

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Instituto de Geociências**  
**Programa de Pós-Graduação em Geologia**

Icaro Assis Cruz

**INFLUÊNCIAS E PRESSÕES ENTRE O CONTEXTO HÍDRICO-CÁRSTICO E OS  
PROCESSOS ANTRÓPICOS: uma abordagem holística das interações  
sistêmicas entre a sociedade e o contexto geológico na cidade de Sete Lagoas  
- MG e seus desdobramentos**

Belo Horizonte  
2024

Icaro Assis Cruz

**INFLUÊNCIAS E PRESSÕES ENTRE O CONTEXTO HÍDRICO-CÁRSTICO E OS  
PROCESSOS ANTRÓPICOS: uma abordagem holística das interações  
sistêmicas entre a sociedade e o contexto geológico na cidade de Sete Lagoas  
- MG e seus desdobramentos**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geologia.

Orientador(a): Prof. Dr. Paulo Henrique Ferreira Galvão

Coorientador(a): Prof. Dr. Sérgio Ricardo da Mata

Belo Horizonte

2024

C957i  
2024

Cruz, Icaro Assis.

Influências e pressões entre o contexto hídrico-cárstico e os processos antrópicos [manuscrito] : uma abordagem holística das interações sistêmicas entre a sociedade e o contexto geológico na cidade de Sete Lagoas-MG e seus desdobramentos / Icaro Assis Cruz. – 2024.

70 f., enc. il. (principalmente color.)

Orientador: Paulo Henrique Ferreira Galvão.

Co-orientador: Sérgio Ricardo da Mata.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2024.

Bibliografia: f. 66-70.

1. Hidrogeologia – Teses. 2. Carste – Minas Gerais – Teses. 3. Aquíferos – Sete Lagoas (MG) – Teses. 5. Impacto ambiental – Teses. 5. Sustentabilidade – Teses. I. Galvão, Paulo. II. Mata, Sérgio da. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. III. Título.

CDU: 556.3(815.1)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA DO IGC/UFMG



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Influências e pressões entre o contexto hidrico-cárstico e os processos antrópicos: Uma abordagem holística das interações sistêmicas entre a sociedade e o contexto geológico na cidade de Sete Lagoas - MG e seus desdobramentos**

### ÍCARO ASSIS CRUZ

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em GEOLOGIA (PPGeol), do Instituto de Geociências (IGC), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), como **REQUISITO PARCIAL** para obtenção do grau de Mestre em GEOLOGIA, área de concentração GEOLOGIA ECONÔMICA E APLICADA, pelo Programa de Pós-graduação em Geologia do IGC/UFMG.

Aprovada em 21 de novembro de 2024, pela banca constituída pelos membros:

Prof(a). Dr(a). Paulo Henrique Ferreira Galvão – Orientador(a)

UFMG

Documento assinado digitalmente

gov.br

SERGIO RICARDO DA MATA  
Data: 23/11/2024 12:56:23 -0300  
verifique em <https://validar.ufmg.br>

Prof(a). Dr(a). Sergio Ricardo da Mata  
UFOP

Documento assinado digitalmente

gov.br

PAULO DE TAISSO AMORIM CASTRO  
Data: 23/11/2024 15:42:15 -0300  
verifique em <https://validar.ufmg.br>

Prof(a). Dr(a). Paulo de Taisso Amorim Castro  
UFOP

Documento assinado digitalmente

gov.br

MARIANA BARBOSA TIMO  
Data: 22/11/2024 07:12:37 -0300  
verifique em <https://validar.ufmg.br>

Dr(a). Mariana Barbosa Timo  
Spelayon Consultoria

Belo Horizonte, 21 de novembro de 2024.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, antes de mais nada, pela oportunidade de compartilhar da existência junto de pessoas tão iluminadas: à minha família, toda a minha eterna gratidão. Aos meus avós dona Luzia e sô Chico pela fonte de todas as boas virtudes e por me proporcionarem um lar de acolhimento no interior, onde aprendi amar a natureza e a me conectar com o mundo ao meu redor. Aos meus pais, tios(as), meu primo Pedro e meu irmãozinho Gabriel: a vocês todo o meu coração e o meu amor incondicional.

Ao meu professor orientador Paulo Galvão por sempre ter acreditado em mim, pela amizade e companheirismo e por todo o incentivo para que eu me tornasse, mais do que um aluno, um ser humano cada vez melhor. Ao meu coorientador Sérgio da Mata por topou entrar nessa discussão e por todas as aprendizagens e conhecimentos transmitidos, sempre estimulantes e inspiradores.

Agradeço à Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) pelo ensino público de qualidade e sobretudo ao Instituto de Geociências (IGC) e ao Programa de Pós-Graduação em Geologia (PPGEOL) pelo compromisso com a educação e com a ciência. Ao querido William, sempre solícito em contribuir com os alunos da pós-graduação. À CAPES pela concessão da bolsa de estudo e pela valorização dos cientistas brasileiros.

Agradeço também pela transformadora oportunidade de integrar o corpo de pesquisadores do Laboratório de Estudos Hidrogeológicos (LEHID) do Centro de Pesquisas Professor Manoel Teixeira da Costa (CPMTC) e por fazer parte do projeto “Estudo Hidráulico entre a Lagoa Grande e o Aquífero Cárstico: Proposta de uma Gestão Hídrica Subterrânea no Município de Sete Lagoa (MG)”. A convivência com grandes cientistas (e amigos) proporciona sempre trocas enriquecedoras, portanto sou grato sobretudo aos meus camaradas Bob, Wendy, Rejeito e principalmente ao meu “irmão mais velho” Smigol por toda a caminhada (sempre juntos e inseparáveis, felizes e saudáveis) e por ter me apresentado ao mundo das (geo)ciências e por incentivar, cativar e inspirar em mim sempre o melhor: this is the way!

Por fim, mas não menos importante, agradeço a cada sete-lagoano(a) que participou, direta ou indiretamente, para a construção deste trabalho sobre a cidade e o povo. Assim como o texto sugere, este é um compilado de saberes coletivos, construído por muitas mãos e por muitas cabeças e que contém a energia de muitas pessoas. Obrigado a cada um de vocês! Desejo uma boa leitura do trabalho.

“Se enxerguei mais longe, foi por estar sobre os ombros de gigantes.”  
(NEWTON, 1676)

## RESUMO

Este estudo propõe uma análise holística das interações entre processos antrópicos e naturais em Sete Lagoas, Minas Gerais, enfatizando os impactos socioambientais do desenvolvimento urbano e industrial sobre um contexto geológico cárstico. A partir de uma pergunta central que busca entender como os processos naturais, especialmente aqueles relacionados ao contexto hídrico-cárstico, influenciam e são influenciados pela ocupação humana no território em questão e pelo desenvolvimento urbana, o trabalho se debruça sobre os desdobramentos desta relação mútua de pressões entre sociedade e meio ambiente. Para tanto, a pesquisa adota uma abordagem interdisciplinar que integra as ciências humanas e as ciências da terra, utilizando métodos de análise de dados técnico-científicos, levantamentos históricos e socioculturais e a correlação dessas informações para construir uma visão dialógica. Este diálogo entre conhecimento científico e saberes populares busca explorar as percepções locais acerca da exploração dos recursos naturais e as implicações do uso e ocupação da terra em um contexto cárstico, reconhecendo as limitações e desafios de uma convivência sustentável entre homem e natureza. Os resultados indicam que a interação entre o desenvolvimento urbano e o ambiente cárstico gera um sistema de pressões mútuas: enquanto o carste influencia no processo de ocupação territorial, o desenvolvimento urbano impõe uma sobrecarga no carste, intensificando a exploração dos recursos naturais de modo insustentável. Esse desequilíbrio contribui para a intensificação de problemas geológicos e compromete a qualidade de vida dos moradores, interferindo diretamente na dinâmica ambiental local. Observou-se também que, apesar de a população ter uma percepção intuitiva de sua participação neste sistema, ainda é limitada a compreensão mais ampla da interdependência entre sociedade e meio ambiente. A pesquisa conclui que o conhecimento científico deve ultrapassar os limites acadêmicos, promovendo um diálogo efetivo com a comunidade e instituições locais, de modo a fomentar práticas de sensibilização ambiental e incentivar compromissos de sustentabilidade entre setores públicos e privados. A valorização de perspectivas diversas pode ser uma via promissora para promover uma relação mais equilibrada e sustentável entre a sociedade e o meio ambiente.

Palavras-chave: Sete Lagoas; carste; sociedade; meio ambiente; sustentabilidade.

## **ABSTRACT**

This study proposes a holistic analysis of the interactions between anthropogenic and natural processes in Sete Lagoas, Minas Gerais, emphasizing the socio-environmental impacts of urban and industrial development on a karst geological context. Centered on a key question that seeks to understand how natural processes, especially those related to the hydrological-karstic context, influence and are influenced by human occupation in the territory and urban development, this work delves into the mutual pressures between society and the environment. To achieve this, the research adopts an interdisciplinary approach that integrates human sciences and earth sciences, using technical-scientific data analysis methods, historical and sociocultural surveys, and the correlation of this information to construct a dialogic perspective. This dialogue between scientific knowledge and local wisdom aims to explore local perceptions regarding the exploitation of natural resources and the implications of land use in a karst context, recognizing the limitations and challenges of achieving sustainable coexistence between humans and nature. The results indicate that the interaction between urban development and the karst environment generates a system of mutual pressures: while the karst influences the territorial occupation process, urban development imposes a burden on the karst, intensifying the exploitation of natural resources unsustainably. This imbalance contributes to the intensification of geological issues and compromises residents' quality of life, directly interfering with the local environmental dynamics. It was also observed that, despite the population having an intuitive perception of its participation in this system, a broader understanding of the interdependence between society and the environment remains limited. The research concludes that scientific knowledge should transcend academic boundaries, promoting an effective dialogue with the local community and institutions to foster environmental awareness practices and encourage sustainability commitments among public and private sectors. Valuing diverse perspectives may be a promising path to promoting a more balanced and sustainable relationship between society and the environment.

**Keywords:** Sete Lagoas; karst; society; environment; sustainability.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.....  | 11 |
| Figura 2 – Área cárstica e as suas características .....   | 15 |
| Figura 3 – Mapa geológico da área de estudos .....   | 18 |
| Figura 4 – Mapa hidrogeológico da área de estudos .....  | 18 |
| Figura 5 – Mapa da malha urbana e feições hídrico-cársticas .....  | 24 |
| Figura 6 – Fluxograma das atividades.....  | 25 |
| Figura 7 – Gráfico comparativo entre dados econômicos e escolaridade .....                               | 30 |
| Figura 8 – Mapa de uso e ocupação e mapa hidrogeológico .....  | 32 |
| Figura 9 – Nuvem de palavras dos problemas associados a água.....  | 33 |
| Figura 10 – Diagrama para a conceitualização de aquífero .....   | 37 |
| Figura 11 – Mapa dos bairros e problemas de abastecimento e mapa hidrogeológico .....                    | 38 |
| Figura 12 – Índices de demografia em Sete Lagoas ao longo dos anos .....                                 | 39 |
| Figura 13 – Mapa comparativo do crescimento da malha urbana de Sete Lagoas ao longo dos anos .....       | 41 |
| Figura 14 – Mapa comparativo com sobreposição dos anos de 1939 e 2023 .....                              | 41 |
| Figura 15 – Trincas e rachaduras em casas e comércio pela cidade .....                                   | 42 |
| Figura 16 – Vegetação, rochas e estruturas do Parque da Cascata em estado de abandono .....              | 45 |
| Figura 17 – Diferentes atividades realizadas pela eBRe em Sete Lagoas .....                              | 49 |
| Figura 18 – Edificação voltada para a educação ambiental em estado de abandono no Parque da Cascata..... | 50 |
| Figura 19 – Buraco do Cecé, no bairro Santa Luzia .....  | 57 |
| Figura 20 – Os Sete-lagoanos .....   | 62 |

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....  | <b>10</b> |
| <b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....   | <b>14</b> |
| 2.1 Contextualização hidrogeológica do aquífero cárstico de Sete Lagoas .....  | 17        |
| 2.2 Contextualização histórica da ocupação da região de Sete Lagoas .....  | 20        |
| <b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....   | <b>25</b> |
| 3.1 Levantamento de dados bibliográficos e geoespaciais .....  | 25        |
| 3.1.1 Levantamento de dados técnico-científico .....   | 25        |
| 3.1.2 Levantamento histórico-cultural .....  | 26        |
| 3.1.3 Análise bibliográfica teórica .....  | 26        |
| 3.2 Abordagem colaborativa e comunitária com a população de Sete Lagoas.....   | 26        |
| 3.2.1 Encontros, conversas e questionários .....   | 26        |
| 3.3 Pesquisa de campo e geoprocessamento .....   | 28        |
| 3.3.1 Ferramentas de geoprocessamento e SIG .....  | 28        |
| 3.4 Integração e análise dos dados .....   | 28        |
| <b>4 RESULTADOS</b> .....  | <b>29</b> |
| 4.1 Características gerais da população e da cidade de Sete Lagoas .....   | 29        |
| 4.2 Percepção da população sobre os recursos hídricos .....  | 31        |
| 4.3 Aspectos do meio físico na cultura e na sociedade .....  | 34        |
| 4.4 Conhecimento da população sobre o aquífero cárstico .....  | 36        |
| 4.5 Abastecimento de água .....  | 48        |
| 4.6 Impactos das atividades antrópicas nos carste .....  | 40        |
| 4.7 Patrimônio natural e cárstico de Sete Lagoas .....   | 43        |
| 4.8 Práticas sustentáveis .....  | 47        |
| 4.9 Demandas e necessidade de políticas de educação ambiental em Sete Lagoas .....   | 48        |
| <b>5 DISCUSSÕES</b> .....  | <b>52</b> |
| 5.1 Interações entre o carste e o desenvolvimento urbano: Uma ótica multidisciplinar voltada para a sustentabilidade ..... | 53        |
| <b>6 CONCLUSÕES RESULTADOS</b> .....   | <b>63</b> |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....   | <b>66</b> |

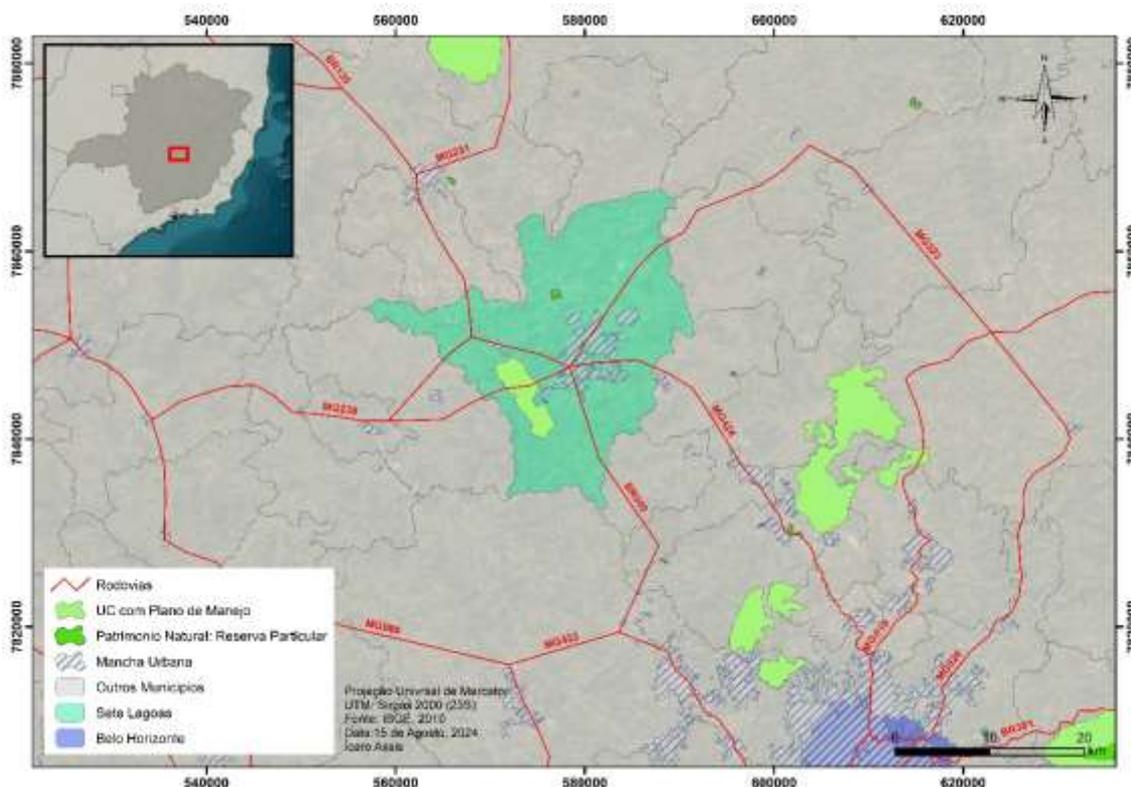
## 1 INTRODUÇÃO

A relação do ser humano com o meio físico é um processo complexo e dinâmico, marcado por uma constante interação entre a apropriação dos recursos naturais e a adaptação às características geográficas e ambientais. Esta interação tem sido fundamental para a formação das sociedades humanas, influenciando o desenvolvimento cultural, tecnológico e econômico de diferentes povos ao longo da história (referencia, ano).

Desde a antiguidade, seres humanos captam e utilizam a água subterrânea, proveniente dos aquíferos, que são formados pela infiltração da água da chuva através do solo e rochas, armazenando-se em camadas subterrâneas em grande quantidade (Tolman 1937). Os principais tipos de aquíferos consistem em: poroso, onde a água circula entre os poros das rochas/solos; fraturado, onde a água percorre por fraturas e falhas de rochas consolidadas; e cárstico, quando a água percola condutos/cavidades naturais em decorrência da dissolução e erosão de rochas carbonáticas, principalmente em calcários (Press, Frank et al. 2006). Dada a importância de compreender e manejar os aquíferos, a hidrogeologia é a ciência que estuda o comportamento dessas águas subterrâneas, além de sua relação com as águas superficiais, quanto a circulação, volume, armazenamento, distribuição, qualidade e cenários futuros de consumo, bem como formas mais adequadas e sustentáveis para as gestões dos recursos hídricos (Feitosa et al. 2008).

