego São José.....	107
<b>Figura 19.</b> Alagamento em Trecho da Av. Minas Gerais.....	108
<b>Figura 20.</b> Canalização do córrego São José.....	109
<b>Figura 21.</b> Alagamento às margens do Córrego São José, Trecho da Av. José João Dib..	110
<b>Figura 22.</b> Processo erosivo próximo ao Conjunto Habitacional Nova Ituiutaba I, II, III e IV em forma de voçoroca oriunda da deficiência do sistema de drenagem urbano....	111
<b>Figura 23.</b> Processos erosivos localizados no Parque do Goiabal.....	112
<b>Figura 24.</b> Resíduos descartados às margens de trecho no médio curso do córrego São José.....	112

## LISTA DE MAPAS

<b>Mapa 1.</b> Localização da área de estudo.....	19
<b>Mapa 2.</b> Localização do município e região geográfica imediata de Ituiutaba.....	49
<b>Mapa 3.</b> Unidades litológicas do município de Ituiutaba.....	56
<b>Mapa 4.</b> Compartimentação morfológica do município de Ituiutaba.....	59
<b>Mapa 5.</b> Solos presentes no município de Ituiutaba.....	62
<b>Mapa 6.</b> Cursos d'água presentes no município de Ituiutaba.....	66
<b>Mapa 7.</b> Espacialização da hierarquia fluvial da bacia hidrográfica do Córrego São José.....	87
<b>Mapa 8.</b> Mapeamento hipsométrico da bacia hidrográfica do Córrego São José.....	92
<b>Mapa 9.</b> Mapeamento da declividade da bacia do córrego São José.....	94
<b>Mapa 10.</b> Compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do Córrego São José.....	97
<b>Mapa 11.</b> Mapeamento do uso e cobertura da terra na bacia do córrego São José.....	104

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1.</b> Características dos solos.....	63
<b>Quadro 2.</b> Elementos climáticos do município de Ituiutaba do período de 1987 a 2009.....	68



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Classificação da densidade hidrográfica das bacias.....	38
<b>Tabela 2.</b> Classes de potencial uso do solo em função do coeficiente de rugosidade.....	41
<b>Tabela 3.</b> Produção agrícola de Ituiutaba no período de 1950 a 2006.....	52
<b>Tabela 4.</b> Produto Interno Bruto de Ituiutaba (de 2008 a 2012).....	53
<b>Tabela 5.</b> Parâmetros morfométricos.....	78
<b>Tabela 6.</b> Classes de declividade.....	80
<b>Tabela 7.</b> Características geométricas da bacia do córrego São José.....	84
<b>Tabela 8.</b> Características da rede de drenagem da bacia do córrego São José.....	85
<b>Tabela 9.</b> Comprimento e quantidade de cursos d'água na bacia do córrego São José.....	88
<b>Tabela 10.</b> Relação de bifurcação entre canais da bacia do córrego São José.....	89
<b>Tabela 11.</b> Características do relevo do córrego São José.....	91
<b>Tabela 12.</b> Área total das classes hipsométricas.....	93
<b>Tabela 13.</b> Área total referentes as classes de declividade.....	95
<b>Tabela 14.</b> Uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do córrego São José.....	105

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**APA** – Área de Proteção Ambiental

**APP** - Área de Preservação Permanente

**CBH PN3** - Cômite da bacia hidrográfica dos afluentes mineiros do baixo Paranaíba

**CONAMA** - Conselho Nacional do Meio Ambiente

**EMBRAPA** - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

**GPS** - Global Position System

**IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**INPE** - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

**MDE** – Modelo Digital de Elevação

**PNRH** - Política Nacional de Recursos Hídricos

**SIG** - Sistema de informação geográfica

**SRTM** - Shuttle Radar Topography Mission

**TauDEM** - Terrain Analysis Using Digital Elevation Models

**TVA** - Tennessee Valley Authority

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 Problematização e área de estudo.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2. Justificativa .....</b>	<b>20</b>
<b>1.3. Objetivos .....</b>	<b>21</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>22</b>
<b>2.1. Análise integrada nas relações sociedade e natureza.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2. Bacia hidrográfica como unidade de análise.....</b>	<b>27</b>
<b>2.3 Análise fisiográfica de bacias hidrográficas.....</b>	<b>32</b>
2.3.1 Análise dos parâmetros morfométricos.....	33
2.3.1.1 Padrão de drenagem.....	33
2.3.1.2 Hierarquia fluvial.....	35
2.3.1.3 Coeficiente de compactidade ( $K_c$ ).....	36
2.3.1.4 Fator de forma ( $K_f$ ).....	36
2.3.1.5 Índice de circularidade ( $I_c$ ).....	37
2.3.1.6 Densidade de drenagem ( $D_d$ ).....	37
2.3.1.7 Relação de bifurcação ( $R_b$ ).....	37
2.3.1.8 Densidade hidrográfica ( $D_h$ ).....	38
2.3.1.9 Coeficiente de manutenção ( $C_m$ ).....	38
2.3.1.10 Extensão do escoamento superficial.....	38
2.3.1.11 Sinuosidade do curso d'água.....	38
2.3.1.12 Gradiente de canais ( $G_c$ ).....	39
2.3.1.13 Perfil longitudinal dos rios.....	39
2.3.1.14 Hipsometria.....	39
2.3.1.15 Amplitude altimétrica.....	40
2.3.1.16 Declividade.....	40
2.3.1.17 Razão de relevo ( $R_r$ ).....	40
2.3.1.18 Declividade média.....	40
2.3.1.19 Índice de rugosidade ( $I_r$ ).....	41
2.3.1.20 Coeficiente de rugosidade ( $R_n$ ).....	41
2.3.2 O estudo geomorfológico na perspectiva geográfica.....	42
<b>2.4 Gestão e Planejamento em bacias hidrográficas.....</b>	<b>44</b>

<b>3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ITUIUTABA-MG.....</b>	<b>47</b>
<b>3.1 Caracterização histórica e socioeconômica do município de Ituiutaba.....</b>	<b>48</b>
<b>3.2. Caracterização física do município de Ituiutaba.....</b>	<b>54</b>
3.2.1 Litologia.....	54
3.2.2 Relevo.....	58
3.2.3 Solo.....	60
3.2.4 Hidrografia.....	65
3.2.5 Clima.....	67
3.2.6 Vegetação.....	68
<b>4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>72</b>
<b>4.1. Levantamento e revisão bibliográfica.....</b>	<b>72</b>
<b>4.2. Trabalho de campo e registros fotográficos.....</b>	<b>74</b>
<b>4.3. Extração dos parâmetros morfométricos.....</b>	<b>76</b>
<b>4.4. Elaboração dos mapas temáticos.....</b>	<b>79</b>
4.4.1 Espacialização da delimitação e da rede de drenagem.....	80
4.4.2 Mapeamentos da hipsometria e declividade.....	80
4.4.3 Mapeamento geomorfológico.....	81
4.4.4 Mapeamento do uso e cobertura da terra.....	82
<b>5. ANÁLISE DOS ASPECTOS FISIAGRÁFICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SÃO JOSÉ .....</b>	<b>83</b>
<b>5.1. Análise dos parâmetros morfométricos.....</b>	<b>84</b>
<b>5.2. Compartimentação geomorfológica da bacia.....</b>	<b>96</b>
<b>6. IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DA OCUPAÇÃO DO RELEVO NA BACIA HIDROGRÁFICA SO CÓRREGO SÃO JOSÉ.....</b>	<b>102</b>
<b>6.1. A ocupação do relevo na bacia hidrográfica do córrego São José.....</b>	<b>103</b>
<b>6.2. Impactos ambientais identificados na bacia hidrográfica do córrego São José.....</b>	<b>107</b>
<b>6.3. O planejamento urbano e ambiental na bacia hidrográfica do córrego São José.....</b>	<b>113</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>116</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>119</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

**A**o longo da história da humanidade, a atividade humana tem desempenhado um papel importante na modelagem e transformação da paisagem. Essas mudanças são frequentemente impulsionadas por processos relacionados à urbanização, industrialização e a exploração exaustiva dos recursos naturais. Essas atividades tendem a alterar as dinâmicas da natureza, interferindo direta ou indiretamente na velocidade de determinados processos naturais, ocasionando uma perda na qualidade ambiental e expõem a sociedade à riscos. Diante disso, estudos com foco nos conhecimentos geográficos-geomorfológicos têm sido empregados para compreender os impactos que as intervenções da sociedade causam no espaço geográfico.

Uma das unidades de pesquisa mais utilizadas em estudos geográficos-geomorfológicos vinculados as áreas urbanas e rurais degradadas são as bacias hidrográficas, pois permitem compreender os efeitos e respostas do ambiente frente a apropriação e ocupação do relevo pela sociedade. Quando uma bacia hidrográfica passa por um processo de apropriação e ocupação, seus processos físicos/naturais, que estavam em estado de biostasia (equilíbrio dinâmico), acabam sendo modificados, passando para uma situação de resistasia (desequilíbrio dinâmico), o que afeta a qualidade ambiental e também a qualidade de vida da população (CASSETI, 1991).

A bacia hidrográfica, ao longo dos anos, vem sendo utilizada como uma unidade de planejamento e gestão, sendo fundamental a compreensão de sua dinâmica articulada aos processos naturais e sociais. Com isso, é possível compreender as problemáticas advindas da relação sociedade e natureza, como por exemplo, a aceleração de processos erosivos, assoreamento dos cursos d'água, alagamentos ao longo das vertentes, enchentes e inundações em fundos de vale, dentre outros fenômenos.

Conhecer os aspectos fisiográficos de uma bacia hidrográfica, permite melhor entender o ciclo hidrológico e sua predisposição para ocorrência de eventos extremos, além da possibilidade de realizar uma análise integrada entre as formas de relevo, o processo de apropriação e ocupação e os impactos ambientais decorrentes dessa ocupação na paisagem.

Portanto, o estudo dos aspectos fisiográficos no âmbito da bacia pode subsidiar planos diretores, planos de manejo de unidades de conservação, ações de recuperação de áreas degradadas, gestão de recursos hídricos, entre vários outros planejamentos realizados no âmbito desse espaço geográfico.

### 1.1 Problematização e área de estudo

Uma bacia hidrográfica pode ser entendida como uma área onde a água da chuva e os sedimentos são drenados e descarregados para um único ponto de saída em comum, conhecido como exutório ou foz, sendo delimitada por divisores topográficos que separam as demais bacias. Basicamente, a bacia hidrográfica é composta por um conjunto de superfícies vertentes e uma rede de drenagem, formada por cursos de água que se juntam em um leito único (CUNHA; GUERRA, 2017; SILVEIRA, 2001). A bacia hidrográfica é considerado um sistema aberto, permitindo a entrada e saída de matéria e energia, podendo ser capaz de receber influência de energias internas e externas, que podem promover uma estabilidade ou desequilíbrio na dinâmica da bacia.

A sociedade quando ocupa uma área de bacia hidrográfica, sem considerar a complexidade dos processos geomorfológicos, pedológicos, hidrográficos, pode causar diversos problemas neste ambiente, tanto ao longo das áreas urbanas, como também das áreas rurais. Neste sentido, de acordo com Lima (2013, p. 51) as modificações produzidas pela sociedade, principalmente nas cidades são “profundas e os problemas aumentam quando não se possui a preocupação de planejar os espaços urbanos com um ‘olhar’ para o ambiente como um todo, ou seja, considerando-se os aspectos sociais, econômicos e também ambientais”.

A ocupação do relevo, tanto de maneira desordenada quanto planejada, contribui para a instabilidade dos processos naturais, pois perturba o equilíbrio dinâmico, provocando uma série de mudanças, principalmente em processos que envolvem a infiltração de água no solo. A remoção da vegetação intensifica ainda mais essa perturbação, uma vez que ela desempenha um papel importante na proteção do solo. Com a remoção da cobertura vegetal o solo fica exposto à ação de agentes erosivos, especialmente a ação da água, considerada um agente crucial para a esculturação do relevo, pois promove a desagregação, transporte e deposição de sedimentos. Isso tem alterado o equilíbrio dinâmico dos processos naturais, como por exemplo o caso do ciclo hidrológico, no que se refere a diminuição da infiltração das águas da chuva na área urbana e o aumento do escoamento superficial.

Com a intensificação do escoamento superficial pela impermeabilização do solo, ocorre a formação de alagamentos, enchentes e inundações. Outros impactos perceptíveis, em razão da remoção da cobertura vegetal, são as erosões e também o assoreamento dos cursos d’água. Estes impactos degradam o ambiente, afetando de forma negativa a natureza e a vida de todos os seres vivos existentes no local.

Uma forma de mitigar a ocorrência desses impactos ambientais é conhecer a morfodinâmica local, a partir de estudos voltados a análise fisiográfica da bacia hidrográfica.

Uma vez que essa unidade espacial, possibilita ao seu pesquisador uma percepção sistemática e integrada de diversos componentes, processos e interações que ocorrem na paisagem (ALMEIDA *et al*, 2010).

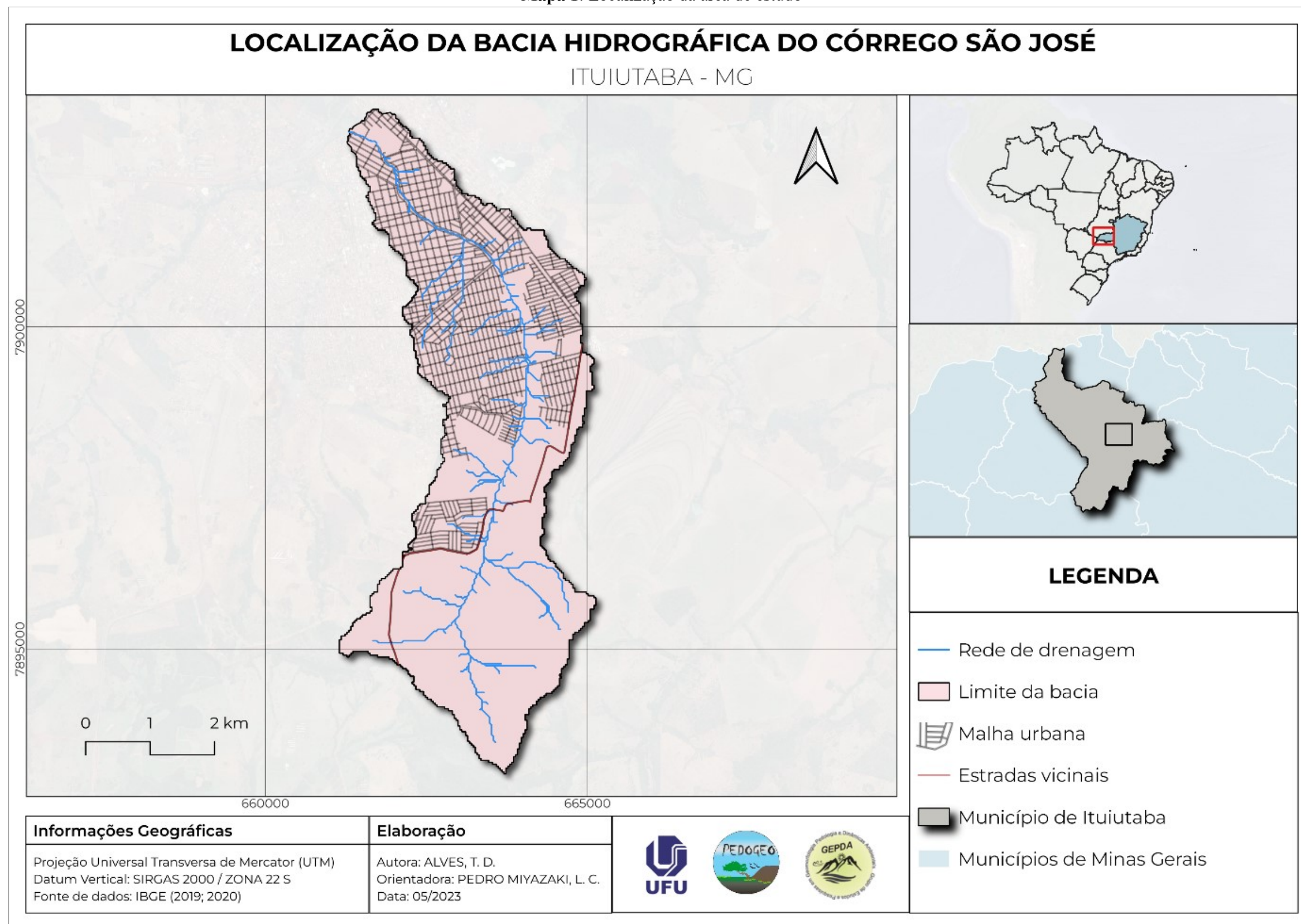
A análise fisiográfica abrange um conjunto de procedimentos que caracterizam os aspectos geométricos e de composição dos sistemas ambientais, indicando a interação entre elementos geomorfológicos, pedológicos, geológicos e de rede de drenagem em uma bacia hidrográfica (VIGOLO; BREDA; BORTOLIN, 2019). Com isto, é possível compreender a inter-relação entre sociedade e natureza, trabalhando com a perspectiva da morfodinâmica atual.

Desta forma, esta pesquisa procurou analisar os aspectos fisiográficos da bacia hidrográfica do córrego São José, no município de Ituiutaba-MG, afim de contribuir para o planejamento urbano e ambiental do local.

A área de estudo (mapa 1) está localizado no município de Ituiutaba-MG (cujas coordenadas 18° 58' 08'' Latitude S; 49° 27' 54'' Longitude W), na porção oeste da Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto – Paranaíba. Segundo o último censo demográfico realizado pelo IBGE (2010) a cidade conta com uma extensão territorial de 2.598,046 km<sup>2</sup> e densidade demográfica de 37,40 hab./km<sup>2</sup>, possuindo uma população de 97.171 pessoas. Seguindo estimativa, em 2021 a população seria de 105.818 pessoas, um aumento de 8.90% em relação ao ultimo censo.



Mapa 1: Localização da área de estudo



A escolha da área de estudo foi baseada em função de diversos problemas socioambientais que ocorrem no local devido ao crescente processo de expansão territorial urbana e a maneira como o relevo tem sido apropriado e ocupado ao longo da bacia, que compromete as dinâmicas dos processos naturais e acaba afetando a qualidade ambiental e de vida da população que vive na área.

## **1.2 Justificativa**

A bacia hidrográfica do Córrego São José possui grande parte de sua área localizada no perímetro urbano da cidade, que nos últimos anos, passou e passa por um crescente processo de urbanização, causando diversos impactos nas dinâmicas naturais da bacia. Interferências na paisagem como remoção da cobertura vegetal, cortes nas vertentes, construção de aterros, remoção e a impermeabilização do solo estão provocando um rompimento no equilíbrio dinâmico dos processos naturais, o que deixa parte da bacia em um estado de instabilidade.

Com a apropriação e ocupação da bacia se desencadeou impactos ambientais negativos, em virtude do rompimento do equilíbrio dinâmico. Dentre os impactos que mais afetam a bacia do córrego São José temos os processos erosivos, enchentes, inundações, alagamentos e assoreamento dos cursos d'água.

A temática abordada está intrinsecamente ligada ao panorama atual da sociedade, ao explorar a relação de estabilidade e instabilidade de uma bacia hidrográfica quando ocupada. Dentro desse contexto, o geógrafo possui diversas ferramentas, métodos e técnicas que permitem compreender, analisar e caracterizar essas paisagens, além de propor abordagens inovadoras capazes de recuperar, preservar e/ou mitigar os impactos socioambientais. Em outras palavras, o geógrafo desempenha um papel fundamental ao buscar transformar o estado de instabilidade em estabilidade, oferecendo alternativas que promovam o equilíbrio ambiental e social.

Deste modo, a pesquisa se justifica por abordar uma temática que visa investigar a relação entre sociedade e natureza por meio do estudo sobre os aspectos fisiográficos de uma bacia hidrográfica, apontando as características geomorfológicas e morfométricas, e como o uso e cobertura da terra tem propiciado modificações que rompem o equilíbrio natural área, além de demonstrar como o estudo físico de um local pode ajudar em projetos de gestão e planejamento.

### 1.3 Objetivos

Esta pesquisa teve como objetivo geral analisar os aspectos fisiográficos da bacia do córrego São José, localizada no município de Ituiutaba-MG, afim de compreender sua dinâmica e os impactos ambientais que a afeta, além de demonstrar como o conhecimento destes aspectos podem ajudar no planejamento urbano e ambiental.

Os objetivos específicos deste estudo consistiram em:

- Identificar as características morfométricas e geomorfológicas da área de estudo;
- Analisar o uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica, bem como os aspectos relacionados a apropriação e ocupação do relevo
- Compreender a morfodinâmica atual da área de estudo e seus impactos ambientais;
- Realizar uma análise integrada de aspectos físicos e antrópicos da área de estudo;
- Fornecer dados e informações que possam contribuir para o planejamento urbano e ambiental da bacia com o intuito de mitigar os problemas ambientais.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

**E**ste capítulo tem como foco apresentar as principais teorias que norteiam o estudo das bacias hidrográficas, seus conceitos básicos e definições, além da relação entre sociedade e natureza e seus impactos na paisagem.

Outro elemento abordado são os aspectos fisiográficos e sua importância para o planejamento urbano e ambiental. Também se discutiu sobre os diferentes parâmetros morfométricos e o estudo geomorfológico do relevo para melhor compreender a dinâmica natural das bacias hidrográficas.

## **2.1 Análise integrada das relações sociedade e natureza**

Ao longo da história, a atividade humana passou por diversas mudanças visando a melhoria da vida da sociedade que transformaram a natureza. Sendo assim, os recursos naturais são constantemente usados para alcançar os objetivos de uma sociedade mais desenvolvida.

O espaço geográfico é o palco onde ocorre a relação entre a sociedade e a natureza, para o geógrafo, no qual todos os elementos presentes estão em constantes inter-relações, sendo necessário estudar tais interações para compreendê-lo. Ross (2019) pontua que as relações entre sociedade e natureza são objeto de estudo da Geografia, devendo ser estudadas conjuntamente, servindo como base para estimular o desenvolvimento econômico e social com bases sustentáveis.

A Geografia como ciência surge no século XIX, tendo em suas abordagens um enfoque socioambiental. Deste modo,

é a única área do conhecimento que oferece a oportunidade de ter-se um conhecimento integrativo mais amplo e total sobre as sociedades humanas e suas relações intrínsecas com a natureza, tanto nos condicionamentos que os ambientes naturais influenciam nas atividades humanas, como essas atividades interferem e modificam a natureza (ROSS, 2019, p. 30).

Ao longo de sua evolução como ciência, a Geografia passou por diversas discussões afim de interpretar os fenômenos da natureza diante das atividades humanas. As relações entre sociedade e natureza dentro do viés tradicional positivista, “considerava o homem e a natureza como pólos excludentes, tendo subjacente a concepção de uma natureza objeto, fonte ilimitada de recursos à disposição do homem” (BERNARDES; FERREIRA, 2010, p. 17). Porém, com a evolução do capitalismo e seus meios de produção, os recursos naturais passaram a ser ameaçados, surgindo a necessidade de se repensar a relação de dependência entre sociedade e natureza. Isto se deve ao fato da sociedade capitalista se apropriar dos elementos naturais, convertendo-os em mercadorias e conferindo valor a fim de sustentar uma relação de exploração.

No materialismo histórico e dialético a história humana é considerada uma unidade em conjunto com a natureza, assim não há diferença entre história natural e história humana, existe uma ligação entre os processos de apropriação e transformação desempenhados pelo ser humano, no qual o entendimento da natureza como substância transformada pelo trabalho humano, possui pontos fundamentais no conceito de natureza (BERNARDES; FERREIRA, 2010). Assim,

[...] a natureza se humaniza e o homem se naturaliza, estando a forma historicamente determinada em cada situação. Nesse nível, a troca material é uma relação do valor de uso e, desse modo, a natureza entra em relação com os seres humanos. O fato de o homem viver da natureza tem um sentido biológico, mas, principalmente social (BERNARDES; FERREIRA, 2010, p. 19).

A apropriação da natureza pelo ser humano está sempre enraizada em uma forma social específica. Assim, na concepção marxista, a relação entre o ser humano e a natureza será sempre dialética, uma vez que todas as relações sociais são relações do ser humano entre si juntamente com a natureza, o que significa que a natureza é uma categoria social e a sociedade uma categoria natural (BERNARDES; FERREIRA, 2010).

A partir do século XX surgiram teorias voltadas a análise integrada da paisagem, que resultou na aplicação da Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy (1968) à geografia, tendo sido denominada de geossistema. Nesse contexto, a percepção da paisagem passou a ser vista como um sistema, que considera a relação entre a sociedade e a natureza uma integração dos elementos físicos e humanos. Segundo Passos (2006, p. 44-45) Sotchava dizia que:

os geossistemas são os sistemas naturais, de nível local, regional ou global, nos quais o substrato mineral, o solo, as comunidades de seres vivos, a água e as massas de ar, particulares às diversas subdivisões da superfície terrestre, são interconectados por fluxos de matéria e de energia, em um só conjunto.

A paisagem, assim como o espaço, resultam da interação entre o social e as dinâmicas naturais. Assim, ao estudar a paisagem de maneira integrada, é necessário entender as relações sociais, ecológicas (clima, hidrologia, geomorfologia) e biológicas (vegetação, solo e fauna) que existem entre os geossistemas e os conflitos que ocorrem nessas relações. Contudo, ao englobar aspectos físicos e sociais, o geossistema pode ser entendido “como formações naturais que se desenvolvem influenciados tanto por fenômenos naturais quanto econômicos e sociais, que alteram sua estrutura e peculiaridades espaciais” (LIMBERGER, 2006, p. 101).

Como a análise integrada é o estudo da natureza dinâmica de um sistema ambiental, ela tenta explicar a interdependência dos diferentes componentes que constituem a paisagem (SANTOS, 2019). Ressalta-se que

O estudo da paisagem não deve restringir à mera constatação e descrição dos fenômenos que a constituem. Deve-se também buscar as relações entre a sociedade e natureza que aí se encontram presentes situando-as em diferentes escalas espaciais e temporais, comparando-as, conferindo-lhes significados, compreendendo-as (BRASIL, 2000, p. 116).

Tanto nas áreas urbanas e rurais, a transformação das paisagens naturais são resultado do processo histórico de exploração econômica dos recursos naturais para atender às necessidades humanas. Essas mudanças espaciais, principalmente em áreas urbanas, podem perturbar a dinâmica natural causando a degradação do meio ambiente, que provoca diversos impactos ambientais tais como erosão dos solos, enchentes, alagamentos, assoreamento dos cursos d'água, perda de solo, queimadas induzidas, desigualdade social, dentre outros.

Sánchez (2013, p. 49) assinala que o impacto ambiental é a “[...] alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocada por ação humana”. Deste modo, os impactos ambientais têm um efeito direto sobre o espaço, provocando alterações nas estruturas das classes sociais, uma vez que as condições do ambiente natural influenciam nas condições culturais, sociais e históricas (COELHO, 2012). Segundo a definição que consta no Art. 1º da Resolução nº 01 de 23 de janeiro de 1986 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), o impacto ambiental corresponde a:

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - a biota;
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - a qualidade dos recursos ambientais.

Neste sentido, Ross (2012) descreve que qualquer ação antrópica no meio natural ou modificado proporciona algum tipo de impacto em diferentes escalas, provocando alterações que, em certos casos, podem ser irreversíveis. Quando a intervenção antrópica ocorre de forma desordenada, sem respeitar a dinâmica dos processos naturais (físicos), pode resultar em paisagens degradadas.

Os impactos ambientais podem ter tanto um viés negativo quanto positivo. Um impacto ambiental pode ser classificado como negativo quando causa danos ao meio natural, poluindo o ar, o solo ou a água, ou quando afeta negativamente a fauna e a flora. Por outro lado, um impacto ambiental positivo beneficia a natureza de alguma forma pelo resultado das ações humanas preventivas e/ou corretivas.

O ambiente urbano é impactado pelo fato das construções e pavimentações impermeabilizarem o solo, e impedirem que a água infiltre, o que aumenta o escoamento superficial e a carga de sedimentos carreados ao longo das vertentes, o que pode causar alagamentos e intensifica os processos de enchentes e inundações. Já em áreas rurais, o desmatamento em geral, a prática de plantações sem terraceamento, e a compactação dos solos devido ao pisoteio de animais resultam na diminuição da capacidade de infiltração da água, levando ao aumento do escoamento superficial da mesma (KARMANN, 2001), ocasionando processos erosivos que resultam em assoreamento dos cursos d'água.

As inundações e enchentes são processos de ocorrência natural e referem-se ao aumento da vazão do curso d'água em períodos chuvosos. Sendo assim, as enchentes ocorrem quando as águas dos rios elevam-se e ocupam suas margens, porém o canal não chega a extravasar. A inundação acontece quando há o transbordamento das águas dos rios atingindo as áreas marginais (planície de inundação ou área de várzea) (AMARAL; RIBEIRO, 2015). Os alagamentos, por sua vez, são acúmulos de água ao longo das vertentes dos perímetros urbanos, em razão de fortes chuvas, em cidades com sistema de drenagem ineficiente (SILVEIRA, 2013).

O processo de erosão dos solos é um fenômeno natural de esculptura do relevo que existe a milhares de anos, sendo de grande importância para a evolução das formas superficiais. Esse processo age modelando a paisagem, a partir da remoção, transporte e deposição de sedimentos oriundos do intemperismo das rochas. Vale ressaltar que os processos erosivos ocorrem naturalmente de forma lenta e gradual, porém são acelerados devido a ação antrópica. Segundo Bertoni e Lombardi Neto (2018) a erosão é considerada o resultado da interação de forças ativas como a precipitação, a infiltração (capacidade do solo em absorver a água) e a topografia do terreno (declividade e comprimento da rampa), e de forças passivas, relacionadas à cobertura vegetal e a natureza do solo (resistência a abrasão da água).

Para Guerra e Jorge (2013) os problemas relativos a perda de solo ultrapassam os níveis naturais quando gera assoreamento dos rios e remoção de nutrientes dos solos. Assim, quando não há energia suficiente para transportar do material erodido, os detritos são depositados nos leitos dos cursos d'água.

Um dos elementos fundamentais para a manutenção do equilíbrio dos processos morfodinâmicos está diretamente ligado à presença da cobertura vegetal, principalmente, devido ao seu papel protetor do solo. No entanto, a ausência dessa cobertura gera instabilidade, então quando a vegetação é removida, o solo fica exposto, resultando nas ações dos processos hídricos, que promovem a desagregação, remoção e transporte do solo, favorecendo a



morfogênese em detrimento da pedogênese. Quando a sociedade intervém nas dinâmicas da natureza ao se apropriar e ocupar o relevo, ocorre uma modificação significativa no comportamento dos processos geomorfológicos.

Assim, a análise integrada das relações entre sociedade e natureza é essencial para compreender as dinâmicas que envolvem essa inter-relação e seus efeitos no espaço geográfico. Neste contexto, as bacias hidrográficas são umas das unidades de pesquisa mais utilizadas para realização dessa análise, afim de compreender como essa relação pode influenciar de forma direta ou indireta no grau de fragilidade desta unidade de análise.

