

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DE MINAS GERAIS – *CAMPUS* OURO PRETO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE GEOGRAFIA

Gilmar Junio Soares Rossi

**QUALIDADE DA ÁGUA NA SUB-BACIA AFLUENTES DO ALTO RIO SÃO  
FRANCISCO: uma proposta de atlas para o ensino de Geografia**

OURO PRETO

2025

GILMAR JUNIO SOARES ROSSI

**QUALIDADE DA ÁGUA NA SUB-BACIA AFLUENTES DO ALTO RIO SÃO  
FRANCISCO: uma proposta de atlas para o ensino de Geografia**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Geografia em rede Nacional – PROFGEO pelo Instituto Federal de Minas Gerais - Campus Ouro Preto para obtenção de título de Mestre em Ensino de Geografia.

Orientadora: Elizêne Veloso Ribeiro

Coorientador: Diego Alves de Oliveira

OURO PRETO

2025

---

R831q

Rossi, Gilmar Junio Soares.

Qualidade da água na sub-bacia afluentes do Ato Rio São Francisco [manuscrito]: uma proposta de atlas para o ensino de geografia / Gilmar Junio Soares Rossi. – 2026.

216 f.

Orientador: Elizêne Veloso Ribeiro.

Coorientador: Diego Alves de Oliveira

Trabalho de Conclusão de Curso (mestrado) – Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus* Ouro Preto, 2026.

1. São Francisco, Rio, Bacia – Qualidade da água. 2. Recursos hídricos. 3. Atlas escolar – Recurso didático. I. Ribeiro, Elizêne Veloso. II. Oliveira, Diego Alves de. III. Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus* Ouro Preto. IV. Título.

CDU:556.5

---

Catálogo: Andresa Aredes Ferreira CRB-6/MG-003262/0



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS**  
**Campus Ouro Preto**  
**Diretoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação**  
**Mestrado Profissional em Ensino de Geografia em Rede Nacional**  
Rua Pandiá Calógeras, 898 - Bairro Bauxita - CEP 35400-000 - Ouro Preto - MG  
- www.ifmg.edu.br

## **FOLHA DE APROVAÇÃO TRABALHO FINAL MESTRADO**

**GILMAR JUNIO SOARES ROSSI**

### **QUALIDADE DA ÁGUA NA SUB-BACIA AFLUENTES DO ALTO RIO SÃO FRANCISCO: UMA PROPOSTA DE ATLAS PARA O ENSINO DE GEOGRAFIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Mestrado Profissional em Ensino de Geografia em Rede (PROFGEO) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - IFMG/*Campus* Ouro Preto, para obtenção do grau de Mestre em Geografia.

Aprovado(a) em 03 de setembro de 2025, pela Banca Examinadora:

Prof.<sup>a</sup> Dra. Elizêne Veloso Ribeiro - IFMG *Campus* Ouro Preto- Orientadora  
Prof. Dr. Diego Alves de Oliveira - IFMG *Campus* Ouro Preto - Coorientador

Prof. Dr. William Fortes Rodrigues - SEDU-Juatuba-MG (membro externo)

Profa. Dra. Izabela Aparecida da Silva Mendes - Escola Estadual Marília de Dirceu-  
SEE/MG (membro externo)

Prof. Dr. Igor Rafael Torres Santos - IFMG *Campus* Ouro Preto



Documento assinado eletronicamente por **Elizene Veloso Ribeiro, Professora**, em 22/01/2026, às 08:55, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Diego Alves de Oliveira, Professor**, em 22/01/2026, às 15:02, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **IZABELA APARECIDA DA SILVA MENDES, Usuário Externo**, em 23/01/2026, às 07:54, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Igor Rafael Torres Santos, Professor**, em 26/01/2026, às 16:39, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **William Fortes Rodrigues, Usuário Externo**, em 27/01/2026, às 13:05, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2592220** e o código CRC **2CCCCE88**.

23213.002688/2024-48

2592220v1

## RESUMO

Esta pesquisa foi motivada pelos desafios socioambientais relacionados à degradação da qualidade dos recursos hídricos na Circunscrição Hidrográfica SF1 – Afluentes do Alto Rio São Francisco, localizada na região centro-oeste de Minas Gerais, área marcada por intensa atividade econômica, presença de ambientes cársticos e pressões antrópicas sobre os sistemas hídricos. Nesse contexto, o estudo buscou responder à seguinte questão de pesquisa: de que forma dados públicos e científicos sobre qualidade da água e uso e cobertura da terra podem ser sistematizados em um produto técnico educacional capaz de subsidiar o ensino de Geografia na Educação Básica, promovendo o letramento cartográfico e uma educação ambiental de caráter crítico? O objetivo geral consistiu em elaborar um produto técnico educacional, na forma de um atlas hidrográfico didático articulado a uma sequência didática, voltado ao apoio pedagógico de professores de Geografia da Educação Básica, em consonância com as competências e habilidades estabelecidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018). Metodologicamente, a pesquisa fundamentou-se em revisão bibliográfica sobre ensino de Geografia, cartografia escolar, educação ambiental e gestão dos recursos hídricos; análise de dados geoespaciais e hidrológicos provenientes de bases públicas, com destaque para informações do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM); e organização desses dados em mapas temáticos e atividades didático-pedagógicas orientadas à leitura e interpretação do espaço geográfico. Como resultados, foram produzidos um conjunto organizado de materiais didáticos que possibilita a representação espacial da qualidade da água na CH SF1, a partir de parâmetros do Índice de Qualidade da Água (IQA), bem como a identificação de Contaminação por Tóxicos associados a usos antrópicos do território. Além disso, o produto permite a análise das transformações no uso e cobertura da terra nos anos de 2000, 2007, 2014 e 2021, favorecendo o estabelecimento de relações entre dinâmicas territoriais, atividades econômicas e impactos sobre os recursos hídricos. O atlas e a sequência didática foram estruturados de modo a aproximar dados ambientais reais do espaço vivido pelos estudantes, contribuindo para o desenvolvimento do letramento cartográfico, da leitura crítica do território e do protagonismo discente frente às questões socioambientais locais. A pesquisa reforça a importância da formação docente em linguagem cartográfica e no