Localizada na região central de Minas Gerais, a cidade de Sete Lagoas, a cerca de 70 km ao norte de Belo Horizonte, integra a mesorregião Metropolitana da capital (Figura 1). Essa posição geográfica estratégica facilita o acesso a diversas áreas do estado e fomenta o desenvolvimento econômico e logístico do município, consolidando-o como um relevante polo regional

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo



Fonte: Elaborado pelo autor

A história de Sete Lagoas transmite um legado multifacetado que remonta ao período das bandeiras, no século XVII, quando os exploradores buscavam riquezas minerais. A ocupação humana nessa região, entretanto, é muito anterior, com vestígios arqueológicos de populações que habitaram o local há mais de 10 mil anos (PACHECO, 2023). Um marco significativo no crescimento demográfico e econômico da cidade ocorreu no final do século XIX, com a chegada da Estrada de Ferro Central do Brasil e a construção das oficinas ferroviárias em 1906, integrando Sete Lagoas às principais rotas comerciais de Minas Gerais (ANDRADE, 2006). No decorrer do século XX, a cidade consolidou-se como um importante polo industrial do estado, destacando-se nas atividades de extração e processamento de calcário, produção de ferro-gusa e laticínios. Esse crescimento industrial foi reforçado nas décadas de 1990 e 2000, quando a cidade atraiu investimentos de empresas multinacionais, ampliando ainda mais sua relevância econômica regional.

A geologia da região de Sete Lagoas, inserida no contexto do Cráton do São Francisco é caracterizada por um relevo cárstico desenvolvido em rochas carbonáticas da Formação Sete Lagoas, pertencentes ao Grupo Bambuí (Pessoa,

1996). O desenvolvimento da carstificação ocorre por meio da dissolução química das rochas carbonáticas em contato com a água infiltrante, gerando uma rede subterrânea complexa de condutos e cavidades que desempenham um papel fundamental no armazenamento e movimentação de água subterrânea, conforme destacado por Souza e Auler (2018).

Este comportamento geológico, associado a fatores hídricos, cria aquíferos de alta permeabilidade e condutividade hidráulica (Pessoa 1996), ressaltando a importância desses reservatórios para o abastecimento de água da região e destaca a sua extrema vulnerabilidade frente a atividades de captação intensiva.

Estudos recentes, como o de Galvão (2015) e Schuch (2022) revelam que as áreas urbanizadas de Sete Lagoas apresentam elevados riscos geotécnicos, incluindo subsidência e colapsos de solo. Essas áreas estão, em grande parte, localizadas sobre calcários da Formação Sete Lagoas, recobertos por sedimentos não consolidados, muitas vezes contidos em estruturas que limitam e direcionam o fluxo das águas subterrâneas.

O desenvolvimento econômico, urbano e industrial de Sete Lagoas demonstra relações com a geologia local, e sobretudo, com os recursos naturais, inicialmente pela proximidade com os recursos hídricos superficiais, como as lagoas e as nascentes e, posteriormente, pela captação de água subterrânea dos condutos cársticos. Essa conexão se reflete não apenas na toponímia da cidade e em marcos territoriais, como bairros, ruas e fazendas, alguns destes nomeados em referência às características paisagísticas (e conseqüentemente, cársticas) locais, mas também permeia o cotidiano dos moradores, que convivem com desafios como a escassez de água, tremores e surgimento de buracos pela cidade. Além disso, tais aspectos geológicos e hidrogeológicos também estão presentes no imaginário popular, traduzidos em lendas e mitos que reforçam a relação entre os sete-lagoanos e o ambiente natural que os cerca.

Esse contexto levanta questões sobre como a hidrogeologia cárstica influenciou no processo histórico de ocupação e transformação do território de Sete Lagoas, e como essa dinâmica está relacionada aos aspectos socioculturais do município e de sua população. A interação entre a paisagem natural e a ocupação humana demonstra um papel relevante no desenvolvimento urbano, social, cultural e econômico da região

Este estudo, parte do Projeto "Estudo Hidráulico entre a Lagoa Grande e o Aquífero Cárstico: Proposta de uma Gestão Hídrica Subterrânea no Município de Sete Lagoas (MG)", busca, por meio de uma abordagem multidisciplinar das ciências humanas e naturais, analisar as correlações entre o ser humano e o meio físico, a fim de compreender as dinâmicas de mutualidade dessa relação. O objetivo principal é investigar como fatores naturais e ambientais, especialmente os hidrogeológicos, influenciam a dinâmica de ocupação e expansão urbana e territorial, e como estão relacionados a certos aspectos da cidade e da população de Sete Lagoas.

Ademais, a pesquisa examina como as atividades antrópicas provocam transformações na paisagem e na fisiografia da região. Outro ponto de interesse é refletir sobre como eventos naturais podem afetar as dinâmicas de centros urbanos, forçando adaptações às condições ambientais. Por fim, a pesquisa visa discutir e analisar junto à população local como os cidadãos percebem sua participação nessa interação com o meio físico e a natureza. Essa avaliação dos diferentes níveis de conscientização sobre as questões ambientais, especialmente sobre os recursos hídricos, permite um melhor entendimento das dinâmicas socioambientais da região. Ao dissociar conceitos técnico-científicos e traduzi-los para uma linguagem acessível ao cotidiano dos cidadãos, o estudo espera fornecer uma base sólida para a sensibilização sobre a importância da preservação dos recursos naturais e fomentar discussões de cunho socioambiental em espaços públicos e sociais, com o engajamento da sociedade civil.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

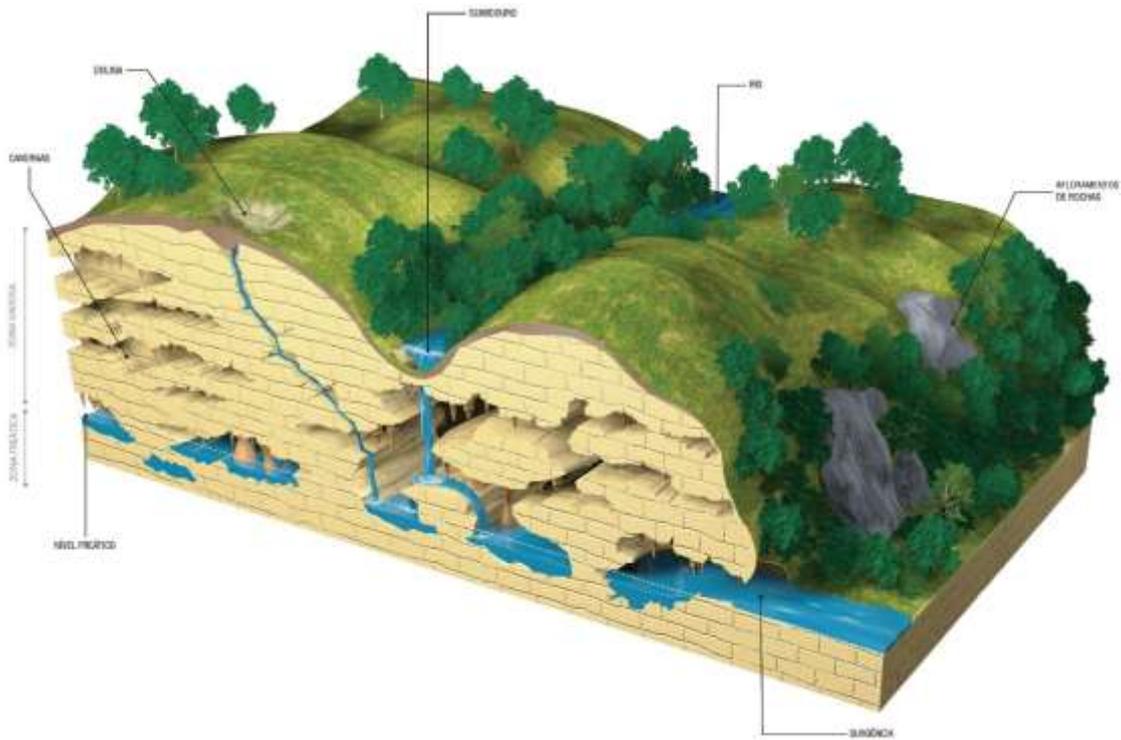
Conforme Neves (1992) e Morán (1990) sugerem, o processo de formação das sociedades humanas pode ser visto como uma progressiva apropriação da superfície terrestre e dos recursos naturais. Este processo envolve a criação de uma relação sistêmica com o ambiente e a paisagem, onde as populações imprimem características de mutualidade ao meio físico, moldando o modo de vida e adaptabilidade ao ambiente. A disponibilidade de recursos naturais, especialmente a água, é uma variável crucial que influencia o estabelecimento e a permanência das populações em determinados espaços. (SANTOS, 2006).

As áreas cársticas representam uma forma de relevo caracterizada por processos de dissolução em rochas que resultam também em paisagens com uma variedade de feições geomorfológicas singulares. A formação do carste envolve a ação da água sobre rochas específicas, com o escoamento superficial e subterrâneo se infiltrando e ampliando fendas e espaços por meio da dissolução, criando canais que permitem a circulação e o armazenamento de água em profundidade (CARSTE, 2018; TRAVASSOS; TIMO, 2022).

Essas áreas também incluem sistemas hídricos subterrâneos, onde a água pode ser armazenada em grandes volumes, formando aquíferos que alimentam mananciais e nascentes. Essa complexa dinâmica hidrológica torna o carste uma importante reserva de água potável, atendendo a necessidades de grande parte da população mundial (UNESCO, 2021).

Além dos aspectos hidro(geo)lógicos e geomorfológicos, o carste é também um importante componente da geodiversidade. Sua formação leva milhares de anos e envolve múltiplos processos naturais, o que o torna um repositório de informações sobre a evolução geológica e ambiental da Terra. Também se destacam como locais de preservação de fósseis e outros registros paleontológicos e arqueológicos, favorecendo o estudo da biodiversidade subterrânea e dos vestígios culturais e históricos preservados sobretudo em suas cavernas (TRAVASSOS et al., 2015).

**Figura 2 – Área cárstica e as suas características**



Bloco-diagrama representativo. Fonte: Modificado de SOUZA; AULER, 2018). Ilustração: Júlio Reis

Mudanças climáticas, como variações na temperatura e precipitação, afetam os processos naturais do carste e podem alterar o equilíbrio hidrológico de uma determinada região, aumentando a vulnerabilidade dos aquíferos cársticos e reduzindo sua capacidade de recarga e filtragem de contaminantes (AULER, 2025). Além disso, as flutuações climáticas contribuem para a erosão e a desertificação rochosa, especialmente em áreas onde a vegetação foi removida, exacerbando a perda de solo e diminuindo a produtividade ecológica do território (AULER, 2025).

Seria imprudente estabelecer relações de causalidade rígidas ou determinismos naturais relacionados ao desenvolvimento de povos e civilizações. No entanto, é observável que fatores naturais, como a geomorfologia e a hidrologia, oferecem aos habitantes diferentes condições de adaptação ao ambiente, possibilitando o desenvolvimento de tecnologias favoráveis à sobrevivência e perpetuação (DIAMOND, 1997). Esta dinâmica pode ser vista desde as civilizações antigas, que passaram a ocupar e transformar o ambiente, enfrentando pressões e desenvolvendo novas adaptações.

O contato com o meio físico permite que as populações manifestem características e tecnologias distintas nas sociedades onde se desenvolvem. A expansão urbana, a migração, a domesticação de animais e plantas, e o desenvolvimento de técnicas e ferramentas estão frequentemente associados ao meio ambiente e aos recursos disponíveis (DIAMOND, 1997). Esta interação também se reflete na cultura e no imaginário popular, podendo demonstrar como eventos históricos e características naturais influenciam o imaginário coletivo e a identidade cultural da comunidade (HOLANDA, 1957).

Os seres humanos têm utilizado características geomorfológicas da paisagem como meio para atividades ritualísticas e expressões artísticas ao longo da história. Rochas, consideradas imutáveis e sólidas, que remetem ao "eterno/divino" e foram utilizadas em formas artísticas, como estatuetas e esculturas, especialmente no Egito e na Grécia antigas. Este uso continuou na Itália durante o Renascimento, onde as jazidas de mármore desempenharam um papel significativo na arquitetura e na arte (ELIADE, 1949). Nas cavernas de Lascaux (França) e Altamira (Espanha), arte primitiva em cavernas com datação de 15.000 anos demonstram como as formas naturais e as rochas influenciaram estes "proto-artistas", onde o meio físico e biótico inspirou formas que foram utilizadas nestas pinturas (Tobisch 1983).

Essas questões também devem ser consideradas em contextos hidrogeológicos distintos, pois a disponibilidade ou a falta de águas superficial e subterrânea em uma determinada região pode influenciar a forma como uma sociedade se desenvolve e se estabelece em diferentes localidades.

Segundo dados da "Pesquisa Nacional de Saneamento Básico" (IBGE, 2017), no Brasil, cidades como Almirante Tamandaré e Colombo (região metropolitana de Curitiba, PR), Cajamar (SP), e várias cidades de Minas Gerais, como Lagoa Santa, Arcos, Pains, Montes Claros e Sete Lagoas são exemplos de áreas urbano-rurais instaladas em regiões cársticas, que abastecem sua população majoritariamente a partir de recursos hídricos subterrâneos. Há ainda cidades grandes que participam deste contexto, como Maceió (AL), Ribeirão Preto (SP) e Manaus (AM). Ademais, além da destinação doméstica, a água subterrânea também é usada em larga escala pela indústria e pelo comércio.

O processo histórico de ocupação do território brasileiro esteve intrinsecamente associado à distribuição espacial das águas. Grande parte dos centros urbanos surgiu e evoluiu com base na proximidade de mananciais hídricos, superficiais ou

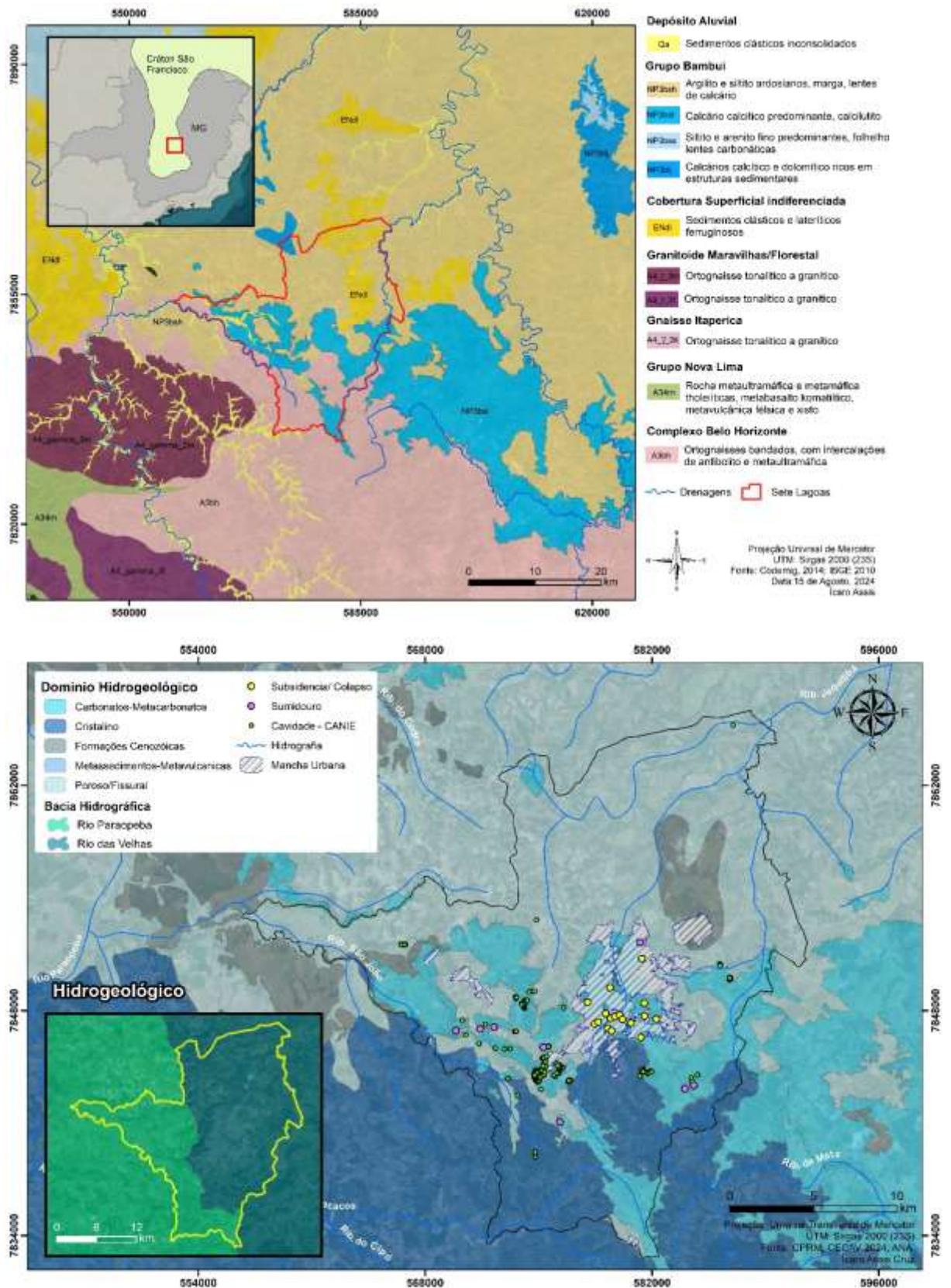
subterrâneos, potencialmente explotáveis para o abastecimento humano. A organização espacial das águas em artérias hidrográficas, lagos naturais ou artificiais e aquíferos representa, portanto, um importante fator aglutinador ou dispersor de atividades humanas no país. As bacias hidrográficas da região sudeste do país foram palco de diversos ciclos econômicos que determinaram os seus atuais mosaicos de uso do solo e, conseqüentemente, o panorama de pressões e impactos nas dimensões quantitativas, qualitativas e ecológicas dos recursos hídricos (Fernandes et al. 2016).

Ainda que a água seja um recurso natural a ser captado, estas formas não determinam isoladamente como que as sociedades se relacionam com a água. Sérgio Buarque de Holanda (1957) observou que, em determinadas regiões do país, a população local dependia diretamente dos recursos coletados a partir da pesca fluvial para a sobrevivência, e demonstrou como esta necessidade moldou de forma distinta os modos e a cultura destes povos em diferentes regiões do Brasil, imprimindo características únicas e variadas formas de adaptação e desenvolvimento urbano, cultural, social e econômico daquele território.

## 2.1 Contextualização hidrogeológica do aquífero cárstico de Sete Lagoas

A cidade de Sete Lagoas insere-se em um contexto geológico (Figura 3) dominado por formações carbonáticas, com predominância da Formação Sete Lagoas, pertencente ao Grupo Bambuí. A hidrogeologia da região (Figura 4) é marcada pela presença de aquíferos cársticos, sistemas subterrâneos complexos formados pela dissolução de rochas calcárias, que resultam em feições geomorfológicas características como condutos, dolinas, cavernas, nascentes e sumidouros (GALVÃO, 2015; SCHUCH et al., 2022).