## **2.2 Bacia Hidrográfica como unidade de análise**

Ao longo do tempo, ocorreram diversas discussões acerca da bacia hidrográfica, sendo formulados inúmeros conceitos para sua definição. Esses conceitos foram difundindo-se, principalmente, a partir de estudos hidrológicos e geomorfológicos, ganhando maior notoriedade em meados do século XIX e XX. Segundo Molle (2009) o conceito de bacia hidrográfica surge como algo operacional, tendo o foco voltado ao funcionamento dos rios e seus diferentes usos para a sociedade, não considerando outros aspectos.

Revisando a literatura presente, observa-se que a bacia hidrográfica, também chamada de bacia de drenagem, se torna uma unidade de análise espacial bastante importante, pois possibilita uma percepção sistemática e integrada de diferentes componentes da paisagem (ALMEIDA *et al.*, 2010), que vão desde aspectos físicos e naturais aos aspectos socioeconômicos. Assim, a bacia hidrográfica passa a adotar diversas conotações que ampliam sua utilização para além de seus aspectos hidrológicos.

Molle (2009) em seus estudos afirma que o conceito de bacia hidrográfica começou a ser popularizado no século XIII, a partir de trabalhos produzidos por Philippe Bueche em 1752, um cartógrafo, que definiu bacia hidrográfica como sendo um conjunto de encostas por onde as águas convergem para um mesmo rio ou córrego.

No final do século XIX, William Morris Davis, considerado o pioneiro da geomorfologia anglo-americana, propôs a teoria do ciclo geográfico, que define as formas de relevo de acordo com a estrutura geológica, seus processos operantes e do tempo geológico. Nesta teoria Davis (1899) trabalha com o conceito de bacia hidrográfica, onde o rio e as encostas seriam membros externos de uma sequência contínua, sendo delimitados por divisores.

Chorley (1962), baseado em seus estudos sobre sistemas em geomorfologia, descreve a bacia hidrográfica como uma unidade geomórfica, sendo um sistema aberto de captação de água

que “recebe impulsos energéticos das forças climáticas atuantes sobre a área e das forças tectônicas subjacentes, e perde energia por meio da água, dos sedimentos exportados pela bacia no seu ponto de saída” (COELHO NETTO, 2018, p. 93). Assim como Christofolletti (1979), que também considera as bacias hidrográficas um sistema aberto onde os elementos interagem por meio de entrada de energia e matéria. Deste modo, qualquer mudança na recepção ou liberação de energia, ou na forma do sistema, resultará em uma mudança compensatória que conduz a um autoajuste para restaurar o estado de equilíbrio.

Em seu livro intitulado “Geomorfologia” Christofolletti (1980) define a bacia de drenagem como sendo uma área drenada por um rio ou um sistema fluvial. Neste conjunto de terras drenadas pelo rio principal e seus afluentes, a água das chuvas escoam dos pontos mais altos do relevo para os mais baixos, a água concentrada nos pontos mais baixos alimenta os rios (GUERRA, 1993).

Utilizando uma abordagem hidrológica, Silveira (2001) conceitua a bacia hidrográfica como uma área que capta águas pluviais e seus fluxos convergem para um único ponto de saída, o exutório. Sendo composta por um conjunto de vertentes e uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até desagüem em um leito único. Nesta mesma linha, Coelho Netto (2018, p. 97-98) ressalta que “a bacia de drenagem é uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial”, tendo como componentes as encostas, topos, fundos de vale, canais, corpos de água subterrânea, sistema de drenagem urbanos e áreas irrigadas, entre diversas outras unidades espaciais.

Com o tempo, as bacias hidrográficas foram gradativamente se transformando em uma unidade de análise mais complexa, deixando de ser definida apenas por suas características físicas e naturais, e passaram a ampliar suas aplicações. Tundisi (2008) salienta que além de ser uma unidade biogeofisiográfica que drena água, a bacia hidrográfica também é uma unidade natural de pesquisa e gestão.

Uma bacia hidrográfica tem todos os elementos para integração de processos biogeofísicos, econômicos e sociais, é a unidade natural que permite integração institucional, integração e articulação da pesquisa com o gerenciamento, e possibilita ainda implantar um banco de dados que funcionará como uma plataforma para o desenvolvimento de projetos [...] (TUNDISI, 2008, p. 9).

Uma bacia hidrográfica pode ser vista não apenas uma unidade física hidrológica, mas também um sistema onde ocorrem relações sociais e econômicas (GASPARI *et al.*, 2013). Logo, a bacia hidrográfica é considerada uma unidade essencial de análise, planejamento e/ou

ordenamento territorial, pois permitem avaliar os diferentes componentes, processos e interações que nelas ocorrem.

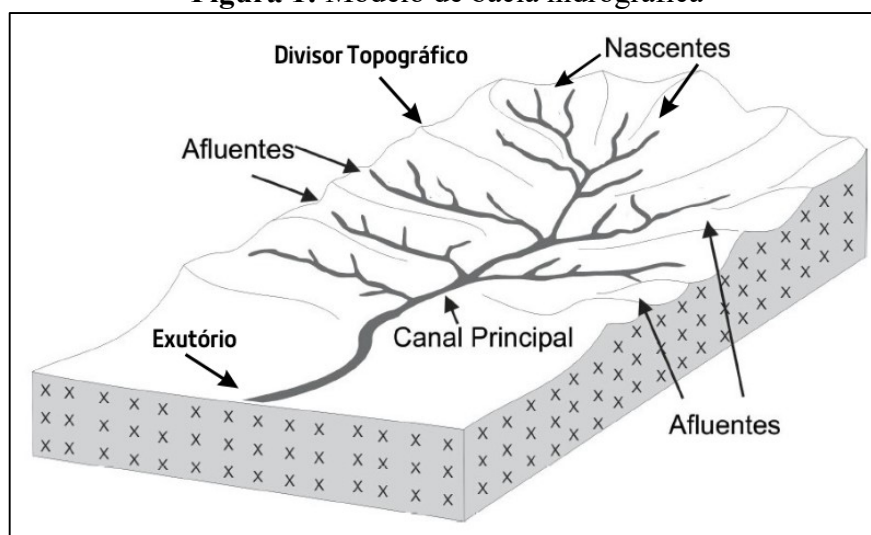
Considerando a bacia hidrográfica como uma unidade de análise territorial, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei nº 9.433/97 que estabelece princípios e normas para a gestão de recursos hídricos, estabelece que as bacias hidrográficas são uma unidade de estudo e gestão para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e para a atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Botelho e Silva (2004, p. 155) ainda salientam que:

[...] cresce enormemente o valor da bacia hidrográfica como unidade de análise e planejamento ambientais. Nela é possível avaliar de forma integrada as ações humanas sobre o ambiente e seus desdobramentos sobre o equilíbrio hidrológico, presente no sistema representado pela bacia de drenagem.

Deste modo, sugere-se que a bacia hidrográfica (figura 1) seja entendida como uma unidade natural de análise, constituída por uma área drenada por um rio e seus afluentes que confluem para uma saída em comum, delimitada por divisores topográficos, onde ocorre interações entre o meio físico e o meio social, possibilitando sua adoção como objeto de gestão e planejamento.

**Figura 1:** Modelo de bacia hidrográfica



**Fonte:** Adaptado de Nascimento *et al.* (2015)

A bacia hidrográfica é um componente essencial para se analisar o ciclo hidrológico na sua fase terrestre. Silveira (2001) afirma que o papel hidrológico de bacia é transformar uma quantidade de entrada de água concentrada (precipitação), em uma saída de água (escoamento), de modo que o fluxo seja mais disperso ao longo do tempo, com perdas intermediárias relacionadas aos volumes evaporados, transpirados ou foram infiltrados profundamente.

A água desempenha um papel fundamental na modelagem e modificação da paisagem, atravessando diferentes estágios e percursos ao longo do ciclo hidrológico. Em áreas com uma vegetação exuberante, durante a fase de precipitação das chuvas, o comportamento da água é suavizado pela cobertura das copas das árvores. Ela é direcionada tanto pelos troncos das plantas quanto pelo gotejamento das folhas. Outra rota possível é a passagem direta das águas pluviais através da vegetação, alcançando assim a superfície do solo. Quando a água atinge o solo com menor velocidade de impacto, ela tem maior capacidade de infiltração, podendo percolar até grandes profundidades. Isso contribui para a umidificação do solo e o abastecimento dos aquíferos, lençóis freáticos e nascentes dos cursos de água. À medida que a água flui, parte dela evapora de volta para a atmosfera ao chegar aos cursos d'água (BOTELHO, 2011). Assim,

a precipitação que cai sobre as vertentes infiltra-se totalmente nos solos até haver saturação superficial destes, momento em que começam a decrescer as taxas de infiltração e a surgir crescentes escoamentos superficiais, se a precipitação persistir. [...] a água produzida pelas vertentes tem como destino imediato a rede de drenagem, que se encarrega de transportá-la à seção de saída da bacia (SILVEIRA, 2001, p. 40).

Segundo Tonello (2005), o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica tem relação com suas características geomorfológicas, como a forma, topografia, área, geologia, rede de drenagem, solo, etc.; além do tipo de uso e ocupação da área. Portanto, as características físicas, biológicas e antrópicas das bacias hidrográficas desempenham um papel importante no processo do ciclo hidrológico, afetando o rendimento da infiltração e quantidade de água produzida como deflúvio, o escoamento superficial e sub-superficial, a evaporação e a transpiração.

Os termos sub-bacia e microbacia hidrográfica também são utilizados na literatura técnico-científica, porém apresentam abordagens teóricas diferentes, por isso essas definições ainda estão em debate, principalmente no que se refere ao tamanho e delimitações das sub-bacias e microbacias. Dessa forma, o estudo de todos os conceitos se faz necessário para ajudar nas discussões sobre a temática no meio técnico-científico.

A sub-bacia hidrográfica é uma terminologia que transmite a ideia de hierarquia, podendo ser entendida como a área de drenagem dos tributários do curso d'água principal (TEODORO *et al.*, 2007). A Lei Federal nº 9.443/97 da PNRH, adota o conceito de sub-bacia ao defini-la como área de atuação dos comitês de bacias hidrográficas, de modo que a sub-bacia hidrográfica seria formada de um tributário do curso água principal da bacia hidrográfica, ou de um tributário desse tributário.

Muitos autores utilizam diferentes unidades de medidas para definir sua área de abrangência. Para Faustino (1996), as sub-bacias apresentam áreas superiores a 100 km<sup>2</sup> e menores que 700 km<sup>2</sup>, ao contrário de Rocha (1997) que estabelece as áreas de uma sub-bacia entre 20.000 ha a 300.000 ha, podendo variar de acordo com sua localização. Observa-se que não há um consenso sobre o tamanho das sub-bacias, o que não favorece sua aplicação geral para todas as sub-bacias, pois não leva em consideração suas características intrínsecas, gerando uma incerteza conceitual (GOMES; BIANCHI; OLIVEIRA, 2021).

Segundo Santana (2003) uma bacia hidrográfica pode ser dividida em qualquer número de sub-bacias, dependendo dos pontos de saída considerados ao longo de seu eixo principal ou canal-coletor. Cada bacia hidrográfica está ligada a outra de ordem superior, formando, em relação à última, uma sub-bacia hidrográfica. Deste modo, os termos bacia e sub-bacia hidrográfica são relativos.

Dentro da literatura técnico-científica também vem sendo discutido a utilização do termo microbacia. Vários conceitos são usados para definir uma microbacia hidrográfica, tendo como critérios as unidades de medida, hidrológicas, ecológicas e sociais.

Para Faustino (1996) uma microbacia seria uma área de drenagem de um curso principal de uma sub-bacia hidrográfica, tendo área inferior a 100 km<sup>2</sup>, com isso diversas microbacias formam uma sub-bacia. Já Lima (2008) caracteriza a área da microbacia variando de 1 ha até 40 ha, podendo, em algumas situações, atingir 100 ha ou mais.

Calijuri e Bubel (2006, apud TEODORO *et al.*, 2007) conceituam o termo microbacia utilizando unidades hidrológicas e ecológicas. Sendo assim, as microbacias possuem áreas com cursos d'água de 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> ordem, podendo em alguns casos chegar a 3<sup>a</sup> ordem, devendo ser definida tendo como base a dinâmica dos processos hidrológicos, geomorfológicos e biológicos. Segundo os autores as microbacias são consideradas áreas frágeis e frequentemente ameaçadas por perturbações, onde as escalas espacial, temporal e de observação são de fundamental importância.

Utilizando outra abordagem, Botelho (2015) acredita que o conceito de microbacia esteja atrelado aos projetos de planejamento e conservação ambiental. Sendo assim,

[...] a microbacia é toda bacia hidrográfica cuja área seja suficientemente grande, para que se possam identificar as inter-relações existentes entre os diversos elementos do quadro sócioambiental que a caracteriza, e pequena o suficiente para estar compatível com os recursos disponíveis (materiais, humanos e tempo), respondendo positivamente a relação custo-benefício existente em qualquer projeto de planejamento (BOTELHO; SILVA, 2004, p. 157).

Pode-se observar que não existe um consenso entre a comunidade científica quanto a definição de sub-bacia e microbacia hidrográfica, apesar de serem termos bastante utilizados. Muitos autores relacionam os termos pela sua dimensão espacial, tamanho do rio principal e suas ordens ou outro atributo que indique uma delimitação segura, porém, por serem unidades espaciais complexas, ainda não há uma definição que facilite seu entendimento.

Diante do exposto, o estudo das bacias hidrográficas acaba sendo bastante complexo, deste modo, para compreender sua morfodinâmica é importante considerar os aspectos fisiográficos juntamente com o processo de apropriação e ocupação do relevo, afim de conhecer como se dá a inter-relação entre sociedade e natureza.

### **2.3 Análise fisiográfica de bacias hidrográficas**

A análise fisiográfica é entendida como um conjunto de métodos que caracterizam os aspectos geométricos e composicionais dos sistemas ambientais, sendo um indicador da interação entre aspectos geomorfológicos e da rede de drenagem de uma bacia hidrográfica (VIGOLO; BRENDA; BORTOLIN, 2019). O estudo detalhado de uma bacia hidrográfica, tanto de suas características físicas quanto socioeconômicas, é de extrema importância para compreender o ciclo hidrológico e sua predisposição a eventos extremos e assim, auxiliar para o uso e manejo mais adequado de seus recursos (MACHADO; TORRES, 2012).

Analisar bacias hidrográficas não é uma tarefa fácil, principalmente as que se encontram em áreas urbanas, pois envolvem muitos fatores naturais como relevo, solos, rochas, clima, hidrologia, integrados aos fatores socioeconômicos como renda, escolaridade, tipo de moradia, densidade ocupacional, etc. Pedro e Nunes (2012) afirmam que o processo de produção do espaço urbano altera as características naturais da bacia hidrográfica, rompendo o equilíbrio dinâmico da área.

Com isso, entende-se que a análise fisiográfica representa metodologias que permitem estudar os fatores físicos/naturais de uma bacia, bem como seus aspectos geométricos, afim de conhecer sua dinâmica natural e, a partir disso, integrar os fatores socioeconômicos, para se compreender como a ação antrópica pode causar um desequilíbrio acarretando em diferentes impactos na bacia. Assim, é de extrema importância que o geógrafo e outros pesquisadores realizem a análise fisiográfica considerando aspectos físicos/naturais e socioeconômicos, principalmente ao se analisar uma bacia hidrográfica com usos rurais e urbanos.

Para realizar a análise fisiográfica de bacias hidrográficas existem diferentes metodologias, dentre elas, a análise dos parâmetros morfométricos e o estudo geomorfológico. Deste modo, apresenta-se neste momento uma discussão sobre a importância dos parâmetros

morfométricos e do estudo da geomorfologia a partir dos compartimentos geomorfológicos para se conhecer a dinâmica da bacia.

### 2.3.1 Análise dos parâmetros morfométricos

A análise dos parâmetros morfométricos de uma bacia hidrográfica é um dos principais procedimentos realizados para análises hidrológicas e também ambientais, e visa explicar as diversas questões relacionadas à compreensão da dinâmica dos ambientes locais, sendo de grande valia para o planejamento urbano e a gestão ambiental.

Segundo Siqueira *et al.* (2012), a análise morfométrica utiliza indicadores numéricos para determinar a relação entre as propriedades físicas das bacias hidrográficas e seus condicionantes. Assim, representa a medição e a análise matemática da superfície terrestre, descrevendo sua forma e seu tamanho (AZEVEDO *et al.*, 2020), abrangendo diversos parâmetros que caracterizam a morfometria de uma bacia hidrográfica.

Venceslau (2020, p. 62-63) pontua que

a análise quantitativa de uma bacia, por meio de dados numéricos obtidos por geoprocessamento e sensoriamento remoto, resulta na medida de aspectos do relevo, evidenciando medidas de altura, comprimento, largura, superfície, volume, altura absoluta e relativa, inclinação, curvatura, orientação, densidade e frequência de suas formas, ou seja, aspectos hipsométricos e declividades. O resultado são dados que podem ser aplicados aos estudos de apropriação e ocupação do relevo, se materializando por meio das rugosidades identificadas na paisagem e que constitui o espaço geográfico.

Os principais parâmetros morfométricos utilizados para a análise da dinâmica desta bacia hidrográfica foram: Padrão de drenagem; Índice de circularidade (Ic); Fator de forma (F); Coeficiente de compacidade (Kc); Hierarquia Fluvial; Relação de bifurcação (Rb); Densidade de drenagem (Dd); Coeficiente de manutenção (Cm); Extensão do escoamento superficial; Sinuosidade do curso d'água; Densidade hidrográfica (Dh); Gradiente dos canais (Gc); Perfil longitudinal dos rios; Hipsometria; Amplitude altimétrica (H); Declividade; Razão relevo (Rr); Declividade média; Índice de rugosidade (Ir); Coeficiente de rugosidade (Rn).

#### 2.3.1.1 Padrão de drenagem

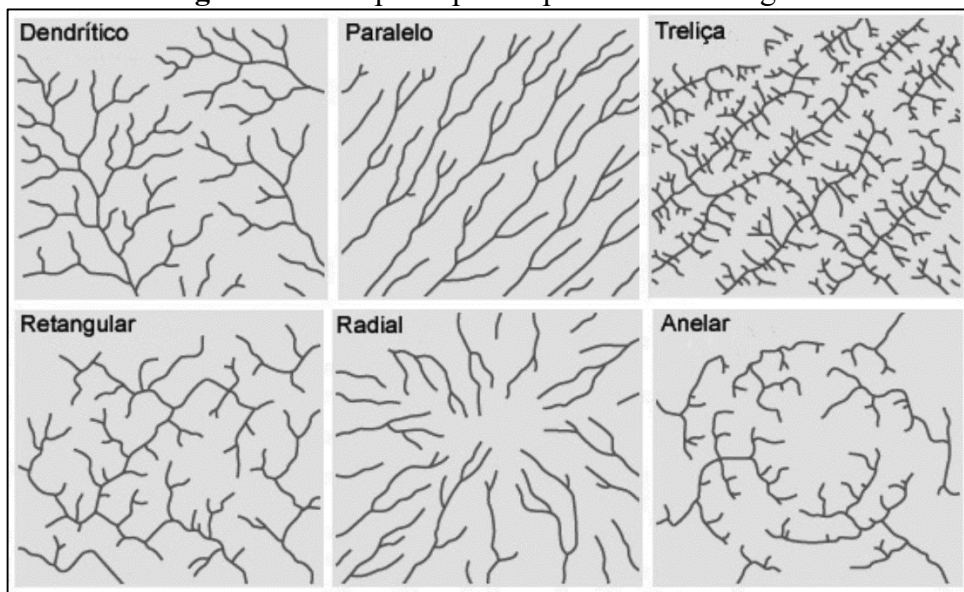
Os cursos d'água são os responsáveis pela drenagem das bacias hidrográficas e possuem diferentes padrões de drenagem, que vão desde cursos com padrões básicos até a padrões mais complexos. Os padrões de drenagem são considerados um arranjo espacial dos cursos fluviais “que podem ser influenciados em sua atividade morfogenética pela natureza e disposição das

camadas rochosos, pela resistência litológica variável pela diferença de declividade e pela evolução geomorfológica da região” (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 103).

Deste modo, os padrões de drenagem estão relacionados com o ambiente geológico, geomorfológico e climático do local, através do seu estudo é possível interpretar a natureza dos terrenos, a disposição das camadas e linhas de falhamento, além dos processos fluviais e climáticos predominantes na região (CUNHA, 2018).

Christofoletti (1980) apresentou sistematicamente os tipos básicos de padrões de drenagem, sendo eles: dendrítico, treliça, retangular, paralelo, radial e anelar (figura 2).

**Figura 2.** Principais tipos de padrões de drenagem



**Fonte:** Adaptado de Christofoletti (1980)

a) Dendrítico: também chamado de arborescente, seu desenvolvimento se assemelha a uma árvore. Seus canais são distribuídos em todas as direções da superfície e se unem para formar ângulos agudos de graduação variada, mas não chega a formar ângulos retos. Este padrão se desenvolve em regiões com o predomínio de rochas com resistência uniforme ou rochas do tipo sedimentar.

b) Treliça: composto por cursos d'água principais que correm paralelos e seus afluentes fluem em direção transversal. Este padrão pode ser encontrado em áreas com estruturas sedimentares homoclinais, falhadas e em cristas anticlinais.

c) Retangular: é uma modificação do padrão em treliça, que passa por bruscas alterações retangulares na direção dos cursos fluviais, devido a ocorrência de falhas ou de juntas na estrutura rochosa.



d) Paralela: é quando os cursos d'água fluem paralelamente uns aos outros. Pode ocorrer em regiões de vertentes com acentuada declividade ou em áreas que possuem lineamentos topográficos paralelos.

e) Radial: seus cursos d'água são dispostos como raios de uma roda, podendo se desenvolver em vários tipos de estruturas rochosas.

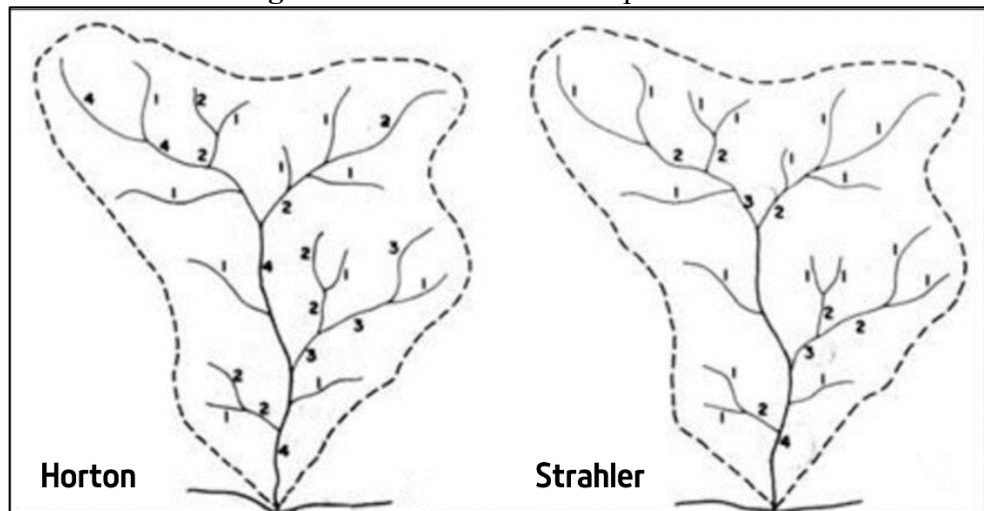
f) Anelar: tem a semelhança de anéis e é típica de áreas dômicas com um alto grau de entalhamento.

### 2.3.1.2 Hierarquia fluvial

Cada bacia hidrográfica possui uma hierarquia fluvial, marcada por um rio principal e seus afluentes. Deste modo, a hierarquia fluvial estabelece um ordenamento de um determinado curso d'água incorporado a bacia hidrográfica à qual ele pertence.

O ordenamento dos canais fluviais tem como finalidade estabelecer o grau de ramificação ou bifurcação de uma bacia hidrográfica (MACHADO; TORRES, 2012), facilitando a análise dos parâmetros morfométricos que contribuem para compreender a dinâmica da bacia. Neste contexto, os sistemas mais conhecidos e utilizados para o ordenamento de canais de fluviais foram propostos Horton (1945) e Strahler (1952), (figura 3).

**Figura 3:** Modelos de Hierarquia fluvial



Fonte: Adaptado de Christololetti (1980)

Horton (1945) estabelece que os canais de primeira ordem são aqueles que não possuem tributários; os canais de segunda ordem recebem apenas tributários de primeira ordem; os canais de terceira ordem recebem um ou mais tributários de segunda ordem, assim como tributários de primeira ordem; os canais de quarta ordem recebem os tributários da terceira ordem, e

também os de ordem inferior, assim sucessivamente. O rio principal recebe o mesmo número de ordem desde a nascente (CHRISTOFOLETTI, 1980).

O modelo de Sthraler (1952) foi modificado dos critérios empregados por Horton (1945). Nesta ordenação é eliminado o conceito de que o rio principal deva receber o mesmo número de ordem em toda a sua extensão, não tendo a necessidade de se refazer a numeração a cada confluência (CHRISTOFOLETTI, 1980). Por conta disso, o modelo de Sthraler acaba sendo mais aceito e utilizado pelos pesquisadores.

#### 2.3.1.3 Coeficiente de compacidade ( $K_c$ )

Segundo Villela e Mattos (1975) a forma superficial de uma bacia hidrográfica é um fator importante devido ao tempo de concentração das águas pluviais no limite da bacia, a partir do início da precipitação até sua chegada ao exutório. Existem diversos índices que determinam a forma da bacia e a relaciona com formas geométricas.

O coeficiente de compacidade ou índice de Gravelius relaciona o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo com área igual à da bacia. Este coeficiente é um número adimensional que pode variar conforme a forma da bacia. Deste modo, um coeficiente mínimo igual à unidade corresponde a uma bacia hidrográfica circular, ou seja, quanto mais irregular a bacia, maior será seu coeficiente de compacidade (VILLELA E MATTOS, 1975). Conforme a classificação de Silva e Mello (2003, *apud* SIQUEIRA *et al.* 2012) valores de coeficiente de compacidade entre 1,00 e 1,25 indicam bacias com alta propensão a grandes enchentes, valores entre 1,25 e 1,50 revelam bacias com tendência mediana a grandes enchentes e resultados maiores de 1,50 definem bacias com tendência a conservação, não sendo sujeitas a enchentes.

#### 2.3.1.4 Fator de forma ( $K_f$ )

O fator de forma é a relação entre a área e o comprimento axial da bacia. Este comprimento é a distância em linha reta entre a foz e o ponto mais distante da bacia, seguindo como referência o curso d'água principal. O fator de forma é outro indicador da tendência para enchentes de uma bacia com base em sua forma. De acordo com Villela e Mattos (1975) uma bacia com baixo fator de forma é menos suscetível a grandes enchentes devido ao seu formato estreito e alongado, que reduz a possibilidade de ocorrência de chuvas intensas que cubram simultaneamente toda a extensão da bacia.

Silva e Mello (2003, *apud* SIQUEIRA *et al.* 2012) ressaltam que valores de fator de forma entre 1,00 e 0,75 indicam que as bacias tem tendência a grandes enchentes, valores entre

0,75 e 0,50 representam que as bacias tem tendência mediana a enchentes e resultados menores que 0,50 indicam que a bacia não é sujeita a grandes enchentes e com isso tem tendência a conservação.

#### 2.3.1.5 Índice de circularidade ( $I_c$ )

O índice de circularidade ( $I_c$ ) relaciona a área da bacia com a área de um círculo de perímetro igual a área da bacia (MILLER, 1953). Este índice tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui conforme sua forma se torna alongada (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Alves e Castro (2003) em seus estudos classificam que no índice de circularidade igual a 0,51 a bacia possui um escoamento moderado e uma baixa probabilidade de enchentes rápidas, valores maiores que 0,51 indicam uma bacia circular que favorecem os processos de inundação, já resultados menores que 0,51 uma bacia com forma alongada que favorece o escoamento superficial.

#### 2.3.1.6 Densidade de drenagem ( $D_d$ )

A densidade de drenagem indica o grau de desenvolvimento de um sistema de drenagem, correlacionando o comprimento total dos cursos d'água com a área da bacia hidrográfica. O comportamento hidrológico das rochas de um mesmo ambiente climático afeta na densidade de drenagem, ou seja, onde a infiltração é mais difícil, há um maior escoamento superficial, o que cria maiores oportunidades de esculturação de canais e, portanto, maior densidade de drenagem (CHRISTOFOLETTI, 1980). Segundo Villela e Mattos (1975) este índice varia de 0,5km/km<sup>2</sup> para bacias com drenagem pobre e a 3,5km/km<sup>2</sup> para bacias bem drenadas.

#### 2.3.1.7 Relação de bifurcação ( $R_b$ )

A relação de bifurcação foi proposta por Horton (1945) como sendo a relação entre o número total de segmentos de uma ordem e o número total de segmentos de ordem imediatamente superior. A razão de bifurcação pode ser diferente entre as ordens, porém tende a permanecer constante de uma ordem para a seguinte.

Segundo Strahler (1982) a relação de bifurcação pode variar entre 3,0 e 5,0, não podendo nunca ser inferior a 2. Para Linsley et al. (1975, *apud* MACHADO; TORRES, 2012) os valores podem variar entre 2,0 e 4,0 com um valor médio próximo a 3,5. Valores com índice

extremamente altos podem estar relacionados a regiões de vales rochosos escarpados, sugerindo bacias alongadas.

#### 2.3.1.8 Densidade hidrográfica ( $D_h$ )

A densidade hidrográfica, também conhecida como densidade de rios ou frequência de canais, é a relação existente entre o número de canais com a área da bacia hidrográfica. Este índice tem a finalidade de comparar a frequência ou quantidade de canais existentes em uma área de tamanho padrão. É considerado um índice de extrema importância, pois representa o comportamento hidrológico de uma área, considerando um de seus aspectos fundamentais, sua capacidade em gerar novos cursos d'água (CHRISTOFOLETTI, 1980). Para Lollo (1995) a densidade hidrográfica possui classificação conforme a tabela 1.

**Tabela 1.** Classificação da densidade hidrográfica das bacias

Valor de $D_h$	Classe
< 3	Baixa
3 – 7	Média
7 – 15	Alta
> 15	Muito Alta

Fonte: LOLLO (1995)

#### 2.3.1.9 Coeficiente de manutenção ( $C_m$ )

O coeficiente de manutenção tem como finalidade fornecer a área mínima da bacia necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento (CHRISTOFOLETTI, 1980). Este índice é o inverso da densidade de drenagem, sendo considerado um dos índices mais importantes para a caracterização do sistema de drenagem.

#### 2.3.1.10 Extensão do escoamento superficial

A extensão do escoamento superficial representa a distância média em que a água da chuva escoaria, em linha reta, sobre o terreno da bacia desde o ponto em que a chuva cai até o leito do curso d'água (VILLELA; MATTOS, 1975). Segundo Christofolletti (1980) este índice seria uma das variáveis independentes mais importantes, pois afeta tanto o desenvolvimento hidrológico como o fisiográfico das bacias hidrográficas.

#### 2.3.1.11 Sinuosidade do curso d'água

A sinuosidade do curso d'água é a relação entre o comprimento do rio principal e o comprimento de seu talvegue, sendo um fator controlador da velocidade do escoamento nos cursos d'água (VILLELA; MATTOS, 1975), pois quanto maior a sinuosidade, maior será a

dificuldade do canal em chegar à foz, de modo que a velocidade do escoamento fique menor, que se deve à carga de sedimentos e pela geologia e geomorfologia da área.