Figura 3 e 4 – Mapa geológico e hidrogeológico da área de estudos, respectivamente



Fonte: Elaborado pelo autor

Os aquíferos cársticos desempenham um papel fundamental no abastecimento de água subterrânea em cidades como Sete Lagoas. Esses aquíferos são essenciais para o abastecimento hídrico urbano, industrial e agrícola, especialmente em áreas com escassez de drenagem superficial (BOTELHO, 2008; SCHUCH et al., 2022).

A Formação Sete Lagoas, composta por calcários e dolomitos, é a principal unidade geológica que abriga o aquífero cárstico na região. A dissolução dessas rochas carbonáticas pela ação da água ao longo de milhões de anos resultou na formação de condutos subterrâneos, nascentes, lagoas e dolinas, que caracterizam o sistema cárstico local. A rede de fraturas e planos de acamamento facilita a circulação de água subterrânea, criando zonas de alta permeabilidade e favorecendo o desenvolvimento de aquíferos de grande capacidade de armazenamento (GALVÃO et al., 2015; SCHUCH, 2022).

Segundo Galvão (2015), a estrutura geológica local inclui zonas de recarga e descarga bem definidas, com áreas de infiltração localizadas em dolinas e sumidouros, que alimentam o aquífero a partir da precipitação. A circulação de água no sistema cárstico é influenciada por fraturas tectônicas e falhas, que aumentam a conectividade entre os condutos cársticos e ampliam a capacidade de recarga do aquífero (SCHUCH et al., 2022).

A recarga do aquífero ocorre principalmente através das feições cársticas, onde a água da chuva se infiltra. Esses pontos de recarga são fundamentais para o equilíbrio hídrico do aquífero, garantindo a manutenção dos níveis de água subterrânea, especialmente em períodos de seca prolongada (ASSUNÇÃO, 2019). A capacidade de armazenamento e a condutividade hidráulica do aquífero estão diretamente relacionadas à distribuição espacial das formações calcárias e à conectividade dos condutos cársticos, o que resulta em zonas de alta vazão, especialmente em áreas próximas às dolinas (ALVES, 2020).

De acordo com Schuch et al. (2022), a superexploração do aquífero tem sido uma preocupação crescente nas últimas décadas, com o rebaixamento dos níveis de água e a formação de cones de depressão nas áreas urbanas. Essa sobrecarga no sistema hídrico subterrâneo, causada pelo aumento da demanda urbana e industrial, gera impactos significativos na qualidade e quantidade de água disponível (BOTELHO, 2008).

A extração excessiva de água do aquífero cárstico de Sete Lagoas tem gerado uma série de problemas geotécnicos, como subsidências e colapsos de solo. Esses

fenômenos são comuns em áreas cársticas devido à dissolução contínua das rochas carbonáticas e ao esvaziamento de condutos subterrâneos, resultando em instabilidades na superfície (GALVÃO et al., 2015; SCHUCH, 2022). A subsidência do solo tem causado sérios danos à infraestrutura urbana, como trincas em edificações e rupturas em vias públicas e o surgimento de dolinas de abatimento, representando um risco contínuo para a população. (SILVA, 1988).

Os estudos apontam também que a falta de uma gestão eficiente dos recursos hídricos subterrâneos contribui para a aceleração desses processos, especialmente em áreas densamente urbanizadas onde a exploração dos poços profundos é intensa e contínua (BOTELHO, 2008; SCHUCH, 2022).

## 2.2 Contextualização histórica da ocupação da região de Sete Lagoas

A ocupação humana da região de Sete Lagoas remonta a tempos pré-históricos, com evidências de habitação datadas de mais de 10.000 anos. Estudos arqueológicos realizados em cavernas da região indicam que a área fazia parte de um complexo cultural que se estendia pela bacia do Rio das Velhas e o Carste de Lagoa Santa, caracterizado por uma forte interação entre o ambiente natural e os grupos humanos (PACHECO, 2023; TRAVASSOS, 2008), indicando que as formações cársticas da região serviram como abrigos naturais e locais de sepultamento para os primeiros habitantes que ocuparam o território.

Esses primeiros habitantes deixaram um legado arqueológico significativo, incluindo fósseis e artefatos líticos. A descoberta mais emblemática foi a de Luzia, o fóssil humano mais antigo das Américas, encontrado na região de Lagoa Santa. Essa descoberta revela a antiguidade da presença humana no território e sua conexão com as primeiras populações americanas (AULER, 2019; PACHECO, 2023). O ambiente cárstico, com suas grutas e lagoas naturais, não só serviu como fonte de abrigo e recursos, mas também influenciou no modo de vida e a adaptação dessas populações aos desafios ambientais da época (AULER, 2019; TRAVASSOS, 2008).

A região de Sete Lagoas e seus arredores ganharam destaque nos estudos científicos a partir do século XIX através das contribuições de Peter Wilhelm Lund para a compreensão das antigas ocupações humanas e da fauna extinta em Lagoa Santa são vastas e historicamente significativas. Em suas expedições realizadas a partir de 1834, Lund, um naturalista dinamarquês que se dedicou aos estudos da paleontologia

e arqueologia no Brasil, fez importantes descobertas nas cavernas calcárias da região. Seu trabalho marcou o início dos estudos paleontológicos, arqueológicos e espeleológicos no país e teve um impacto duradouro no campo da carstologia, com o estudo dos fenômenos e das formações cársticas típicas da área (AULER, 2019; PÔSSAS; TRAVASSOS; RODRIGUES, 2012).

No carste de Lagoa Santa, Lund encontrou fósseis de animais da megafauna pleistocênica, como a preguiça-gigante (*Eremotherium*) e o tigre-dentes-de-sabre (*Smilodon*), além de restos humanos que ele classificou como pertencentes à "raça americana", reforçando a ideia de que humanos habitavam o continente sul-americano em tempos remotos (TRAVASSOS, 2008). Este foi um dos primeiros registros de fósseis humanos encontrados na América do Sul, que não apenas apontavam para uma ocupação pré-histórica da região, mas também para a coexistência entre humanos e megafauna, algo inimaginável para a época e que desafiava teorias clássicas sobre a presença humana nas Américas (SOUZA et al., 2023).

O impacto das descobertas de Lund se deu tanto no plano científico quanto no cultural, pois sua documentação da antiguidade humana em Lagoa Santa alimentou debates sobre as origens dos primeiros americanos e incentivou pesquisas que continuaram a elucidar o povoamento da América do Sul. Décadas após Lund, a Missão Franco-Brasileira redescobriu e deu continuidade a esses estudos a partir dos anos 1970, corroborando as evidências de ocupações humanas com datações de até 12.000 anos, como demonstram os achados na Lapa Vermelha IV, onde foi encontrado o crânio de Luzia, o fóssil humano mais antigo das Américas (NEVES, 2004; PACHECO, 2023).

Além das implicações científicas, os registros de Lund também têm um valor patrimonial e turístico significativo. A importância histórica das cavernas e dos registros deixados por Lund impulsionam atualmente o turismo científico e pedagógico na região, oferecendo uma oportunidade de educar o público sobre o passado natural e arqueológico da região cárstica mineira (PÔSSAS; TRAVASSOS; RODRIGUES, 2012).

A proposta da "Rota das Grutas Peter Lund" (RGPL) representa um importante projeto de preservação ambiental e valorização do patrimônio cultural e científico do Brasil. Idealizada para promover o desenvolvimento turístico sustentável e o resgate da memória de Lund, a rota é um exemplo de como o legado científico e a riqueza natural podem convergir em um programa de educação ambiental (BARBOSA et al.,

2014). Este itinerário cultural integra Belo Horizonte e os municípios de Lagoa Santa, Pedro Leopoldo, Sete Lagoas e Cordisburgo, locais historicamente significativos pelos achados de Lund. O percurso permite ao visitante acessar cavernas e museus que celebram as descobertas paleontológicas e arqueológicas de Lund, ao mesmo tempo que preserva os ecossistemas da região cárstica (ICOMOS, 2008).

O Monumento Natural Estadual Gruta Rei do Mato (MNEGRM), localizado em Sete Lagoas, é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, instituída com o objetivo de preservar a Gruta Rei do Mato e seus ecossistemas associados. Esse patrimônio natural visa a preservação do patrimônio espeleológico e seus ecossistemas associados, destacando-se também como um dos mais importantes sítios arqueológicos e paleontológicos do estado. A gruta, que integra a RGPL junto com as Grutas da Lapinha e do Maquiné, possui 998 metros de extensão (dos quais 220 metros são abertos ao público).

Esse ambiente subterrâneo é caracterizado por formações únicas no país, como as estalagmites cilíndricas e as “Colunas Gêmeas” de calcita, que atingem até 13 metros de altura. Nas proximidades da Gruta Rei do Mato, encontra-se a Grutinha, que também apresenta pinturas rupestres, ferramentas indígenas petrificadas e uma réplica de um animal herbívoro pré-histórico que habitou a região há cerca de seis mil anos. Este conjunto espeleológico é um exemplar notável da riqueza cárstica e do patrimônio cultural brasileiro.

Desde 2022, a gestão do MNEGRM está sob a administração da empresa privada Rota das Grutas Peter Lund, do grupo Urbanes Parques, que realiza intervenções e obras de infraestrutura. Entretanto, a conservação ambiental segue a cargo do Instituto Estadual de Florestas (IEF), em parceria com outras instituições locais.

A colonização formal da região de Sete Lagoas começou no século XVII, durante o ciclo de exploração mineral conduzido pelos bandeirantes. A busca por riquezas minerais, como ouro e esmeraldas, foi um dos motores que trouxeram exploradores para o interior de Minas Gerais, sendo Fernão Dias Paes Leme uma figura central nesse processo. A cidade se localizava em uma posição estratégica, conectando o interior às rotas que levavam aos portos litorâneos, facilitando o trânsito de mercadorias e a colonização da área (ANDRADE, 2006; NOGUEIRA, 2006).

Com o tempo, a Coroa Portuguesa distribuiu sesmarias a colonos que buscavam estabelecer atividades agrícolas e pecuárias. João Leite da Silva Ortiz foi

um dos primeiros a obter uma dessas concessões e, a partir disso, formou-se o núcleo inicial da cidade de Sete Lagoas (PACHECO, 2023). A fisiografia privilegiada da região permitiu a prosperidade das fazendas, já que a abundância de água facilitava a produção agrícola e a criação de gado. Essas condições naturais favoreceram o crescimento inicial da ocupação humana e proporcionaram transformações no espaço urbano que surgiria nas décadas seguintes (FERREIRA, 2019).

Um marco importante para o desenvolvimento urbano de Sete Lagoas ocorreu no final do século XIX, com a chegada da Estrada de Ferro Central do Brasil. Essa conexão ferroviária integrou a cidade às principais rotas comerciais de Minas Gerais, dinamizando o transporte de produtos agrícolas e minerais, como o calcário, que se tornou uma das bases da economia local. A ferrovia também impulsionou o crescimento populacional, atraindo migrantes e trabalhadores em busca de oportunidades na nascente economia industrial da região (FERREIRA, 2019; ANDRADE, 2006).

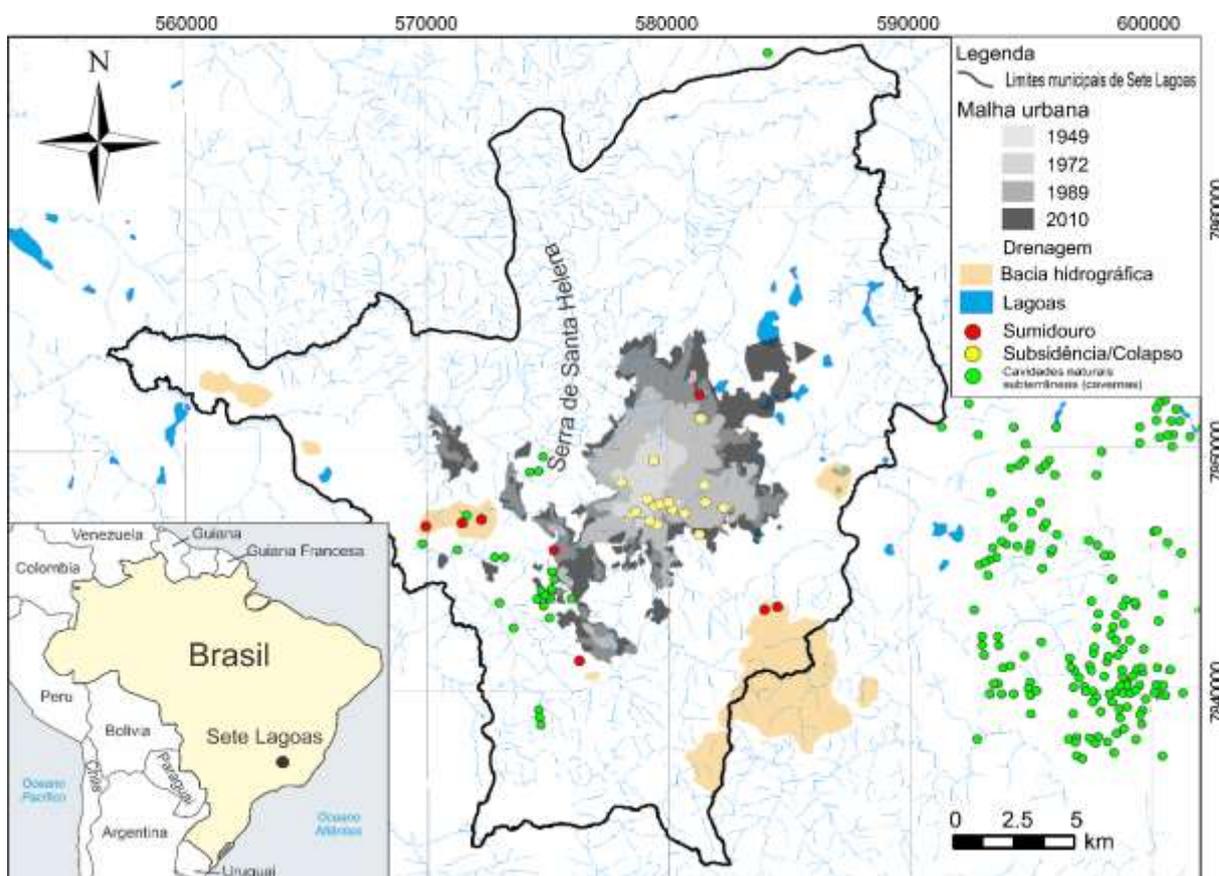
Esse processo de industrialização foi seguido pela instalação de oficinas ferroviárias e pequenas indústrias, que consolidaram Sete Lagoas como um polo econômico regional. Durante o início do século XX, a cidade passou a concentrar diversas atividades industriais e logísticas, fato que ampliou a infraestrutura urbana e aumentou sua importância no cenário urbano do estado de Minas Gerais (NOGUEIRA, 2011).

Ao longo do século XX, Sete Lagoas passou por um processo de crescimento populacional expressivo, impulsionando a urbanização desordenada de seu território. Durante as décadas de 1950 e 1960, a cidade já era reconhecida como um importante centro industrial. Esse rápido desenvolvimento, no entanto, também trouxe desafios significativos em termos de gestão urbana e ambiental. O processo de expansão resultou na formação de bairros periféricos, muitas vezes sem planejamento adequado, o que contribuiu também para o surgimento de problemas de infraestrutura e degradação ambiental (ANDRADE, 2006).

Nos anos 1990, Sete Lagoas consolidou-se como uma cidade média de importância regional, atraindo grandes empresas multinacionais e diversificando ainda mais sua base econômica. A localização estratégica, próxima à Região Metropolitana de Belo Horizonte, mas com relativa autonomia, foi um fator crucial para o desenvolvimento de indústrias voltadas à exportação e ao setor automotivo (FERREIRA, 2019; NOGUEIRA, 2006).

Embora o crescimento urbano e industrial de Sete Lagoas (Figura 4) tenha gerado prosperidade econômica, também trouxe sérios desafios ambientais e sociais. A pressão sobre os recursos hídricos, especialmente sobre os aquíferos cársticos, aumentou significativamente ao longo das últimas décadas. Além disso, a urbanização desordenada contribuiu para problemas como a sobrecarga da infraestrutura urbana e a poluição dos recursos naturais (FERREIRA, 2019).

**Figura 5 — Mapa da malha urbana e feições hídrico-cársticas**



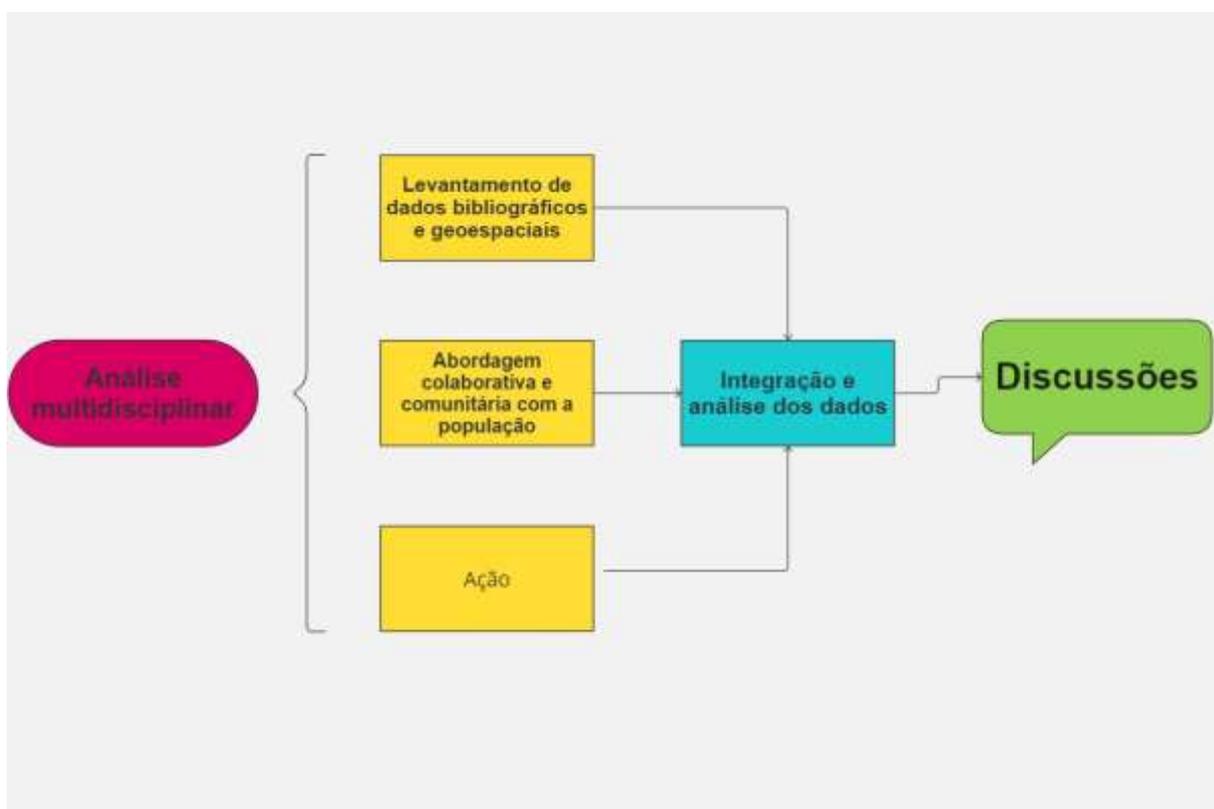
Fonte: Adaptado de Galvão 2015

Atualmente, a cidade enfrenta a necessidade de conciliar seu desenvolvimento econômico com a preservação ambiental, de modo que a gestão urbana precisa lidar com a capacidade de suporte do território, levando em consideração a fragilidade do ambiente cárstico e a crescente necessidade de implementar práticas sustentáveis para garantir a qualidade de vida da população e a integridade dos recursos naturais (ALT, 2008).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de analisar as interações entre o meio físico e o processo histórico do desenvolvimento urbano em Sete Lagoas, empregando uma perspectiva multidisciplinar que integra ciências humanas e as ciências naturais. O delineamento metodológico seguiu uma abordagem holística, buscando compreender as dinâmicas do desenvolvimento urbano e humano em relação ao contexto geológico hídrico-cárstico local.

Figura 6 — Fluxograma das atividades



Fonte: Elaborado pelo autor

#### 3.1 Levantamento de dados bibliográficos e geoespaciais

##### 3.1.1 Levantamento de dados técnico-científico

A primeira etapa consistiu na coleta de dados pré-existentes sobre a hidrogeologia e o comportamento do aquífero cárstico de Sete Lagoas. Foram revisados estudos acadêmicos e bases de dados institucionais, com destaque para

autores como Pessoa (1996), Galvão (2015), Assunção (2019) e Schuch (2022). Os dados foram organizados e sistematizados, possibilitando o cruzamento de informações de diferentes naturezas.

### 3.1.2 Levantamento histórico-cultural

Paralelamente, realizou-se um levantamento de dados históricos e culturais, com o intuito de entender os processos históricos de ocupação o território em questão e a influência do meio físico sobre o desenvolvimento desse processo humano na região. Esse levantamento envolveu documentos e dados históricos obtidos em instituições como o Arquivo Público Mineiro, a Prefeitura Municipal de Sete Lagoas e o Museu Histórico Municipal.

### 3.1.3 Análise bibliográfica teórica

A pesquisa utilizou também uma abordagem teórica que incluiu obras sobre as intersecções entre homem e natureza, além de estudos específicos sobre a urbanização e história de Sete Lagoas, apoiando-se em referências das ciências humanas e abordagens historiográficas.

## 3.2. Abordagem colaborativa e comunitária com a população de Sete Lagoas

### 3.2.1 Encontros, conversas e questionários

Para integrar a perspectiva da população aos estudos, foram realizadas aproximações e construções de diálogos espontâneos, que permitiram uma aproximação sensível dos pesquisadores com os sete-lagoanos, o que posteriormente possibilitou a aplicação de questionários semi-estruturados tanto presencialmente quanto online (via Google Forms), bem como a realização de entrevistas com vistas ao registro destas narrativas urbanas, sociais e culturais dos moradores e também de lideranças comunitárias onde, através do conhecimento empírico e popular, forneceram importantes insights sobre as transformações da paisagem e as vastas e plurais implicações da relação da comunidade com o ambiente.

O questionário foi elaborado para captar percepções, experiências e conhecimentos dos moradores de Sete Lagoas sobre questões ambientais, com enfoque na água. Buscou-se extrair tanto informações objetivas quanto insights pessoais, permitindo aos participantes expressarem seus pontos de vista sobre transformações urbanas e desafios ambientais, especialmente em relação ao abastecimento de água. Este questionário pretendeu captar uma visão ampla, integrando vozes da comunidade para apoiar os pesquisadores em um estudo sensível e próximo à realidade local, enriquecido pelas narrativas e percepções dos próprios cidadãos. Essas perguntas foram desenvolvidas para cobrir uma variedade de tópicos, desde dados demográficos básicos até percepções subjetivas sobre a qualidade da água e envolvimento com a comunidade e questões ambientais.

- Qual é a sua idade?
- Qual é o seu gênero?
- Qual é a sua ocupação? (emprego, etc...)
- Há quanto tempo você reside em Sete Lagoas?
- Em qual bairro você mora?
- Você conhece a origem da água que abastece a sua casa?
- Você sabe o que é um aquífero? Se sim, poderia explicar brevemente?
- Como você avalia a qualidade da água fornecida em Sete Lagoas?
- Você já teve problemas relacionados ao abastecimento de água em sua casa? Se sim, quais problemas enfrentou?
- Você considera importante a preservação da água na cidade? Se sim, por quê?
- Na sua opinião, quais são as principais ameaças à água em Sete Lagoas?
- O que você faz para contribuir com a preservação do meio ambiente e da água?
- Você se sente parte da comunidade de Sete Lagoas? Se não, por que não?
- Como você se sente em relação às transformações urbanas e ambientais que ocorrem na cidade?

- Na sua opinião, as políticas públicas de Sete Lagoas atendem às necessidades de preservação ambiental? Se não, o que poderia ser melhorado?
- Como você avalia a participação da população em questões ambientais e de preservação?
- O que você sugere para melhorar a gestão da água em Sete Lagoas?
- Tem alguma história ou experiência pessoal relacionada à água e ao meio ambiente que gostaria de compartilhar?
- Existe algo mais que você gostaria de comentar sobre a questão ambiental ou da água na cidade?

### 3.3. Pesquisa de campo e geoprocessamento

#### 3.3.1 Ferramentas de geoprocessamento e SIG

A pesquisa de campo incluiu o uso de ferramentas de geoprocessamento e Sistemas de Informações Geográficas (SIG), para a criação de mapas temáticos e visualizações dos dados coletados. Esse processo incluiu o uso de imagens de satélite para análise de áreas específicas de interesse e visitas in loco para validar estes pontos.

### 3.4 Integração e análise dos dados

Os dados coletados, tanto de fontes documentais quanto de campo, foram integrados para possibilitar uma análise multidimensional das interações entre sociedade e o meio físico. A análise cronológica das transformações no território possibilitou uma visão aprofundada do impacto das atividades humanas sobre o sistema hídrico-cárstico e as consequências ambientais da (super)exploração dos recursos naturais da região.

Essas etapas forneceram uma base sólida para a compreensão das dinâmicas socioambientais em Sete Lagoas, permitindo uma análise integrada dos impactos antrópicos no contexto hidrogeológico local.

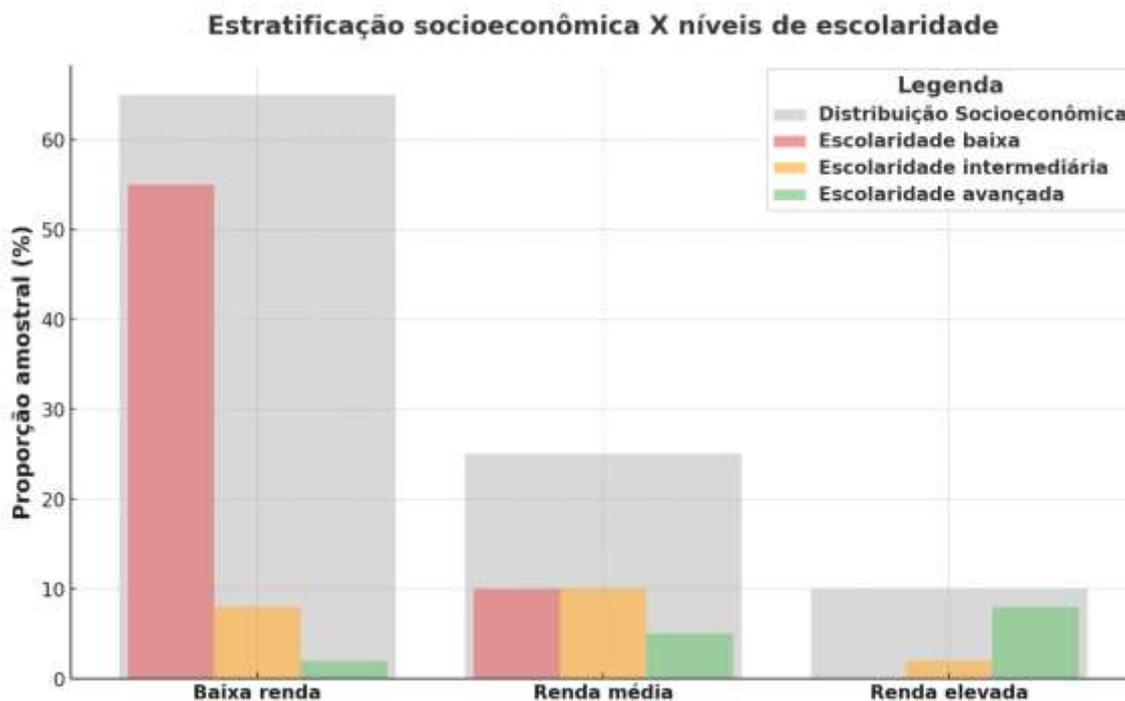
## 4 RESULTADOS

### 4.1 Características gerais da população e da cidade de Sete Lagoas

Ao longo da pesquisa, a proximidade com a população de Sete Lagoas foi construída de maneira participativa e colaborativa, estabelecendo diálogos com os moradores tanto em espaços públicos como ruas e praças, mas também em instituições locais e nas casas das pessoas. Esses encontros não se limitaram a uma coleta técnica de dados; foram momentos de escuta e de troca de conhecimentos, onde as vozes da comunidade puderam ecoar e trazer à tona suas percepções do cotidiano e as questões socioambientais que vivenciam e que integram os saberes populares. Mais do que obter informações, essa interação permitiu incorporar o conhecimento empírico ao estudo, conferindo ao trabalho uma visão técnico-científica enriquecida pela sensibilidade e experiência do povo.

Ao analisar os dados referentes a população de Sete Lagoas a partir das observações levantadas durante a pesquisa, observa-se uma estrutura socioeconômica marcada por uma estratificação educacional e econômica acentuada (Figura 7). Entre os entrevistados, observa-se que 71% possuem baixa ou nenhuma escolaridade (ensino fundamental incompleto ou completo). Esse grupo é representado por trabalhadores manuais e operacionais, que frequentemente enfrentam condições de trabalho instáveis, baixos salários e acesso restrito aos benefícios e oportunidades da sociedade. Tais fatores contribuem para reforçar sua posição de vulnerabilidade socioeconômica e geográfica, uma vez que essas pessoas residem em áreas mais periféricas da cidade, onde enfrentam maior fragilidade em condições sanitárias e ambientais. Essa realidade limita o acesso a recursos essenciais e agrava as dificuldades para mobilidade social e para uma vida digna, o que compromete direitos fundamentais, como estabelecido na Declaração Universal dos Direitos Humanos, que define o direito a um padrão de vida adequado à saúde e ao bem-estar de cada indivíduo (ONU, 1948).

Figura 7 —Gráfico comparativo entre dados econômicos e escolaridade



Fonte: Elaborado pelo autor

O segundo grupo, representando 5% dos entrevistados e tendo uma baixa representatividade nos dados e informações coletados é composto por indivíduos com escolaridade entre ensino médio completo e formação técnica, que ocupam principalmente funções no setor de serviços. Conforme Nogueira (2006) e Andrade (2006), esse grupo enfrenta limitações de ascensão socioeconômica devido à restrita oferta de empregos intermediários e técnicos em Sete Lagoas, refletindo uma lacuna na qualificação técnica e na estabilidade profissional.

Por sua vez, o grupo com alta escolaridade (ensino superior completo e pós-graduação) representa 27% da amostra, abrangendo entrevistados que ocupam cargos como advogados, professores e aposentados de profissões associadas a um nível educacional avançado. Este grupo ocupa uma posição socioeconômica privilegiada, caracterizada por melhor remuneração e segurança financeira e acesso aos recursos que a sociedade oferece. A significativa presença de aposentados entre os correspondentes deste grupo sugere que muitos desses indivíduos tiveram uma trajetória de carreira longa e estável, possivelmente em setores que oferecem benefícios de longo prazo e maior segurança.

A predominância de indivíduos com baixa escolaridade (71%) revela um cenário de desigualdade socioeconômica, que restringe as perspectivas de ascensão

social para grande parte da população de Sete Lagoas. A concentração de um número expressivo de indivíduos neste grupo limita o poder aquisitivo e reduz as oportunidades de crescimento profissional entre os cidadãos, contribuindo para a perpetuação das desigualdades. Em contraste, a presença de uma elite educacional, ainda que em menor número, aponta para um grupo com acesso privilegiado a melhores condições de vida e oportunidades de mercado.

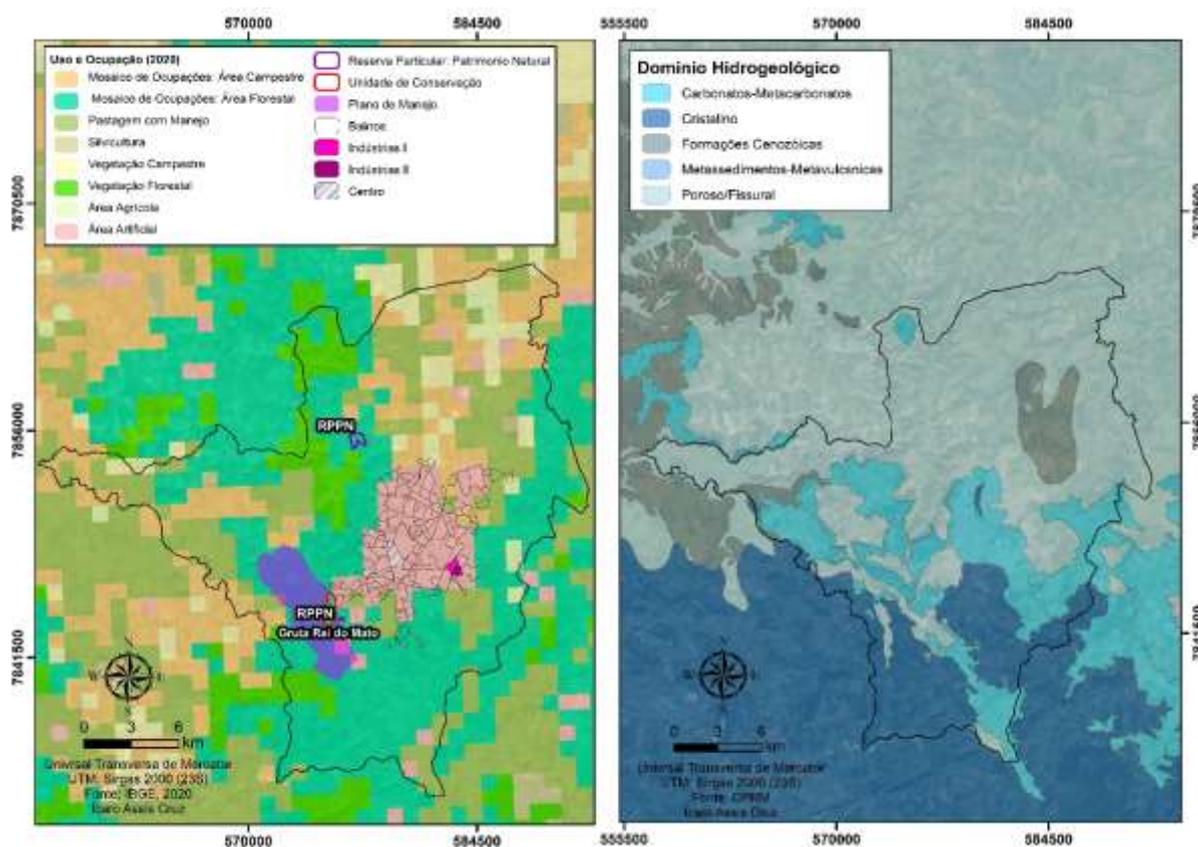
Fernanda Costa (2019) e Alt (2008) complementam a discussão sobre o papel da educação na comunidade, assim, podemos associar que a disparidade socioeconômica e educacional entre os grupos sociais da população de Sete Lagoas pode ser relacionada aos níveis de consciência ambiental, que aparece limitada entre os residentes de Sete Lagoas, apontando para uma lacuna no conhecimento técnico e também na educação ambiental.

Em síntese, o perfil educacional e socioeconômico da população de Sete Lagoas se caracteriza pela heterogeneidade e disparidade em termos de escolaridade e ocupação, com um núcleo reduzido de profissionais qualificados, mas com predomínio de ocupações de média a baixa qualificação.

#### 4.2 Percepção da população sobre os recursos hídricos

A pesquisa destaca a ampla utilização de recursos hídricos subterrâneos pela população de Sete Lagoas. No entanto, apesar dessa dependência, 70% dos moradores demonstraram pouco entendimento sobre a origem da água que chega às suas casas, atribuindo o fornecimento tanto ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), quanto à captação de água através de poços privados. Essa percepção sugere que a maioria da população enxerga o abastecimento de forma prática, sem se aprofundar nos aspectos técnicos ou nas implicações ambientais da extração de água. Durante as entrevistas, foi possível identificar que os moradores reconhecem a importância da água no cotidiano, mas a associam predominantemente à sua função utilitária, sem maior conscientização sobre a sustentabilidade do uso.

**Figura 8 – Mapas de uso e ocupação e hidrogeológico**



Comparativo entre o uso e ocupação de Sete Lagoas e o contexto hidrogeológico local.

Fonte: Elaborado pelo autor

Os dados sobre a percepção da população de Sete Lagoas quanto à qualidade da água reforçam as preocupações em relação ao abastecimento hídrico. Uma expressiva parcela, 46,83% dos entrevistados, classifica a qualidade da água como "péssima" ou "ruim", enquanto 34,62% a avaliam como "regular". Para a maioria dos moradores, os parâmetros básicos necessários estão longe de serem satisfatórios. Em contraste, apenas 17,07% atribuem uma avaliação "boa" à água, e um ínfimo 1,48% a consideram "ótima". Esses dados indicam uma insatisfação generalizada com a água captada e distribuída, evidenciando a necessidade de melhorias para que o fornecimento atenda às expectativas da população.