Segundo Alves e Castro (2003), valores de sinuosidade próximos a 1 indicam que o canal tende a ser retilíneo, já valores maiores que 2 indicam canais tortuosos. Valores intermediários, entre 1 e 2, representam formas transicionais, regulares e irregulares.

#### *2.3.1.12 Gradiente dos canais ( $G_c$ )*

O gradiente de canais ( $G_c$ ) é a relação entre a altitude máxima entre o ponto de origem e o termino do respectivo canal fluvial, sendo expresso em porcentagem (CHRISTOFOLETTI, 1980). Este índice tem por finalidade indicar a declividade dos cursos d'água.

#### *2.3.1.13 Perfil longitudinal dos rios*

Conforme Christofolletti (1980), o perfil longitudinal de um rio demonstra a sua declividade, representando visualmente a relação entre a altimetria e o comprimento de um determinado curso d'água. O perfil longitudinal característico apresenta uma curvatura côncava para cima, com declividades mais acentuadas em direção às nascentes e valores mais suaves em direção ao nível de base.

Geralmente, o perfil longitudinal dos rios se diferencia ao longo do seu percurso devido a diferentes características, que estão relacionadas a três diferentes regimes. A porção superior de um rio pode ser descrita como a área de captação de água e que possui uma maior formação de processos erosivos fluviais, devido a maior declividade, resultando no entalhamento e recuo das cabeceiras dos cursos d'água. A porção inferior, por sua vez, é caracterizada como uma área de deposição, onde prevalece a sedimentação, em razão de sua menor declividade que diminui a velocidade da água. O trecho intermediário representa uma zona de transição entre as nascentes e a foz do rio, nesta área prevalece a deposição de detritos no fundo dos rios e a erosão das margens.

#### *2.3.1.14 Hipsometria*

A hipsometria, segundo Linsley *et al.* (1975, *apud* MACHADO; TORRES, 2012), é a representação gráfica do relevo de uma determinada área, envolvendo o estudo da variação da elevação de diferentes terrenos em relação ao nível médio do mar. Esta variação pode ser indicada em forma de um gráfico ou a partir da espacialização da altimetria por meio de mapas temáticos.

A variação altimétrica do relevo em uma bacia hidrográfica exerce influência nas precipitações e temperatura média, o que altera as respostas hidrológicas, o que consequentemente, impacta diretamente no escoamento superficial, na infiltração e no tempo de concentração da bacia, os quais, por sua vez, afetam o deflúvio médio (VILLELA; MATTOS, 1975).

#### *2.3.1.15 Amplitude altimétrica*

A amplitude altimétrica corresponde à diferença entre a altitude mínima, ponto de desembocadura, e a altitude máxima, sendo o ponto mais alto que pode estar situado em qualquer lugar no divisor topográfico (CHRISTOFOLETTI, 1980).

#### *2.3.1.16 Declividade*

A declividade do terreno exerce uma influência significativa na concentração, dispersão e velocidade do escoamento superficial em bacias hidrográficas. Esses fatores, por sua vez, afetam a erosão e o transporte das partículas de solo. Em terrenos planos ou levemente inclinados, a água escoar em velocidades mais baixas, possuindo menos energia e tendo mais tempo para se dispersar. Por outro lado, em terrenos muito inclinados, a resistência ao escoamento é menor, resultando em velocidades mais elevadas das águas (LEPSCH, 2010).

A representação cartográfica da declividade do relevo é realizada por meio de mapas temáticos, os quais apresentam as informações expressas em classes com intervalos agrupados. Esses intervalos podem variar de acordo com os objetivos do trabalho sendo adaptados às características físicas da área de estudo.

#### *2.3.1.17 Razão relevo (Rr)*

A razão de relevo (Rr) ou relação de relevo refere-se a amplitude altimétrica e ao maior comprimento da bacia, que corresponde ao comprimento do rio principal (CHRISTOFOLETTI, 1980). Esse índice mede a declividade geral de uma bacia hidrográfica, sendo um indicador da intensidade de erosão que opera nas vertentes da bacia (BACK, 2014). Assim, quanto maior a relação de relevo, maior a quantidade e velocidade de água a ser escoada na bacia. Conforme classificação de Rossi e Pfeizer (1999, *apud* BACK, 2014) a relação de relevo pode variar de 0,00 a 0,10 para uma razão baixa, de 0,11 a 0,30 para uma razão de relevo média e de 0,31 a 0,60 para razão de relevo considerada alta.

#### *2.3.1.18 Declividade média*

A declividade média segundo Araújo Junior *et.al* (2002) é um parâmetro fundamental no estudo de picos de enchentes e infiltração da água no solo, pois quanto maior o declive maior será o escoamento superficial o que aumenta o risco de erosão dos solos, pelo fato da água escorrer com mais rapidez sobre o terreno. Deste modo, com base na declividade média de uma bacia hidrográfica, pode-se estimar se a área é mais ou menos suscetível a erosão causada pelo escoamento superficial (VILLELA; MATTOS, 1975).

#### 2.3.1.19 Índice de rugosidade (*Ir*).

O índice de rugosidade é uma combinação das variáveis de declividade e comprimentos das vertentes juntamente com a densidade de drenagem, sendo proposto inicialmente por Melton (1957), indicando que quanto maior for o índice de rugosidade o relevo será mais colinoso e dissecado (maiores declividades) e os canais de drenagem mais entalhados (MACHADO *et al.*, 2011).

#### 2.3.1.20 Coeficiente de rugosidade (*Rn*).

O coeficiente de rugosidade é um parâmetro que relaciona a disponibilidade do escoamento superficial e o seu potencial erosivo (MACHADO; TORRES, 2012), utilizado para indicar o uso potencial da terra para agricultura, pecuária e reflorestamento e classificar a forma de uso mais apropriada. Deste modo, quanto maior for o coeficiente de rugosidade maiores serão os riscos da área sofrer com a erosão dos processos hídricos. Pissarra *et al.* (2004) definiram quatro classes de uso potencial dos solos em função do coeficiente de rugosidade (tabela 2).

**Tabela 2.** Classes de potencial uso do solo em função do coeficiente de rugosidade

Classe	Uso do solo	Rn
A	Solos apropriados para a agricultura	< 23
B	Solos apropriados para pastagens/pecuária	23 - 43
C	Solos apropriados para pastagem/reflorestamento	43 - 63
D	Solos apropriados para reflorestamento	> 63

Fonte: PISSARRA *et al.* (2004)

Sendo assim, os parâmetros morfométricos são de grande importância para o estudo do relevo juntamente com a rede de drenagem. Nessa perspectiva, seus resultados quantitativos podem ser atrelados a um estudo mais aprofundado sobre a geomorfologia a partir da compartimentação geomorfológica, a fim de apresentar uma análise fisiográfica mais completa.

### 2.3.2 O estudo geomorfológico na perspectiva geográfica

A sociedade tem desenvolvido atividades que modelam o relevo em curtos períodos de tempo, desencadeando e até mesmo acelerando processos naturais, nesta perspectiva, o ser humano é considerado um dos principais agentes esculptadores do relevo.

A geomorfologia é uma geociência que busca estudar as formas de relevo existentes, a fim de compreender sua dinâmica e os processos que ocorreram e continuam ocorrendo e levam a mudanças na superfície terrestre (CHRISTOFOLETT, 1980). Em outras palavras, a geomorfologia é uma geociência importante para entender as formas de relevo e suas mudanças ao longo do tempo que fazem parte de um espaço geográfico.

A Geomorfologia quando trabalhada sob uma perspectiva geográfica deve se atentar não apenas para a dinâmica dos processos naturais, preocupando-se apenas em entender a gênese das formas de relevo (tempos longos). Contudo, precisa envolver em suas análises a compreensão da dinâmica da sociedade, sob uma perspectiva da morfodinâmica atual (tempos curtos), pois essa é capaz de modelar o relevo em um curto período de tempo, sendo o ser humano considerado por alguns pesquisadores como um agente modelador (PEDRO MIYAZAKI, 2014, p. 45).

O objeto de estudo da geomorfologia é o relevo, cuja formação está relacionada aos processos endógenos (forças tectogenéticas) e exógenos (mecanismos morfoclimáticos) (CASSETI, 1995), que são responsáveis por esculpir as diferentes formas de relevo, que se conectam, nos dias atuais, com os processos antrópicos. Neste sentido, a Geomorfologia não explica apenas as morfologias e a fisiologia do relevo, mas também a dinâmica da sociedade, fornecendo uma visão integrada do meio físico.

Segundo Ross (2012, p. 12), “o relevo é algo concreto quanto às formas, mas abstrato enquanto matéria”. Como parte do meio natural, o relevo apresenta uma enorme variedade de formas. Essas formas, mesmo parecendo estáticas e iguais, são na verdade dinâmicas, se manifestando ao longo do tempo e espaço de modo diferenciado, devido as combinações e interferências dos demais componentes que constituem o espaço geográfico.

Pedro Miyazaki (2014) aponta que a esculptação do relevo esta associada a processos geradores das formas de relevo vinculados as alterações climáticas que ocorreram no período geológico do Quaternário. Sendo assim, grande parte das representações do relevo que temos nos dias atuais foram desenvolvidos durante o período Quaternário, além de mudanças ambientais significativas e até mesmo o surgimento do ser humano.

A modificação do relevo pela ação humana pode ser facilmente observado ao longo das bacias hidrográficas, principalmente naquelas localizadas em perímetro urbano. Assim, o relevo é esculpado, retirando sua cobertura vegetal o solo fica exposto e a topografia precisa ser



retificada por processos de terraplanagem e construção de taludes, o que impacta no equilíbrio dinâmico da bacia.

Por exemplo, os topos e as vertentes ao serem ocupados sofrem transformação decorrente da construção de taludes nas vertentes e dos processos de terraplanagem. Além dessas transformações, estes compartimentos geomorfológicos são impermeabilizados, provocando um desequilíbrio no ciclo hidrológico local. Outro tipo de intervenção ocorre quando são construídos os arruamentos, que acabam se transformando em verdadeiros canais de escoamento artificiais, uma vez que o escoamento superficial, conhecido como enxurradas, adquire velocidade devido à ausência de resistência ao longo da via pavimentada, dessa forma, sedimentos associados a resíduos sólidos são transportados e depositados em áreas mais baixas do relevo (VENCESLAU; PEDRO MIYAZAKI, 2019, p. 76)

Uma bacia hidrográfica pode ser analisada geomorfologicamente a partir da espacialização dos compartimentos geomorfológicos. A compartimentação do relevo ajuda a compreender os processos que deram origem as formas de uma determinada área, o que por sua vez ajuda a entender a fisiografia da paisagem. O estudo dos compartimentos geomorfológicos pauta-se da integração de dois níveis metodológicos propostos por AB'Saber (1969). O primeiro nível refere-se à estrutura superficial da paisagem, cujo objetivo é obter informações sistemáticas referentes a todos os compartimentos e formas de relevos observados. O segundo nível trata-se da fisiologia da paisagem, que estuda a dinâmica dos processos, ou seja, a morfodinâmica que ocorre na paisagem para compreender a funcionalidade na sua totalidade (PEDRO MIYAZAKI, 2016).

Cunha e Queiroz (2012, p. 1) salientam que “a representação cartográfica do relevo pode fornecer dados sobre as condições locais para ocupação ou, ainda, em caso de ocupação já efetiva, pode auxiliar na identificação de áreas potencialmente problemáticas no futuro”, sendo um instrumento essencial que contribui na resolução de problemas ambientais e também trazendo meios de evitá-los.

Ressalta-se a importância de não apenas espacializar os compartimentos geomorfológicos, mas também compreender os processos morfogenéticos e como esses processos foram essenciais para a formação do relevo atual. Assim, o mapeamento geomorfológico é uma ferramenta essencial para a pesquisa do relevo e conhecimento do território, além de permitir a aplicação de análises e monitoramentos de processos geomorfológicos contribuindo para o planejamento urbano e ambiental.

## 2.4 Gestão e Planejamento em bacias hidrográficas

Por meio da identificação e compreensão da dinâmica natural das bacias hidrográficas é possível analisar seus processos de degradação e, assim, realizar estudos que apresentem propostas de planejamento e gerenciamento do território visando o equilíbrio entre o uso e a manutenção dos recursos naturais. Vale ressaltar que as propostas de planejamento não podem ser feitas sem vincular os aspectos físicos e humanos, deve-se considerar a relação entre sociedade e natureza e vislumbrar um caminho que equilibre o uso e ocupação do solo e as atividades socioeconômicas com a capacidade de suporte do ambiental.

Diante disso, uma distinção deve ser feita entre os conceitos de planejamento e gestão, termos que muitas vezes são considerados sinônimos, porém não possuem o mesmo significado. Tais conceitos são complementares, um possuindo conotação que remete ao futuro (planejamento) e o outro está relacionado ao presente (gestão).

Conforme apontado por Souza (2010, p. 46) planejar tem como significado “tentar prever a evolução de um fenômeno”, tentando simular os desdobramentos de um projeto, com o objetivo de melhor se proteger contra possíveis problemas. Por outro lado, o autor entende que gerir significa “administrar uma situação dentro dos marcos dos recursos presentemente disponíveis e tendo em vista as necessidades imediatas”. A gestão é então precedida pelo planejamento, dependendo deste para a sua existência.

Planejamento é a preparação para a gestão futura, buscando-se evitar ou minimizar problemas e ampliar margens de manobra; e a gestão é a efetivação, ao menos em parte (pois o imprevisível e o indeterminado estão sempre presentes, o que torna a capacidade de improvisação e a flexibilidade sempre imprescindíveis), das condições que o planejamento feito no passado ajudou a construir. Longe de serem concorrentes ou intercambiáveis, planejamento e gestão são *distintos e complementares* (SOUZA, 2010, p. 46).

A utilização da bacia hidrográfica como uma unidade de estudo e planejamento teve início nos Estados Unidos com a criação da *Tennessee Valley Authority* (TVA) em 1933 (BOTELHO, 2015). No Brasil, o entendimento da bacia hidrográfica como uma unidade de planejamento adquiriu maior destaque a partir da promulgação da Lei 9443 de janeiro de 1997, que instituiu e implementou os comitês de bacias hidrográficas e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Os Comitês de Bacia Hidrográfica têm por finalidade promover uma gestão integrada e participativa, com o objetivo principal de divulgar e debater questões relacionadas aos recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes.

A utilização da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão têm evoluído consideravelmente, visto que suas características biogeofísicas apresentam sistemas ecológicos

e hidrológicos relativamente coesos (LORANDI; CANÇADO, 2002), que estão intimamente relacionados com as diversidades sociais, econômicas e culturais de determinada região. Além de fornecer um conjunto de indicadores e índices de qualidade, que favorecem a conservação e preservação ambiental e estimulam o desenvolvimento econômico e social.

Diante disso, o planejamento e gerenciamento das bacias deve:

a) incorporar todos os recursos ambientais da área de drenagem e não apenas o hídrico; b) adotar uma abordagem de integração dos aspectos ambientais, sociais, econômicos e políticos, com ênfase nos primeiros e, c) incluir os objetivos de qualidade ambiental para utilização dos recursos, procurando aumentar a produtividade dos mesmos e, ao mesmo tempo, diminuir os impactos e riscos ambientais na bacia de drenagem (LORANDI; CANÇADO, 2002, p. 37).

Segundo Tricart (1977) estudar a forma em que o espaço é organizado é determinar como uma ação se insere na dinâmica natural, permitindo assim corrigir certos aspectos desfavoráveis e facilitar de maneira controlada a exploração dos recursos ecológicos que o meio tende a fornecer. Assim, avaliar o meio físico permite identificar áreas vulneráveis, auxiliando para um melhor planejamento e ocupação do espaço.

Os estudos de impactos no âmbito das bacias hidrográficas, sejam em áreas urbanas ou rurais, são de grande importância para o planejamento urbano e ambiental. Carvalho, Silva e Cabral (2017) salientam que a falta de planejamento e controle do uso do solo são responsáveis por modificar a dinâmica hidrológica da bacia hidrográfica, especialmente quando os cursos d'água são poucos considerados ou até mesmo negligenciados no ordenamento territorial.

[...] a magnitude e as conseqüentes inundações provocadas pelas atuais ocorrências dos eventos hidrológicos explicitam, não somente, o despreparo social para enfrentar tais ocorrências, mas também a falta de comprometimento com o correto processo de ordenação urbana e territorial sob o ponto de vista de gestão e gerenciamento do crescimento desses espaços (CARVALHO; SILVA; CABRAL, 2017, p. 77).

Nesse sentido, Botelho (2011, p. 87) enfatiza que “nas áreas urbanas, os resíduos industriais, o lixo urbano e o esgoto doméstico quando atingem os rios comprometem o consumo de suas águas, exigindo maiores gastos no seu tratamento”. Assim, mensurar a qualidade ambiental urbana e verificar como a degradação ambiental ocorre é uma tarefa relevante no planejamento urbano. Conforme Moura (2000, p. 61-62), “é preciso que se compreendam suas dinâmicas de funcionamento para que, a partir desta compreensão, sejam procuradas soluções para os muitos problemas ambientais que afligem o espaço urbano”.

O planejamento ambiental é baseado na interação dos sistemas que compõem o ambiente. A sua missão é estabelecer as relações entre os sistemas ecológicos e os processos

que ocorrem na sociedade, desde as necessidades socioculturais às atividades e interesses econômicos, de forma a preservar ao máximo a integridade dos seus componentes (SILVA, 2012). O termo planejamento ambiental pode ser utilizado para definir “todo e qualquer projeto de planejamento de uma determinada área que leve em consideração fatores físico-naturais e socioeconômicos para a avaliação das possibilidades de uso do território e/ou dos recursos naturais [...]” (BOTELHO, 2015, p. 274).

Portanto, a partir da análise fisiográfica no âmbito das bacias hidrográficas pode-se compreender as dinâmicas naturais ligadas a evolução do relevo e identificar as problemáticas do uso e ocupação do solo desordenado, que auxiliam a subsidiar os gerenciamentos e planejamentos realizados no âmbito desse espaço geográfico.

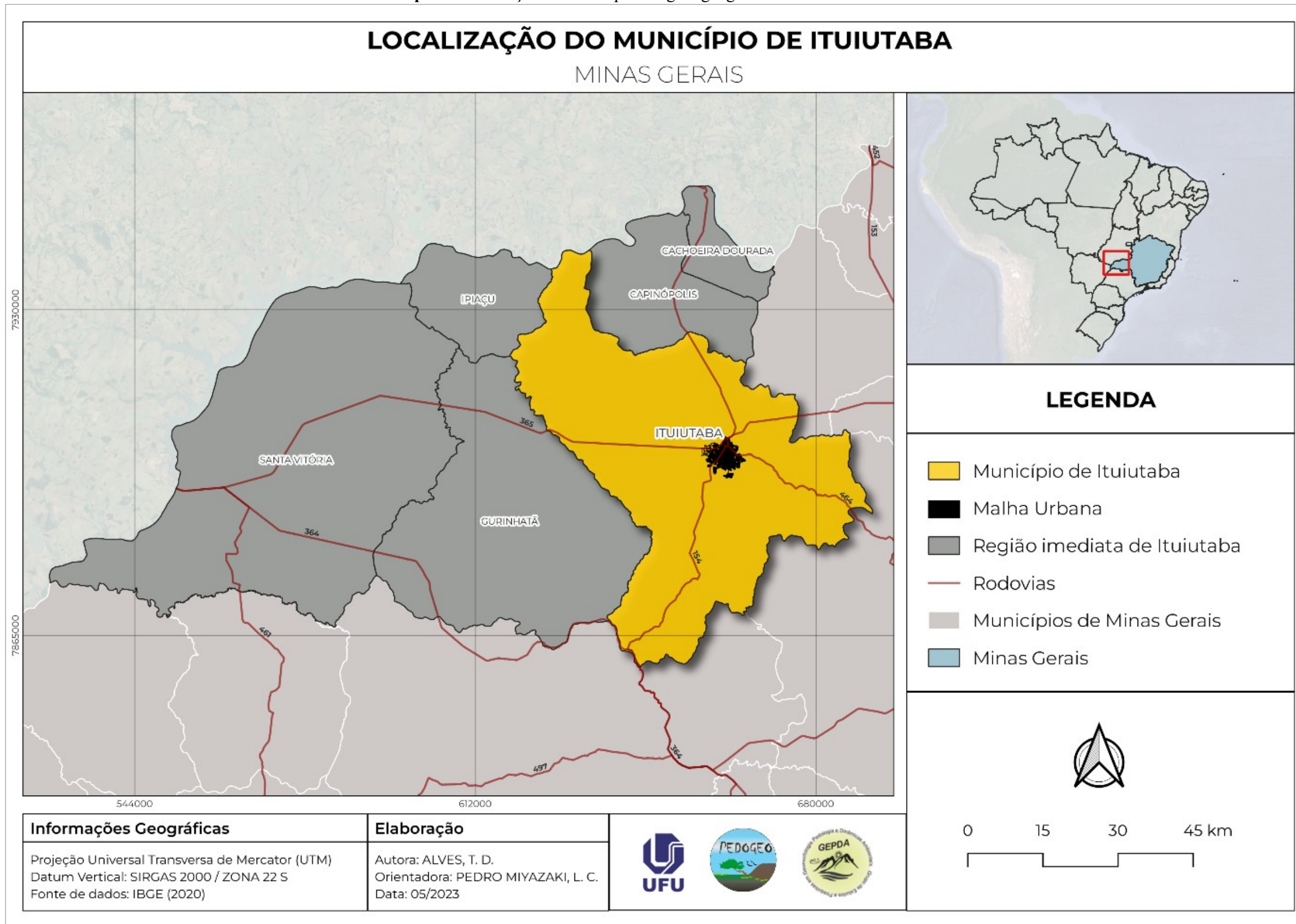
### **3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ITUIUTABA-MG**

**N**este capítulo serão apresentados as características físicas que compõem a paisagem do município de Ituiutaba - MG, tais como; aspectos litológicos, relevo, pedológicos, clima, vegetação e hidrográficos. Além disso, foi elaborada uma breve caracterização histórica e socioeconômica do município, afim de se compreender como se deu o processo de apropriação e ocupação da área de estudo.

### **3.1 Caracterização histórica e socioeconômica do município de Ituiutaba**

O município de Ituiutaba-MG (mapa 2) está localizado entre as coordenadas 18° 58' 08'' Latitude S; 49° 27' 54'' Longitude W, na porção oeste do Triângulo Mineiro. O município faz parte da região geográfica intermediária de Uberlândia-MG e envolve a região geográfica imediata de Ituiutaba. Fazem parte da sua região imediata os municípios de Capinópolis - MG, Cachoeira Dourada - MG, Ipiacu - MG, Gurinhatã - MG e Santa Vitória – MG. Segundo o último censo demográfico, realizado em 2010, a cidade conta com uma população de 97.171 pessoas, e uma extensão territorial de 2.598,046 km<sup>2</sup>, com densidade demográfica de 37,40 hab./km<sup>2</sup> (IBGE, 2010).

Mapa 2: Localização do município e região geográfica imediata de Ituiutaba



Fonte: IBGE, 2020. Org.: Alves, 2023

O município de Ituiutaba tem sua ocupação datada em 1820, período em que ocorreu a construção da primeira capela (atual catedral de São José), dedicada a São José do Tijuco (OLIVEIRA, 2013). Segundo Chaves (2016) o processo de povoamento no interior do Brasil teve impulso devido a agropecuária extensiva e expedições de forasteiros que vinham tomar posse de terras recebidas por doação do Império. Assim, a partir da década de 1810 houve uma expedição que se deslocou para as áreas do atual município, fazendo com que os habitantes nativos, os índios, se deslocassem para as áreas do outro lado do rio Paranaíba (PRADO; LOBODA, 2011). A ocupação do município decorreu-se com a chegada de Joaquin Antônio de Moraes e José da Silva Ramos que se instalaram em áreas antes habitadas por índios Caiapós, construindo as fazendas São Lourenço e do Carmo (CHAVES, 2016).

A criação oficial, do que veio a ser o município de Ituiutaba, ocorreu somente em 1839 quando foi intitulado o Distrito de São José do Tijuco, subordinado ao município de Prata pela Lei Provincial n.º 138, de 03 de Abril de 1839. Em 1901, o distrito foi elevado a categoria de vila e desmembrado do município de Prata, pela Lei n.º 319 de 16 de Setembro de 1901, ganhando a denominação de Vila Platina. Foi em 1915 que a vila foi elevada a condição de cidade, recebendo o nome de Ituiutaba, conforme a Lei n.º 663 de 18 de Setembro de 1915 (IBGE, 1959), entretando, somente a partir de 1917 teve a mudança de nome oficializada.

Sobre a formação do aglomerado urbano, Chaves (2016) salienta que

iniciou-se o aglomerado urbano - com a construção de moradias e casas de comércio - dando limiar ao pequeno Povoado de São José do Tijuco (1832), do qual se originou a cidade de Ituiutaba (MG). Destarte, a capela constituía-se o elemento central do povoado, atendia à sociedade local e a circunvizinhança rural para as missas, os casamentos e os batizados, ofícios da religião oficial do Brasil Império - o catolicismo. São inegáveis os esforços e interesses dos religiosos na ação social e política no processo de expansão de Ituiutaba (MG), mesmo que indiretamente. Em toda a documentação consultada, notou-se que a Instituição Religiosa e seus membros expandiram suas ações para além da evangelização e investiram seus esforços na construção e manutenção da capela de São José do Tijuco e do cemitério (1832); do primeiro sistema de abastecimento de água (1875), da edificação de escolas e da criação de associações esportivas e culturais, [...], de modo a evidenciar o papel do clero e da igreja na sociedade ituiutabana (CHAVES, 2016, p. 17-18).

As ações religiosas tiveram uma grande importância para a organização socioespacial do município de Ituiutaba, sendo reorientado pela participação de algumas famílias, e mais ainda pelo Estado como regulador (CHAVES, 2016). Além de que até 1911 a igreja era o principal agente imobiliário da cidade, possuindo ampla extensão de terras na área central



urbana e que, após 1950, foi adquirida pela prefeitura para criação e construção de bairros (OLIVEIRA, 2003).

Vale enfatizar que a construção da igreja, como tradicionalmente ocorria na época, se deu na parte alta do relevo, área de topo que divide as bacias dos córregos São José e Pirapitinga. Deste modo, a expansão do município parte deste local, com o início de construções de algumas casas e pequenos comércios, primeiramente ocupando a área de topo e alta vertente e posteriormente as porções de fundo de vale.

Chaves (2016) em seu estudo sobre a produção do espaço urbano e mercado imobiliário em Ituiutaba (MG), salienta que desde meados de 1915 já haviam importantes obras consolidadas no perímetro urbano.

[...] a) a construção do edifício da Câmara Municipal (1901); b) o serviço de água canalizada para consumo da população (1904); c) o serviço de iluminação pública, pelo sistema de lampião a gás acetileno (1905); d) a edição do primeiro jornal impresso Vila Platina (1907); e) a instalação do Grupo Escolar Vila Platina (1910); f) a inauguração do Cine Santo Antônio (1912) e g) a instalação da primeira linha telefônica (1913) entre a fazenda do Salto, rio da Prata, e a residência do Sr. Joaquim Teodoro de Carvalho (CHAVES, 2016, p. 20).

Foi por volta de 1940 que a produção agropecuária se consolidou como uma atividade responsável por dinamizar a economia do município, visto que os excedentes de capital proveniente da comercialização da produção eram investidos tanto no campo quanto na cidade, principalmente para estruturação de comércios e serviços voltados a demandas agrícolas (OLIVEIRA, 2013).

Nas décadas de 1950 e 1960, o município de Ituiutaba passou por importantes mudanças socioeconômicas com o desenvolvimento da rizicultura. Por se tratar de uma atividade que demandava bastante mão de obra para plantio, manejo e safra, a estrutura da área urbana foi reformada, em decorrência da migração de trabalhadores que chegavam da região nordeste do país. Esse processo se refletiu principalmente na expansão da rede de infraestrutura como a electricidade, os serviços de água e o crescimento dos negócios e outras actividades económicas (Oliveira, 2003). Nesse sentido, não apenas a cidade foi alterada, mas também a circulação de mercadorias, pessoas e capitais entre as cidades da região do Pontal do Triângulo Mineiro e daí para outras regiões do país (NASCIMENTO; MELO, 2010).

A ampliação do mercado consumidor, com a chegada dos migrantes, e o aumento de capital disponível para investimentos na cidade, devido aos excedentes de arroz, possibilitaram o surgimento de uma estrutura comercial mais complexa em Ituiutaba (MG), que passou a contar com mercearias, farmácias, escolas de ensino técnico, escolas privadas, profissionais liberais (advogados, agrônomos, engenheiros, profissionais da saúde), lojas de roupas e calçados, oficinas e lojas de peças para máquinas e veículos, instituições de

credito, lojas de eletrodomésticos, lojas de moveis, prestação de serviços, além dos estabelecimentos de produtos agropecuários. Também foram instaladas e/ou ampliadas infraestruturas básicas (água, esgoto, pavimentação de vias e calçadas, energia elétrica, iluminação e telefonia pública) e construídos prédios públicos, pista de aviação, escolas, praças e quadras de esportes (OLIVEIRA, 2013, p. 231).

Nascimento e Melo (2010) em seu estudo sobre os agentes econômicos e a (re)estruturação da cidade de Ituiutaba na rede urbana regional, destacaram que a produção de arroz teve seu auge em 1950 contando com 55% do total da produção agrícola (tabela 3), porém a partir de 1980 essa produção cai bastante, devido a reorientação que ocorreu na política agrícola brasileira durante a década de 1970.

**Tabela 3:** Produção agrícola de Ituiutaba no período de 1950 a 2006

Produção Agrícola por hectare							
Produto	1950	1960	1970	1980	1991	2000	2006
Algodão	16.940	529	2.449	546	2.000	1.400	100
Arroz	38.720	17.373	19.526	7.650	3.430	600	50
Banana	1.575	187	24	20	45	-	14
Cana-de-açúcar	1.000	81	63	50	300	500	7.200
Café	-	31	-	-	14	-	11
Feijão	8.712	3.149	1.521	-	110	-	-
Laranja	1.862	31	10	35	75	510	530
Mandioca	1.312	18	7	40	350	400	300
<b>Total</b>	70.121	21.399	23.600	8.341	6.324	3.410	8.205

Fonte: IBGE (1950-2006); Org.: Nascimento e Melo (2010)

Em relação aos aspectos populacionais de Ituiutaba, entre os anos de 1940 e 1960, houve um crescimento populacional de 95%, passando de 35.052 para 68.212 habitantes (MOURA; DAMASCENO, 2011). Costa e Martins (2011) salientam que na década de 1950 o município possuía a maior parte da população residente na área rural, o que se modificou a partir da década de 1970 devido ao êxodo rural. Assim, com o aumento da população urbana de forma desordenada houve um desarranjo do sítio urbano do município, que passou por uma série de mudanças, além de uma utilização desordenada dos recursos naturais (COSTA; MARTINS, 2011).

A transformação urbana de Ituiutaba também se potencializou por conta da abertura de rodovias que ligam a cidade a outras localidades do Triângulo Mineiro, isto facilitou o acesso

a outros mercados, tanto para os consumidores da cidade quanto para os compradores da produção agropecuária (OLIVEIRA, 2013).