Esses dados que tratam da percepção estão alinhados com as declarações de 55% dos entrevistados, que relatam preocupações recorrentes com a qualidade e potabilidade da água. Além disso, a falta de transparência no monitoramento e a gestão da qualidade da água pelo SAAE geram um nível considerável de insatisfação. Cerca de 40% dos moradores indicam a necessidade de uma fiscalização mais rigorosa, revelando uma demanda coletiva por práticas de gestão hídrica que garantam a segurança e sustentabilidade dos recursos hídricos.

**Figura 9 – Nuvem de palavras dos problemas associados a água**



Informações com base nos relatos da população. Fonte: Elaborado pelo autor

Essa percepção majoritariamente negativa não apenas reflete uma preocupação com a qualidade atual da água, mas também aponta para uma insatisfação com a estrutura de governança dos recursos hídricos. Esses dados apontam ainda para a importância de uma melhor infraestrutura do saneamento básico e gestão dos recursos hídricos em Sete Lagoas, visando tanto a melhoria dos serviços oferecidos quanto o atendimento às expectativas da população, que demanda por uma maior transparência e eficiência no uso e na gestão dos recursos hídricos da cidade.

Outro aspecto importante revelado pela pesquisa é a percepção da população quanto à pressão crescente sobre os recursos hídricos. Aproximadamente 70% dos

entrevistados associaram o aumento da demanda de água à expansão urbana e industrial, reconhecendo que o crescimento da cidade pode comprometer a capacidade de abastecimento a longo prazo. Além disso, muitos mencionaram a extração não regularizada de água como uma preocupação, apontando para a necessidade de maior controle e regulamentação. Esses dados indicam que, embora a população esteja ciente da importância dos recursos hídricos, ainda há uma grande lacuna no entendimento sobre o uso sustentável e a preservação desses recursos.

#### 4.3 Aspectos do meio físico na cultura e na sociedade

A pesquisa revelou que certos elementos culturais presentes no imaginário popular da população sete-lagoana possuem influência das manifestações do meio físico-cárstico da região. Desde a chegada das bandeiras de Fernão Dias Leme no século XVII, as referências ao território já revelavam certa conexão com os elementos naturais, como lagoas, rios e serras, que os indígenas chamavam de "Vapabuçu" ("lago grande" em tupi). O termo remete não apenas à paisagem hídrica das sete lagoas que batizam a cidade, mas também à importância que estes corpos d'água tinham para os habitantes da época. Os primeiros arraiais e as rotas de exploração das bandeiras refletiam essa busca pelos recursos naturais, traçando um mapeamento cultural da região, que valorizava o ambiente como parte indissociável aos processos de uso, ocupação e expropriação da terra e de seus recursos.

A reverência à geografia local e aos recursos naturais que se apresentam através da toponímia se mantiveram ao longo do tempo, expressas na criação de bairros e ruas cujos nomes evocam a natureza, como "Rua Cachoeira da Prata," "Rua Rio Jequitinhonha," "Rua Monte Carmelo," e "Vale das Palmeiras." Essas escolhas, mesmo que presentes no inconsciente coletivo daquela sociedade, representam uma continuidade histórica, onde o meio ambiente não só define o espaço urbano, mas também reforça a identidade cultural dos sete-lagoanos.

Esse imaginário coletivo inconsciente também é reforçado por marcos culturais e físicos, como o grande bloco rochoso visível ao longo da BR-040 que se tornou, a partir de relatos da população, uma referência de pertencimento e de chegada à cidade. Esse simples bloco rochoso que se encontra no canteiro central da rodovia serve como um marco simbólico e de fronteira não oficial para quem chega à cidade

pela rodovia que a conecta com Belo Horizonte. Esse ponto de referência ajuda a formar uma noção de pertencimento e também expressa uma conexão geográfica com a paisagem cárstica e montanhosa da região.

Ainda evocando os elementos da natureza, nomes de fazendas como "Fazenda Lagoa Grande" e "Fazenda da Serra," referenciam os recursos hídricos e montanhosos locais. Esses nomes, além de recordarem as características físicas do território, resgatam a história das primeiras explorações e o vínculo com os recursos hídricos e minerais da região. A "Fazenda das Sete Lagoas," mencionada em registros históricos como parte da antiga sesmaria, também é um exemplo dessa continuidade e reforça o elo da cidade com suas origens, apontando para a abundância de recursos hídricos que moldaram o crescimento do município e que ainda hoje refletem a identidade dos setelagoanos.

A praga rogada pelo padre é uma das lendas mais mencionadas, sendo um exemplo significativo de como o imaginário popular atribui explicações espirituais e mitológicas a eventos geológicos e climáticos, como as frequentes inundações e tremores de terra relatados pelos moradores. A lenda, amplamente conhecida, reflete a relação da comunidade com as transformações naturais do território, com muitos moradores ainda relatando a crença de que Sete Lagoas um dia se tornará "uma única grande lagoa", como prevê a maldição.

Além da "Praga Rogada pelo Padre", outras lendas como a dos "Irmãos Piriás" também foram mencionadas. A gruta é associada à história de resistência e sobrevivência dos irmãos que, tendo usado a paisagem a seu favor, escaparam das autoridades. Tal narrativa reflete "ecos" produzidos a partir da relação entre comunidade com a fisiografia local, onde as feições cársticas e os recursos naturais não apenas moldam o território, mas também inspiram histórias que integram o imaginário popular.

Outro aspecto cultural marcante é a ligação entre as lagoas naturais da cidade e a identidade local. Segundo 40% dos entrevistados, essas lagoas têm um valor simbólico e cultural, sendo percebidas não apenas como recursos naturais de abastecimento, mas também como marcos da memória coletiva e da história da cidade. O hino de Sete Lagoas, por exemplo, celebra as "belezas mil" da cidade, que

busca representar o orgulho que habitantes sentem pela sua terra e suas formações naturais.

Essas narrativas, presentes na cultura local, refletem como os fenômenos naturais influenciam na construção de mitos e "estórias" em Sete Lagoas. Relatos de tremores de terra, a criação das lagoas e o surgimento de dolinas são frequentemente interpretados à luz das narrativas locais, criando uma conexão simbólica entre o povo e a geologia da região. Como observado em diálogos com a população, a crença de que certos fenômenos naturais possuem uma explicação que foge do campo da ciência reforça a relação entre o meio físico e o imaginário cultural sete-lagoano.

Esses elementos culturais evidenciam que o conhecimento sobre o ambiente natural da cidade é mediado tanto por interpretações científicas quanto por percepções culturais e cotidianas, que moldam a forma como os habitantes veem e se relacionam com o território.

#### 4.4 Conhecimento da população sobre o aquífero cárstico

O conhecimento técnico sobre o aquífero cárstico, principal fonte de água subterrânea em Sete Lagoas, revela-se limitado entre os moradores, com apenas 20% dos entrevistados demonstrando alguma familiaridade com os conceitos e terminologias geocientíficas. Essa lacuna educacional reflete a ausência de um diálogo acessível entre o conhecimento técnico-científico e a experiência cotidiana, dificultando o entendimento mais profundo sobre processos naturais como as zonas de recarga e os riscos associados à exploração excessiva dos recursos hídricos.

**Figura 10 — Diagrama para o conceitualização de aquífero**



Definições com base nos apontamentos dos moradores de Sete Lagoas. Fonte: Elaborado pelo autor

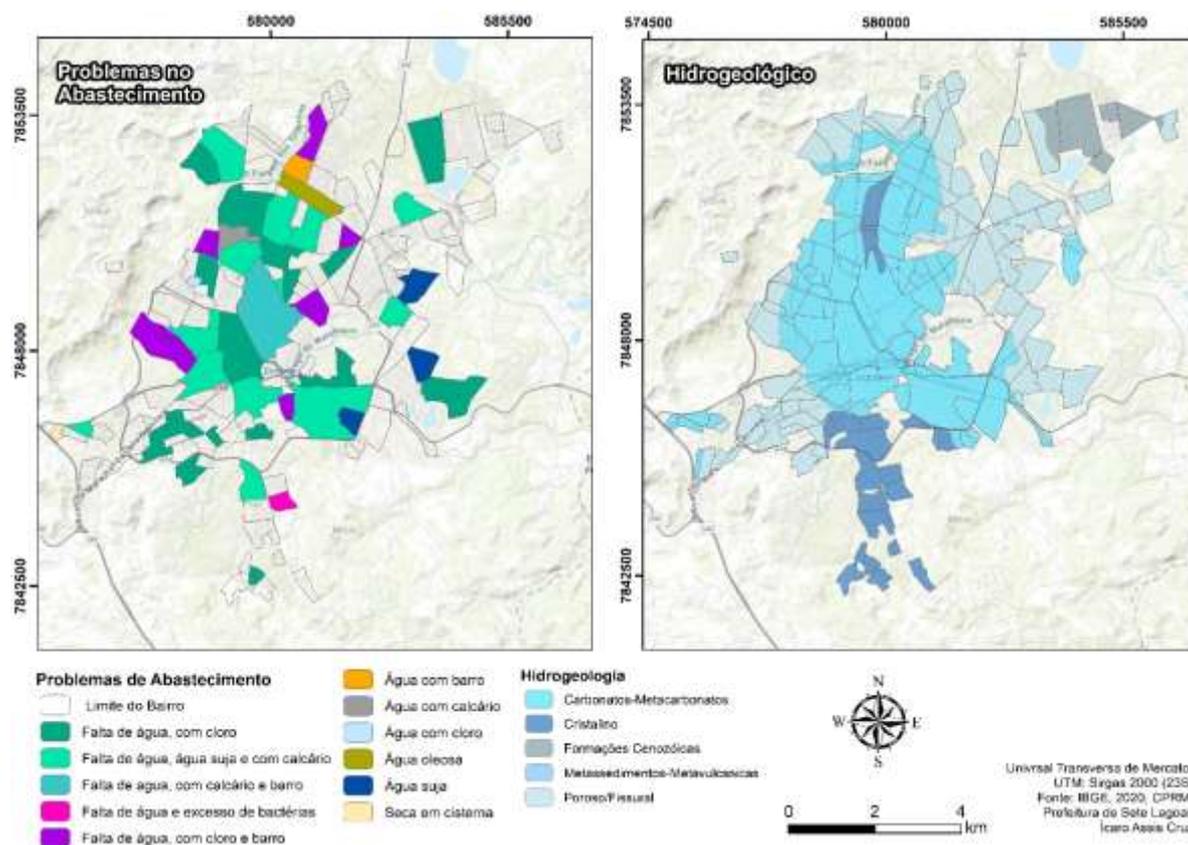
A percepção prática dos moradores, contudo, indica uma compreensão empírica e intuitiva do ambiente cárstico. Ao invés de conceitos específicos como subsidência e formação de dolinas, os entrevistados utilizaram termos mais acessíveis, como "água subterrânea" "lençol freático," "reservas de água" e "rios subterrâneos," evidenciando uma interpretação prática sobre o papel dos aquíferos no fornecimento de água e na sustentação da vida na região. Embora tais termos não expressem o conhecimento técnico apurado, eles denotam uma sensibilidade e uma experiência cotidiana que permitem identificar características e riscos do sistema cárstico. Esse entendimento, ainda que superficial, sugere que, ao adaptar a linguagem técnica para uma comunicação acessível, a população é capaz de contribuir significativamente para discussões sobre os problemas ambientais locais.

A ausência de familiaridade técnica não é, necessariamente, uma ausência de conhecimento; os moradores demonstram uma conexão com o meio ambiente através de uma percepção sensível dos recursos hídricos, expressando conceitos intuitivos como "água armazenada sob o solo" e "fornecimento de água para cidades." A análise das respostas demonstra um potencial reflexivo, onde a adaptação da comunicação sobre temas ambientais para uma linguagem mais acessível poderia fortalecer o papel do conhecimento empírico e promover uma participação mais ativa da população em questões ambientais.

#### 4.5 Abastecimento de água

O abastecimento de água em Sete Lagoas envolve a captação de águas subterrâneas, principalmente do aquífero cárstico, e de águas superficiais provenientes da Bacia do Rio das Velhas. O SAAE é o principal responsável pela distribuição e gestão desses recursos. Historicamente, a cidade dependia quase que exclusivamente de suas lagoas naturais e do aquífero. A crescente demanda hídrica, resultante da expansão industrial e populacional tem tornado insustentável a exploração do aquífero (Figura 11), especialmente nas últimas décadas (SCHUCH, 2023).

Figura 11 — Mapa dos bairros e problemas de abastecimento e mapa hidrogeológico



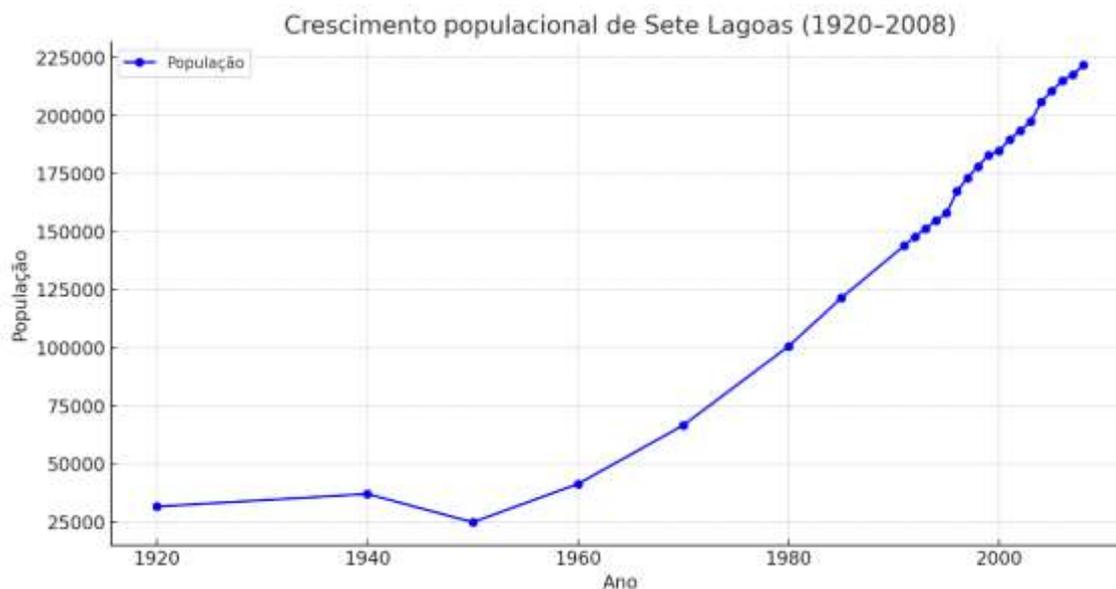
Correlação dos relatos dos moradores de cada bairro em comparação ao contexto hidrogeológico localizado. Fonte: Elaborado pelo autor

A cidade que enfrenta uma crescente e desordenada demanda por água e esse aumento também se relaciona ao crescimento populacional e à expansão da economia local. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

apontam que a população de Sete Lagoas passou de 31.618 habitantes em 1920 para 221.764 em 2008 (Figura 12), com períodos de crescimento acelerado, especialmente entre 1970 e 1980, quando a taxa anual de crescimento chegou a 4,80%, e entre 1980 e 1991, com 4,22% (IBGE, 1970; 1980; 1991; 2000; 2008). Esse crescimento rápido contribuiu para o avanço da pressão sobre o abastecimento de água, intensificada pela expansão econômica e pela crescente demanda industrial.

Desde o início dos anos 2000, a taxa de extração de água dos poços tubulares tem superado a capacidade de recarga natural do aquífero, contribuindo para um risco crescente de superexploração. Schuch (2023) relata que o volume de água bombeada anualmente alcança  $7,39 \times 10^7 \text{ m}^3$ , enquanto a recarga média anual é de apenas  $5,68 \times 10^7 \text{ m}^3$ . Esse desequilíbrio hídrico reflete não apenas a pressão resultante do aumento populacional, mas também o impacto significativo das atividades industriais, que consomem volumes elevados de água. Esses dados ressaltam a necessidade urgente de uma gestão hídrica sustentável para preservar os recursos subterrâneos da região e garantir a segurança hídrica diante do aumento contínuo da demanda.

**Figura 12 — Índices de demografia em Sete Lagoas ao longo dos anos**



Fonte: Elaborado pelo autor

Além disso, estudos de Pereira (2022) mostram que 67% dos poços ativos na cidade não estão devidamente identificados, o que dificulta ainda mais o controle da extração e da gestão sustentável dos recursos hídricos subterrâneos. Outra preocupação é o risco geológico associado ao uso excessivo da água subterrânea,

que pode levar ao abatimento do solo e à formação de dolinas, especialmente em áreas urbanas densamente ocupadas, como é o caso do centro da cidade, evidenciado por estudos hidrogeológicos realizados na região (GALVÃO, 2020).

A captação de águas superficiais da Bacia do Rio das Velhas foi integrada como uma medida emergencial para aliviar a pressão sobre o aquífero, especialmente após as crises hídricas de 2014 e 2015. Essas medidas visam garantir a segurança hídrica da cidade, mas ainda há desafios significativos quanto à implementação de uma gestão mais eficiente e integrada entre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos (DINIZ et al., 2023).

#### 4.6 Impactos das atividades antrópicas nos carste

O desordenado crescimento urbano, econômico, populacional e industrial de Sete Lagoas (Figura 13) tem exercido uma pressão crescente sobre os recursos naturais da região, em especial sobre o aquífero local. Essa pressão acarreta impactos profundos, afetando diretamente a qualidade de vida da população. Conforme apontado na pesquisa, 65% dos entrevistados revelaram uma falta de clareza quanto aos riscos ambientais associados à exploração intensiva dos recursos hídricos subterrâneos. Apenas 20% demonstraram algum nível de conscientização sobre os riscos geológicos, como a subsidência do solo e o surgimento de trincas em construções e vias públicas, problemas que têm origem na superexploração dos aquíferos.

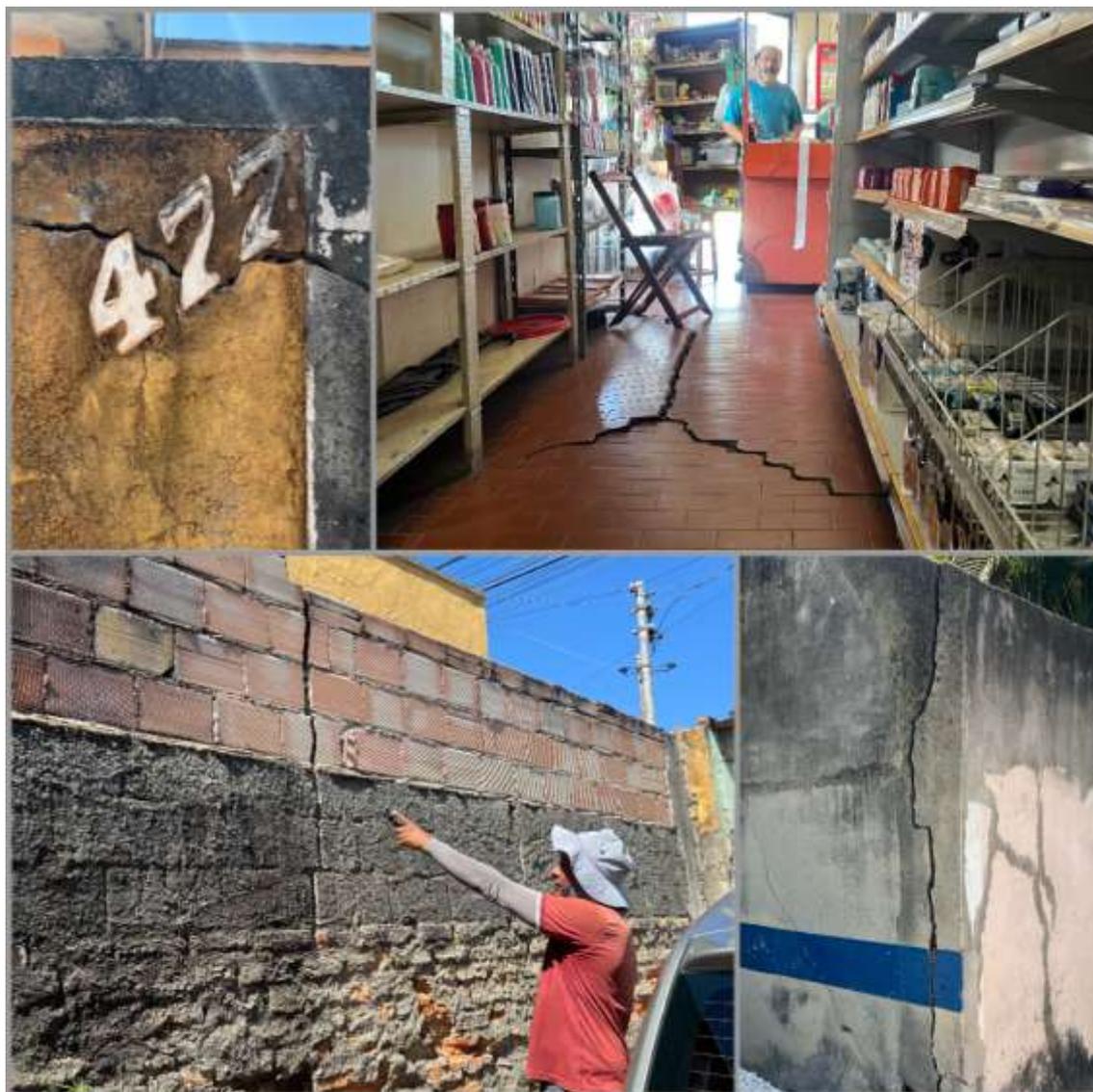
Embora a maioria dos moradores não possua um entendimento técnico sobre a relação entre os fenômenos que enfrentam diariamente e a exploração dos recursos, eles convivem com as consequências desse desenvolvimento acelerado. Relatos de trincas, tremores, afundamentos, rachaduras, buracos, alagamentos, abalos, erosões, desmoronamentos e deslizamentos de terra são recorrentes (Figura 14). Esses fenômenos não apenas impactam a infraestrutura da cidade, mas também trazem uma carga emocional significativa, pois evidenciam as limitações e os riscos de um desenvolvimento que desconsidera a sustentabilidade ambiental e a segurança da comunidade.

Figura 13 e 14 – Mapas comparativos do crescimento da malha urbana de Sete Lagoas ao longo dos anos



Fonte: Elaborado pelo autor

**Figura 15 — Trincas e rachaduras em casas e comércios pela cidade**



Fonte: Registros de campo do autor

O desequilíbrio relacionado a exploração dos recursos hídricos na cidade tem impactado também as lagoas naturais da cidade, uma vez que a redução dos espelhos d'água, como ocorre na Lagoa Grande e na Lagoa do Matadouro está relacionada a pressão sobre o aquífero e a ocupação desordenada das áreas de recarga. Este fenômeno é apontado por 55% dos moradores, que relatam terem observado as mudanças sobre a diminuição de água nas lagoas, mesmo que não estejam certos

das origens dessas mudanças, por vezes relacionando a falta d'água com a demanda excessiva do recurso por parte das indústrias;

Neste sentido, os impactos também estão associados à demanda crescente das indústrias locais, que consomem grandes volumes de água subterrânea em seus processos produtivos. Segundo Schuch et al. (2022), o volume de água extraído do aquífero em Sete Lagoas já ultrapassa a capacidade de recarga natural, esse desequilíbrio provoca a redução dos níveis de água subterrânea e compromete a sustentabilidade do reservatório. Como ressaltado por Botelho (2008), a urbanização desordenada e a expansão imobiliária também têm impactado negativamente as zonas de recarga, dificultando a reposição de água e agravando o déficit hídrico na região.

Outro aspecto crítico é a falta de tratamento adequado de esgoto nas áreas periféricas do município. O Plano Municipal de Saneamento Básico (2015) destaca que uma parcela significativa do esgoto é lançada sem tratamento, contaminando diretamente as águas subterrâneas, principalmente nas áreas de recarga do aquífero cárstico. A pesquisa revelou que 45% dos entrevistados desconhecem a destinação correta de seus resíduos, o que reflete uma lacuna significativa na conscientização ambiental da população e na gestão de esgoto por parte do poder público.

#### 4.7 Patrimônio natural e cárstico de Sete Lagoas

Localizada no centro da cidade, a Lagoa Paulino é um dos principais cartões postais da cidade, rodeada por bares, restaurantes e espaços de lazer, o que a transforma em um importante ponto de encontro no espaço público e social da cidade e demonstra uma potencialidade para valorização do patrimônio natural local. Junto a outras lagoas — como a Boa Vista, Catarina e José Félix —, elas oferecem não apenas um ambiente de beleza cênica e contemplativa, mas também a possibilidade de interações sociais e vivências que reforçam a interação da população com os aspectos da paisagem urbana relacionados a natureza.

A Serra de Santa Helena, localizada aproximadamente 7 km do centro de Sete Lagoas, é um marco geológico e paisagístico de grande valor cultural e ambiental para a cidade. Com cerca de 400 metros de elevação em relação ao entorno e 1.100 metros acima do nível do mar, a serra abriga importantes elementos históricos e naturais,

como a Capela de Santa Helena, construída possivelmente em 1852. Esse local sagrado, que reúne anualmente milhares de devotos para a tradicional Festa de Santa Helena, se tornou um símbolo cultural de devoção e celebração na cidade. A festividade inclui uma novena, procissões e apresentações de Guardas de Congo e Moçambique, preservando tradições culturais profundas que reafirmam a identidade local e a história coletiva da população (CARVALHO; COSTA, 2020).

Além do seu valor cultural, a Serra de Santa Helena está protegida como Área de Proteção Ambiental (APA), criada em 1997 e abrangendo mais de 5.000 hectares, equivalente a cerca de 9,13% do território de Sete Lagoas. Esse status de conservação visa preservar a biodiversidade local, incluindo a vegetação nativa de cerrado e mata atlântica, além de ser uma região de recarga hídrica vital para as bacias do Rio das Velhas e do Rio Paraopeba.

Inserido também no território da serra, o Parque Ecológico da Cascata é um dos principais pontos turísticos e ecológicos de Sete Lagoas. Inaugurado em 1988, durante a gestão do ex-prefeito Marcelo Cecé, em parceria com a Embratur, o parque foi fechado ao público em 2014 devido à necessidade de reformas. Em 2017, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS) deu início a um projeto de revitalização que visava não apenas à reabertura, mas também à transformação do parque em uma área ecológica, com foco na preservação ambiental e em parcerias com outras esferas governamentais.

Após um período de reestruturação viabilizado por parcerias e sem investimento direto, o parque foi reaberto ao público em 7 de novembro de 2018. A revitalização incluiu melhorias em jardinagem, pintura de edificações e recuperação de trilhas e do entorno do lago. No entanto, apenas alguns meses depois, em agosto de 2019, o Parque da Cascata foi novamente fechado e encontra-se atualmente em estado de abandono, com acesso controlado e restrito pela Secretaria de Meio Ambiente. A falta de um plano contínuo de manutenção resultou em degradação e depredação de suas estruturas, evidenciando um descaso institucional com o patrimônio natural e turístico da cidade.

**Figura 16 —Vegetação, rochas e estruturas do Parque da Cascata em estado de abandono**



Fonte: Registros de campo do autor

A situação de abandono do parque reflete uma problemática maior que afeta outros patrimônios naturais locais, como a intermitência nas políticas de conservação e a insuficiência de recursos para a manutenção. Esse padrão de gestão instável afasta os cidadãos dos atrativos naturais, comprometendo não apenas a experiência de contato com a natureza, mas também a sensibilização ambiental e o desenvolvimento do potencial turístico e econômico da região. O fechamento recorrente e o descaso com o Parque da Cascata representam uma perda significativa de oportunidades para lazer, educação ambiental e turismo sustentável,

demonstrando a necessidade urgente de um compromisso institucional mais sólido com a proteção e conservação contínuas desses espaços.

Dentro da APA Serra de Santa Helena possuem registros de cavernas de relevada importância ambiental e interesse científico, como a Lapa do Capão Grande e a Lapa do Boi. Essas cavernas se destacam por suas formações naturais diversificadas e pelos vestígios geológicos que indicam processos antigos de transformação da paisagem. A Lapa do Boi, por exemplo, possui estruturas que revelam como a caverna foi exposta a condições de clima e erosão ao longo do tempo, o que a torna essencial para estudos sobre a formação e diversidade geológica da região (AULER, 1993).

Outro exemplo relevante é a Gruta Cristais II, que possui uma estrutura complexa com corredores e formações labirínticas. Essa gruta abriga uma biodiversidade única, incluindo espécies adaptadas ao ambiente subterrâneo e que não sobrevivem fora desse habitat. A preservação dessas espécies é essencial para entendermos melhor a vida subterrânea e as adaptações dos organismos a esse tipo de ambiente (COSTA et al., 2019).

O destaque espeleológico da região é o Monumento Natural Estadual Gruta Rei do Mata, sua importância transcende o valor geológico, abrangendo também aspectos culturais e científicos que fazem das grutas peças de grande relevância no conjunto de atrativos naturais e históricos da cidade, também, como um recurso científico e educativo que reforça a importância do patrimônio espeleológico e natural de Sete Lagoas.

A diversidade de recursos naturais e cársticos de Sete Lagoas revela não apenas o potencial turístico, mas também científicos, sociais e culturais desses ambientes. Esses elementos naturais ressaltam a importância da adoção de políticas de preservação e gestão sustentável, visando a um equilíbrio entre a o desenvolvimento e a conservação ambiental. Com uma infraestrutura adequada e uma gestão contínua, esses recursos podem ser valorizados e explorados de maneira que beneficiem a economia local e incentivem a educação ambiental junto a população, mantendo-se como uma herança para as futuras gerações.

#### 4.8 Práticas sustentáveis

Os resultados da pesquisa indicam um déficit em abordagens de práticas sustentáveis pela população de Sete Lagoas. Embora haja uma consciência básica sobre a necessidade de preservar os recursos naturais, como a água, a implementação de soluções sustentáveis ainda é muito limitada. De acordo com os dados do questionário, 70% dos entrevistados afirmaram que não adotam práticas regulares voltadas ao uso consciente no consumo doméstico ou a reutilização de água em atividades cotidianas, e associam esta lacuna a falta de informação e disseminação de orientações por parte das instituições competentes.

Essa baixa adesão reflete a falta de incentivo e de propostas colaborativas que promovam essas práticas, que deveriam ser praticadas pelos agentes envolvidos na gestão dos recursos hídricos no município. Conforme observado durante os diálogos com a população, a maioria desconhece os meios técnicos para a implementação de práticas e hábitos sustentáveis em suas residências e no cotidiano, o que reforça a ausência de um suporte institucional adequado para promover essa conscientização.

Outro aspecto relevante é o papel limitado do poder público na promoção de práticas sustentáveis e educação ambiental. Apesar do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) exercer um papel crucial na gestão hídrica da cidade, os esforços em educação ambiental e em programas voltados para o uso racional da água são insuficientes. Apenas 20% dos entrevistados relataram ter participado de alguma atividade educativa promovida por órgãos públicos sobre a temática ambiental.

A pesquisa também revelou que cerca de 30% dos entrevistados adotam práticas esporádicas de reutilização de água, como o reaproveitamento da água da lavagem de roupas para limpeza de quintais, mas essas práticas são pontuais e não generalizadas. A falta de regulamentações rigorosas para as indústrias locais e a ausência de políticas públicas que incentivem o setor privado a aderir a práticas sustentáveis também agravam o cenário, conforme descrito por Botelho (2008) e Nogueira (2006).

Do ponto de vista econômico, Sete Lagoas enfrenta desafios no que diz respeito à incorporação de tecnologias sustentáveis. A falta de incentivo financeiro e a ausência de regulamentações que estimulem o setor privado a adotar práticas mais ecológicas contribuem para a escassez de soluções tecnológicas em larga escala. Além disso, a superexploração do aquífero cárstico, aliada à pressão urbana e

industrial, dificulta a gestão sustentável dos recursos hídricos. Schuch et al. (2022) apontam que, sem um planejamento coordenado entre o setor público e privado, somados as contribuições técnico-científicas produzidas ao longo dos anos na região, a exploração insustentável do aquífero continuará a agravar os problemas de abastecimento de água.

#### 4.9 Demandas e necessidade de políticas de educação ambiental em Sete Lagoas

A ausência de campanhas frequentes e duradouras sobre preservação dos recursos hídricos e sustentabilidade urbana foi levantada por 65% dos entrevistados. Esse dado reflete a falta de políticas e práticas voltadas para a população, de forma contínua e que contínuas que abordem a sensibilização e a conscientização ambiental de maneira mais estruturada e integrada. Ferreira (2019) ressalta a ausência de incentivos ao uso consciente dos recursos, apontando para a necessidade de uma abordagem mais coordenada entre a sociedade civil, o poder público e as instituições de cunho privado em para o fomento uma cultura de sustentabilidade na cidade.

A Escola Brasileira de Espeleologia (eBRe) tem desempenhado um papel significativo na sensibilização ambiental na região de Sete Lagoas, promovendo iniciativas voltadas para a educação sobre o carste e as cavernas, onde, em parceria com escolas da rede pública e também com os gestores do MNEGRM, onde tem mobilizado e capacitado técnicos, professores, alunos e membros da sociedade civil através de palestras e cursos ofertados.

Estas atividades tem como objetivo despertar e sensibilizar a curiosidade pela ciência e pelo meio ambiente, com enfoque no carste e nas cavernas, com vistas a promover a conscientização sobre a conservação do patrimônio natural.

Figura 17 —Diferentes atividades realizadas pela eBRe em Sete Lagoas



Fonte: Escola Brasileira de Espeleologia (eBRe)

A percepção de que a educação ambiental está distante da realidade cotidiana é um reflexo de uma cultura sociopolítica que muitas vezes não prioriza a educação ambiental nas políticas públicas. Esse contexto não apenas marginaliza as questões ambientais no debate público, mas também perpetua um ciclo de desinformação e desinteresse entre os cidadãos. A ausência de iniciativas que conectem conhecimento teórico à prática cotidiana dificulta a formação de uma consciência crítica sobre o uso dos recursos naturais e suas implicações.

A realidade socioeconômica de Sete Lagoas também desempenha um papel crucial nesse cenário. Em uma cidade onde os desafios econômicos podem levar a

população a priorizar necessidades imediatas, como emprego e renda, as questões ambientais frequentemente ficam em segundo plano.

**Figura 18 – Edificação voltada para a educação ambiental em estado de abandono no Parque da Cascata**



Fonte: Registro de campo do autor

Os dados coletados em Sete Lagoas revelam uma preocupante desconexão entre as práticas diárias dos moradores e a compreensão dos impactos ambientais a longo prazo. As conversas e coletas de dados realizadas com a população evidenciam que muitos habitantes têm pouca ou nenhuma instrução formal sobre o uso sustentável dos recursos locais, especialmente em relação à gestão da água. Essa lacuna no conhecimento é alarmante ao ser associada índices como a dependência de poços artesianos, onde 65% dos respondentes apontam para o uso desta prática em suas residências, reforçando a argumentação acerca da falta de entendimento dos moradores sobre os efeitos duradouros deste tipo de exploração dos recursos.

Além disso, o Plano Diretor da Bacia do Rio das Velhas ressalta a falta de articulação entre o poder público e a comunidade na gestão dos recursos naturais. O

estudo aponta que a região enfrenta desafios significativos para preservar áreas ambientalmente sensíveis e implementar práticas de conservação da água, sendo a exploração exacerbada do aquífero cárstico um dos principais obstáculos. Essa falta de cooperação e comunicação entre as autoridades e a população local não só agrava a crise hídrica, mas também dificulta a adoção de estratégias eficazes para a gestão e conservação dos recursos hídricos.

Como destacado por Botelho (2008), a gestão dos recursos hídricos em Sete Lagoas não deve se basear apenas em tecnologias avançadas; é fundamental envolver a população na preservação e no uso consciente desses recursos. Assim, é evidente que, para promover uma gestão hídrica eficaz em Sete Lagoas, é crucial que haja uma integração entre educação ambiental, participação comunitária e políticas públicas que incentivem a conservação dos recursos naturais.

## 5 DISCUSSÕES

Este capítulo tem como objetivo interpretar os resultados obtidos à luz dos principais questionamentos e hipóteses estabelecidos na pesquisa, que explora as interações entre a hidrogeologia cárstica e o desenvolvimento urbano de Sete Lagoas. Dentre as questões científicas centrais, investiga-se qual o papel do contexto hídrico-cárstico no histórico de ocupação e expansão da cidade e se o aquífero e as feições cársticas locais foram fatores que influenciaram para a configuração urbana e também em aspectos socioculturais da população ao longo do tempo. Buscou-se compreender também as questões voltadas a sustentabilidade dos recursos hídricos no território, com ênfase nas consequências da superexploração dos recursos subterrâneos e problematizar o nível de sensibilização e conscientização da população sobre as problemáticas ambientais da região.