A partir da década de 1970, com as mudanças no setor econômico, a pecuária se consolida novamente como a principal atividade do município. Segundo Oliveira (2003, p.79) “[...] a maioria [dos produtores rurais] optou trocar a atividade de rizicultura pela pecuária, que oferecia, a princípio, menos risco; exigia pouca mão-de-obra e menos gasto com tecnologia”. Já no final da década de 1980 e início dos anos de 1990, Ituiutaba recebeu novos agentes econômicos, alguns deles vinculados a atividades agroindustriais (processamento de leite e carne) (NASCIMENTO; MELO, 2010). Em meados dos anos 2000, a produção canavieira se tornou proeminente no setor econômico regional e se caracterizou como um dos pilares da economia, proporcionando uma geração de riquezas e empregos diretos e indiretos (CHAVES, 2016).

Conforme analisado por Oliveira (2003) Ituiutaba desempenhou um papel bastante significativo em relação a prestação de serviços, principalmente no setor de saúde, educação, transporte, comunicação e também pelo financeiro.

A ênfase de influência se dá, sobretudo, pela presença: a) das instituições superiores de ensino; dos estabelecimentos de saúde, no âmbito particular e, com atendimento misto, isto é, tanto privado quanto pelo Sistema Único de Saúde (SUS); b) dos estabelecimentos comerciais e lojas de departamento de abrangência regional e nacional; c) dos estabelecimentos de serviços em gerais e; d) da disponibilização de franquias, compreendendo os segmentos de alimentação; cosmético e perfumaria; ensino de idiomas; escola de Informática; vestuário/cama, mesa e banho; farmácia/drogarias; brinquedos; acessórios; escolar e locação de veículos (CHAVES, 2016, p. 36).

Se tratando da economia do município, Chaves (2016) constatou que entre os anos de 2008 a 2012 o setor de serviços passou a desempenhar um papel importante nas transações econômicas do município (tabela 4), não somente como atividade principal mas também como fornecedora de insumos para o setor industrial e agrícola.

**Tabela 4:** Produto Interno Bruto de Ituiutaba (de 2008 a 2012)

<b>Valor do adicionado bruto a preços correntes (R\$)</b>				
<b>Anos</b>	<b>Agropecuária</b>	<b>Indústria</b>	<b>Serviço</b>	<b>PIB Total</b>
2008	117.984	237.854	821.496	1.177.334
2009	130.614	313.611	1.119.496	1.563.721
2010	140.996	357.319	1.283.736	1.782.051
2011	197.828	483.600	1.181.036	1.862.464
2012	143.019	511.663	1.237.764	1.892.446

**Fonte:** IBGE (2015); Org.: Chaves (2016)

No ano de 2020, segundo dados do IBGE Cidades, o PIB do município era de 34.081,20 reais, onde 48% é referente ao setor de serviços, seguido pelos setores da indústria, administração pública e agropecuária, que são responsáveis por 29%, 14% e 9% respectivamente, e contribuem para os valores de PIB do estado de Minas Gerais.

A expansão urbana do município até a década de 1970 era pouco organizada, contando com 29 bairros e dois conjuntos habitacionais (bairros Natal e Ipiranga) (CHAVES, 2016). De acordo com Ferreira (2013) no período de 1970 a 1982 o município contou com mais 6 conjuntos habitacionais, totalizando 903 residenciais. Entre os anos de 1980 a 1990 foram anexados 3.857.845,70 m<sup>2</sup> ao perímetro urbano, ajudando em sua expansão. Neste processo foram criados outros 8 bairros (Esperança, Jardim Jamila, Mirim, Santa Edwiges, Morado do Sol, Distrito Industrial Antônio Cancelli, Residencial Monte Verde e Residencial Primavera) e cinco conjuntos habitacionais (Eldorado, Jerônimo Mendonça, Lagoa Azul I, Lagoa Azul II e Novo Tempo II). Já nos anos 2000 até 2010 foram construindo outros 10 conjuntos habitacionais (CHAVES, 2016).

A construção dos bairros e conjuntos habitacionais ocupam desde áreas de topo e fundos de vale ao longo dos córregos São José, Pirapitinga e do Carmo, além de ocuparem áreas da alta e média vertente do Ribeirão São Lourenço. É notado que esse processo de ocupação seguido pela impermeabilização do solo, é um dos responsáveis pela alteração das dinâmicas naturais do ciclo hídrico, ocasionando diversos impactos ambientais na área.

### **3.2. Caracterização física do município de Ituiutaba**

Para uma melhor compreensão da área de estudo foi realizada uma caracterização física, baseado nos aspectos litológicos, geomorfológicos, pedológicos, climáticos, hidrográficos e vegetacionais, com o intuito de compreender o conjunto de aspectos físicos atuantes no município e em suas adjacências.

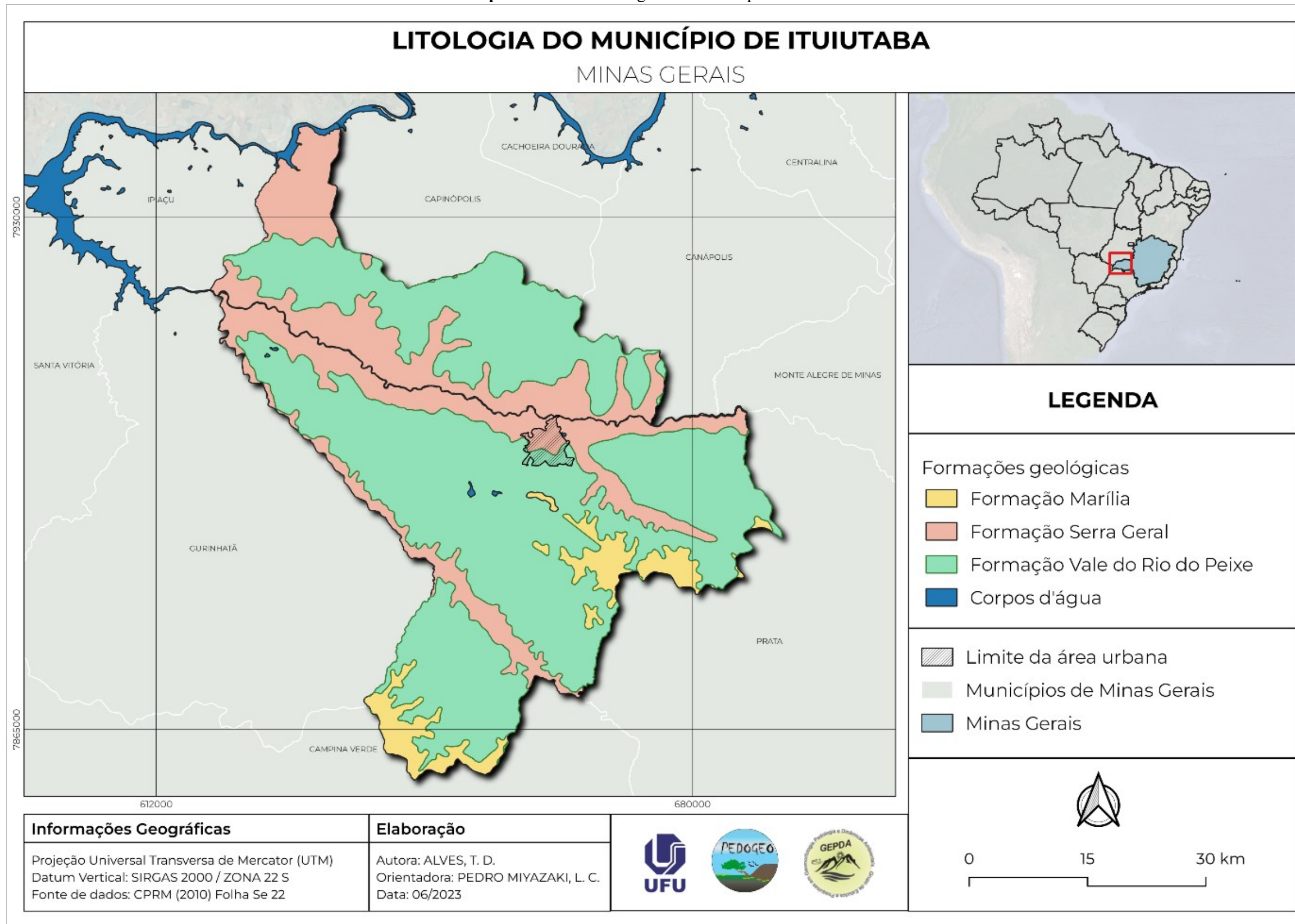
#### **3.2.1 Litologia**

O município de Ituiutaba-MG localiza-se sob a unidade morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná, com predomínio das unidades litológicas do Grupo Bauru e do Grupo São Bento. A bacia do Paraná é uma ampla região sedimentar com uma área de aproximadamente 1,5 milhão de quilômetros quadrados, com sedimentos relacionados, em grande parte, à história geotectônica meso-cenozóica do continente (MILANI *et al.*, 2007).

A porção ocidental do Triângulo Mineiro apresenta rochas do Grupo Bauru, com as formações Uberaba, Marília e Vale do Rio do Peixe (Formação Adamantina), sob às rochas basálticas da formação Serra Geral pertencentes ao Grupo São Bento. Acima das rochas do Grupo Bauru, encontram-se os Sedimentos Cenozóicos inconsolidados, formando terrenos com altitudes elevadas (ROCHA *et al.*, 2001).

Deste modo, o município de Ituiutaba apresenta o predomínio de rochas das formações Marília, Vale do Rio do Peixe e Serra Geral (mapa 3).

Mapa 3: Unidades litológicas do município de Ituiutaba



Fonte: CPRM, 2010. Org.: Alves, 2023



A Formação Marília é caracterizada por arenitos com granulação que varia de fina a grossa, compreendendo bancos maciços com tênues estratificações cruzadas de médio porte, que incluem lentes e intercalações subordinadas de siltitos, argilitos e arenitos muito finos, que contem estratificação plano-paralela e frequentes níveis rudáceos, apresentando nódulos carbonáticos (BISTRICHI *et al.*, 1981).

Por sua vez, a Formação Vale do Rio do Peixe é constituída por arenitos com granulação de fina a muito fina, podendo apresentar cimentação e nódulos carbonáticos com lentes de siltitos arenosos e argilitos ocorrendo em bancos maciços, com estratificação plano-paralela e cruzada de pequeno a médio porte. Essa formação, assenta-se de forma discordante e abrupta sobre os basaltos da Formação Serra Geral, e se intercala lateralmente com a Formação Uberaba, além de possuir contato superior abrupto com os arenitos da Formação Marília (BATEZELLI, 2003).

A Formação Serra Geral, segundo Corsi (2003), possui rochas basálticas expostas nas soleiras dos principais cursos d'água no Triângulo Mineiro, com lentes de arenitos intercalados aos derrames magmáticos, podendo se estender para os seus afluentes, produzindo formas de vales do tipo em V, que são mais encaixados/fechados e retilíneos.

Na área urbana de Ituiutaba é possível encontrar afloramentos de rochas basálticas nos três córregos que abrangem o perímetro urbano (Córrego Pirapitinga, Carmo e São José), como observado na figura 4.

**Figura 4:** Afloramento de basalto no médio curso do córrego São José



Fonte: Alves, 2021

Essas rochas afloram em áreas mais próximas da foz, ou seja, no baixo curso, com cotas altimétricas de aproximadamente 500 a 530 metros. Porém, alguns afloramentos podem ser observados em áreas mais a montante. Os afloramentos referentes a Formação Marília podem ser encontrados nas áreas de nascentes dos canais fluviais, local onde encontra-se os residuais do tipo tabulares. Já na Formação Adamantina, os pontos de afloramentos são de raros devido o processo evolutivo da pedogênese (VENCESLAU, 2020).

### 3.2.2 Relevô

A região do Triângulo Mineiro faz parte de um conjunto geomorfológico denominado por AB'SABER (1971) como Chapadões Tropicais do Brasil Central, que constitui a subunidade do Planalto Setentrional da Bacia Sedimentar do Paraná. O relevo dessa região é o resultado da evolução da Bacia sedimentar do Paraná, cuja morfologia é caracterizada pelas chapadas (MARTINS; COSTA, 2014).

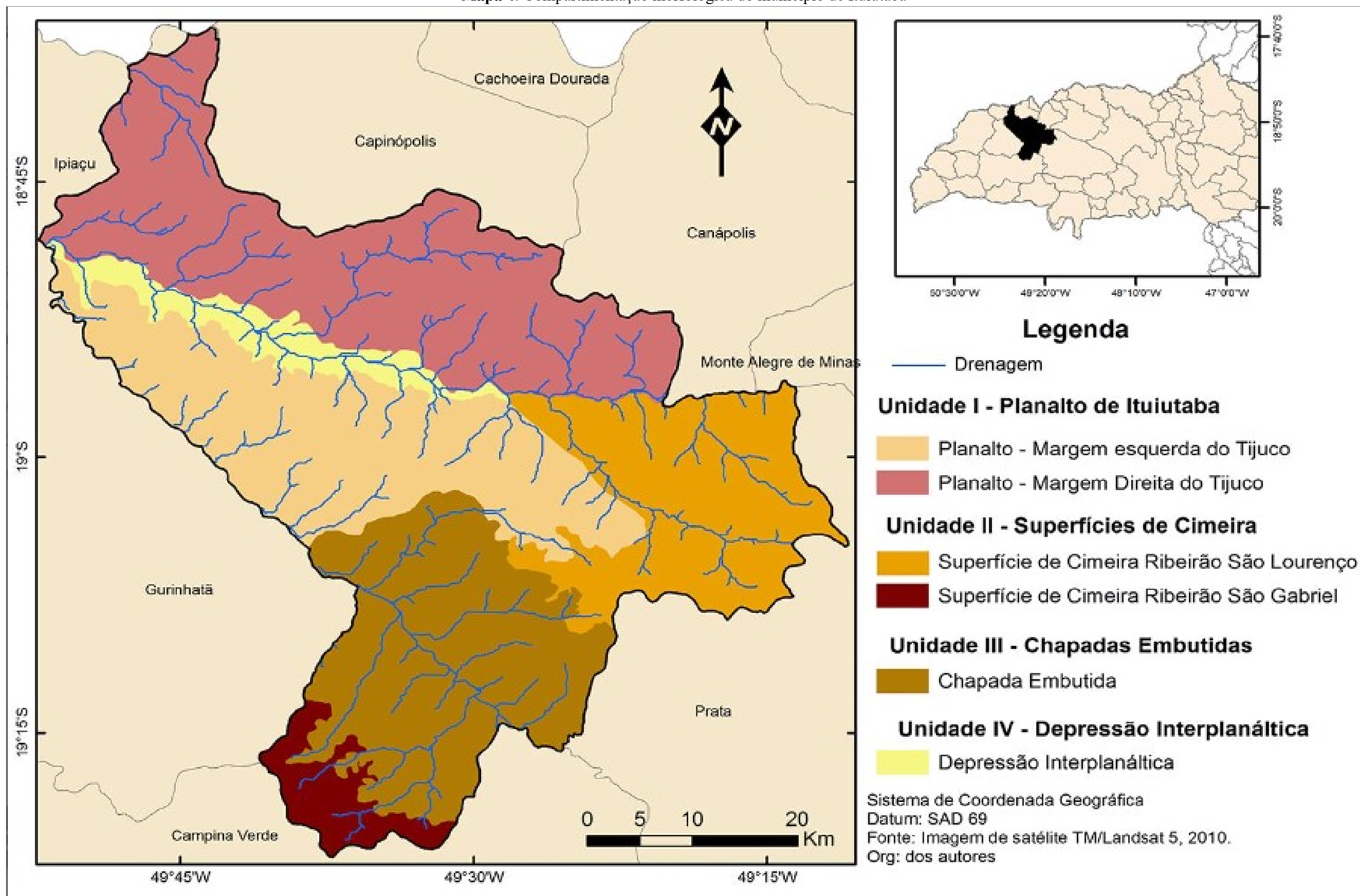
Segundo apontamento de Baccaro (1990), o relevo do Triângulo Mineiro foi intensamente esculpido pelas ações morfogenéticas do Terciário (atualmente apontado como Paleógeno) e Quaternário, onde houve oscilações entre clima úmido e seco que favoreceram a esculturação do relevo, resultando na formação de formas demoninadas de mesas e tabuleiros que são encontradas na região. Este relevo, em razão das alterações climáticas e implicações tectônicas no decorrer desses períodos, passou por um extenso processo de pediplanação, laterização e dissecação (MARTINS; COSTA, 2014).

Morros testemunhos ou residuais, popularmente conhecidos como “serrinhas”, são comuns na região do Triângulo Mineiro. Barcelos (1984) em seus estudos, constatou que os relevos residuais nessa região pertencem a Formação Marília, enquanto as áreas mais planas e topograficamente mais baixas estão relacionadas a Formação Vale do Rio do Peixe. Estes relevos residuais são composta por arenitos grossos a conglomerados, apresentando lateritas próximas a áreas de topo, que formam uma copa contínua em alguns locais preservando sua superfície (DEL GROSSI, 1991). As concreções no solo, apresentam grande quantidade de carbonato, recebendo o nome de calcrete, sendo possível encontrar também silcretes (concreção de sílica), materiais bastante resistentes à atuação do intemperismo que são responsáveis pela manutenção dos residuais (PEDRO MIYAZAKI; BENTO, 2018).

Dando ênfase para o município de Ituiutaba - MG, Martins e Costa (2014) apresentaram uma compartimentação morfológica do município (mapa 4), na escala de 1:100 000 seguindo a taxonomia propostas por Ross (1991), e contemplando os níveis metodológicos propostos por Ab'Sáber.



Mapa 4: Compartimentação morfológica do município de Ituiutaba



Fonte: Martins e Costa, 2014

Os autores dividiram o relevo do município em unidades e subunidades. A unidade denominada de Planalto de Ituiutaba é dividida nas subunidades Planalto margem direita do Tijuco (possui em sua área os afluentes do rio Tijuco) e Planalto da margem esquerda do Tijuco (possuindo os afluentes dos rios Tijuco e Prata em sua área), a evolução desta unidade está relacionada à dissecação do relevo promovida pelos afluentes dessas principais drenagens. Além dessas subunidades, também é apresentada a Superfície de Cimera do Ribeirão São Lourenço e a Superfície de Cimera do ribeirão São Gabriel que são subunidades presentes na unidade das Superfícies de Cimera, que possui uma alta hipsometria, onde sua declividade acentuada favorece o escoamento superficial. Por fim, também são demonstradas as unidades de Chapadas Embutidas, que possui um baixo valor de declividade nos fundos de vale, e a Depressão Interplanática, apresentando profundidade de talvegue pequena se comparada com os outros compartimentos (MARTINS; COSTA, 2014).

Outro mapeamento geomorfológico elaborado no município foi o de Pedro Miyazaki (2017), que ao estudar o relevo da área urbana de Ituiutaba destacou a existência de quatro compartimentos geomorfológicos. Os topos suavemente ondulados das colinas convexizadas, apresenta topos bastante amplos, suaves e ondulados e caracterizam-se por espigões divisores de água ramificados, que divide as águas para as principais bacias hidrográficas na área urbana. O domínio das vertentes apresenta as formas côncavas, convexas e retilíneas, é o são o segundo compartimento a ser ocupado e suas formas possuem atributos diferentes de acordo com a sua morfologia, sendo comum a combinação destas formas ao longo da extensão da vertente. O domínio dos fundos de vale as planícies aluviais e alvéolos, tem como características morfologias associadas aos vales em V, sendo mais encaixados e os vales em berço, que são mais largos e planos onde encontramos as planícies aluviais e alvéolos. Por ultimo temos o domínio dos relevos residuais do tipo tabuliformes, sendo possível encontrar várias cabeceiras de drenagem em anfiteatro que são associadas as nascentes dos principais córregos que cortam a área urbana do município.

### 3.2.3 Solo

Na região do Triângulo Mineiro há o predomínio de solos da classe dos Latossolos. De acordo com a Embrapa (2019) os Latossolos estão presentes em quase todas as áreas do Cerrado, seja em relevos planos, suave-ondulados, em chapadas ou vales, sendo característico de regiões de derrames basálticos e de rochas sedimentares.

De acordo com estudos de Braghiroli (2017), a partir da análise do mapa do estado de Minas Gerais em escala 1:650.000, foi possível identificar que no Pontal do Triângulo Mineiro há a existência de 4 classes de solos, sendo os Latossolos vermelho, Argissolo vermelho-amarelo, Neossolos Quartzarênicos e Cambissolos, prevalecendo os Latossolos vermelho (figura 5).

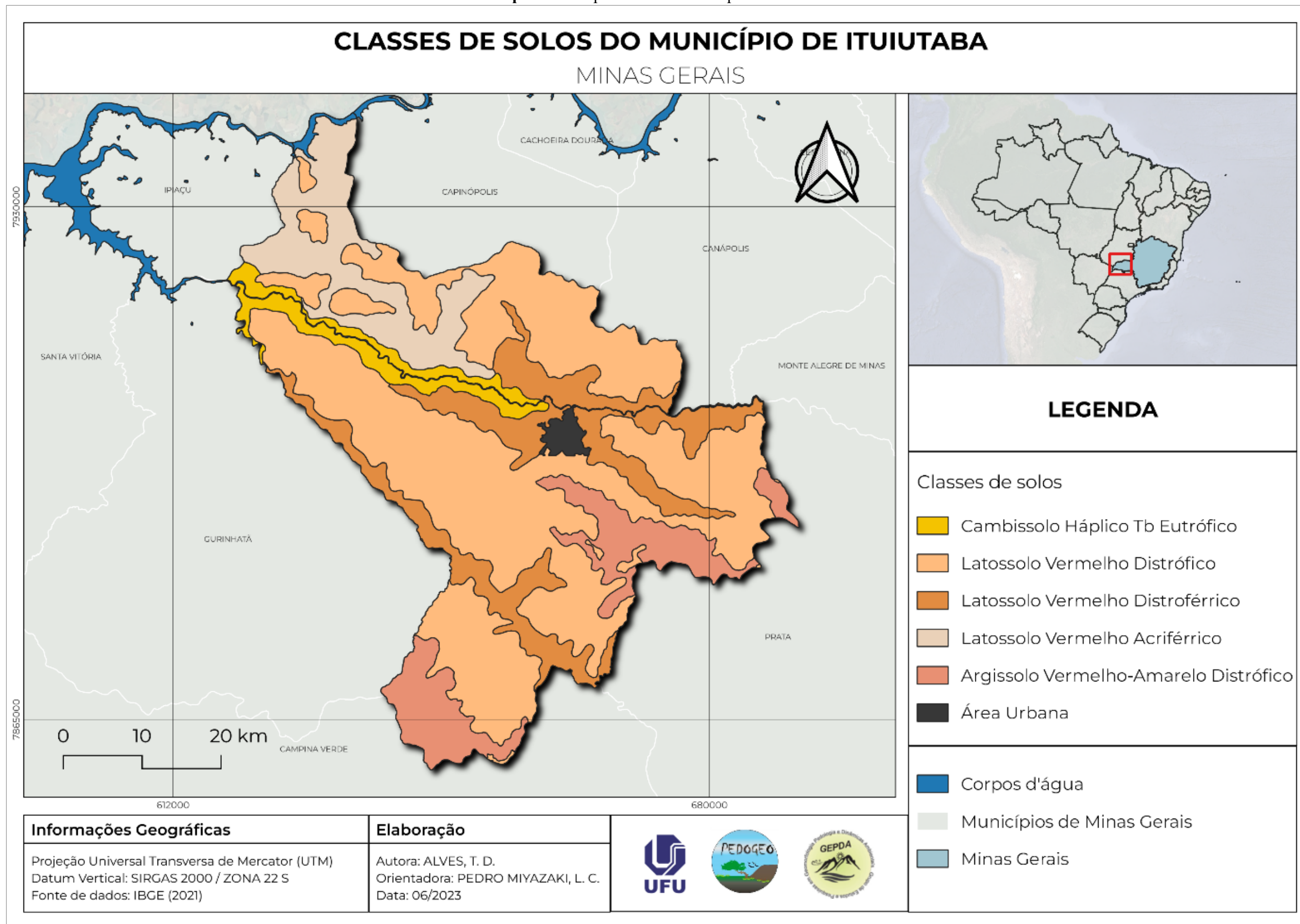
Figura 5: Presença de Latossolo Vermelho em barranco às margens de estrada vicinal ao sul do município de Ituiutaba/MG.



Fonte: Alves, 2021.

Utilizando a base de dados disponibilizado no site do IBGE foi possível obter uma espacialização os diferentes tipos de solo no Município de Ituiutaba, sendo estes de ordem dos Cambissolos, Latossolos e Argissolos, podendo ser observados no mapa 5.

Mapa 5: Solos presentes no município de Ituiutaba



Fonte: IBGE (2021); Org.: Alves, 2023

No quadro 1 abaixo temos as ordens, subordens e grandes grupos que os tipos de solos apresentados no mapa pertencem, tendo como base os parâmetros propostos pelo Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos da EMPRAPA.

**Quadro 1:** Características dos solos

<b>Ordem</b>	<b>Subordem</b>	<b>Grandes Grupos</b>
<p><b>Latossolo</b> Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200cm da superfície do solo ou dentro de 300cm, se o horizonte A apresenta mais que 150cm de espessura.</p>	<p><b>Vermelho</b> Solos com matiz 2,5YR ou mais vermelho na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA).</p>	<p><b>Distrófico</b> Solos com saturação por bases baixa (<math>V &lt; 50\%</math>) na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA).</p>
		<p><b>Distroférrico</b> Solos com saturação por bases baixa (<math>V &lt; 50\%</math>) e teores de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (pelo H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) de 180g/kg a &lt;360g/kg na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA).</p>
		<p><b>Acriférrico</b> Solos com caráter ácrico dentro de 150cm da superfície do solo e teores de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (pelo H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) de 180g/kg a &lt;360g/kg na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA).</p>
<p><b>Cambissolo</b> Solos constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, exceto hístico com 40cm ou mais de espessura, ou horizonte A chernozêmico, quando o B incipiente apresentar argila de atividade alta e saturação por bases alta. Plintita e petroplintita, horizonte glei e horizonte vértico, se presentes, não satisfazem os requisitos para Plintossolos, Gleissolos e Vertissolos, respectivamente.</p>	<p><b>Háplico</b> Não se enquadra nas classes: húmico e Flúvico</p>	<p><b>Tb Eutrófico</b> Solos com argila de atividade baixa e saturação por bases alta (<math>V \geq 50\%</math>) na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA).</p>
<p><b>Argissolo</b> Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural imediatamente abaixo do A ou E, com argila de atividade baixa ou com argila de atividade alta conjugada com saturação por bases baixa e/ou caráter alítico na maior parte do horizonte B, e satisfazendo, ainda, os seguintes requisitos: a) Horizonte plíntico, se presente, não satisfaz os critérios para Plintossolo; b) Horizonte glei, se presente, não satisfaz os critérios para Gleissolo.</p>	<p><b>Vermelho-Amarelo</b> Solos de cores vermelho-amareladas e amarelo-avermelhadas que não se enquadram nas classes anteriores: Bruno-acinzentado, Acinzentado, Amarelo, Vermelho.</p>	<p><b>Distrófico</b> Solos distróficos (saturação por bases <math>&lt; 50\%</math>) na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA).</p>

Fonte: Embrapa (1996); Org.: Alves (2017)



Os Latossolos vermelhos apresentam uma coloração avermelhada bastante acentuada devido ao alto teor de ferro e a natureza dos óxidos de ferro presentes no material originário é característico de ambientes bem drenados. Os Latossolos vermelhos, de acordo com a EMBRAPA (2019), são solos bem desenvolvidos, apresentando grandes profundidades e alto teor de porosidade, chegando a possuir valores entre 50-60%. As características desse tipo de solo favorece a infiltração da água que contribui para uma boa drenagem. Entretanto, devido a ocupação inadequada que resulta em uma maior concentração do escoamento superficial da água da chuva, esses solos se tornam suscetíveis ao ravinamento, que com o passar do tempo pode levar ao desenvolvimento de voçorocas de grande porte (ARRAES; BUENO; PISSARA, 2010).

Os Cambissolos, diferentemente dos Latossolos, são solos que podem apresentar características heterogênicas, podendo ser pouco ou muito desenvolvidos. Os perfis mais típicos desse solo ocorrem em áreas de relevo acidentado, sendo pouco profundos (raramente com mais de 1m. de espessura), com argilas de atividades média a alta, tendo uma discreta variação de textura e quantidades relativamente elevadas de materiais primários, que são susceptíveis ao intemperismo (LEPESH, 2010). Tais solos podem oscilar entre solos mais rígidos na sua composição estrutural à solos com uma boa drenagem, sendo diretamente ligados ao tipo de clima e relevo do local (EMBRAPA, 2019).

Os Argissolos são solos que possuem uma evolução avançada, sendo solos mediantemente profundos a profundos, além de moderadamente drenados. Entretanto, ao longo do processo de ferralitização, possui uma atuação incompleta, com concentração de argila nas primeiras camadas com alta ou baixa atividade (EMBRAPA, 2019). A presença de Argissolos sobre os arenitos das formações Marília e Vale do Rio do Peixe, apresentam um baixo gradiente textural com transição entre os horizontes, que facilita o fluxo paralelo ao caimento das encostas, favorecendo os processos erosivos (ARRAES; BUENO; PISSARA, 2010).

Martins e Costa (2014), ao estudarem o município de Ituiutaba de forma mais aprofundada, além dos tipos de solo já apresentados (menos a presença dos Argissolos), observaram a presença de Nitossolos Vermelhos (presentes em áreas mais rebaixadas da paisagem), Neossolos (pequena porção ao centro-sul do município) e Gleissolos (localizado em uma área onde há rede de drenagem organizada e conectada, mais a leste do município).

Os Nitossolos Vermelhos são formados a partir de rochas basálticas, diabásio, rochas calcáreas e até mesmo gnaisses. São considerados solos profundos que possuem boa drenagem, apresentando argila de atividade baixa (EMBRAPA, 2019). São solos bastante intemperizados

e apresenta um alto risco de erosão, devido aos relevos acidentados que estes solos estão associados.

Os Neossolos são caracterizados por serem poucos desenvolvidos, constituídos por material mineral ou orgânico pouco espesso. Esses solos possuem fraca atuação da pedogênese devido a característica estrutural da rocha de origem, além do tipo de relevo poder impedir ou limitar a evolução desses solos (EMBRAPA, 2019).