A partir das perguntas científicas levantadas, a pesquisa formula duas hipóteses. A primeira sugere que a hidrogeologia cárstica exerce uma importante influência no processo de desenvolvimento urbano em Sete Lagoas. Nesse contexto, os recursos hídricos e as feições cársticas contribuem não apenas para o processo de ocupação e desenvolvimento do território, mas também imprimem características próprias na identidade da população e da cidade.

A segunda hipótese propõe que o nível de conscientização da população de Sete Lagoas sobre as questões e problemáticas ambientais é insuficiente em termos técnicos, refletindo uma falta de clareza sobre as discussões técnicas em sustentabilidade e gestão dos recursos hídricos. Contudo, a população demonstra um nível de consciência empírica, promovendo e participando de atividades e práticas espontâneas, integrando o ambiente cárstico ao imaginário coletivo e revelando uma forte conexão simbólica com o meio natural.

## 5.1 Interações entre o carste e o desenvolvimento urbano: Uma ótica multidisciplinar voltada para a sustentabilidade

Para analisar a relação entre o carste e o processo de ocupação territorial, é fundamental adotar uma perspectiva holística, enxergando homem e natureza como componentes integrados em um sistema dinâmico. Essa perspectiva reconhece a natureza não apenas como um fundo inerte para atividades humanas, mas como uma força ativa que pode influenciar e moldar o desenvolvimento das comunidades (Harding, 2006). Essa abordagem também enfatiza a importância de se incorporar um viés social na geologia, reconhecendo que os processos geológicos não devem ser tratados isoladamente dos processos antrópicos.

Cada lugar apresenta características naturais únicas, influenciando diretamente a forma como as sociedades humanas se adaptam e evoluem ao longo do tempo. No contexto das formações cársticas, tais características do relevo e da geologia fornecem elementos que afetam a dinâmica de ocupação e de utilização e expropriação dos recursos hídricos, afetando também as dinâmicas de organização espacial das sociedades que ali se estabelecem, especialmente em áreas onde os recursos naturais são importantes para a sobrevivência e (posteriormente) para o desenvolvimento social e urbano. Esse "lugar" então é constituído não apenas pela geologia e pelo relevo, mas também pelo contexto temporal, que confere às transformações sociais, políticas e econômicas uma dimensão histórica específica.

Diante disso, ao abordar as sociedades humanas, é necessário cautela para evitar explicações deterministas que simplifiquem essa complexa interação. Fenômenos naturais e antrópicos se entrelaçam, produzindo resultados únicos em cada contexto. Essa pluralidade evidencia que as relações entre os elementos físicos e antrópicos em um sistema urbano como Sete Lagoas vão além de causas e efeitos previsíveis, sendo moldadas por um entrelaçamento de fatores que são exclusivos e que evoluem de acordo com as particularidades de cada sociedade e de cada ambiente.

No contexto das discussões sobre a relação entre o carste e o desenvolvimento urbano em Sete Lagoas, é possível observar como a ocupação territorial remonta a tempos remotos, evidenciados pelos estudos de Peter Lund. Desde então, o ambiente cárstico da região tem se mostrado um fator relevante para a ocupação humana,

principalmente devido aos recursos essenciais que oferece, como abrigo em cavernas e água em abundância. Com o passar do tempo, essa ocupação foi se transformando em um processo dinâmico, refletindo diferentes contextos temporais e realidades sociais e econômicas. Em um momento mais recente, Sete Lagoas surge como uma área estratégica, tanto por sua localização em rotas de passagem fundamentais para o território brasileiro quanto por seu contexto de exploração mineral. Essa realidade impulsionou uma ocupação voltada para a exploração rural e extrativista.

A transição para um caráter urbano ganha força com a chegada da Estrada de Ferro e a proximidade com a capital mineira, Belo Horizonte. Esses fatores promoveram uma mudança na identidade regional, antes predominantemente agropecuária, para um espaço que mescla suas raízes rurais com uma nova dinâmica industrial e metropolitana. Esse desenvolvimento industrial e econômico, portanto, conferiu à cidade novas características demográficas e sociais, promovendo o crescimento populacional e expressiva expansão urbana.

Aliadas aos fatores do contexto social, as características fisiográficas da paisagem cárstica e a disponibilidade de recursos hídricos moldaram a configuração urbana inicial da cidade. Contudo, esta realidade trás consigo desafios e demandas por adaptações, que surgem em resposta à própria dinâmica de uso dos recursos naturais. A exemplificar: a necessidade de captação de água no Rio das Velhas, apesar da expressiva rede de aquíferos subterrâneos, exemplifica as consequências da superexploração, que obriga o município a adotar estratégias para mitigar os impactos desse esgotamento hídrico.

Assim, o desenvolvimento social e urbano de Sete Lagoas está intrinsecamente relacionado ao contexto hídrico-cárstico do território. No entanto, entender a evolução da cidade e de sua cultura exige uma abordagem multidisciplinar e holística. Embora a disponibilidade de água em regiões cársticas propicie condições para o desenvolvimento de assentamentos, a dependência excessiva dos aquíferos subterrâneos gera desafios adicionais. A superexploração do aquífero, impulsionada pela expansão industrial e urbana, traz implicações não apenas para a infraestrutura urbana, mas também para a segurança hídrica da população, essencial para as necessidades diárias do cotidiano urbano e social. (DINIZ et al., 2023). Além disso, conforme apontam Travassos et al. (2022), o comprometimento das áreas de recarga,

intensificado pela urbanização desordenada e pelo uso inadequado do solo, agrava os impactos sobre o sistema hídrico e acentua a vulnerabilidade socioambiental da região.

Sete Lagoas é uma cidade que atravessa um processo histórico de desenvolvimento e urbanização sem um planejamento adequado. Em determinado momento de sua trajetória, consolidou-se como um centro urbano importante na região metropolitana de Belo Horizonte, ao lado da capital mineira, inserida em um contexto industrial e econômico crescente, com uma população significativa. Esses fatores — indústrias, comércio, setor de serviços e a população em geral — exigem uma cidade funcional e bem estruturada.

A funcionalidade dessa cidade, no entanto, suscita discussões quando considerada sob a perspectiva da sustentabilidade e da praticidade. Sete Lagoas vivenciou um “boom” de crescimento urbano, industrial e demográfico em períodos históricos específicos, especialmente a partir da instalação das ferrovias, o que, segundo Andrade (2021), impulsionou o desenvolvimento e a expansão territorial sem um plano sustentável de ocupação. Esse crescimento ocorreu de forma desigual e adaptativa, respondendo às demandas da época, mas sem integrar plenamente as características da paisagem cárstica e as limitações dos aquíferos subterrâneos para se discutir a pressão ambiental e a modificação da cobertura urbana. Ao longo do século XX, Sete Lagoas experimentou novos saltos demográficos e de urbanização, com o aumento das demandas de recursos hídricos tornando-se um dos pontos centrais de debate.

Estudos realizados por Schuch (2022) mostram que houve um aumento significativo na exploração dos recursos hídricos subterrâneos, que não acompanhou medidas de preservação dos sistemas naturais. Como indicado nos dados apresentados, o número de poços de captação de água na cidade aumentou de forma drástica e descontrolada, gerando distúrbios no aquífero e impactando o equilíbrio do sistema hídrico local. Segundo Galvão et al. (2015), essa intensificação da extração de águas subterrâneas tem induzido subsidências e colapsos na área urbana, associados ao contexto cárstico da região e exacerbados pelas atividades humanas.

O desenvolvimento acelerado de Sete Lagoas e o aumento da industrialização agravaram a demanda por água, configurando-se em um cenário de superexploração

dos recursos hídricos. Esse processo de captação e distribuição dos mananciais — sejam do aquífero ou de fontes superficiais, como o Rio das Velhas — ocorre de maneira desigual e seletiva. Conforme Ferreira (2021), as indústrias mantêm uma colossal demanda por água, intensificando a superexploração dos recursos sem garantir condições e oportunidades equitativas de acesso à água para a população local. Como apontado por Schuch (2022), esse uso intensivo contribui para a degradação das áreas de recarga, aumentando a vulnerabilidade do aquífero e do sistema cárstico em geral. Enquanto grandes volumes de água são bombeados para uso industrial, a população enfrenta problemas de escassez e fragilidade no abastecimento, com frequentes relatos de insuficiência e baixa qualidade da água.

Os dados da pesquisa indicam que a percepção dos moradores de Sete Lagoas quanto ao abastecimento e à qualidade da água é marcada por incertezas, dúvidas e preocupações. Grande parte dos entrevistados demonstrou insatisfação com as instituições envolvidas, sejam públicas ou privadas, especialmente em relação à qualidade da água e à transparência nos processos de captação e tratamento. Torna-se então evidente a necessidade de maior envolvimento do poder público em ações de transparência e gestão sustentável, especialmente no contexto da crescente urbanização não planejada.

Embora uma minoria da população busque alternativas “sustentáveis”, a maioria dos entrevistados reconhece que as questões hídricas em Sete Lagoas são um problema coletivo, não limitado ao âmbito individual. A questão da água afeta toda a cidade, ainda que de maneira desigual, especialmente nas áreas mais vulneráveis. Há um certo entendimento generalizado, mesmo que empírico, de que a problemática da água envolve todos os agentes de Sete Lagoas, interligando população, indústrias, poder público, aquífero e carste em um único sistema socioambiental, onde cidade e natureza coexistem e são interdependentes.

O processo de transformação antrópica da paisagem cárstica na região de Sete Lagoas reflete a complexa dinâmica entre cidade e natureza, com ênfase nas características do carste. Os efeitos dessa interação podem ser observados através de diversos fenômenos naturais, como a escassez e a qualidade da água, a alteração da paisagem com a redução dos espelhos d'água e até a completa seca de algumas lagoas. Além disso, surgem trincas em casas e ruas, bem como buracos inesperados

pela cidade, que evidenciam as consequências geológicas e antrópicas dessa relação.

Entre os exemplos mais notórios, destaca-se o "Buraco do Cecé", que surgiu durante a gestão do prefeito Marcelo Cecé Vasconcelos de Oliveira, e foi assim nomeado em referência a ele e à sua atuação insatisfatória para solucionar ou compreender a origem do fenômeno. Esse abatimento de solo, possivelmente uma dolina de abatimento, possui dimensões decamétricas e está localizado no bairro Santa Luzia, na região central de Sete Lagoas. Em meados de 1988, os primeiros sinais de deslizamentos de terra foram relatados pelos moradores, culminando na formação de um enorme buraco. Mesmo com a tentativa de preenchê-lo com dezenas de caminhões de pedras, areia, terra e entulho, não foram apresentadas ou executadas soluções definitivas. O buraco permanece aberto até os dias atuais, sem uma solução concreta — se é que uma solução existe.

**Figura 19 – Buraco do Cecé, no bairro Santa Luzia**



Fonte: Registro de campo do autor

Embora o "Buraco do Cecé" seja o mais famoso, há outros relatos de afundamentos e buracos em diferentes partes da cidade, como no bairro Progresso, onde são frequentes as trincas em residências e vias públicas. Fenômenos semelhantes também foram registrados no bairro Industrial e em outras localidades de Sete Lagoas, reforçando o impacto da dinâmica cárstica na infraestrutura urbana e na vida cotidiana dos moradores.

Observa-se que o imaginário popular da cidade incorpora esses eventos ao contexto cultural e espiritual, expressando-se diretamente a partir da experiência da população. Assim, fenômenos naturais — como tremores, buracos, trincas e rachaduras nas ruas e nas casas — passam a integrar a cultura e a visão de mundo locais, manifestando-se de forma tangível na realidade cotidiana e se tornando parte da vida das pessoas. Para muitos, essa realidade traduz-se na falta de água, na água suja e no buraco que permanece aberto há décadas no meio das ruas da cidade. Desse modo, todos esses fenômenos, que antes pareciam fatos isolados, passam a ser mesclados de forma inconsciente e coletiva, adquirindo significados e sendo ressignificados.

A praga do padre é uma narrativa que ilustra a interação entre o meio físico e o meio antrópico da cidade. A maldição, atribuída ao Padre José Vicente de Paula Elisiário, que teria desejado transformar a cidade em uma única lagoa após perder a sanidade, representa um entendimento cultural sobre os fenômenos naturais, como as frequentes inundações e até os tremores de terra. Esses eventos são frequentemente reinterpretados pela população por meio de mitos e histórias presentes na cultura da transmissão de conhecimentos através da oralidade, onde os agentes multiplicadores destes conhecimentos os incorporam à identidade cultural e histórica de Sete Lagoas.

A maldição transcende o imaginário popular; trata-se de uma manifestação institucional (ainda que de natureza religiosa) que reflete um fenômeno natural. Nessa intersecção entre o sagrado e o profano, é declarada a inevitabilidade do impacto da história natural sobre a história humana. Mesmo sob a forma de uma praga, a maldição revela uma percepção sagrada dessa conexão, ainda que trágica: o declínio daquela sociedade está entregue aos desígnios divinos, que manifestarão sua fúria e insatisfação por meio das águas. Em última instância, reafirma-se que o homem não pode escapar da natureza.

Além dos aspectos físicos, o carste também emerge como um elemento simbólico, integrado ao imaginário coletivo da população local. Representando as características e manifestações da natureza, as lagoas e as nascentes não são vistas apenas como recursos naturais, mas como parte do patrimônio cultural da cidade. Todos esses elementos são associados a lendas e histórias que fortalecem a identidade local. Segundo Moran (2011), essa interação entre o homem e a paisagem vai além do uso utilitário dos recursos, configurando-se como uma relação cultural que molda as percepções e práticas das comunidades em relação à natureza.

Esta análise ressalta a importância de uma visão multidisciplinar que considere a geologia e a hidrogeologia como ferramentas importantes para compreender a complexa interação entre o meio físico e o desenvolvimento urbano (e também cultural) em Sete Lagoas. Ao integrar esses fatores, a pesquisa sugere um olhar holístico sobre as dinâmicas de ocupação e uso do território cárstico, enfatizando a necessidade de uma abordagem abrangente e colaborativa entre todos os agentes envolvidos nessas dinâmicas para refletir sobre as questões específicas desses ambientes únicos.

Portanto, para se discutir sobre conscientização ambiental em Sete Lagoas, mais importante do que estabelecer parâmetros que nortearão a discussão é refletir sobre quais parâmetros serão considerados, pois estes podem desconsiderar questões de grande relevância para responder às perguntas estabelecidas. Assim, ao realizar pressuposições sobre o nível de conscientização ambiental da população sete-lagoana em relação ao contexto cárstico em que está inserida, é necessário adotar uma análise técnica multidisciplinar, levando em conta tanto o conhecimento técnico da população sobre o contexto hídrico-cárstico quanto aspectos relacionados ao conhecimento empírico, transmitidos pela cultura da oralidade e pelas tradições locais.

É evidente que o nível de conscientização da população de Sete Lagoas sobre questões ambientais, especialmente no que se refere aos recursos hídricos e ao aquífero cárstico, permanece baixo e insuficiente em termos técnicos. A maioria dos entrevistados apresenta um entendimento limitado sobre a origem e a sustentabilidade da água que consomem, com 70% demonstrando pouco conhecimento acerca dos processos de extração e da gestão hídrica da cidade. Esse baixo nível de conhecimento reflete uma carência de informações práticas e

educativas que esclareçam o impacto do consumo excessivo e da superexploração do aquífero.

No entanto, limitar a análise da conscientização ambiental aos parâmetros técnicos desconsidera uma importante dimensão sociocultural presente na relação entre a população e o meio ambiente. A cultura popular local incorpora a natureza e os fenômenos provenientes do ambiente cárstico ao imaginário coletivo dos sete-lagoanos. São ricos os aspectos do meio físico incorporados à cultura que compõem essa dimensão do conhecimento empírico, transmitidos por meio de histórias e "estórias" associadas às formações geológicas e aos recursos hídricos, que apontam para um envolvimento simbólico e cultural da comunidade com o ambiente cárstico. Essa relação revela uma visão ambiental que, embora não técnica, demonstra uma forte conexão com o meio físico e suas características.

Dessa forma, mesmo que a conscientização técnica seja insuficiente, o reconhecimento da natureza na cultura popular oferece uma base valiosa para estabelecer discussões voltadas para a conscientização ambiental dentro de uma lógica sociocultural. Ao incorporar narrativas e símbolos locais, as discussões e reflexões que objetivam a sensibilização ambiental podem ressoar de maneira mais tangível para a população, promovendo um envolvimento orgânico e efetivo em práticas voltadas para o meio ambiente, com enfoque nos recursos hídricos.

Ainda que existam em Sete Lagoas um baixo índice de atividades de cunho socio educacional, por parte da população, sejam elas realizadas de forma individual ou coletiva, como as associações de bairro, é importante reconhecer, valorizar e dar ênfase essas iniciativas, pois elas expressam a tomada de atitude da população. Muitas vezes, ações como denúncias sobre problemas ambientais e o descaso das instituições competentes, ou a organização colaborativa e comunitária em forma de associações de moradores são fundamentais para a promoção de debates em prol de mudanças, refletindo um avanço na percepção e no cuidado com o meio ambiente por parte da população frente as mazelas enfrentadas cotidianamente. Embora essas iniciativas possam ser focalizadas e dispersas entre a população, elas desempenham um papel crucial na ampliação do discurso político relacionado a conscientização ambiental.

As atividades realizadas pela (eBRe) em parceria com as instituições de Sete Lagoas são um exemplo claro de como iniciativas educacionais voltadas para a sensibilização e conscientização ambiental podem ter um impacto positivo na

comunidade. Atividades da escola, como o Curso de Introdução à Espeleologia, são desenhadas para envolver tanto crianças quanto adultos, proporcionando uma experiência educativa que vai além do conhecimento teórico. Ao incluir práticas e observações em ambientes naturais, os participantes têm a oportunidade de conectar o aprendizado à realidade local, compreendendo melhor os impactos que suas ações diárias podem ter sobre os recursos naturais. Essa abordagem prática ajuda a tornar a educação ambiental mais tangível e relevante, criando um envolvimento orgânico com a causa da preservação ambiental.

Iniciativas como essas contribuem para a formação de um discurso coletivo em torno da conscientização ambiental, ao estimular o engajamento da sociedade civil nas discussões e ações voltadas para a sensibilização em prol da proteção do patrimônio natural. Ao unir esforços entre a sociedade e as instituições, o resultado vai além da educação ambiental: este discurso também empodera os moradores de Sete Lagoas para se tornarem agentes ativos na defesa do meio ambiente. Isso é especialmente importante em um contexto onde a conscientização técnica pode ser insuficiente, mas onde a educação ambiental pode ressoar profundamente por meio de narrativas e experiências locais.