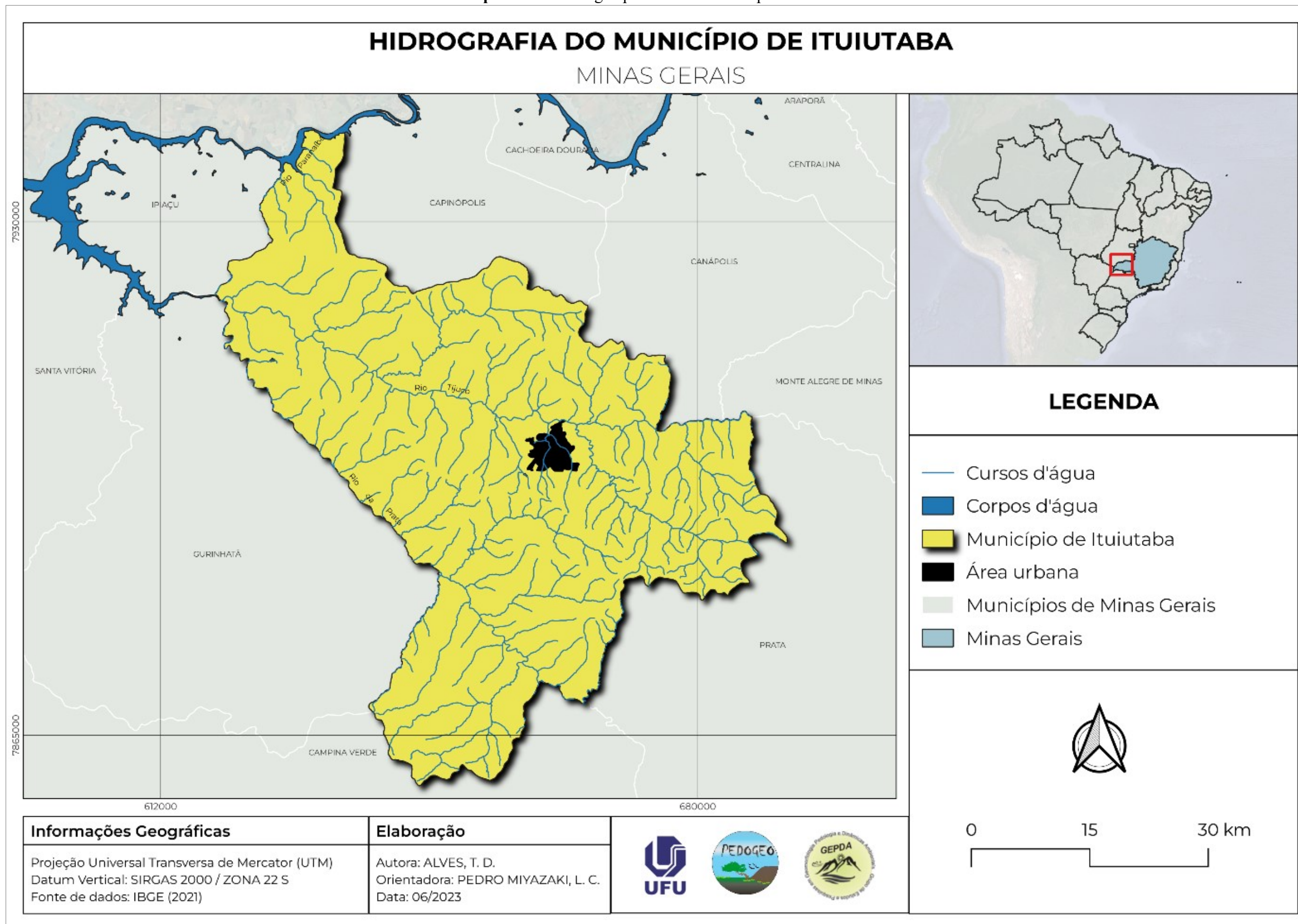
Os Gleissolos são solos hidromórficos, formados pela influência do acúmulo de água, permanente ou temporária, com solos constituídos por material mineral possuindo horizonte glei que se inicia dentro dos primeiros 50 cm da superfície do solo. Esse tipo de solo, podem ou não apresentar textura arenosa em seus horizontes, e devido ao processo de gleização podem manifestar cores mais acinzentadas (EMBRAPA, 2019).

#### 3.2.4 Hidrografia

A região do Triângulo Mineiro é delimitada por dois grandes rios, o Rio Paranaíba e o Rio Grande. O Rio Paranaíba é formado por três bacias secundárias, o Rio Araguari, o Rio Tijuco e o Rio da Prata, e tem um volume hídrico de aproximadamente 75%. Por sua vez, o Rio Grande tem como bacias secundárias, o Rio Verde, o Rio dos Bois e o Rio Corrente (GOMES *et al.*, 1982).

A hidrografia do município de Ituiutaba (mapa 6) tem como rio principal o Rio Tijuco e seu afluente, o Rio da Prata. A bacia do Rio Tijuco é considerada o segundo maior afluente, da margem esquerda, da bacia hidrográfica do Rio Paranaíba, chegando a alcançar 250 quilômetros de extensão. O Rio da Prata é o principal afluente do Rio Tijuco e tem suas nascentes principais formadas pelo Rio do Peixe e pelo Rio Piracanjuba, no município de Prata, e desagua no Rio Tijuco entre os limites dos municípios de Ituiutaba, Gurinhatã e Ipiáçu.

Mapa 6: Cursos d'água presentes no município de Ituiutaba



Fonte: IBGE (2021); Org. Alves, 2023



Na área urbana do município de Ituiutaba é possível observar a presença de três cursos d'água principais, sendo estes o Córrego do Carmo, o Córrego Pirapitinga e o Córrego São José, que possuem parte de seu curso também em áreas rurais. Porém, devido a expansão da malha urbana, alguns loteamentos se estendem à áreas referentes a bacia do Ribeirão São Lourenço.

Venceslau (2020) ao longo de seus estudos sobre a bacia do Córrego São José, observou que os cursos d'água do perímetro urbano possuem suas nascentes nas áreas mais elevadas da bacia, onde é possível encontrar relevos do tipo tabuliforme na área rural, e percorrem a área urbana do município até desaguiarem no Rio Tijuco, considerado seu nível de base.

### 3.2.5 Clima

Para compreender as questões climáticas em uma determinada região, deve-se primeiramente, conhecer a dinâmica climática na escala global. Nesse sentido, Souza *et al.* (2009, p.182) destacam que “qualquer tentativa de entendimento da dinâmica atmosférica sobre uma área deve iniciar-se com uma visão mais ampla”, ou seja, partir de uma ótica geral para uma análise mais específica.

Segundo o modelo de Köppen-Geiger o estado de Minas Gerais possui um clima classificado como AW (tropical com verão chuvoso e inverno seco). Entretanto, ao observar de forma mais específica, Sá Junior (2009) considerou que o estado de Minas Gerais apresenta cinco classificações climáticas, sendo elas: Am (clima de monções); Aw (clima tropical); BSh (clima semi-árido); Cwa (clima subtropical húmido); Cwb (clima tropical de altitude).

A região do Triângulo Mineiro apresenta uma estação chuvosa bem definida, compreendendo o período de outubro a abril, e um período seco entre maio e setembro (SOUZA *et al.*, 2009).

Neste sentido, a dinâmica atmosférica do município de Ituiutaba está sobre o controle dos sistemas de circulação intertropicais, que indicam esse clima tropical (Aw na classificação de Köppen) com alternância entre estações secas e úmidas. Com o avanço de determinadas massas de ar sobre a região, há uma alteração entre a temperatura e umidade, que desencadeia as duas situações climáticas distintas, sendo que o período seco representa 10% do total de chuvas e o período úmido e chuvoso representa 90% do total pluviométrico (COSTA; MARTINS, 2011).

É pela ação das massas de ar juntamente com os fatores climáticos do município que são caracterizados os regimes pluviométricos e térmicos. A média pluviométrica anual de Ituiutaba é de 1401,4 mm, sendo que 1187,3 mm (84,7%) estão concentrados no primeiro e

último trimestre o ano, e 213,8 mm (15,3%) são referentes ao período seco (BRAGHIROLI, 2017). A temperatura média fica em torno de 24°C, com umidade relativa do ar média de 71% (GUIMARÃES; FRATARI; QUEIROZ, 2012).

Com base nas pesquisas de Mendes e Queiroz (2011), Alves (2017) elaborou um quadro síntese com os dados sobre as características climáticas do município de Ituiutaba, que pode ser observado abaixo (quadro 2).

**Quadro 2:** Elementos climáticos do município de Ituiutaba do período de 1987 a 2009

Elemento	Características do Município
Temperatura	Médias mais baixas nos meses de junho e julho 20,1°C e 20,7°C. Médias mais altas no mês de outubro com 26,7°C.
Precipitação	Média pluviométrica anual de 1432 mm. Onde 1222 mm (85%) concentrados no primeiro e último semestres do ano e no outro extremo estão os meses de abril a setembro totalizando 210,8 mm (15%) do total.
Umidade Relativa do Ar	Maiores índices no período chuvoso que se estende do mês de novembro ao mês de abril com umidade relativa média superior a 77%, em contraste o mês de agosto com umidade relativa inferior a 55%.
Evaporação	Os maiores índices ocorrem no final do período seco, com picos de 217 a 219 mm nos meses de agosto e setembro. Já o menor índice ocorre no mês de fevereiro, atingindo 92 mm. Diferença relacionada ao fato de a atmosfera na região registrar elevados teores de vapor durante o período chuvoso e baixos teores durante o período de estiagem.
Insolação	Maior média de número de horas de insolação foram dos meses de julho e agosto 236 e 237 horas respectivamente. Fevereiro com 156 horas o mês com menor número.
Balanço Hídrico	Os maiores excedentes hídricos ocorrem de janeiro a março, superando 50 mm, em janeiro o excedente atinge valores de 150 mm. A partir do mês de abril o registro de retirada de água do solo é maior que a reposição, iniciando a ocorrência do déficit hídrico, com pico em agosto, superando 55 mm.

**Fonte:** Mendes e Queiroz (2011); Adaptado de Alves (2017)

Devido as condições climáticas do município há um favorecimento para ocorrência de processos erosivos, principalmente nos meses chuvosos, devido a uma maior desagregação e diminuição da coesão aparente do solo. Neste sentido, áreas desmatadas acabam sofrendo maiores impactos nos períodos chuvosos.

### 3.2.6 Vegetação

A vegetação predominante no Triângulo Mineiro é a do Cerrado, como AB'Saber (1983) intitulou de Domínio Morfoclimático do Cerrado, possuindo cerca de 1,7 a 1,9 milhão de quilômetros quadrados de extensão, ocorre em 15 estados e o Distrito Federal, sendo considerado o segundo maior bioma do país.

Em se tratando da cobertura vegetal, o Cerrado possui bastante diversidade, deste modo, os fatores físicos, naturais e antrópicos que vão condicionar as diversidades

fitofisionômicas deste domínio (SANTOS; BACCARO, 2003). Segundo Coutinho (1978) o cerrado do ponto pode ser classificado em campos limpos, campos sujos, campos cerrados, cerrados *sensu stricto* e cerradões.

O município de Ituiutaba possui, em quase toda sua totalidade, o Cerrado *strictu sensu* (COSTA, 2011), sendo caracterizado pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas (LIMA, 2014), podendo ser observado na figura 6.

**Figura 6:** Vegetação característica de Cerrado *strictu sensu*.



Fonte: Alves, 2021.

Em áreas mais baixas é comum a presença de Veredas (figura 7) que são caracterizadas pelo acúmulo de água devido aos solos mal drenados. Já nas áreas mais altas é perceptível a ocorrência do Cerradão, em razão dos solos serem mais desenvolvidos (COSTA, 2011). Segundo Lima (2014), as Veredas desempenham um papel importante na manutenção da fauna do Cerrado, pois servem como local de pouso, refúgio, abrigo e fonte de alimentação para diversas espécies.

**Figura 7:** Vereda em área de fundo de vale



Fonte: Alves, 2019



O Cerradão é uma formação florestal (figura 8), caracterizada por se assemelhar a uma floresta do ponto de vista fisionômico, porém floristicamente é mais semelhante ao Cerrado, por contar com a presença de Cerrado *stricto sensu* e também por espécies de floresta. A vegetação do Cerrado também possui uma copa arbórea predominantemente contínua com aproximadamente 70% de árvores de altura média.

**Figura 8:** Formação florestal característica de Cerradão



Fonte: Alves, 2022

Mendes e Queiroz (2001), caracterizam a vegetação do município de Ituiutaba como sendo originalmente composta pelo Cerrado, com características fisionômicas que englobam as formações savânicas e florestais. As formações savânicas cobriam a maior parte do município, onde as árvores e arbustos se espalhavam sobre o estrato graminoso, se concentrando, sobretudo, no interflúvio entre os rios Tijuco e da Prata. As formações florestais estavam associadas aos cursos d'água e aos interflúvios, em locais com a presença de solos bem drenados e de maior fertilidade, sendo a vegetação denominada de mata seca decídua, semidecídua e Cerradão. Vale ressaltar a ocorrência de estrato graminoso em áreas de veredas, devido aos solos hidromórficos.

O processo de apropriação e ocupação do solo no município de Ituiutaba ocasionou a redução da vegetação à pequenos remanescentes preservados. De acordo com Costa e Martins (2011) da área total do município, cerca de 49,89% é utilizada para pastagem, 25,49% ainda conta com vegetação natural e 23,57% é utilizado para práticas agrícolas, sendo caracterizada predominantemente pela cultura de cana-de-açúcar.

## **4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

**P**ara elaboração deste estudo foi necessário um extenso levantamento e revisão teórica-metodológica sobre importantes conceitos relacionados à temática e a área de estudo escolhida para que os objetivos da pesquisa fossem alcançados. Assim, foram realizados diversos procedimentos que orientaram a presente pesquisa, sendo eles os trabalhos de campo, a extração dos parâmetros morfométricos e os mapeamentos temáticos.

#### **4.1 Levantamento e revisão bibliográfica**

O levantamento e revisão bibliográfica deve incluir a base científica sobre a qual o trabalho de pesquisa foi realizado. Essa fase do projeto é de extrema importância para que o pesquisador forme linhas de raciocínio que se fortaleçam no conhecimento de outros autores. Segundo Boccato (2006) a pesquisa bibliográfica busca a resolução de uma hipótese ou problema por meio de referências teóricas já publicadas que trarão subsídios para o conhecimento do tema pesquisado.

Deste modo, uma das etapas fundamentais para a realização do presente estudo foi o levantamento da bibliografia acerca do tema proposto. Para tanto, o levantamento das informações sobre a temática foi dividido em subtemas que nortearam o desenvolvimento da pesquisa, sendo estabelecidos da seguinte forma:

- a) Análise integrada da paisagem e a relação sociedade e natureza;
- b) Bacia hidrográfica como categoria de análise e suas bases conceituais;
- c) Análise fisiográfica em bacias hidrográficas;
- d) Planejamento urbano e ambiental.

Deste modo, os principais autores trabalhados na pesquisa foram Bernardes e Ferreira (2010) e Ross (2019) estabelecendo as relações entre sociedade e natureza, Sotchava (1977), Passos (2006) e Limberger (2006) trabalhando com geossistema e análise integrada da paisagem, Christofolletti (1980), Casseti (1995) e Pedro Miyazaki (2014) sobre a geomorfologia, os compartimentos geomorfológicos e o estudo do relevo. Em relação a análise fisiográfica temos Villela e Mattos (1975), Christofolletti (1980), Machado e Torres (2012) e Vigolo, Breda e Bortolin (2019), sobre os parâmetros morfométricos, Siqueira *et al.* (2012), Azevedo *et al.* (2020) e Venceslau (2020).

Trazendo uma conceituação de bacia hidrográfica e sua importância como categoria de análise temos Christofolletti (1980), Silveira (2001), Molle (2009) e Coelho Netto (2018), sobre ciclo hídrico, Silveira (2001) e Tonello (2005). Em relação ao conceito de sub-bacia, Faustino (1996), Rocha (1997) e Santana (2003), sobre a conceituação de microbacia temos Faustino

(1996), Lima (2008) e Botelho (2015). No que se refere a diferença entre planejamento e gestão temos Souza (2010), sobre a importância do planejamento urbano e ambiental, Botelho (2011; 2015) e Silva (2012). Finalizando com a utilização da bacia hidrográfica como unidade de gestão e planejamento, Lorandi e Cançado (2002) e Carvalho, Silva e Cabral (2017).

Lakatos e Marconi (2003) apontam que os caminhos teóricos a serem percorridos podem ser tanto de origem individual quanto profissional, começando com estudos e leituras, passando para o ponto de vista e oposição das pesquisas, assim como a afinidade com trabalhos de outras áreas do conhecimento. Neste sentido, o material levantado foi amparado não apenas por obras clássicas, mas também por novas produções científicas, tais como artigos científicos publicados em periódicos, recentes pesquisas de graduação e pós-graduação, além de livros para subsidiar a discussão entorno da temática.

#### **4.2 Trabalhos de campo e registros fotográficos**

O trabalho de campo pode ser considerado “um instrumento de análise geográfica que permite o reconhecimento do objeto e que, fazendo parte de um método de investigação, permite a inserção do pesquisador no movimento da sociedade como um todo” (SUERTEGARAY, 2002, p.4). Sendo assim, o trabalho de campo não pode ser considerado como uma contemplação paisagística turística, mas como um complemento para se entender as teorias e conceitos estudados.

Segundo Lacoste, (1985, p. 20) o trabalho de campo para a Geografia é de extrema importância, porém não pode ser considerada uma etapa única

para não ser somente um empirismo, deve articular-se à formação teórica que é, ela também, indispensável. Saber pensar o espaço não é colocar somente problemas no quadro local; é também os articulá-los eficazmente aos fenômenos que se desenvolvem sobre extensões muito mais amplas.

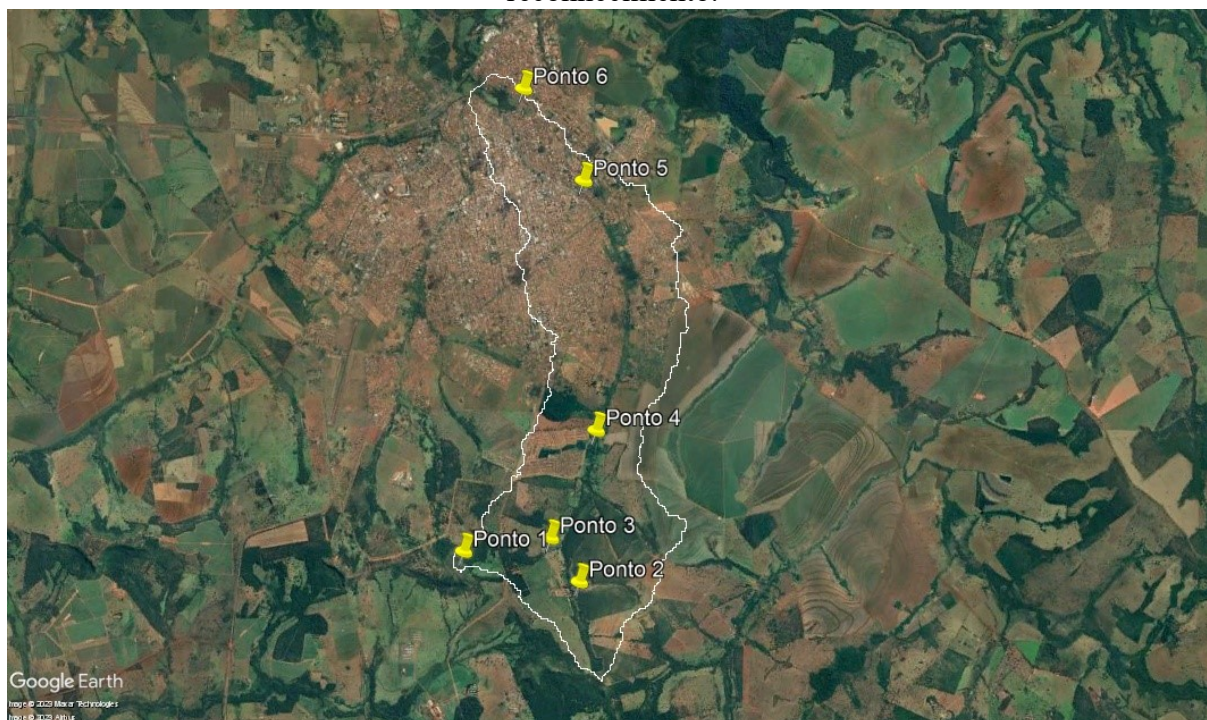
Para o pesquisador o trabalho de campo é uma etapa do estudo que possibilita identificar, reconhecer, mapear e coletar dados e informações que serão relevantes para a pesquisa. Deste modo, neste estudo foram realizados três trabalhos de campo, sendo eles, de identificação e reconhecimento da área de estudo (registros fotográficos e captura de imagens de satélite), caracterização e coleta de informações (descrever as características do solo, litologia, cobertura do solo e atuação antrópica) e de validação (validar os mapeamentos temáticos e as informações gerais levantadas).

A etapa inicial para a realização dos trabalhos de campo foi o planejamento do cronograma, bem como os locais de observação. Sendo assim, primeiramente, foi necessário um pré-reconhecimento da área de estudo, realizado no programa Google Earth Pró. A partir



disso foi possível observar toda a bacia hidrográfica do Córrego São José, e com isso, realizar um planejamento e o traçado de um roteiro definindo as áreas a serem visitadas no trabalho de campo de identificação e reconhecimento (figura 9).

**Figura 9:** Pontos de observação referentes ao trabalho de campo de identificação e reconhecimento.



Fonte: Google Earth Pró, 2023

O trabalho de campo para identificação e reconhecimento da área ocorreu no dia 27/09/2021, cujo objetivo principal foi observar os aspectos naturais e antrópicos da área de estudo, bem como a realização de registros fotográficos de aspectos importantes do relevo local para compor o estudo.

Posteriormente foi realizado o segundo trabalho de campo para caracterização e coleta de dados e informações, sendo realizado no dia 18/12/2021. Este trabalho de campo teve como objetivo principal descrever as características do solo, da litologia, da cobertura do solo e a atuação antrópica, além de identificar pontos de impactos ambientais (erosões e assoreamentos). Para isso foram utilizados materiais como o trado holandês, martelo pedológico, sacos plásticos, caneta permanente, GPS de navegação Garmin para registrar os pontos de parada e uma pá, além da utilização de uma caderneta de campo para anotação das informações gerais.

O último trabalho de campo foi o de validação dos mapeamentos e dos dados levantados, sendo realizado no dia 27/05/2023. Neste trabalho de campo foi dado ênfase no esboço geomorfológico, onde foram observadas as morfologias de vertentes, fundo de vale e áreas de

topo. Em relação ao uso e cobertura da terra, bem como a ocupação da bacia, foram averiguados os tipos de cobertura/uso, tais como áreas de pastagem, solo exposto, áreas de APP e limites da área urbanizada.

### 4.3 Extração dos parâmetros morfométricos

A análise morfométrica de uma bacia hidrográfica é definida a partir dos parâmetros morfométricos extraídos e que devem ser estruturados na base de dados. Para a geração desses parâmetros é necessária a delimitação da bacia hidrográfica e a extração da rede de drenagem, sendo utilizada a metodologia conforme os trabalhos de Pedro Miyazaki e Venceslau (2020) e Venceslau (2020).

Para delimitar a bacia hidrográfica do córrego São José e realizar a extração da rede de drenagem foi necessária a utilização de um Modelo Digital de Elevação (MDE) como base cartográfica, oriundo de imagens *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com resolução espacial de 30 metros e escala de 1:250.000, disponíveis no site do INPE – TOPODATA (Folha 18\_495 e Folha 19\_495). Essas imagens foram manipuladas no programa Qgis 2.18 *Las Palmas*, um software livre com código-fonte aberto, uma multiplataforma de sistema de informação geográfica (SIG) que permitiu a visualização, edição e análise de dados georreferenciados.

Com as imagens abertas no programa foi elaborado um mosaico, contemplando de forma geral a área da bacia. Para melhor visualizar a área da bacia foi utilizado o limite do município de Ituiutaba, obtido através de manipulação de dados vetoriais do estado de Minas Gerais disponíveis no site do IBGE.

A delimitação e extração da rede de drenagem da bacia foi feita em conjunto com o provedor *Terrain Analysis Using Digital Elevation Models* (TauDEM), que conta com um conjunto de ferramentas para construção de análises hidrológicas. Este provedor permite a correção de Modelos Digitais de Elevação, uma vez que remove suas depressões e calcula o caminho dos fluxos da drenagem em oito direções, bem como a declividade do terreno. Além disso, o provedor realiza automaticamente o cálculo de área de contribuição usando métodos de direção de fluxo simples e múltiplos. O TauDEM possui métodos para determinar o limiar da rede de canais (escoamento e fluviais) tendo como base o fluxo de gotas, bem como delimitar a bacia hidrográfica e as sub-bacias existentes na área. O TauDEM tem como uma de suas vantagens permitir que o mapeador escolha o exutório no MDE, além do limiar de detalhamento da rede de drenagem, podendo mapear tanto os canais de escoamento, quanto os canais fluviais. (VENCESLAU, 2020).

Com o mosaico das imagens SRTM elaborado foi utilizada a ferramenta “*Pit Remove*” do provedor TauDEM, para remover as depressões presentes no MDE. Posteriormente, foi utilizado o algoritmo “*D8 Flow Directions*” para direção dos fluxos. Este algoritmo mapeia o escoamento de águas através do método D8, gerando oito direções para o fluco hídrico, resultando em dois arquivos *raster*: um de direção de fluxo e outro de declividade.

Com isso, aplicou-se a ferramenta “*D8 Contributing area*” que corresponde aos limites da bacia hidrográfica determinada pelos pontos de escoamento, sendo definido pelo analista, a partir de um arquivo de pontos. Este processo deve ser executado em três passos: primeiramente, cria-se o raster da área de contribuição, em seguida aponta-se a foz ou exutório da bacia, finalizando com a criação de um novo raster da área de contribuição indicando o ponto de escoamento.

Desta forma, com a área da bacia devidamente delimitada e a rede de drenagem extraída, transformou-se a rede de drenagem do formato *raster* para o formato *shapefile*, além de gerar o limite das sub-bacias, através da ferramenta “*Stream Network Analysis Tools*”. As ordens da rede de drenagem da bacia nesta ferramenta são estabelecidas através da classificação proposta por Strahler (1964).

Com a delimitação da bacia hidrográfica finalizada foram calculadas a área e o perímetro através da ferramenta “Calculadora de campo”, encontrada dentro da tabela de atributos do *shapefile* referente a delimitação. O comprimento do canal principal, bem como de toda a rede de drenagem, também foi retirada através da calculadora de campo no *shapefile* da hierarquia fluvial. Já o comprimento do eixo axial foi medido no sentido norte-sul (eixos A e B), em linha reta, desde o exutório até a nascente mais a montante da bacia, como observado na figura 10.

**Figura 10:** Comprimento do eixo axial da bacia hidrográfica

Fonte: Google Earth Pró, 2023

Com as informações da bacia hidrográfica referentes a área, perímetro, comprimento do eixo axial e comprimento do canal principal e da rede de drenagem extraídos, inicia-se a caracterização física da bacia através dos parâmetros morfométricos. Os cálculos foram feitos na tabela do excel, suas equações e referências utilizadas podem ser observados na tabela 5.

**Tabela 5:** Parâmetros morfométricos

Parâmetros Morfométricos	Equação	Descrição	Referência
Coefficiente de compacidade	$K_c = 0,28 * P / \sqrt{A}$	$K_c$ = coeficiente de compacidade; $P$ = perímetro; $A$ = área da bacia.	Villela e Mattos (1975)
Fator forma	$K_f = A / L_a^2$	$K_f$ = fator de forma; $A$ = área da bacia; $L_a$ = comprimento axial da bacia.	Villela e Mattos (1975)
Índice de circularidade	$I_c = 12,57 * A / P^2$	$I_c$ = índice de circularidade; $A$ = área da bacia; $P$ = perímetro da bacia.	Miller (1953)
Densidade de drenagem	$D_d = L_t / A$	$D_d$ = densidade de drenagem ( $\text{km}/\text{km}^2$ ); $L_t$ = comprimento total dos canais; $A$ = área da bacia.	Villela e Mattos (1975)
Relação de bifurcação	$R_b = N_u / N_{u+1}$	$R_b$ = Relação de bifurcação; $N_u$ = segmentos de determinada ordem; $N_{u+1}$ = segmentos da ordem imediatamente superior.	Horton (1945)
Densidade hidrográfica	$D_h = N / A$	$D_h$ = densidade hidrográfica ( $\text{canais}/\text{km}^2$ ); $N$ = número de canais de 1º ordem ou nascentes; $A$ = área da bacia.	Christofolletti (1980)



Coefficiente de manutenção	$C_m = 1 * 1000 / D_d$	$C_m$ = coeficiente de compacidade ( $m/m^2$ ); $D_d$ = densidade de drenagem.	Schumm (1956)
Extensão do escoamento superficial	$E_{ps} = 1 / 2 * D_d$	$E_{ps}$ = extensão do percurso superficial (km); $D_d$ = densidade de drenagem.	Christofolletti (1980)
Sinuosidade do curso d'água	$Sin = L / E_v$	$Sin$ = sinuosidade do curso d'água; $L$ = comprimento do rio principal; $E_v$ = distância vetorial do rio principal.	Villela e Mattos (1975)
Gradiente de canais	$G_c = A_{max} / L$ (%)	$G_c$ = gradiente de drenagem (%); $H_{max}$ = altitude máxima; $L$ = comprimento do rio principal.	Back (2014)
Amplitude Altimétrica	$\Delta H = H_{max} - H_{min}$	$\Delta H$ = amplitude altimétrica (m); $H_{max}$ = maior altitude; $H_{min}$ = menor altitude.	Back (2014)
Razão de relevo	$R_r = \Delta H / L$	$R_r$ = razão de relevo; $\Delta H$ = amplitude altimétrica; $L$ = comprimento rio principal.	Schumm (1956)
Declividade média	$H = 100 * D * L_{cn} / A$	$H$ = declividade média (%); $D$ = Equidistância entre as curvas de nível; $L_{cn}$ = Comprimento total das curvas de nível; $A$ = Área da bacia.	Horton (1945)
Índice de rugosidade	$I_r = \Delta H * D_d$	$I_r$ = índice de rugosidade; $H$ = amplitude altimétrica; $D_d$ = densidade de drenagem.	Melton (1957)
Coefficiente de rugosidade	$R_n = D_d * H$	$R_n$ = coeficiente de rugosidade; $D_d$ = densidade de drenagem; $H$ = declividade média	Back (2014)

Organizado pela autora, 2023

Para a elaboração do gráfico referente ao perfil longitudinal dos rios foi utilizada a ferramenta *Profile Tool*. Assim, adiciona-se o MDE com os dados de elevação da bacia no plugin e seleciona-se a camada que contém o rio principal. Por fim, salva-se a imagem referente ao gráfico.

#### 4.4 Elaboração dos mapas temáticos

O mapa é considerado uma representação gráfica da superfície em uma determinada escala, trazendo aspectos geográficos, naturais, culturais e artificiais de uma localidade, tendo como objetivo o fornecimento de uma variedade de informações, tanto estáticas quanto dinâmicas (OLIVEIRA, 2011).

Nos mapas temáticos são representados aspectos e temas específicos (podendo apresentar aspectos políticos, físicos, populacionais, ambientais, econômicos, entre outros) tendo bases cartográficas já existentes. Para a elaboração deste tipo de mapa são utilizadas

simbologias, com o objetivo de representar os fenômenos espacialmente distribuídos pela superfície (FITZ, 2008).

Os mapas temáticos da bacia hidrográfica do Córrego São José foram elaborados no *software* QGIS 3.22.8 *Biatowieza* de acordo com bases cartográficas disponibilizadas pelo IBGE, INPE e *Earth Explorer*. A partir das bases cartográficas foram elaborados os mapas temáticos de localização, hierarquia fluvial, declividade, hipsometria, compartimentos geomorfológicos, uso e ocupação do solo, litologia, classes de solos e hidrografia.

#### 4.4.1 Espacialização da delimitação e rede de drenagem

A partir da extração da delimitação da bacia hidrográfica e de sua rede de drenagem, apresentado anteriormente, foi possível realizar a espacialização desses dados com os mapas temáticos de localização e hierarquia fluvial com escala de 1:60 000. As classes hierárquicas da rede de drenagem foram especializadas por espessura da linha, sendo assim, cursos d'água de primeira ordem apresentam uma espessura mais fina, já cursos d'água de quarta ordem possui uma linha mais espessa.

#### 4.4.2 Mapeamentos da hipsometria e declividade

Para os mapas temáticos de hipsometria e declividade foi utilizada como base cartográfica o MDE oriundo de imagens SRTM, com resolução espacial de 30 metros e escala de 1:250.000, a mesma base utilizada na extração da delimitação e rede de drenagem.

O mapa hipsométrico foi elaborado a partir do recorte da imagem SRTM no limite da bacia, com isso foi obtido os valores de elevação mínima e máxima. Posteriormente, realizou-se a renderização da banda como “simples falsa-cor” para criação do número de classes, utilizando o método discreto e modo de intervalo igual.

Para o mapa de declividade aplicou-se a ferramenta “*decliv*”, que gera a declividade de forma automática e expressa em porcentagem. Para as classes de declividade utilizou-se as classes elaboradas pela Embrapa (1979), podendo serem observadas na tabela 6.

**Tabela 6:** Classes de declividade

Declividade (%)	Relevo
0 - 3	Plano
3 - 8	Suave-ondulado
8 - 20	Ondulado
20 - 45	Forte-ondulado
45 - 75	Montanhoso

&gt; 75

Forte-montanoso

Fonte: EMBRAPA (1979).

#### 4.4.3 Mapeamento geomorfológico

O mapeamento geomorfológico utilizado neste estudo aplicou a técnica de estereoscopia digital e o método do anáglifo, sendo executado em três etapas. Na primeira etapa é realizada a configuração e captura das imagens utilizando o programa *Google Earth Pró*. Na segunda etapa é preparado o anáglifo pelo programa *Stereo PhotoMaker* e, por fim, na terceira etapa é realizada interpretação do anáglifo e consequentemente a digitalização dos compartimentos geomorfológicos no *software* QGIS 3.22.8 *Biatowieza*.

A metodologia empregada neste mapeamento seguiu as etapas conforme os estudos de Oliveira (2019), Pedro Miyazaki (2017), Pedro Miyazaki e Oliveira (2020) e Venceslau (2020). Ressalta-se que esta metodologia por ser de baixo custo permite fácil acesso a imagens de alta resolução, ajudando na divulgação de programas pouco utilizados em estudos geomorfológicos.

Inicialmente, foi obtida os pares estereoscópios da área de estudo realizado por meio do *Google Earth Pró*. O programa foi configurado para que as imagens pudessem ser salvas em pares de uma mesma área, mas sobre pontos de vista diferentes, tomando o cuidado de manter a mesma altitude do ponto de visão, assim foi realizado um leve deslocamento das imagens para o lado direito e depois para o lado esquerdo. Para a geração do mapa geomorfológico com uma melhor qualidade de detalhes, a bacia foi dividida em três partes, para formar um mosaico que pudesse ser mapeado na escala cartográfica de 1:60 000. O primeiro par de imagens capturadas envolveu o baixo curso, o segundo contemplou o médio curso e por fim obteve-se as imagens do alto curso.

Em seguida foi utilizado o programa *Stereo PhotoMaker* para geração do anáglifo, no qual os pares de imagens (direita e esquerda) foram salvas e ajustados para que ficassem sobrepostas corretamente, no qual, atribuindo a falsa cor, em vermelho e azul, permitiu a geração do 3D.

Após essa etapa, utilizou-se o programa *Qgis* para realizar o georreferenciamento dos anáglifos, tendo como base imagens do Google Satélite por meio na ferramenta *Basemaps*. Em seguida, com o auxílio de um óculos 3D (lente azul e vermelha), foi possível a observação da área de estudo em três dimensões, permitindo a interpretação do relevo e posterior delimitação dos compartimentos geomorfológicos da bacia. O mapeamento iniciou-se pela delimitação da rede de drenagem, posteriormente delimitou-se os divisores de água, que deram base para a

geração dos domínios de topos e vertentes. Após isso, identificaram-se as cabeceiras de drenagem em anfiteatros e as vertentes côncavas, convexas e retilíneas.

#### 4.4.4 Mapeamento do uso e cobertura da terra

Para a elaboração do mapa de uso e cobertura da terra, utilizou-se imagens Landsat 9 provenientes do site *Earth Explorer*, com resolução de 30 metros, referentes ao dia 14/05/2023. As imagens foram importadas para o software QGIS 3.22.8 *Biatowieza*, para realização do processamento e mapeamento.

No programa foi realizado o recorte da bacia e uma junção das imagens, primeiramente, uma composição colorida com cores reais utilizando as bandas espectrais 4, 3 e 2, e posteriormente uma com composição de falsa cor utilizando as bandas 6, 5 e 4, que destaca as áreas de vegetação, agricultura e solo exposto. A junção das imagens foi elaborada a partir dos seguintes passos: “raster”; “miscelânea”; “mosaico”. Pensando em melhorar a resolução das imagens foi realizada uma fusão da banda Pancromática para obter uma resolução de 15 metros, utilizando uma ferramenta do GDAL chamada “Pansharpening”.

Em razão da bacia ser relativamente pequena e a malha urbana ocupar uma grande área, optou-se pela retirada das amostras de forma manual (sem a utilização de ferramentas semi-automáticas). Assim, foram utilizados *shapefiles* em forma de polígonos para delimitar a área urbana, a vegetação, a agricultura, a pastagem e o solo exposto.



**5. ANÁLISE DOS ASPECTOS FISIAGRÁFICOS  
DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO  
SÃO JOSÉ**

Neste capítulo foram abordados os aspectos fisiográficos da área de estudo, a partir do levantamento dos parâmetros morfométricos e da compartimentação geomorfológica do relevo. Tais parâmetros foram de suma importância para compreender a dinâmica natural da área de estudo.

### 5.1 Análise dos parâmetros morfométricos

Os dados referente aos parâmetros morfométricos estão diretamente ligados à estrutura física e condicionantes externos, deste modo, o estudo é de grande valia para projetos de gestão e planejamento urbano e ambiental. Os estudos voltados para essa temática podem contribuir para o planejamento territorial, pois fornecem informações e dados extremamente importantes para o conhecimento de determinada área e subsidiam para um melhor direcionamento de ações de planejamento, podendo servir como ponto de partida para a definição e elaboração de indicadores ambientais por meio de parâmetros.

Refletindo em uma melhor forma de analisar os parâmetros morfométricos, foi realizada uma divisão em três grandes grupos, sendo as características geométricas da bacia, da rede de drenagem e do relevo. Neste sentido, na tabela 7 estão dispostos os resultados dos parâmetros morfométricos relacionados as características geométricas.

**Tabela 7:** Características geométricas da bacia do córrego São José

<b>Características Geométricas</b>	<b>Resultados</b>
Área	21,61 km <sup>2</sup>
Perímetro	35,6 km
Comprimento eixo axial	9,5 km
Coefficiente de compacidade (Kc)	2,14
Fator de forma (Kf)	0,23
Índice de circularidade (Ic)	0,21

Elaboração: Alves, 2023.

A bacia hidrográfica do Córrego São José apresenta uma área de drenagem de 21,61 km<sup>2</sup>, sendo considerada uma bacia de pequeno porte, o que possibilita uma melhor análise dos impactos ambientais decorrentes do uso e ocupação. Além disso, a bacia possui um perímetro de 35,6 km e eixo axial de 9,5 km.

O valor do coeficiente de compacidade encontrado na bacia do Córrego São José foi de 2,14, o que indica uma baixa tendência a grandes enchentes, segundo classificação apresentada por Schmitt e Moreira (2015). O fator forma (0,23) é considerado baixo, onde há menor possibilidade de ocorrência de enchentes, pois a bacia apresenta uma forma mais alongada, o

que facilita o escoamento superficial mais rápido, porém não impede a formação de alagamentos devido a impermeabilização do relevo.

Estes dois parâmetros corroboram com o valor relativo ao índice de circularidade (0,21) que, segundo Schumm (1956 *apud* SCHMITT; MOREIRA, 2015), quando o índice de circularidade é menor que 0,51 sugere-se que a forma mais alongada favoreça o escoamento superficial, o que não contribui na concentração de água em áreas de fundo de vale. Assim, em condições normais de precipitação, a bacia não possui grande suscetibilidade a processos de enchentes e inundações significativas.

Posteriormente, foram analisados os dados referentes as características da rede de drenagem, podendo ser observados na tabela 8.

**Tabela 8:** Características da rede de drenagem da bacia do córrego São José

<b>Características da Rede de Drenagem</b>	<b>Resultados</b>
Comprimento do curso d'água principal	9,9 km
Canais de 1° ordem	74
Comprimento total dos cursos d'água	42,61 km
Padrão de drenagem	Dentrítico
Hierarquia fluvial	4° Ordem
Densidade de drenagem (Dd)	1,97 km/km <sup>2</sup>
Relação de bifurcação (Rb) canais 1° e 2° ordem	5,69
Densidade hidrográfica (Dh)	3,4 canais/Km <sup>2</sup>
Coefficiente de manutenção (Cm)	507,61 m/m <sup>2</sup>
Extensão média do escoamento superficial	0,253 km
Sinuosidade do curso d'água	1,04 km
Gradiente de canais (Gc)	0,71%

Elaboração: Alves, 2023

O padrão de drenagem observado na bacia é do tipo dendrítico, também denominado como arborescente, por semelhar-se a uma árvore. Como apontado por Christofolletti (1980) este padrão de drenagem se desenvolve sobre estruturas rochosas de resistência uniforme ou em estruturas sedimentares horizontalmente distribuídas. Na bacia do córrego São José são encontradas estruturas geológicas como arenitos referentes as Formações Vale do Rio do Peixe e Marília, como também basaltos da Formação Serra Geral, que explicam o desenvolvimento deste tipo de padrão de drenagem.

O sistema de drenagem de uma determinada bacia é composto pelo rio principal e seus afluentes, ou tributários, seu estudo é importante pois pode indicar a velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica. Ressalta-se que ao extrair os cursos d'água levou-se em consideração o funcionamento máximo da bacia durante a ocorrência de chuvas intensas, sendo assim,

extraiu-se tanto os canais fluviais quanto os canais de escoamento. Neste sentido, é possível classificar a bacia como sendo de 4º ordem (mapa 7), de acordo com os critérios de Strahler (1957). Isto indica que a bacia hidrográfica possui um sistema de drenagem razoavelmente ramificado e não muito eficiente.

Mapa 7: Espacialização da hierarquia fluvial presente na bacia hidrográfica do córrego São José.



Elaboração: Alves, 2023.

Com o ordenamento e hierarquização dos cursos d'água constatou-se que a bacia possui 74 canais de primeira ordem (representando o total de nascentes), 13 canais de 2º ordem, 2 canais de 3º ordem e 1 canal de 4º ordem, e a somatória de todos os canais resultou em um comprimento total de 42,61 km. O comprimento de todos os canais podem ser observados na tabela 9.

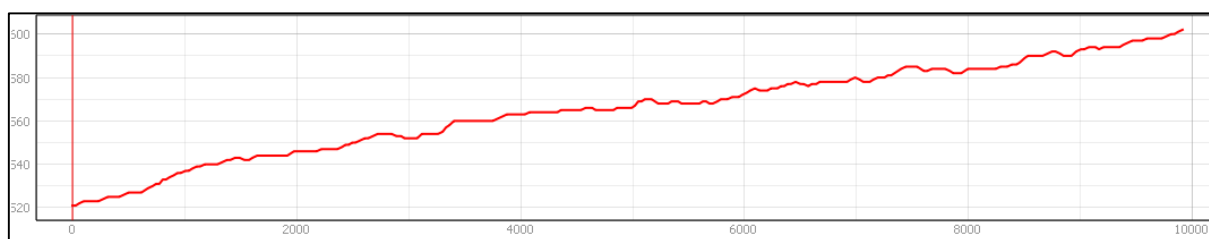
**Tabela 9:** Comprimento e quantidade de cursos d'água na bacia do córrego São José

Ordem	Nº de canais	Comprimento dos canais (km)
1º Ordem	74	25,9
2º Ordem	13	6,59
3º Ordem	2	7,72
4º Ordem	1	2,4
Total		42,61

Elaboração: Alves, 2021

Em relação ao curso d'água principal, o mesmo apresenta um comprimento de 9,9 km de extensão. O curso d'água principal foi definido de acordo com os critérios estabelecidos por Shreve (1974, *apud* CHISTOFOLETTI, 1980), onde o rio principal seria o curso d'água mais longo, da desembocadura até determinada nascente. Com isso, foi possível gerar o perfil de longitudinal do canal principal (figura 11), obtendo seus pontos de elevação, que variaram entre 521 a 602 metros.

**Figura 11:** Perfil longitudinal do canal principal da bacia do córrego São José



Elaboração: Alves, 2023

Segundo Cunha (2018), o perfil longitudinal de um rio tende a oscilar devido as variações no escoamento e no carregamento de carga sólida, o que pode levar a irregularidades no leito, como corredeiras e depressões. Ao longo do seu curso, o rio tenta eliminar essas irregularidades, tentando adquirir um perfil longitudinal côncavo e liso, com declividade suficiente para transportar sua carga, com isso, começa-se a erodir suas margens, iniciando um processo de sedimentação, causando um decréscimo na velocidade.

Um dos parâmetros utilizados para compreender o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem é o índice de densidade de drenagem. Com isto, o resultado obtido para a bacia do Córrego São José foi de 1,97 km/km<sup>2</sup> que caracteriza uma drenagem mediana. Os valores baixos de densidade de drenagem, em geral costumam estar associados a regiões de rochas permeáveis e regiões com pouca intensidade de chuvas ou baixas precipitações. A área da bacia apresenta intercalações de arenitos e basaltos e solos profundos, com um período chuvoso bem definido (ocorrendo entre os meses de Outubro e Março), além de um relevo suave ondulado, o que conseqüentemente, provoca respostas hidrológicas mais lentas, que ajuda a entender o fato da densidade de drenagem ser considerada mediana.

De acordo Linsley *et al.* (1975, *apud* MACHADO; TORRES, 2012), bacias com densidade de baixa a mediana apresenta uma resposta hidrológica lenta devido ao longo caminho que a água da chuva terá que percorrer pelas vertentes. Entretanto, outros fatores como a declividade e o grau de impermeabilização das encostas, acabam sendo essenciais para determinar a velocidade e magnitude dos picos de enchentes.

O valor obtido para a relação de bifurcação entre os canais de primeira e segunda ordem foi de 5,69 (tabela 10), indicando que as nascentes possuem um relevo dissecado, com escarpas bem desenvolvidas e vales estruturais formando áreas de alto potencial de erosão. O sistema de drenagem em áreas de vales em “V” são mais encaixados, possuindo um escoamento superficial com alta velocidade que resulta no início de processos erosionais.

**Tabela 10:** Relação de bifurcação entre canais da bacia do córrego São José

Ordem	Relação de bifurcação
1° e 2° ordem	5,69
2° e 3° ordem	6,5
3° e 4° ordem	2

Elaboração: Alves, 2023

Entre os canais de segunda e terceira ordem houve um aumento no valor de relação de bifurcação (6,5) indicando um aprofundamento no canal (entalhamento do talvegue) nestas áreas, definindo um relevo bem dissecado. Já entre os canais de 3° e 4° ordem ocorreu uma diminuição (2), o que indica um relevo menos dissecado, com morros e colinas bem desenvolvidas.

Em relação a densidade hidrográfica a bacia apresentou um valor de 3,4 canais/km<sup>2</sup>, significando que existe cerca de três canais por quilômetro quadrado que sugere que a densidade hidrográfica é mediana, conforme classificação feita por Lollo (1995). Este parâmetro está relacionado com a capacidade da bacia em gerar novos canais e sua eficiência hídrica, entende-



se que certas características físicas podem ser fatores determinantes para a formação de canais. Deste modo, a existência de rochas sedimentares e, conseqüentemente, solos mais profundos e bastante intemperizados na área da bacia, ajuda com geração de novos canais. É observado que há certa relação entre a densidade de drenagem e a densidade hidrográfica, pois as duas apresentam valores médios de classificação.

Outro aspecto importante para caracterização da rede de drenagem é o coeficiente de manutenção, sendo calculado de forma inversa ao da densidade de drenagem. Deste modo, foi encontrado o valor de 507,61 m/m<sup>2</sup>, constatando que a cada metro de canal fluvial é necessária uma área mínima de 507m<sup>2</sup> para a manutenção de um metro de curso fluvial perene.

A extensão do percurso superficial encontrado na bacia do Córrego São José foi de 0,253 km. Conforme demonstrado por Souza e Rodrigues (2012) valores de extensão do percurso superficial entre 1000 m a 249 m caracterizam comprimentos de vertente medianos, o que favorece a infiltração da água da chuva. Com isso, observa-se que a água percorre cerca de 253 m de seu interflúvio até atingir o leito do curso de água na bacia. Vale ressaltar que este índice tem valor aproximadamente igual a metade do recíproco da densidade de drenagem (CHRISTOFOLETTI, 1980), que no caso da bacia do Córrego São José também é considerada mediana.

Um dos parâmetros morfométricos utilizados para caracterizar a velocidade do escoamento do canal é o índice de sinuosidade. Na bacia foi encontrado um índice de sinuosidade de 1,04, segundo Schumm (1963 *apud* LANA; ALVES; CASTRO, 2001) resultados próximos a 1,0 estão associados a canais retilíneos. Vale ressaltar, que a sinuosidade dos canais é constantemente influenciada pela carga detrítica, pela estruturação geológica e também pela declividade do terreno. Deste modo, um canal retilíneo está associado a um leito rochoso homogêneo o que oferece igualdade de resistência à ação das águas, estando relacionado ao afloramento de basalto que pode ser observado em certos trechos do córrego São José.

Em se tratando do gradiente dos canais foi encontrado o valor de 0,71%, constatando que os cursos d'água possuem baixa declividade, que reflete ao tipo de relevo da região, possuindo poucas ondulações e elevações. Sendo assim, os canais da bacia do Córrego São José possui suscetibilidade erosiva relativamente baixa.

As características físicas do relevo de uma bacia hidrográfica têm relação direta com fatores geomorfológicos e hidrológicos, visto que grande parte da velocidade do escoamento superficial é determinada pela declividade do terreno, o que pode ou não favorecer a intensidade



da formação de processos erosivos. Diante disso, na tabela 11 podem ser observados os dados referentes as características do relevo.

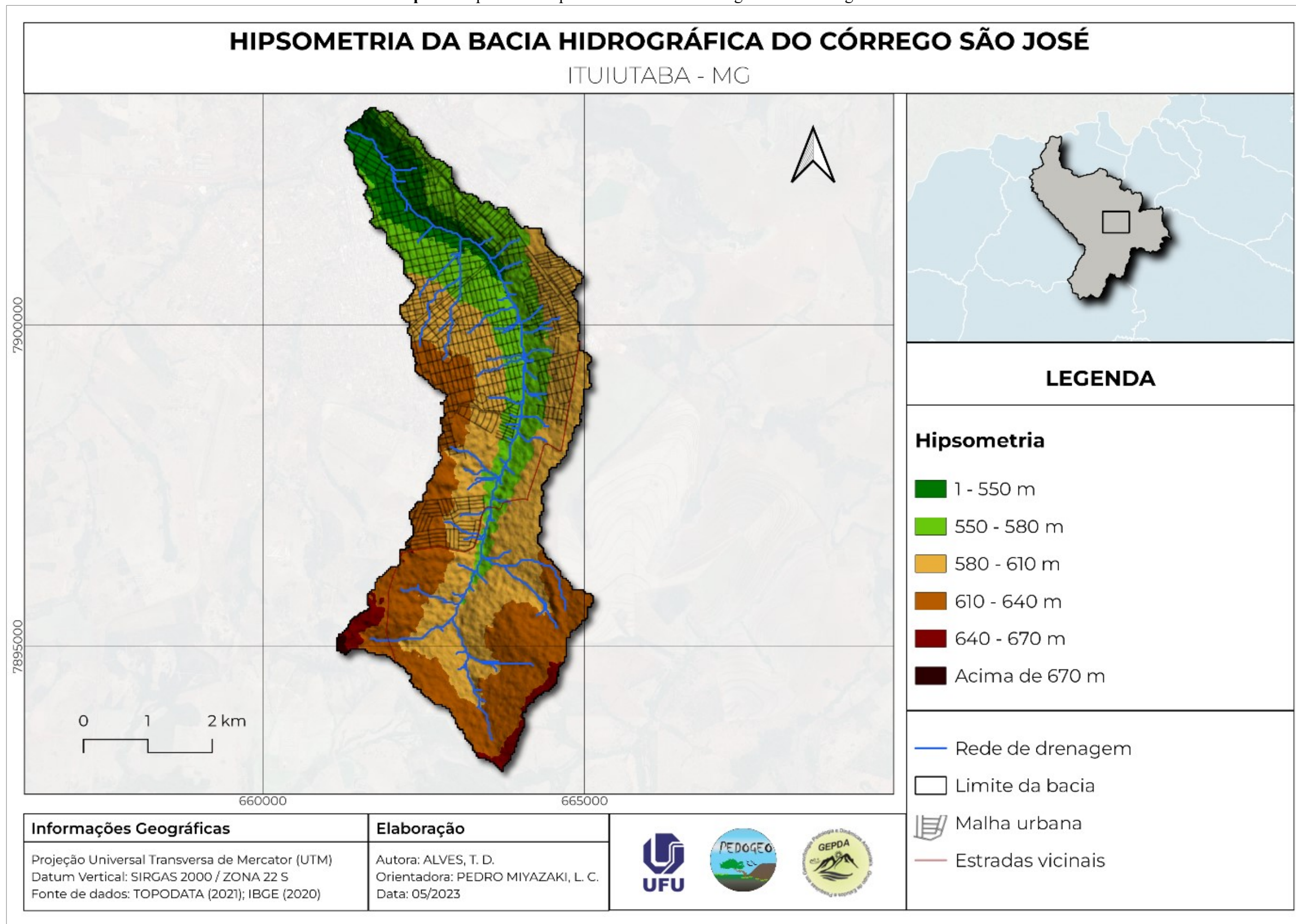
**Tabela 11:** Características do relevo do córrego São José

<b>Características do relevo</b>	<b>Resultados</b>
Menor altitude	521 m
Maior altitude	702 m
Altitude média	611 m
Amplitude altimétrica	181 m
Razão de relevo (Rr)	0,018
Declividade média	5,65%
Índice de rugosidade (Ir)	356,57
Coeficiente de rugosidade (Rn)	19,21

Elaboração: Alves, 2023

Para uma melhor análise dos aspectos ligados a altitude da bacia foi realizada a espacialização a partir de um mapa hipsométrico (mapa 8). Assim, a espacialização das cotas altimétricas foi representada a partir da definição de seis classes de altitude, sendo elas: 1-550 m; 550-580 m; 580-610 m; 610-640 m; 640-670 m e; acima de 670 m.

Mapa 8: Mapeamento hipsométrico da bacia hidrográfica do Córrego São José.



Elaboração: Alves, 2023

A bacia do Córrego São José apresenta altitudes que variam de 521 a 702 metros, com altitude média de 611 metros e amplitude altimétrica de 181 metros. Ao analisar o mapa hipsométrico pode-se observar que grande parte da bacia se encontra na faixa de altitude de 580 a 610 metros, correspondendo 37,5% da área (tabela 12). É possível verificar que a altitude na faixa de 550 a 580 metros compreende grande parte do fundo de vale, acompanhando o canal fluvial, e as altitudes próximas a foz chegam a no máximo 550 metros. As áreas mais elevadas se localizam próximas as cabeceiras de drenagem na porção mais ao sul da bacia, onde se encontra relevos residuais do tipo tabuliforme, com altitudes acima de 670 metros, o que equivale a apenas 0,2% da área total da bacia.

**Tabela 12:** Área total das classes hipsométricas

<b>Classe hipsométrica</b>	<b>Área (km)</b>	<b>(%)</b>
1-550 m	1,90	8,8%
550-580 m	5,12	23,6%
580-610 m	8,11	37,5%
610-640 m	5,94	27,5%
640-670 m	0,51	2,4%
Acima de 670 m	0,03	0,2%
<b>Total</b>	<b>21,61</b>	<b>100%</b>

Elaboração: Alves, 2023

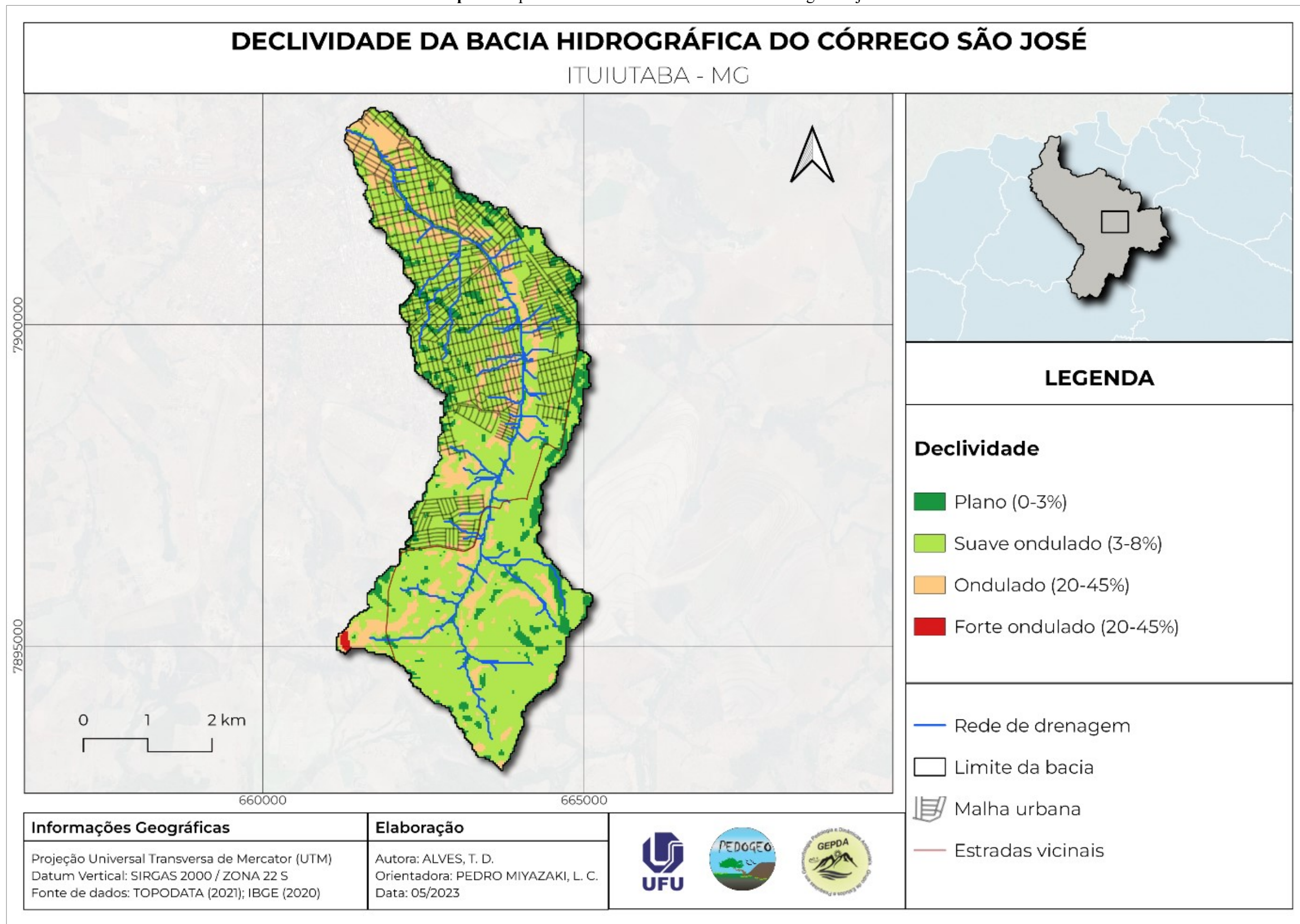
A razão de relevo encontrada foi de 0,018. Conforme parâmetros obtidos de Piedade (1980), valores de 0 a 0,10 caracterizam uma razão de relevo baixa, devido a pouca amplitude altimétrica do terreno. Esse resultado corrobora com o baixo índice de gradiente de canais que caracteriza um relevo com relativamente suave.

Outro parâmetro utilizado para análise morfométrica da bacia é o cálculo de declividade média. O valor encontrado na bacia do Córrego São José foi de 5,65%, indicando a predominância de um relevo suave ondulado. Um relevo suave ondulado é pouco acidentado e constituído de colinas, possuindo uma diferença entre níveis de 50 a 100 metros (EMBRAPA, 2003), não apresentando muita suscetibilidade a erosão (associado a litologia e pedologia este fator pode variar), possibilitando uma maior infiltração da água no solo pelo escoamento superficial ser mais lento.

Para um melhor entendimento da declividade foi realizada uma espacialização (mapa 9), sendo identificado inclinações que variam entre 0% a 45%, tendo como base a classificação elaborada pela Embrapa (1979).



Mapa 9: Mapeamento da declividade da bacia do córrego São José



Na área da bacia predomina-se o relevo suave ondulado que corresponde a 72,80% da área total (tabela 13), com intervalo de classes que varia entre 3% a 8% de inclinação, como apontado no parâmetro de declividade média. Como observado há uma pequena área com relevo forte ondulado, variando entre 20% a 45% de inclinação (0,2%), áreas de relevo residual do tipo tabuliforme. O relevo ondulado predomina ao longo da extensão dos canais fluviais, com intervalo de classe de 8% a 20%, ocupando uma área de 16% do total da bacia, indicando a predominância de fundos de vales mais encaixados. É possível observar ainda pequenas porções com baixos declives, caracterizando uma região relativamente plana, onde a inclinação é menor que 3%, sendo bastante significativos nas áreas de topos.

**Tabela 13:** Área total referentes as classes de declividade

Relevo	Classes de declive	Área (km <sup>2</sup> )	(%)
Plano	0 - 3%	2,37	11,0%
Suave Ondulado	3 - 8%	15,75	72,8%
Ondulado	8 - 20%	3,46	16,0%
Forte ondulado	20 - 45%	0,03	0,2%
Total		21,61	100%

Elaboração: Alves, 2023

Em se tratando do índice de rugosidade, fator que relaciona a declividade e o comprimento das vertentes com a densidade de drenagem, o valor encontrado na bacia do Córrego São José foi de 356,57, que reforça a predominância de um relevo suave ondulado.

O último parâmetro utilizado para essa análise foi o coeficiente de rugosidade (19,21), que relaciona o escoamento superficial ao seu potencial erosivo, e assim, indicando qual o melhor uso para a área. Deste modo, o uso potencial da terra mais indicado, a partir desse parâmetro, seria a agricultura, visto que a bacia possui um menor risco de degradação, uma vez que apresenta pouca variação em seu relevo, com poucos desníveis significativos.

Diante dos resultados apresentados, se verificou que a análise realizada permitiu extrair importantes informações sobre algumas características e aspectos da morfodinâmica da bacia de hidrográfica do Córrego São José. Como apontado a bacia possui baixa tendência a grandes enchentes em razão da sua forma alongada, o que favorece o escoamento superficial, além de apresentar um relevo suave ondulado que não favorece processos de erosão muito acentuados. Porém, em razão de grande parte da bacia estar localizada na área urbana do município de Ituiutaba, problemas ambientais têm ocorrido de forma acentuada ocasionando diversos

transtornos para a população, sendo necessário um planejamento urbano e ambiental mais eficiente para mitigá-los.