Portanto, é vital que essas iniciativas sejam incentivadas e propagadas, pois elas constituem formas importantes de envolver a comunidade no processo de educação ambiental. O fortalecimento das associações comunitárias e a criação de plataformas de diálogo onde as vozes da população possam ser ouvidas e valorizadas são essenciais para construir uma sociedade mais consciente e ativa na defesa de seu patrimônio natural.

Figura 20 — Os Sete-lagoanos



Moradores reunidos em iniciativas e necessidades relacionadas a água e suas problemáticas.

Fonte: Registros de campo do autor

## 6 CONCLUSÕES

Embora ao longo dos anos tenham sido realizados estudos e pesquisas científicas aprofundadas para conceber um modelo conceitual do aquífero cárstico de Sete Lagoas — abordando suas características, especificidades, vulnerabilidades e acompanhando a evolução de suas problemáticas —, a situação parece não progredir no sentido de melhorias. Conforme discutido ao longo do trabalho, observa-se que o ritmo de exploração do aquífero cárstico excede sua capacidade de recarga, colocando em risco a disponibilidade de água a longo prazo. Esse aspecto, somado ao rápido processo de urbanização sem planejamento adequado, à pressão industrial por expansão e às disputas territoriais impulsionadas pela especulação imobiliária, agravam as problemáticas ambientais, evidenciando a necessidade urgente de uma transformação sistêmica para alcançar, ainda que de forma aproximada, o uso sustentável dos recursos hídricos. As alternativas são limitadas, pois, ao analisar o sistema “urbano-cárstico” de Sete Lagoas por uma perspectiva mais ampla, é possível perceber que os fenômenos manifestos nesta dinâmica se apresentam de forma desequilibrada, com anomalias que sinalizam o risco de colapsos.

A escassez de água, a poluição dos aquíferos e dos corpos hídricos superficiais, as dolinas de abatimento, os buracos e trincas pela cidade, a seca das lagoas, a praga do padre, a superexploração dos recursos hídricos, a ausência de uma cultura ambiental sistêmica, a inação das instituições públicas e privadas, a desinformação, a falta de diálogo entre os agentes envolvidos na problemática e a ocupação desordenada do território — todos esses elementos discutidos ao longo da pesquisa constituem engrenagens interconectadas neste sistema de interações entre o meio físico e o meio antrópico.

Este estudo se propôs a analisar as dinâmicas envolvidas na relação entre o homem e a natureza, focando no desenvolvimento do município de Sete Lagoas em uma região cárstica marcada por problemáticas associadas ao aquífero e à gestão de recursos hídricos. Diferente de uma busca por culpados ou soluções definitivas, o objetivo foi promover uma observação sensível e crítica dos fenômenos que caracterizam essa relação, utilizando um viés multidisciplinar. Segundo Moran (2011), a análise das interações homem-meio ambiente precisa considerar a complexidade e a interdependência entre os elementos sociais, culturais e ambientais que constituem

o ecossistema local. Em consonância com Moran, é possível afirmar que a abordagem holística permite identificar as raízes dos problemas e visualizar caminhos mais sustentáveis para a relação entre sociedade e meio ambiente.

Conforme Mata-Perelló et al. (2012) argumentam, a Geologia Social enfatiza a necessidade de conectar os conhecimentos técnico-científicos aos fatores sociais, políticos e econômicos, e sugere também que o gerenciamento do território deve refletir o bem-estar social, considerando os recursos e os riscos associados ao meio físico como elementos-chave para o desenvolvimento sustentável. Dessa forma, entender a natureza cárstica de Sete Lagoas como um fator importante para as dinâmicas sociais e econômicas locais pode facilitar a adoção de práticas de gestão que priorizem tanto a preservação dos recursos quanto a segurança da população. No contexto de Sete Lagoas, essa perspectiva evidencia que a exploração dos recursos naturais deve ser acompanhada de políticas integradas que incluam a participação de diferentes atores e que levem em conta a complexidade do sistema cárstico.

Além disso, a ecologia humana, conforme apresentada por Moran (1994), reforça que a adaptabilidade cultural e o conhecimento empírico das populações locais são aspectos fundamentais para a sustentabilidade. Esse conhecimento, associado à ciência formal, pode contribuir significativamente para estratégias de preservação que considerem as especificidades do aquífero e dos recursos naturais de Sete Lagoas. As práticas empíricas e o saber local sobre o uso da água e as mudanças no ecossistema podem ser catalisadores de diálogos efetivos entre a sociedade civil, representantes locais e as instituições públicas e privadas. Como argumenta Harding (2001), a ciência holística desafia a visão reducionista tradicional e enfatiza a necessidade de se observar sistemas complexos e interdependentes, onde os aspectos humanos e naturais são inseparáveis. Através dessa abordagem, problemas ambientais podem ser tratados com maior consciência de sua complexidade.

Ao adotar uma perspectiva integrativa, que abrange o entendimento geológico e ecológico, o estudo indica que por meio de ações coordenadas e participativas é possível mitigar os riscos e reduzir os impactos ambientais da exploração do aquífero cárstico de Sete Lagoas. A Geologia Social promove a consideração de fatores sociais

e culturais no estudo dos riscos e recursos geológicos, oferecendo um modelo que prioriza o desenvolvimento sustentável e ético da sociedade. (Mata-Perelló et al., 2012). Esta abordagem propõe uma nova metodologia que considera os recursos naturais não apenas como objetos de apropriação e exploração econômica, mas como elementos que possuem valor material, imaterial, educativo e cultural, especialmente em contextos urbanos onde a interação entre sociedade e natureza é intensa.

Assim, a análise holística dos problemas ambientais, defendida por autores como Lovelock e Harding, sugere que, ao invés de ver a Terra como uma máquina cujas partes podem ser manipuladas isoladamente, deveríamos enxergá-la como um organismo interconectado, onde a intervenção em um elemento impacta direta ou indiretamente os outros. Isso destaca a necessidade de abordagens que integrem diferentes áreas do conhecimento científico, levando em consideração os saberes empíricos, oferecendo uma visão mais completa e ética dos desafios socioambientais a ser enfrentados.

Com essa abordagem, o trabalho aqui apresentado propõe-se a abrir caminho para o entendimento aprofundado das dinâmicas entre o ser humano e o meio ambiente em Sete Lagoas, ampliando a discussão para além da mera exploração de recursos e promovendo o desenvolvimento de políticas e práticas sustentáveis.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, M. A. G. **Controles hidrogeológicos cársticos e efeitos antrópicos na Lagoa Grande, Sete Lagoas (MG)**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Ouro Preto, 2020.
- ALVES, M. A. G.; GALVÃO, P. H. F.; ARANHA, P. R. A. **Karst hydrogeological controls and anthropic effects in an urban lake**. Journal of Hydrology, v. 593, p. 125830, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169420312919>
- ALT, Luciana de Resende. **Efetividade Sócio-Ambiental da APA Carste de Lagoa Santa, MG: Uma Avaliação a Partir de suas Ferramentas de Planejamento e Gestão**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.
- ANDRADE, Dalton Antônio de Avelar. **Espaço e Memória em Sete Lagoas**. Dissertação (Mestrado), Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2006.
- ASSUNÇÃO, P. H. S. **Análise da zona de recarga e sua interação com o aquífero cárstico na lagoa do Matadouro, zona urbana de Sete Lagoas: uma abordagem científica e ambiental**. 2019. 75 f. Monografia. Disponível em: <<http://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/2065>>
- AULER, A. **Intercalação de filitos nos calcários da Lapa do Boi, Sete Lagoas, MG: possível feição paleocárstica**. Espeleo-Tema, v. 17, p. 1-6, 1993. Disponível em: <https://www.cavernas.org.br>. Acesso em: data de acesso.
- AULER, A. S. **Visão das cavernas por Lund: paleontologia, arqueologia e a história das expedições no Carste de Lagoa Santa**. Belo Horizonte: Editora XYZ, 2019.
- AULER, Augusto S. **Impacts in karst processes and landforms in the Anthropocene**. In: **CLIMATE AND ANTHROPOGENIC IMPACTS ON EARTH SURFACE PROCESSES IN THE ANTHROPOCENE**. Elsevier, 2025. p. 225-235.
- BARBOSA, M. F. P. et al. **Rota das Grutas de Peter Lund, Patrimônio Cultural e Turismo: possibilidades e limitações**. 3º Colóquio Ibero-Americano: Paisagem Cultural, Patrimônio e Projeto - Desafios e Perspectivas, 2014.
- BOTELHO, L. A. L. **Gestão dos recursos hídricos em Sete Lagoas/MG: uma abordagem a partir da evolução espaço-temporal da demanda e da captação de água**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.
- CBH Rio das Velhas. **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas: Diagnóstico Consolidado**. Belo Horizonte: CBH Rio das Velhas, 2015.
- CBH Rio das Velhas. **Prognóstico e Plano de Ações da Bacia do Rio das Velhas**. Belo Horizonte: CBH Rio das Velhas, 2015.

CHEN, Z.; GOLDSCHIEDER, N.; AULER, A.S.; BAKALOWICZ, M.; BRODA, S.; DREW, D.; HARTMANN, J.; JIANG, G.; MOOSDORF, N.; RICHTS, A.; STEVANOVIC, Z.; VENI, G.; DUMONT, A.; AURELI, A.; CLOS, P.; KROMBOLZ, M. **World Karst Aquifer Map (WHYMAP WOKAM)**. BGR, IAH, KIT, UNESCO, 2017.

COSTA, F.L.B.; HADDAD, E.A.; CAMPELLO, M.S. **Gruta Cristais II, uma importante cavidade na região de Sete Lagoas – Minas Gerais**. In: ZAMPAULO, R. A. (org.) Anais do 35º Congresso Brasileiro de Espeleologia. Bonito/MS: Sociedade Brasileira de Espeleologia, 2019, p. 741-745.

DINIZ, C. C. M. et al. **Desafios na gestão das águas subterrâneas no município de Sete Lagoas – MG**. Research, Society and Development, v. 12, n. 4, 2023.

DIAMOND J. **Armas, germes e aço**. 2ª ed. Rio de Janeiro; São Paulo: Editora Record, 2001.

ELIADE, M. **Tratado da História das Religiões**. 3ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1949. 441 p.

FALEIROS-SANTOS, T.; ROCHA, M. R. S.; TEODORO, H. G.; MADEIRA, T. J. A.; AZEVEDO, B. Z.; BERNARDES, V. H. R.; PIRES, L. O. **A Lapa do Capão Grande e o patrimônio espeleológico da Fazenda Milho e Sorgo da Embrapa, Sete Lagoas/MG**. In: RASTEIRO, M. A.; SALLUN FILHO, W. (orgs.). Anais do 33º Congresso Brasileiro de Espeleologia. Eldorado/SP, 15-19 de julho de 2015. Campinas: Sociedade Brasileira de Espeleologia, 2015. p. 257-266.

FERNANDES, M. F.; MAGALHÃES, A. P. J.; CARNEIRO, L. M.; SILVA, P. C.; MACHADO, B. G. **Conexões geo-históricas e contemporâneas entre ocupação territorial, degradação ambiental e rarefação hídrica na Bacia do Rio Doce**. Revista Geografias, [S. l.], p. 203–222, 2016. DOI: 10.35699/2237-549X.13474.

FERREIRA, Fernanda Costa. **Modelagem da Capacidade de Suporte da Área Central de Sete Lagoas, MG: Subsídios para Gestão Urbana**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, 2019.

FEITOSA, F. A. Carneiro (Coord.) et al. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. 3ª ed. Rio de Janeiro: CPRM; Recife: LABHID, 2008. 812 p.

FORD, D.C.; WILLIAMS, P.W. **Karst geomorphology and hydrology**. 2ª ed. Wiley, Chichester, NY, 2007. 601 p.

GALVÃO, P. H. F. **Modelo hidrogeológico conceitual de Sete Lagoas (MG) e implicações associadas ao desenvolvimento urbano em regiões cársticas**. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 2015.

GALVÃO, P.; HALIHAN, T.; HIRATA, R. **Evaluating karst geotechnical risk in the urbanized area of Sete Lagoas, Minas Gerais, Brazil**. Hydrogeology Journal, 2015.

GOLDSCHIEDER, N.; DREW, D. **Methods in Karst Hydrogeology**. Taylor & Francis, 2007. (International Contributions to Hydrogeology), p. 201-222.

HARDING, S. **Animate Earth: Science, Intuition, and Gaia**. Totnes: Green Books, 2006.

HOLANDA, S. B. **Caminhos e fronteiras**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio Editora, 1957. 334 p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 1970: resultados gerais**. Rio de Janeiro: IBGE, 1970.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 1980: características gerais da população**. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico 1991: características gerais da população. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2000: características da população e dos domicílios**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas populacionais para os municípios brasileiros em 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

ICOMOS. **Carta dos Itinerários Culturais. Comitê Científico Internacional dos Itinerários Culturais (CIIC) do ICOMOS**, ratificada em 2008, Québec, Canadá.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 1970: resultados gerais**. Rio de Janeiro: IBGE, 1970.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Reflexões sobre a chancela da Paisagem Cultural Brasileira**. Coordenação de Paisagem Cultural. Brasília, 2011.

KARAMOUZ, M.; AHMADI, A.; AKHBARI, M. **Groundwater hydrology: engineering, planning, and management**. CRC Press, Boca Raton, FL, 2011. 649 p.

MAGNABOSCO, R. **Modelo Hidrogeológico Conceitual e Análise da Favorabilidade Hidrogeológica do Aquífero Cárstico na Região Urbana de Sete Lagoas – MG**. Tese (Mestrado). Universidade Federal de Ouro Preto, 2020.

MAGNABOSCO, R.; GALVÃO, P.; DE CARVALHO, A. M. **An approach to map karst groundwater potentiality in an urban area, Sete Lagoas, Brazil**. Hydrological Sciences Journal, v. 65, n. 14, 2020, p. 2482-2498.

MATA-PERELLÓ, J. M.; PINEDA, C.; MOLINA, J. F.; MATA, J. **Geologia social: uma nova perspectiva sobre a importância das geociências para a sociedade**.

Revista Brasileira de Geociências, v. 42, n. 4, 2012, p. 681-696. DOI:  
<https://doi.org/10.25249/0375-7536.2012424681696>

NEVES, W. A. **O povo de Luzia: em busca dos primeiros americanos**. São Paulo: Companhia das Letras, 2004.

NEVES, W. A. **Sociodiversidade e Biodiversidade: dois lados de uma mesma equação**. In: **Desenvolvimento sustentável nos trópicos úmidos**. Organizado por Aragón, Luis E. Belém: UNA-MAZ-UFPA, 1992.

NOGUEIRA, Marly. **A construção de uma centralidade urbana Sete Lagoas (MG)**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 18, n. 35, dez. 2006, p. 109-121.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Declaração Universal dos Direitos Humanos**. Paris: ONU, 1948. Disponível em: <https://www.un.org/en/about-us/universal-declaration-of-human-rights>.

PACHECO, Caio. **Origens: A Jornada Humana no Circuito das Grutas**. 2ª ed. Belo Horizonte: Literíssima, 2023.

PESSOA, P. **Caracterização Hidrogeológica da Região de Sete Lagoas - MG: Potenciais e Riscos**. Tese (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

PÔSSAS, I. B.; TRAVASSOS, L. E. P.; RODRIGUES, B. D. "Registros de Peter W. Lund sobre a região do carste de Lagoa Santa, Minas Gerais: possibilidades para o turismo pedagógico e científico". *Tourism and Karst Areas*, v.5, n.1, p.25-26, 2012.

PRESS, Frank; et al. **Para entender a terra**. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 656 p.

RIBEIRO, J. H.; TULLER, M. P.; DANDERFER, A. F. **Mapeamento geológico da região de Sete Lagoas, Pedro Leopoldo, Matozinhos, Lagoa Santa, Vespasiano, Capim Branco, Prudente de Moraes, Confins e Funilândia, Minas Gerais (escala 1:50.000)**. 2ª ed. Belo Horizonte: CPRM, 2003.

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto. **Prestações dos serviços de água e esgoto em Sete Lagoas**. Belo Horizonte: SAAE, 2010.

SANTOS, R. A.; CRUZ, M. J. M.; NASCIMENTO, S. A. M. **Avaliação da vulnerabilidade natural de aquíferos cársticos: subsídios para uma gestão dos recursos hídricos subterrâneos**. *Cadernos de Geociências*, n. 7, 2010, p. 54-62.

SCHUCH, C. S. **Influências urbanas, industriais e climáticas na superexploração do aquífero cárstico no município de Sete Lagoas (MG)**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Ouro Preto, 2022.

SECRETARIA DE ESTADO DE TURISMO E ESPORTE DE MINAS GERAIS (SETES/MG). **Rota das Grutas Peter Lund**, 2014.

SETE LAGOAS. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Sete Lagoas: Prefeitura Municipal de Sete Lagoas, 2015.

SILVA, A. F.; LOPES, G. **Entre Horizontes e Sedimentos: o Impacto do Antropoceno na História a partir de Chakrabarty e seus Interlocutores**. *História Ambiental Latinoamericana Y Caribeña*, v. 11, n. 2, 2021, p. 348–396. DOI: <https://doi.org/10.32991/2237-2717.2021v11i2.p348-396>

SOUZA, T.; AULER, A. **O Carste de Vazante-Paracatu-Unai**. Belo Horizonte: Carste Ciência e Meio Ambiente, 2018.

SOUZA, C. et al. **Os registros rupestres do período pré-colonial e a história dos seus estudos no carste de Lagoa Santa – Minas Gerais**. Belo Horizonte: Imprensa Universitária, 2023.

TEIXEIRA, Wilson (org.). **Decifrando a Terra**. 2ª ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009. 623 p. ISBN 9788504014396.

TIMO, M. B.; TRAVASSOS, L. E. P. **Geopatrimônio e Geoturismo na Paisagem Cárstica**. Belo Horizonte: Carste Ciência e Meio Ambiente, 2022.

TOBISCH, T. O. **Connections between the Geological Sciences and Visual Art: Historical Perspectives and Personal Expression in Artwork**. *Leonardo*, v. 16, n. 4, 1983, p. 280–287. DOI: <https://doi.org/10.2307/1574953>

TRAVASSOS, L. E. P.; RODRIGUES, B. D.; TIMO, M. B. **Glossário conciso e ilustrado de termos cársticos e espeleológicos**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2015.

TRAVASSOS, Julio Cesar. **Registros de Lund em Lagoa Santa**. In: *Exploradores da Pré-História Brasileira*. Belo Horizonte: Editora UFV, 2008.

UNESCO. **Relatório mundial sobre desenvolvimento dos recursos hídricos**. Paris: UNESCO, 2021.