## **5.2 Compartimentação geomorfológica da bacia para subsidiar a análise da ocupação e impactos gerados**

A bacia hidrográfica do Córrego São José é uma área que vem sofrendo com um crescente processo de ocupação ao longo dos anos. Com isso, os processos naturais ligados a morfodinâmica da bacia são acelerados, que acaba por causar diversos impactos ambientais negativos (erosões, assoreamento, danos a infraestrutura urbana, etc.) que comprometem sua qualidade ambiental. Assim, compreender a morfologia do relevo é extremamente importante, a fim de conhecer as condições físicas e os processos operantes locais atrelando essas informações com a questão do uso e ocupação do solo, contribuindo para a resolução de problemas ambientais.

No caso do município de Ituiutaba/MG, são poucos os mapeamentos geomorfológicos que detalham aspectos do relevo, na escala de detalhe (inferiores a 1:60 000). Na tentativa de contribuir para a expansão desse tipo de mapeamento para outras áreas do município, foi elaborada uma carta dos compartimentos geomorfológicos que privilegia a delimitação das áreas de determinadas formas de relevo, com ênfase na sua compartimentação.

Com o mapeamento geomorfológico (mapa 10) foi possível espacializar e identificar quatro compartimentos geomorfológicos, sendo eles, o domínio dos topos, o domínio das vertentes, as planícies aluviais e alvéolos e os relevos residuais tabuliformes, além de caracterizar outras feições geomorfológicas como os tipos de vertentes (côncavas, convexas e retilíneas), as cabeceiras de drenagem, os divisores d'água, a rede hídrica e os fundos de vale em berço e em V.



Mapa 10: Compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do Córrego São José.



O compartimento geomorfológico identificado como **domínio dos topos** representa o topo das colinas convexadas suavemente onduladas (figura 12), contando com 7,5 km<sup>2</sup> de extensão. Os divisores topográficos dividem as bacias adjacentes (Córrego Pirapitinga e Ribeirão São Lourenço), distribuindo as águas pluviais entre essas bacias, além disso, os divisores ramificados ajudam a delimitar as áreas de topo ao longo da bacia.

**Figura 12:** Área de topo amplo e suavemente ondulado em parte da bacia



Fonte: Alves, 2021

As colinas possuem características convexas, com um baixo grau de elevação, não excedendo os 50 metros. Os aspectos suaves e baixos deste tipo de morfologia estão relacionados a processos denudacionais ocorridos ao longo do tempo geológico. Este tipo de relevo é sustentado por rochas sedimentares da Formação Vale do Rio do Peixe, que podem aflorar em alguns pontos específicos do município, sendo bastante friáveis o que colabora para a formação de solos mais profundos.

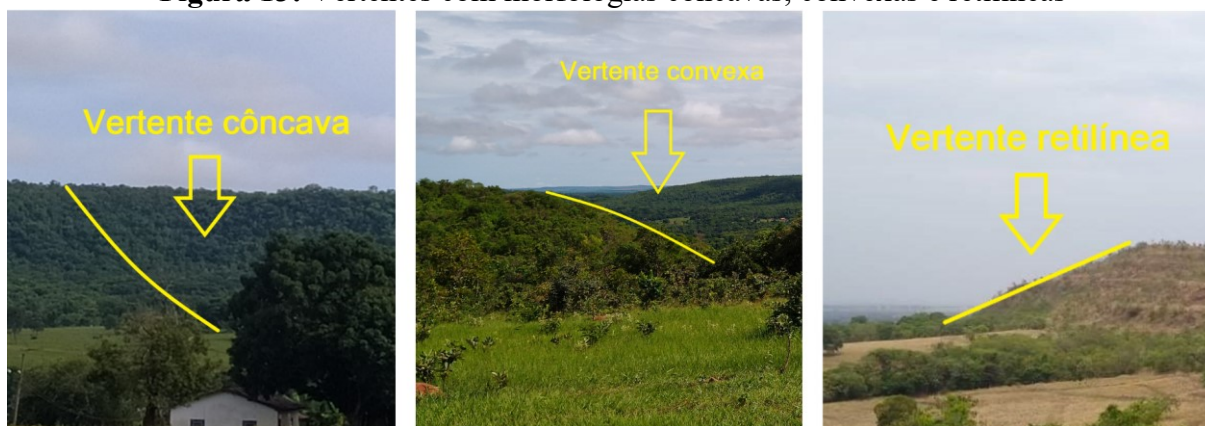
A bacia hidrográfica do córrego São José possui grande parte de sua extensão sob a malha urbana, contando com poucas áreas rurais. As áreas de topo das bacias hidrográficas, em um processo de urbanização, costumam ser as primeiras a serem ocupadas, isto em função da declividade pouco acentuada e a configuração ampla dos topos, que exige menos investimento de infraestrutura e terraplanagem (ausência de aterros e cortes em taludes para nivelar o terreno). Assim, durante o processo de apropriação e ocupação do município de Ituiutaba, as áreas de topo das bacias hidrográficas dos córregos São José e Pirapitinga foram as primeiras a serem ocupadas e, conseqüentemente essa ocupação foi se ampliando para áreas de vertentes.

O **domínio das vertentes** apresenta três feições geomorfológicas, sendo elas as vertentes côncavas, convexas e retilíneas (figura 13), e ocupam cerca de 15,2 km<sup>2</sup> de extensão.



A vertente é uma porção do relevo que possui certo declive, separando as áreas de topo e fundo de vale, onde forma um comprimento de rampa com plano inclinado. As diferentes formas de vertentes afetam na dinâmica de escoamento e infiltração das águas pluviais, assim, embora o estudo da sua dinâmica e funcionamento possa ser complexo, algumas abordagens podem ajudar compreendê-las, como o balanço da denudação e a morfologia do comprimento de rampa, além dos processos que ocorrerem durante e após uma precipitação (PEDRO MIYAZAKI; VENCESLAU, 2020).

**Figura 13:** Vertentes com morfologias côncavas, convexas e retilíneas



Fonte: Alves, 2021

As vertentes côncavas possibilitam a concentração das águas pluviais permitindo seu acúmulo e infiltração, o que propicia a formação de processos erosivos. Esse tipo de vertente também pode estar associado à cabeceiras de drenagem em anfiteatro, podendo ser observadas próximos as áreas de nascentes da bacia. Por outro lado, as vertentes convexas dispersão as águas das chuvas e pode formar o escoamento superficial difuso, que ao escoar pode se concentrar em determinados locais e que provoca a formação de pequenas erosões em forma de sulcos, além de ravinas não muito profundas. Por último temos as vertentes retilíneas que apresentam um comprimento de rampa extenso, que facilita o escoamento superficial, além de poder contribuir para a formação de alagamentos, inundações, erosões e também o solapamentos das margens quando atingem o fundo de vale. Segundo Casseti (2005) os efeitos denudacionais das vertentes retilíneas seguem a mesma intensidade do entalhamento do talvegue, seguindo certa manutenção do ângulo da declividade.

Na bacia do córrego São José há o predomínio das vertentes convexas devido ao relevo de colinas suaves, que sofreu um grande processo de transformação ao serem ocupadas. As vertentes em relevos de colinas suaves é geralmente o segundo compartimento geomorfológico a ser ocupado. Deste modo, quando as vertentes passarem por algum processo de apropriação e ocupação acabam sendo intensamente esculpidas, sofrendo uma transformação na sua

forma, devido as obras de terraplanagem para nivelamento do terreno, sendo realizados cortes e aterros para a construção das edificações. Sendo assim, quanto maior for a declividade do terreno, mais transformações antrópicas irão sofrer.

O **domínio das planícies aluviais e alvéolos** abrange áreas de fundo de vale e apresentam as feições de vales em V ou em berço. Os vales em V são mais encaixados devido a força erosional do canal e a influência da declividade do terreno, o que resulta em um canal mais entalhado, a proximidade com a foz e a presença de afloramento de rochas basálticas também podem influenciar na formação deste tipo de feição. As planícies aluviais (figura 14), também chamadas de planícies de inundação, possuem vales em berço (manjedouras), sendo mais largos e planos. Essas áreas de planícies podem apresentar grande quantidade de sedimentos (banco de areia), provenientes de partes mais elevadas, e uma vegetação rasteira, além da possibilidade da formação de veredas.

**Figura 14:** Planície aluvial com presença de banco de areia no alto curso do canal principal



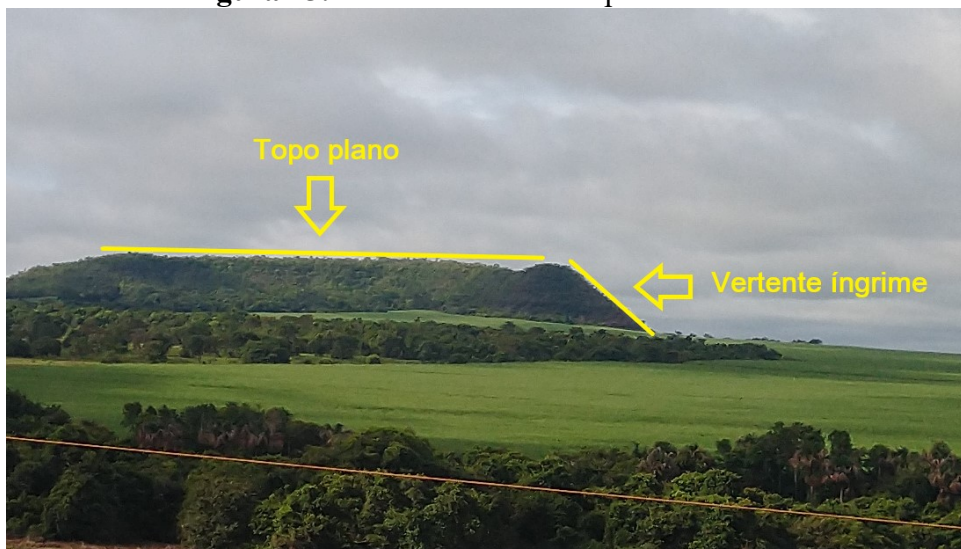
Fonte: Alves, 2021

Quando áreas de fundos de vale são ocupadas sofrem impactos ambientais severos. Na grande maioria das cidades, onde os fundos de vales são ocupados, altera-se a dinâmica fluvial, principalmente quando ocorre a retificação e canalização do canal, além da impermeabilização das planícies de inundação para a construção de arruamentos.

O último compartimento geomorfológico mapeado foi o **domínio dos relevos residuais tabuliformes** (figura 15), que são encontrados nos pontos mais elevados do município. Na bacia hidrográfica do córrego São José esses relevos se encontram nas áreas mais ao sul da bacia, com cotas altimétricas acima de 650 metros. Este tipo de relevo se destaca na paisagem, possuindo formas características a mesas ou tabuleiros, com topos aplainados e vertentes íngremes (PEDRO MIYAZAKI, 2017), com declividades que variam de 20 a 45%. Segundo

Casseti (2005) esses relevos estão associados ao comportamento estrutural de determinada área, cujas camadas sedimentares podem ter forma horizontal ou sub-horizontal, além de poder apresentar derrames basálticos e camadas com maiores resistências.

**Figura 15:** Relevo residual do tipo tabuliforme



Fonte: Alves, 2021

Na bacia hidrográfica do córrego São José este tipo de relevo é predominantemente ocupado por vegetação característica do cerrado, sendo sustentado por arenitos da Formação Marília, que contém carbonato de cálcio como agente cimentante, ocasionando uma resistência maior a intempéries. As vertentes desse relevo residual possuem, em algumas áreas, rampas de colúvios que são considerados depósitos de sedimentos que sofreram um processo de intemperismo, sendo então lixiviados pela ação gravitacional, gerando o depósito de sedimentos consolidados ou de deposição não recente.

Nos relevos tabuliformes da região é possível encontrar cabeceiras de drenagem em anfiteatro, sendo feições associadas as vertentes côncavas e, conseqüentemente, sendo o local onde ocorrem as nascentes do córrego São José e de outros canais fluviais que cortam a área urbana do município.

Com o estudo e espacialização dos compartimentos e feições geomorfológicas foi possível realizar uma análise integrada entre as formas de relevo e o processo de apropriação e ocupação. Deste modo, foi caracterizado as áreas de topo, de vertentes, fundos de vale, planícies aluviais e os relevos residuais tabuliformes, além de observar como essas áreas vem sendo impactadas devido à expansão urbana e o manejo inadequado do solo.

**6. IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DA  
OCUPAÇÃO DO RELEVO NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SÃO JOSÉ**

**N**este capítulo foram apresentados o uso e cobertura da terra na área de estudo e como a ocupação desordenada tem intensificado diferentes impactos ambientais como os alagamentos, enchentes, inundações, processos erosivos e assoreamento dos cursos d'água. Além de demonstrar a necessidade de um planejamento urbano e ambiental mais efetivo e que possa minimizar esses impactos.

### **6.1 A ocupação do relevo na bacia hidrográfica do córrego São José**

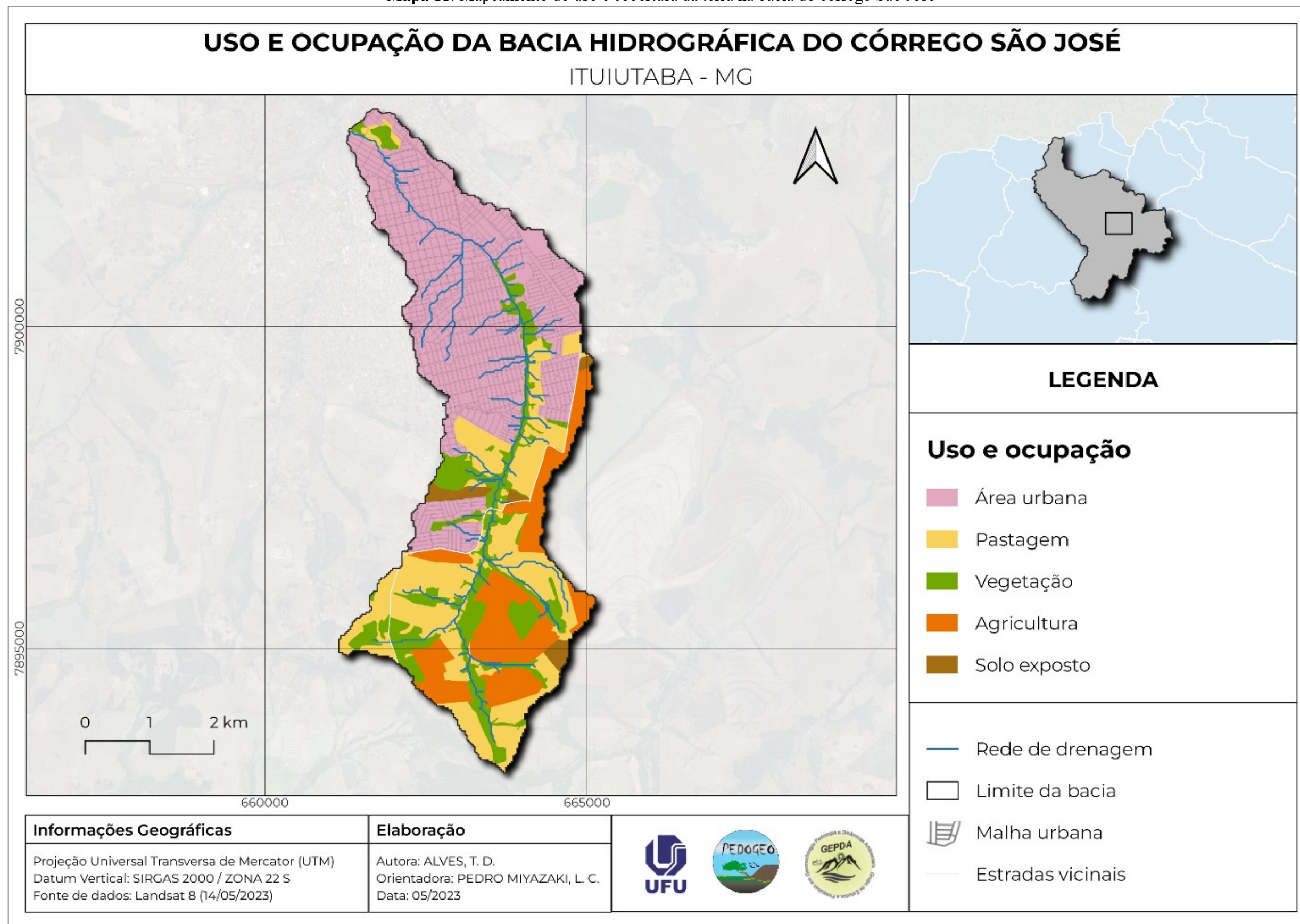
A compreensão dos eventos relacionados aos estudos de bacias hidrográficas depende de uma análise dos processos de ocupação, uso e cobertura da terra. Diversos autores consideram os seres humanos como agentes que moldam o relevo, desempenhando um papel significativo na alteração da morfologia, bem como na interferência dos processos naturais, ocasionando a degradação ambiental.

A relação entre as tipologias de uso e ocupação da terra e os modelos de exploração dos recursos naturais, são influenciados pelo valor econômico-social e pelas atividades desenvolvidas em determinadas áreas. Atualmente, a organização do espaço em termos de uso e ocupação da terra tem consequências ambientais, manifestadas através de problemas de degradação dos recursos naturais, resultando em diversas mudanças socioambientais (NASCIMENTO, 2006).

De maneira geral, a bacia hidrográfica do Córrego São José exibe um padrão de uso e ocupação misto, com uma parte caracterizada pela presença da área urbana e outra destinada a atividades rurais. Diante disso, foi elaborado um mapa de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do córrego São José, podendo ser observado no mapa 11.



Mapa 11: Mapeamento do uso e cobertura da terra na bacia do córrego São José



Ao analisar o uso e cobertura existente na bacia hidrográfica do córrego São José, foram identificadas cinco categorias, sendo elas a área urbana, pastagem, vegetação nativa, agricultura e solo exposto (tabela 14), que se distribuem ao longo dos 21,61 km<sup>2</sup> da área total da bacia.

**Tabela 14:** Uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do córrego São José

Uso e ocupação	Área (km <sup>2</sup> )	(%)
Área urbana	9,935	46,0%
Pastagem	4,904	22,7%
Vegetação	3,374	15,6%
Agricultura	3,015	14,0%
Solo exposto	0,382	1,8%
Total	21,61	100%

Org.: Alves, 2023

A área urbana ocupa 46% do total da bacia, cuja malha urbana distribui-se no médio e baixo curso, expandido-se também para o alto curso. Com a intensificação da urbanização nos últimos anos, se direcionando para a porção sul da bacia, tem aumentado a degradação ambiental, devido a intensificação da impermeabilização do solo e a redução da vegetação.

As pastagens representam 22,7% (4,904 km<sup>2</sup>) da área da bacia, ocupando grande parte do alto curso. Estas pastagens, em sua maioria, são áreas não ocupadas que apresentam uma vegetação rasteira com gramíneas e presença de arbustos (figura 16). Nos trabalhos de campo foi possível constatar alguns locais sendo utilizados para a pecuária, porém parte significativa não possui uso aparente. Ressalta-se que nestas áreas não possuem práticas conservacionistas de solo, sendo perceptível a formação de processos erosivos.

**Figura 16:** Área de pastagem no alto curso do canal principal



Fonte: Alves, 2021



A vegetação predomina em cerca de 15,6% da área da bacia hidrográfica do córrego São José, estando presente, em grande parte, ao longo dos cursos d'água. É notório que parte da cobertura vegetal próximo aos cursos d'água é insuficiente, devido a sua retirada para expansão da área urbana e atividades de agropecuária, que rompem o equilíbrio dinâmico dos processos naturais. Observa-se ainda a presença de uma área de preservação permanente (APP), o Parque Doutor Petrônio Rodrigues Chaves, conhecido como Parque do Goiabal, que está sendo degradado devido o crescente processo de urbanização em seu entorno, além de reserva legal em locais de plantio de cana-de-açúcar.

A agricultura atual compreende cerca de 14% da área total da bacia, concentrando-se em áreas do alto curso, com atividades voltadas principalmente ao plantio de cana-de-açúcar, soja e silvicultura (figura 17).

**Figura 17:** Atividades agrícolas observadas na área de estudo



Fonte: Alves, 2021

Este tipo de ação antrópica envolve a remoção da vegetação e a destruição das estruturas do solo, que compõem os primeiros horizontes, podendo acarretar em processos erosivos. Com isso, observa-se que certas localidades contam com técnicas mecânicas para conservação do solo, como a construção de terraços em curvas de nível, que contribuem para conter a formação e/ou avanço dos processos erosivos. Porém, foi observado que alguns pequenos agricultores fazem o plantio de suas culturas próximos a áreas de APP e de nascentes (figura 18), o que causa impactos negativos no local.



**Figura 18:** Agricultura familiar próxima a áreas de APP e nascente no alto curso do córrego São José



Fonte: Alves, 2021

A última categoria de uso e ocupação identificado na bacia do córrego São José são os solos expostos (1,8%), sendo, sem sua maioria, relacionados com as áreas de agricultura. Sendo assim, depois de realizado a colheita o solo precisa ser preparado para um novo plantio, ficando exposto temporariamente, o que acaba causando problemas relacionados a perda de solo durante os períodos de chuva.

Diante disso, o que se observou na bacia hidrográfica foi que o uso e cobertura da terra, tanto na área urbana, quanto na área rural, acaba ocasionando diferentes impactos ambientais e problemas ambientais, que afeta não somente a qualidade ambiental, mas também a qualidade de vida da população que vive nesta área.

## **6.2 Impactos ambientais identificados na bacia hidrográfica do córrego São José**

Com o crescente processo de urbanização que a bacia hidrográfica do Córrego São José sofreu ao longo dos anos, são intensos os impactos em função do desmatamento, da impermeabilização do solo, esculturação do relevo e retificação e canalização de parte do canal fluvial principal. Com isso, os processos naturais da dinâmica da bacia são cada vez mais acelerados, causando diversos impactos ambientais negativos que comprometem a qualidade ambiental, bem como da população.

As vertentes passaram pelo processo de apropriação e ocupação e foram intensamente esculturadas, sofrendo uma transformação na sua forma, devido as obras de terraplanagem para nivelamento do terreno, sendo realizados cortes e aterros para a construção das edificações.

Deste modo, quando maior a declividade do terreno, mais transformações antrópicas essas áreas tendem a sofrer.

Quando este compartimento é ocupado, o solo acaba sendo impermeabilizado o que dificulta a infiltração das águas das chuvas. Devido ao sistema de drenagem urbano ineficiente, que não comporta o grande volume de água durante as chuvas, as ruas acabam sendo alagadas (figura 19), por não conseguirem drenar em tempo hábil toda água oriunda do escoamento subsuperficial. Assim, o escoamento superficial é intensificado se concentrando nas vias públicas, que em razão do seu traçado retilíneo formam um verdadeiro “rio artificial”, ocasionando o alagamento das vias públicas que também podem adentrar nas casas da população resultando em perdas materiais para os moradores.

**Figura 19:** Alagamento em Trecho da Av. Minas Gerais.



Fonte: Alves, 2022

Com a impermeabilização das vertentes uma grande quantidade de água é escoada para as áreas de fundos de vale, impulsionando processos de enchente e inundação, que acaba se agravando devido retificação e canalização dos cursos d'água. Ao longo da bacia hidrográfica do córrego São José é possível observar que parte do canal principal passou por um processo de canalização (figura 20), com áreas abertas e outras fechadas, com uma extensão de aproximadamente 2,5 km.

**Figura 20:** Canalização do córrego São José



Fonte: Alves, 2023

Através da análise dos parâmetros morfométricos observa-se que a área de estudo possui uma baixa tendência a ocorrência de enchentes e inundações por apresentar uma forma mais alongada que favorece o escoamento superficial em condições naturais, que não será muito intenso em áreas com boa cobertura vegetal, pois parte da água será infiltrada. Porém, devido a forma como o relevo foi ocupado, não considerando a dinâmica dos processos naturais atrelado a intensa urbanização, a dinâmica natural da bacia foi alterada, o que favorece os fenômenos de inundações e alagamentos.

Quando há a ocorrência de chuvas mais intensas a canalização não consegue comportar o grande volume de água, isto ocasiona um transbordamento das águas, acelerando os processos de enchente e inundação e o alagamento das ruas em áreas de planície de inundação no qual foram construídas vias públicas e um parque linear (figura 21). Os alagamentos deixam os moradores e comerciantes “ilhados”, além de causar prejuízos e estragos nos estabelecimentos, nas vias públicas, nas residências e nos veículos que por vezes se encontram no local.



**Figura 21:** Alagamento às margens do Córrego São José, Trecho da Av. José João Dib.



Fonte: Jornal Hoje, 2015

De acordo com Santos e Pinheiro (2002), obras de retificação e canalização causam a redução da extensão do canal fluvial e alteram seu padrão de drenagem. Além disso, outros elementos são impactados, como o aumento da profundidade e largura dos cursos d'água, a diminuição da rugosidade do leito e o aumento do seu gradiente.

Um outro impacto ambiental muito ocorrente na bacia hidrográfica do Córrego São José, em função da apropriação e ocupação do relevo, são os processos erosivos. Vários são os processos que podem acelerar a erosão, sendo eles o clima, ações antrópicas, tipos de solo, o relevo, entre outros. Porém, é observado que a ação antrópica vem sendo um dos principais causadores do aceleração dos processos erosivos.

É possível encontrar diversos tipos de erosões em formas de sulcos, ravinas e voçorocas em diversos locais da bacia hidrográfica, principalmente próximos a loteamentos recém implantados (figura 22), que modificam as formas de relevo e impermeabiliza o solo, como também em áreas rurais devido a práticas agrícolas não conservacionistas.

**Figura 22:** Feição erosiva próxima ao Conjunto Habitacional Nova Ituiutaba I, II, III e IV em forma de voçoroca oriunda da deficiência do sistema de drenagem urbano



Fonte: Alves, 2021

Um local que sofre bastante em razão dos processos erosivos lineares é a Área de Proteção Ambiental (APA) Parque do Goiabal. Devido a expansão da malha urbana para áreas do alto curso, o parque acaba sofrendo uma pressão por parte da ocupação que ocorre às suas margens. Por estar presente em uma área de vertente com comprimento de rampa longo e suavemente ondulado os fluxos de águas superficiais que escoam pelas ruas próximas ao parque se concentram e ganham volume e velocidade, tendo como local de destino o Parque do Goiabal.

O local em meados dos anos 1990 era frequentado por diversas pessoas para a prática de lazer e entretenimento. No entanto, ao longo dos anos, o parque deixou de receber investimentos do setor público, juntamente com a falta de gestão e inadequações a legislação ambiental, contribuiu para o abandono do local, não só por parte do poder público, mas também pela população.

Atualmente foi construída um sistema de drenagem com canalização sendo instalada na direção do parque, sem conter escada de dissipação de energia, e que tem ocasionado a formando de erosões lineares (figura 23). As ravinas extensas no local acaba derrubado árvores de grande porte dentro do parque, além de resultar em voçorocas com mais de 4 metros de profundidade em locais onde se encontram camadas de solos mais frágeis à erosão.



**Figura 23:** Feições erosivas localizados no Parque do Goiabal.



Fonte: Alves, 2022

Além das enchentes, inundações, alagamentos e erosões, o crescente processo de urbanização e impermeabilização das vertentes da bacia hidrográfica do Córrego São José têm provocado o assoreamento do canal fluvial. O assoreamento ocorre devido ao acúmulo de sedimentos advindos de áreas do topo e ao longo das vertentes, onde houve remanejamento do solo e retirada da cobertura vegetal, bem como descarte irregular de resíduos sólidos.

É notado que partes do canal fluvial estão sendo assoreados, devido ao arraste de diferentes materiais oriundos de processos erosivos atuantes, em razão do escoamento superficial das águas das chuvas, para esse local, além do descarte incorreto de resíduos sólidos (figura 24), que obstruem a rede de drenagem urbana, bem como a retirada da mata ciliar ao longo dos cursos d'água. Nas áreas rurais é notado uma pequena faixa com predomínio de vegetação nos fundos de vale, ainda assim, é perceptível pontos com assoreamento, devido a processos erosivos no entorno.

**Figura 24:** Resíduos descartados às margens de trecho no médio curso do córrego São José



Fonte: Alves, 2023

Conhecer os aspectos fisiográficos é de importância ímpar para os estudos geográficos, pois conhecer os elementos naturais associados às diferentes formas de apropriação e ocupação do relevo contribui na resolução de problemas ambientais e também em meios de evitá-los, que auxilia no planejamento urbano e ambiental.

### **6.3 Planejamento urbano e ambiental na bacia hidrográfica do córrego São José**

Diante da necessidade de utilizar os recursos naturais de uma bacia hidrográfica e considerando os problemas ambientais decorrentes dessa utilização, muitas vezes sem planejamento adequado, torna-se essencial adotar ações embasadas na capacidade de suporte do sistema ambiental e nas fragilidades naturais envolvidas. O planejamento tanto urbano quanto ambiental surge como uma alternativa viável para um melhor gerenciamento desses recursos, visando minimizar os impactos ambientais resultantes das atividades humanas.

A bacia hidrográfica do córrego São José está inserida como área de influência do Comitê da bacia hidrográfica dos afluentes mineiros do baixo Paranaíba (CBH PN3), criado em 2004, abrangendo os estados de Goiás e Minas Gerais. Uma das premissas fundamentais dos comitês de bacias é que a água é essencial em todos os aspectos da vida, e com a sua escassez, destruição gradual e poluição dos recursos hídricos, demandam um planejamento a gestão integrada, e a Lei 9.433/97 estabelece bases sólidas para consolidação.

A bacia hidrográfica do córrego São José é considerada uma bacia hidrográfica de pequeno porte, sendo necessário um olhar mais atento por parte do poder público municipal, visto que a área sofre com diversos impactos ambientais devido ao planejamento ineficiente. Com o planejamento urbano e ambiental é possível controlar e adequar o uso e ocupação da terra, além de proteger e conservar os recursos naturais, sendo estabelecidas por políticas públicas ambientais.

Ao se analisar a área de estudo constata-se a necessidade melhorias no sistema de drenagem urbano, que não consegue comportar o grande volume de água em períodos de chuvas intensas, ocasionando o alagamento das vias públicas, bem como a intensificação dos processos de enchentes e alagamentos em áreas de fundo de vale onde o canal fluvial está canalizado. Além do sistema de drenagem ineficiente, é importante a existência de vegetação, principalmente ao longo dos cursos d'água, pois exercem uma função protetora do solo, permitindo que a água da chuva infiltre, minimizando o escoamento superficial, bem como os processos erosivos e o assoreamento dos cursos d'água.

Com a finalidade de mitigar os impactos ambientais negativos na área de estudo foi elencado algumas sugestões de propostas de intervenção que podem compor o planejamento urbano e ambiental do município. Logo temos as seguintes propostas:

1. Aumento das áreas de infiltração da água da chuva. Isso pode ser feito por meio da implantação de mais áreas permeáveis, como por exemplo as áreas verdes (parques, canteiros, calçadas ecológicas, aumento da APP, praças, quintais das residências respeitando uma porcentagem significativa para infiltração das águas pluviais);
2. Campanhas educativas sobre educação ambiental e prevenção de riscos às enchentes, inundações e alagamentos para a população;
3. Redimensionamento do sistema de drenagem urbano para comportar as águas pluviais nos bairros e loteamentos já implantados e que possam ordenar adequadamente os novos loteamentos/bairros considerando a dinâmica dos processos naturais;
4. Implementar os novos loteamentos/bairros terrenos superiores a 12x30, calçadas ecológicas, áreas verdes permeáveis, proteção de APPs, quando houver, além de adequar o projeto arquitetônica considerando a forma do relevo e não o contrário.
5. Nas áreas rurais, que as propriedades implantem técnicas conservacionistas (mecânicas e edáficas) para proteger os solos e os cursos d' águas, além de proteger e recuperar nascentes e áreas de APPs e consolidar as reservas legais caso necessário;
6. Aplicar técnicas de conservação nas estradas rurais;
7. Recuperar as pastagens e áreas de cultivo que estão degradadas, principalmente por meio da instalação de técnicas de controle de sedimentos para evitar a erosão linear e laminar;
8. Implantar um plano de manejo para a Unidade de Conservação APA Goiabal, no sentido de mitigar os impactos decorrentes da perda de solo por erosão, queimadas urbanas (origem antrópica), desmatamento por meio do corte de espécies vegetais etc.

Vale ressaltar, que para a aplicação dessas propostas deve ser elaborado um estudo mais aprofundado da área, levando em consideração a relação entre sociedade e natureza, ou seja, as dinâmicas e características físicas da bacia juntamente com a forma de apropriação e ocupação que a área atravessa, sem deixar de considerar os impactos ambientais.

Assim, para um melhor planejamento urbano e ambiental na área de estudo é necessário um estudo ambiental completo, para que se possa compreender melhor a dinâmica natural da bacia e, deste modo, propor formas de se recuperar as áreas degradadas e evitar problemas



futuros. Destaca-se, que a metodologia empregada neste estudo pode ser utilizada como base para subsidiar o planejamento urbano-ambiental do município.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A paisagem de uma bacia hidrográfica pode apresentar uma variedade de características e elementos que, através de estudos geográficos/geomorfológicos, podem ser identificadas e interpretadas. Esses estudos frequentemente auxiliam os pesquisadores a compreender de maneira mais aprofundada a inter-relação entre os elementos gerados pelas dinâmicas da sociedade e da natureza, fornecendo respostas em relação aos efeitos dessa relação entre o ambiente e a intervenção humana.

O modo como o ser humano vem se apropriando e ocupando as áreas das bacias hidrográficas é preocupante, pois seu uso irregular resulta em impactos que, em muitos casos, são irreversíveis. Essa intervenção humana ocorre de maneira desordenada e não respeita os processos naturais do local, podendo gerar paisagens degradadas e ambientes instáveis, que são suscetíveis a ocorrências de impactos como erosões, alagamentos, inundações, enchentes, assoreamento de canais fluviais, entre outros.

A análise fisiográfica das bacias hidrográficas é uma importante ferramenta para o planejamento urbano e ambiental, uma vez que trabalha com as características físicas (clima, geologia, morfologia do relevo, dentre outros) e suas dinâmicas naturais. Deste modo, pode-se compreender como os processos hidrológicos de uma bacia funcionam e, com isso, definir meios para às tomadas de decisão dos gestores e melhores atuações dos diversos atores sociais com o meio ambiente.

A partir dos parâmetros morfométricos que caracterizam a forma da bacia, constatou-se que a área de estudo possui uma baixa tendência a ocorrência de enchentes e inundações, devido a sua forma mais alongada que favorece o escoamento superficial.

Em relação a rede de drenagem foi evidenciado um sistema de drenagem mediano e razoavelmente ramificado, considerado pouco eficiente. O grau de desenvolvimento do sistema de drenagem é considerado mediano, com respostas hidrológicas mais lentas, e canais com grau de ramificações que indicam um aprofundamento no canal, definindo um relevo bem dissecado. Além de uma média capacidade para gerar novos cursos d'água e baixo índice de sinuosidade.

Em relação as características do relevo foi possível concluir que a bacia possui amplitude altimétrica pequena, além de pouca declividade revelando um relevo suave ondulado com baixa susceptibilidade à ocorrência de processos erosivos, sendo o uso do solo mais indicado para a agricultura.

Se tratando da compartimentação do relevo foi realizado um mapeamento em escala de detalhe (escala de 1:60 000) que permitiu um entendimento mais aprofundado sobre a geomorfologia da área de estudo. Assim, foram destacadas áreas de topo, de vertentes, fundos

de vale, planícies aluviais e os relevos residuais tabuliformes, bem como feições geomofológicas como os tipos de vertentes (côncavas, convexas e retilíneas), as cabeceiras de drenagem, os divisores d'água, a rede hídrica e os fundos de vale em berço e em V. Este mapeamento evidenciou o relevo suave ondulado com baixas declividades destacado nos resultados dos parâmetros morfométricos, além de contribuir para um melhor entendimento sobre o processo de apropriação e ocupação da bacia hidrográfica.

A análise do uso e ocupação da terra na área da bacia hidrográfica mostra que 46% de suas terras foram urbanizadas o que modificou sua dinâmica. Assim, as áreas de agricultura e pastagem estão concentradas no alto curso do canal principal, contando com vegetação rasteira com gramíneas e presença de arbustos e atividades voltadas principalmente ao plantio de cana-de-açúcar e soja. Ainda constatou-se que parte da vegetação natural está contida ao longo dos cursos d'água, porém é considerada insuficiente, devido a sua retirada para expansão da área urbana e atividades de agropecuária que acabam causando a degradação do ambiente.

A partir de todos os dados fisiográficos levantados foi possível analisar como a apropriação e ocupação do relevo, sem considerar a morfodinâmica da bacia, provoca impactos negativos. Devido a impermeabilização do solo em razão da expansão urbana, a água das chuvas não consegue infiltrar no solo, intensificando o escoamento superficial, o que rompe com o equilíbrio dinâmico dos processos naturais da bacia hidrográfica, favorecendo episódios de alagamentos, inundações e enchentes na área urbana. Além disso, o manejo inadequado do solo em áreas de agricultura e pastagem, bem como a retirada da cobertura vegetal, favorece a formação e intensificação de processos erosivos e, posteriormente, os sedimentos oriundos das erosões e outros tipos de resíduos são carreados e se acumulam nos canais fluviais, causando seu assoreamento.

No fim, ressalta-se a importância da análise fisiográfica para subsidiar o planejamento urbano e ambiental para que o mesmo seja mais eficiente e considere as particularidades do município. Uma vez que o estudo das bacias hidrográficas deve-se tornar uma das prioridades do poder público, afim de prevenir e diminuir impactos ambientais negativos e também recuperar as áreas degradadas. Nesse sentido, nota-se a importância de um estudo mais aprofundado da bacia hidrográfica do córrego São José, que venha a subsidiar o planejamento urbano e ambiental do município, especialmente pelo avanço da expansão da malha urbana.

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. *Geomorfologia. Revista do Departamento de Geografia*. São Paulo, n° 18, p. 1-23, 1969.
- AB'SABER, A. N. Contribuição à Geomorfologia da área dos cerrados. IN: FERRI, M. G. (coord) **Simpósio sobre o cerrado: uso e manejo**. São Paulo: EPUSP, 1971. p-97-103.
- AB'SÁBER, A. N. O domínio dos cerrados: introdução ao conhecimento. **Revista do Serviço Público**, Brasília, v. 111, n. 4, p. 41-55, 1983.
- ALMEIDA, N. V. et al. Caracterização Fisiográfica da Bacia Hidrográfica do Riacho Desterro no Cariri e Alto Sertão Paraibano. In: VIII Simpósio Nacional De Geomorfologia, 8, 2010, Recife. **Anais [...]**. São Paulo: UGB, 2010. p. 1-12. Disponível em: <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/8/1/27.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2021.
- ALVES, J. M. de P.; CASTRO, P. de T. A. Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio do Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. **Revista Brasileira de Geociências**, [S.L.], v. 33, n. 2, p. 117-124, 2003. Disponível em: <https://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/9821>. Acesso em: 05 mar. 2023.
- ALVES, J. F. C. **Impactos Socioambientais e Monitoramento de Feição Erosiva no Parque do Goiabal - Município de Ituiutaba/MG**. 2017. 131 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2017.
- AMARAL, R. do; RIBEIRO, R. R. Inundações e Enchentes. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do (org.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. 3. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2015. Cap. 3. p. 39-52.
- ARAÚJO JUNIOR, A. A. et al. Diagnóstico físico conservacionista de 10 microbacias do Rio Capivara – Botucatu (SP), visando o uso racional do solo. **Irriga**, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 106-122, 17 ago. 2002. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/3072>. Acesso em: 23 mar. 2023.
- ARRAES, L. C.; BUENO, C. R. P.; PISSARRA, T. C. T. Estimativa da erodibilidade do solo para fins conservacionistas na microbacia do Córrego do Tijuco, SP. **Bioscience Journal**. v. 26. n. 6. Uberlândia, 2010. p. 849-857.
- AZEVEDO, P. V. de et al. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açú: trecho do estado do rio grande do norte. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 434-444, 27 fev. 2020. Companhia Brasileira de Produção Científica. <http://dx.doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2020.002.0039>. Disponível em: <https://www.sustenere.co/index.php/rica/article/view/CBPC2179-6858.2020.002.0039/1966>. Acesso em: 17 fev. 2021.
- BACK, Á. J. **Bacias hidrográficas: classificação e caracterização física (com o programa hidrobacias para cálculos)**. Florianópolis: Epagri, 2014. 162 p.

BACCARO, C. A. D. **Estudo dos processos geomorfológicos de escoamento pluvial em área de cerrado**. Tese (Doutorado em Geografia Física), FFCHL, Universidade de São Paulo, 1990.

BRAGHIROLI, T. L. P. **Implicações naturais e antrópicas responsáveis pelo desencadeamento de feições erosivas no Parque do Goiabal em Ituiutaba (MG)**. 2017. 171 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2017.

BARCELOS, J.H. **Reconstrução paleográfica da sedimentação do Grupo Bauru baseada na sua redefinição estratigráfica parcial em território paulista e no estudo preliminar fora do Estado de São Paulo**. 1984. (Tese de livre Docência). Instituto Geociencia e ciências exatas, universidade estadual paulista, Rio claro, 1984.

BATEZELLI, A. **Análise da sedimentação cretácea no Triângulo Mineiro e sua correlação com áreas adjacentes**. Rio Claro, 2003. 183 p. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

BERNARDES, J.A.; FERREIRA, F.P.M. Sociedade e natureza. In: CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. (Orgs.). **A questão ambiental: diferentes abordagens**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 10. ed. São Paulo: Ícone, 2018. 355 p.

BISTRICHI, C. A. et al. **Mapa geológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: SICCT/Pró-Minério/DCET- Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 1981. Escala 1:500.000, v. 1 e 2, 126 p.

BOCCATO, V. R. C. Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. **Rev. Odontol. Univ. Cidade São Paulo**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 265-274, 2006.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (orgs.). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. Cap. 6. p. 153 –192.

BOTELHO, R. G. M. Bacias Hidrográficas Urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (org.). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. Cap. 3. p. 71-116.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015. Cap. 8. p. 269-300.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução do CONAMA no 01/86, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre o Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/16938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm). Acesso em: 23 out. de 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o

inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

CARVALHO, A. T. F.; SILVA, O. G. da; CABRAL, J. J. da S. P. Efeitos do revestimento de canal e impermeabilização do solo à dinâmica de inundação do rio Arrombados - PE.

**Geociências**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 76-88, jan. 2017. Disponível em:

[https://www.revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/36/volume36\\_1\\_files/36-1-artigo-06.pdf](https://www.revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/36/volume36_1_files/36-1-artigo-06.pdf). Acesso em: 02 abr. 2023.

CASSETI, V. **Ambiente e Apropriação do Relevo**. 2. ed. São Paulo: Editora Contexto, 1995. 147p.

CASSETI, Valter. **Geomorfologia**. [S.l.], 2005.

CHAVES, L. D. **Produção do espaço urbano e mercado imobiliário**: a oferta de terrenos não edificados e imóveis residenciais urbanos em Ituiutaba (MG). 2016. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2016.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: HUCITEC: Universidade de São Paulo, 1979. 106p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980. 189p.

CHORLEY, R. Geomorphology and general systems theory. U.S. **Geological Survey Professional Paper**, v. 500-B, p. 1-10, 1962.

COELHO, M. C. N. Impactos ambientais em áreas urbanas: teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (org.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. Cap. 1. p. 19-45.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de Encostas na Interface com a Geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (Org.). **Geomorfologia**: uma atualização de base e conceitos. 14. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 93-148, 2018.

CORSI, A. C. **Compartimentação Morfoestrutural da Região do Triângulo Mineiro (MG)**: Aplicado A exploração de Recurso Hídrico Subterrâneos. Rio Claro – SP: Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2003. 254 p.

COSTA, Rildo Aparecido. Análise Biogeográfica do Parque Municipal do Goiabal em Ituiutaba-MG. **Caderno Prudentino de Geografia**. Presidente Prudente, n.33, v.1, p.68-83, jan./jul.2011.

COSTA, R. A.; MARTINS, F. P. Impactos e riscos ambientais urbanos em Ituiutaba-MG. In: PORTUGUEZ, A. P.; MOURA, G. G.; COSTA, R. A. (Org) **Geografia do Brasil Central**: Enfoque Teórico e Particularidades Regionais. Uberlândia: Assis, 2011. p. 355-378.

COUTINHO, L.M. **O conceito de cerrado**. Rev. Bras. Bot. 1(1):17-23. 1978.

CUNHA, S. B. da. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (org.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 14. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2018. Cap. 5. p. 211-252.

CUNHA, C. M. L. da; QUEIROZ, D. S. A cartografia geomorfológica de detalhe: uma proposta visando à multidisciplinaridade. **Revista CLIMEP – Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 7, n. 1-2, p. 22-45, 2012. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/view/5339>. Acesso em: 28 abr. 2023

CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (org.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 13. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2017. Cap. 7. p. 337-379.

DAVIS, W. M. The Geographical Cycle. **The Geographical Journal**, v. 14, p.481-504, 1899.

DEL GROSSI, S. R. **De Uberabinha a Uberlândia**. Os caminhos da natureza – Contribuição ao Estudo da Geomorfologia Urbana. Tese (Doutorado em Geografia), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP, São Paulo, 1991.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos**. Rio de Janeiro:1979. 83p. (Embrapa-SNLCS. Micelânea, 1).

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Agencia de informação Embrapa: Bioma Cerrado. Latossolos, 2019. Disponível [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01\\_96\\_10112005101956.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_96_10112005101956.html). Acesso em 12 abr. 2023

FAUSTINO, J. **Planificación y gestión de manejo de cuencas**. Turrialba: CATIE, 1996. 90p.

FERREIRA, L. de F. **Programa Minha Casa Minha Vida em Ituiutaba (MG): uma análise dos conjuntos habitacionais Buritis, Canaã I e Canaã II**. 2013. 90f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Faculdade de Ciências Integradas do Pontal, Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2013.

FITZ, P. R. **Cartografia básica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008

GASPARI, F. J. et al. **Elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas**. La Plata: Universidad Nacional de La Plata, 2013. 188p.

GOMES, L. A. et al.: Levantamento de reconhecimento de média intensidade e aptidão agrícola dos solos do Triângulo Mineiro. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos**. Rio de Janeiro, 1982. 526 p.

GOMES, R. C.; BIANCHI, C.; OLIVEIRA, V. P. V. de. Análise da multidimensionalidade dos conceitos de bacia hidrográfica. **Geographia**, Niterói, v. 23, n. 51, p. 1-17, 25 ago. 2021.. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/geographia/article/view/27667>. Acesso em: 10 jan. 2023.

GUIMARÃES, A. S.; FRATARI, M. F.; QUEIROZ, A. T. de. Análise termo-higrométrica de Ituiutaba – MG. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 1, n. 5, p. 395-402, 2012. Edição Especial. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/download/a/2195/#:~:text=J%C3%A1%20no%20que%20diz%20respeito,com%2023%2C2%C2%B0C>. Acesso em: 18 jun. 2021.



GUERRA, A. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 8. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 446 p.

GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. do C. O. **Processos Erosivos e Recuperação de Áreas Degradadas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013, 193 p.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (org.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 13. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2017. 396 p.

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

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ituiutaba (MG). In: **Enciclopédia dos municípios brasileiros**. v. 25. Rio de Janeiro: IBGE, 1959. p. 304-309

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Município de Ituiutaba. Censo 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/ituiutaba/panorama>. Acesso em: 30 abr. 2023.

KARMANN, I. Ciclo da água: água subterrânea e sua ação geológica. In: TEIXEIRA, W. (Org.). **Decifrando a terra**. São Paulo: Oficina de Texto, 2001. p. 116-166.

LACOSTE, Y. A pesquisa e o trabalho de campo: um problema político para pesquisadores, estudante e cidadãos. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 84, p. 77-82, jul. 1985. Disponível em: [http://www.uel.br/cce/geo/didatico/omar/pesquisa\\_geografia\\_fisica/BPG84\\_Pesquisa.pdf](http://www.uel.br/cce/geo/didatico/omar/pesquisa_geografia_fisica/BPG84_Pesquisa.pdf). Acesso em: 21 mar. 2023.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LANA, C. E.; ALVES, J. M. de P.; CASTRO, P. de T. A. Análise morfométrica da bacia do Rio do Tanque, MG - Brasil. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 54, n. 2, p. 121-126, jun. 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rem/a/ZdVsdMXsxTZ4ZzjNkG6Jmqh/?lang=pt>. Acesso em: 23 jul. 2021

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2010. 216 p.

LIMA, V. **A sociedade e a natureza na paisagem urbana**: análise de indicadores para avaliar a qualidade ambiental. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. 2013. 358 p.

LIMA, P. Q. **Viabilidades de restauração das fitofisionomias em paisagens fragmentadas na bacia do Rio São Bento, sudeste goiano**. 2014. 100 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão, Catalão, 2014.

LIMBERGER, L. Abordagem sistêmica e complexidade na geografia. **Geografia**, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 95-109, 2010. Disponível em:

<https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/6590>. Acesso em: 23 mar. 2023.

LOLLO, J. A. **O uso da técnica de avaliação do terreno no processo de elaboração do mapeamento geotécnico: sistematização e aplicação na quadrícula de Campinas**. 1995. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995.

LORANDI, R.; CANÇADO, C. J. Parâmetros Físicos para Gerenciamento de Bacias Hidrográficas. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (ed.). **Conceitos de Bacias Hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus: Editus - Editora da UESC, 2002. p. 37-65

MACEDO, F. L. de; PEDRA, W. N.; MELLO JÚNIOR, A. V. Caracterização fisiográfica da sub-bacia do riacho Jacaré – SE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.L.], v. 3, n. 3, p. 163-169, jan. 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/232654/26667>. Acesso em: 09 fev. 2021.

MACHADO, R. A. S. et al. Análise morfométrica de bacias hidrográficas como suporte a definição e elaboração de indicadores para a gestão ambiental a partir do uso de geotecnologias. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15, 2011, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: INPE, 2011. p. 1441-1448.

MACHADO, P. J. de O.; TORRES, F. T. P. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 178 p.

MENDES, P. C.; QUEIROZ, A. T. de. Caracterização climática do Município de Ituiutaba-MG. In: PROTUGEZ, A. P.; MOURA, G. G.; COSTA, R. A. (Org) **Geografia do Brasil Central: Enfoque Teórico e Particularidades Regionais**. Uberlândia: Assis, 2011. p. 333-354.

MARTINS, F. P.; COSTA, R. A. A Compartimentação do relevo como subsídio aos estudos ambientais no município de Ituiutaba-MG. **Revista Sociedade e Natureza**. v. 26. n. 2. Uberlândia, 2014. p. 317-331.

MILANI, E. J. et al. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da PETROBRÁS**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 265-287, maio/nov. 2007.

MILLER, V. C. A quantitative geomorphology study of drainage basin characteristic in the Clinch Mountain area, Virginia and Tennessee. **Technical Report**, New York: Columbia University, Department of Geology, n. 3, 1953, 30p.

MOLLE, François. River-basin planning and management: the social life of a concept. **Geoforum**, [S.L.], v. 40, n. 3, p. 484-494, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016718509000311>. Acesso em: 28 fev. 2023.

MOURA, N. S. V. A urbanização brasileira e a qualidade ambiental. In: SUERTEGARAY, D. M. A; BASSO, L. A; VERDUM, R (Org.). **Ambiente e lugar no urbano: a grande Porto Alegre**. Porto Alegre, Editora UFRGS, 2000. p.47-63.

MOURA, G. G.; DAMASCENO, I. A. Ituiutaba (MG): reflexos das condições sociais e da habitação na (re)estruturação urbana da cidade. In: PORTUGUEZ, A. P.; MOURA, G. G.;

COSTA, R. A. (Org) **Geografia do Brasil Central: Enfoque Teórico e Particularidades Regionais**. Uberlândia: Assis, 2011. p. 379-407.

NASCIMENTO, P. A. G. do; MELO, N. A. de. Ituiutaba(MG): os agentes econômicos e a (re)estruturação da cidade na rede urbana regional. **Horizonte Científico**, S.L, v. 4, n. 1, p. 1-35, 2010. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/horizontecientifico/article/view/4431>. Acesso em: 29 abr. 2023.

NASCIMENTO, F. R. do. **Degradação Ambiental no Nordeste Brasileiro: O contexto da bacia hidrográfica do rio Acaraú – Ceará**. 2006. 340f. Tese (Doutorado em Geografia), UFF, 2006.

NASCIMENTO, A. F. do et al. **Caracterização Geoambiental em Áreas com Barragem Subterrânea no Semiárido Brasileiro**. Embrapa Solos UEP, Recife, 2015.

OLIVEIRA, B. S. de. **Ituiutaba (MG) na rede urbana tijuana: (re)configurações sócio-espaciais no período de 1950 a 2003**. 2003. 204f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.

OLIVEIRA, J. C. de. **Conceitos de cartografia: xiv curso de uso escolar de sensoriamento remoto no estudo do sensoriamento remoto no estudo do meio ambiente**. 2011. Disponível em: <[http://www.dsr.inpe.br/vcsr/files/Apres\\_Cartografia.pdf](http://www.dsr.inpe.br/vcsr/files/Apres_Cartografia.pdf)>. Acesso em: 01 mai 2019.

OLIVEIRA, H. C. M. de. **Urbanização e cidades: análises da microrregião de Ituiutaba (MG)**. 2013. 431f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

OLIVEIRA, A. A. G. de. **A utilização de anaglifos aplicado ao mapeamento geomorfológico: o caso do relevo residual "serra do corpo seco"**. 2019. 92 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2019.

PASSOS, M. M. A. **Raia Divisória: geossistema, paisagem e eco-história**. v. 1. Maringá: Eduem, 2006.

PEDRO, L. C.; NUNES, J. O. R. A Relação entre processos morfodinâmicos e os desastres naturais: uma leitura das áreas vulneráveis a inundações e alagamentos em Presidente Prudente - SP. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 2, p. 81/5-96, 2012.

PEDRO MIYAZAKI, L. C. **Dinâmicas de apropriação e ocupação em diferentes formas de relevo: análise dos impactos e da vulnerabilidade nas cidades de presidente prudente/sp**. 2014. 265 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/132172/000854377.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2023.

PEDRO MIYAZAKI, L. C. Espacialização dos compartimentos geomorfológicos de parte da área urbana de Ituiutaba-MG. In XVIII Encontro Nacional de Geógrafos. 13, 2016, São Luís. **Anais [...]** São Luís: UFMA, 2016. p. 1 – 13. Disponível em: [http://www.eng2016.agb.org.br/resources/anais/7/1468242925\\_ARQUIVO\\_Trabalhocomplet\\_o\\_LEDA-ENG.pdf](http://www.eng2016.agb.org.br/resources/anais/7/1468242925_ARQUIVO_Trabalhocomplet_o_LEDA-ENG.pdf). Acesso em: 18 jun. 2021.

PEDRO MIYAZAKI, L.C. Elaboração da carta de compartimentação geomorfológica para estudo do relevo na área urbana de Ituiutaba (MG). **Espaço em Revista**, v. 19, p. 1-20, 2017.

PEDRO MIYAZAKI, L. C.; BENTO, L, C, O. O relevo residual “Serra do Corpo Seco” e o seu potencial como patrimônio geomorfológico do município de Ituiutaba/MG. In XII Simpósio Nacional de Geomorfologia (SINAGEO). 12, 2018, Crato. **Anais [...]**, 2018. Disponível em: <https://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/5/5-285-467.html>. Acesso em: 20 mai. 2023.

PEDRO MIYAZAKI, L. C.; VENCESLAU, F. R. Caracterização geomorfométrica aplicadas aos estudos sobre a morfodinâmica da bacia hidrográfica do córrego São José- Município de Ituiutaba-MG. **Revista Caminhos de Geografia**. Uberlândia, v. 21, n. 76, p. 285-305, 2020. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/53838/29572>. Acesso em: 20 fev. 2021

PEDRO MIYAZAKI, L. C.; OLIVEIRA, A. A. G. de. Anáglifo, fotointerpretação e imagens do Google Earth como alternativa para elaboração do mapeamento geomorfológico da Serra do Corpo Seco- Ituiutaba-MG (Brasil). **Physis Terrae - Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente**, [S.L.], v. 2, n. 2, p. 43-65, 2021. Disponível em: <https://revistas.uminho.pt/index.php/physisterrae/article/view/2978/3235>. Acesso em: 13 abr. 2023.

PISSARRA T. C. T. et al. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da Bacia Hidrográfica do Córrego Rico, Jaboticabal (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.2, p. 297-305, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/P8xymTtRbpgp846w7qGJzSj/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 15 mar. 2023

PRADO, V. G.; LOBODA, C. R. Os usos e não usos dos espaços públicos na cidade de ituiutaba (MG). **Revista Georaguai**, [S. l.], v. 1, n. 2, 2011. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/4802>. Acesso em: 29 abr. 2023.

ROCHA, M. R. et al. Mapeamento Geomorfológico do Triângulo Mineiro. In: **8º Encuentro de Geógrafos de América Latina**. Santiago: Universidad de Chile, 2001.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 9. ed. São Paulo: Contexto, 2012. 89 p.

ROSS, J. L. S. Bacia Hidrográfica: unidade de análise integrada. In: MORATO, R. G. et al (org.). **Análise Integrada em bacias hidrográficas: estudos comparativos com distintos usos e ocupação do solo**. São Paulo: FFLCH/ USP, 2019. Cap. 1. p. 27-44.

SÁ JÚNIOR, A. de. **Aplicação da classificação de Köppen para o zoneamento climático do Estado de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2009. 101 p.: il. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 911 p.

SANTANA, D.P. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 63p.

SANTOS, G. F. dos; PINHEIRO, A. Transformações Geomorfológicas e Fluviais Decorrentes da Canalização do Rio Itajaí-Açu na Divisa dos Municípios de Blumenau e Gaspar (SC). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 1-9, 2002. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/10/8>. Acesso em: 06 jun. 2023.

SANTOS, L. dos; BACCARO, C. A. D. Caracterização Geomorfológica da Bacia do Rio Tijuco. **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v.5, n. 11, p. 21,2004.

SANTOS, A. P. **Análise integrada do espaço geográfico: fragilidade ambiental do parque estadual do jaraguá e seu entorno**. 2019. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: [https://repositorio.usp.br/directbitstream/48768ff3-eb7c-405f-862b-85add974fc19/2019\\_AlinePamelaSantos.TGI.pdf](https://repositorio.usp.br/directbitstream/48768ff3-eb7c-405f-862b-85add974fc19/2019_AlinePamelaSantos.TGI.pdf). Acesso em: 20 mar. 2023

SCHMITT, A.; MOREIRA, C. R. Manejo e gestão de bacia hidrográfica utilizando o software gratuito Quantum-GIS. **Revista Cultivando O Saber**, Paraná, v. 8, Edição Especial, p. 119-131, 2015. Disponível em: [https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando\\_o\\_saber/566ec59f31e47.pdf](https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/566ec59f31e47.pdf). Acesso em: 20 fev. 2021.

SILVA, J. M. de O. **Análise integrada na bacia hidrográfica do Rio Pirangi-CE: subsídios para o planejamento ambiental**. 2012. 271 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012. Disponível em: [https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/7972/1/2012\\_tese\\_jmosilva.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/7972/1/2012_tese_jmosilva.pdf). Acesso em: 05 mar. 2023.

SILVEIRA, A. L. L. da. Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. (org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: Editora Universidade/UFRGS: ABRH, 2001. 944p.

SILVEIRA, R. B. **Inundações e alagamentos no município de Itapoá-SC: impactos socioambientais nas áreas urbanas, o caso de 2008**. 2013. 120 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

SIQUEIRA, H. E. et al. Análise morfométrica e definição do potencial de uso do solo da microbacia do rio Veríssimo, Veríssimo - MG. **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 15, n. 8, p. 2236-2246, nov. 2012. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2012b/engenharias/analise%20morfometrica.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2021.

SOUZA, *et al.* Variações Pluviométricas no Triângulo Mineiro-MG. **Revista Geonordeste**. Ano XX, n. 2, p. 180-201, 2009. Disponível em: <https://seer.ufs.br/index.php/geonordeste/article/view/2462/2144>. Acesso em: 22 abr. 2023.

SOUZA, M. L. de. **Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 556 p.

SOUSA, F. A.; RODRIGUES, S. C. Aspectos morfométricos como subsídio ao estudo da condutividade hidráulica e suscetibilidade erosiva dos solos. **Mercator**, Fortaleza, v. 11, n. 25, p. 141-151, 2012.

STRAHLER, A. N. Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. **Transactions, American Geophysical Union**, Washington, v.38, n. 6, p. 913-920, 1957.

STRAHLER, A. N. **Geografia Física**. Barcelona: Ediciones Omega, 1982. 767 p.

SUERTEGARAY, D. M. A. Pesquisa de Campo em Geografia. **GEOgraphia**, v. 4, n. 7, p. 1-4, 2009.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O Conceito de Bacia Hidrográfica e a Importância da Caracterização Morfométrica para o Entendimento da Dinâmica Ambiental Local. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, Araraquara, v. 11, n. 1, p. 137-156, 2007.

TONELLO, K. C. **Análise Hidroambiental da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães**. Viçosa, Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa, 2005.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. 91 p.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, IEA-USP, v. 22, n. 63, p. 7-16, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/7gyMPtTzfkYfWwsMHqVLTqm/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 08 mar. 2023.

VENCESLAU, F. R.; PEDRO MIYAZAKI, L. C. Processos, análises e gestão de bacias hidrográficas em ambientes urbanos: o caso do córrego São José – Ituiutaba/MG. In: **Revista Geografia em Atos** (Geoatos online), v. 02, n. 09, p. 71-92, 2019.

VENCESLAU, F. R. **Caracterização dos meios morfodinâmicos na bacia hidrográfica do córrego São José - Ituiutaba/MG**. 2020. 220 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Instituto de Ciências Humanas do Pontal, Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/31551>. Acesso em: 15 dez. 2022.

VIGOLO, M.; BRENDA, B.; BORTOLIN, T. A. Estudo fisiográfico da sub-bacia pertencente à bacia do Rio Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo, Rio Grande do Sul. **Acta Brasiliensis**, Paraíba, v. 3, n. 2, p. 63-68, maio 2019. Disponível em: <http://revistas.ufcg.edu.br/ActaBra/index.php/actabra/article/view/187>. Acesso em: 09 fev. 2021.

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