uso pedagógico de dados públicos, além de evidenciar o potencial de replicabilidade do produto técnico em outras bacias hidrográficas e contextos escolares, ampliando seu impacto pedagógico e territorial no ensino de Geografia e na abordagem da questão hídrica no espaço escolar.

Palavras-chave: Recursos Hídricos, Atlas escolar, Bacia Hidrográfica, Cartografia escolar; Educação ambiental.

## ABSTRACT

This research was motivated by the socio-environmental challenges related to the degradation of water quality in the SF1 Hydrographic Circumscription - Afluentes do Alto Rio São Francisco, located in the central-western region of the state of Minas Gerais, Brazil, an area characterized by intense economic activity, the presence of karst environments, and significant anthropogenic pressures on water systems. In this context, the study sought to answer the following research question: how can public and scientific data on water quality and land use and land cover be systematized into a technical educational product capable of supporting Geography teaching in Basic Education while promoting cartographic literacy and critical environmental education? The general objective was to develop a technical educational product, in the form of a didactic hydrographic atlas articulated with a teaching sequence, aimed at supporting Geography teachers in Basic Education and aligned with the competencies and skills established by the Brazilian National Common Core Curriculum (BNCC, 2018). Methodologically, the research was based on a literature review on Geography teaching, school cartography, environmental education, and water resources management; analysis of geospatial and hydrological data from public databases, particularly those provided by the Minas Gerais Institute of Water Management (IGAM); and the organization of these data into thematic maps and pedagogical activities focused on reading and interpreting geographic space. As results, an organized set of didactic materials was produced, enabling the spatial representation of water quality in the SF1 Hydrographic Circumscription based on Water Quality Index (WQI) parameters, as well as the identification of toxic contaminants associated with anthropogenic land uses. Additionally, the product allows for the analysis of land use and land cover changes in the years 2000, 2007, 2014, and 2021, fostering the establishment of relationships between territorial dynamics, economic activities, and impacts on water resources. The atlas and teaching sequence were structured to connect real environmental data with students' lived spaces, contributing to the development of cartographic literacy, critical territorial reading, and student agency in addressing local socio-environmental issues. The research highlights the importance of teacher training in cartographic language and the pedagogical use of public data, as well as the replicability potential of the technical product in other hydrographic basins

and educational contexts, expanding its pedagogical and territorial impact on Geography education and the critical approach to water-related issues in school settings.

Keywords: Water Resources, School Atlas, Watershed, School Cartography, Environmental Education.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1 Objetivo Geral .....	13
1.2 Objetivos Específico .....	13
<b>2 O ENSINO DE GEOGRAFIA E CARTOGRAFIA</b> .....	15
2.1 A Geografia escolar .....	15
2.2 O ensino de Geografia .....	18
2.3 Cartografia e os atlas.....	22
2.4 Os recursos hídricos: disponibilidade e gestão. ....	26
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	33
3.1 Pesquisa Bibliográfica.....	35
3.2 Levantamento de Dados.....	37
3.3 Análise e processamento dos Dados .....	39
3.4 Construção do Produto técnico educacional.....	41
3.5 Avaliação e revisão do produto técnico educacional.....	42
3.6 Área de estudo .....	42
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	49
4.1 Localização e evolução dos Pontos de Monitoramento do IGAM na CH SF1....	49
4.2 O Índice de Qualidade da Água e a Contaminação por Tóxicos.....	55
4.3 Visualização e interpretação dos indicadores ambientais.....	59
4.4 Relação entre uso do solo e qualidade da água .....	76
4.4.5 <i>Dinâmica do uso e cobertura do solo no município de Arcos-MG</i> .....	84
<b>5 PRODUTO TÉCNICO</b> .....	91
5.1 Apresentação .....	91
5.2 O produto.....	94
5.2.1 <i>Sequência didática</i> .....	96
5.2.2 <i>Disponibilização e acesso ao produto educacional</i> .....	97
5.3 Relevância social e econômica.....	98
5.4 Aderência.....	99
5.5 Interdisciplinaridade .....	102
5.5 Impacto .....	104
5.6 Complexidade.....	105
5.7 O Atlas .....	106
5.7.1 <i>Localização da CH SF1 e dos Municípios</i> .....	107
5.7.2 <i>Estações de Monitoramento do IGAM</i> .....	111
5.7.3 <i>Índice de Qualidade da Água (IQA)</i> .....	118
5.7.4 <i>Contaminação por Tóxicos (CT)</i> .....	123
5.7.5 <i>Cobertura e uso da Terra</i> .....	128
5.7.6 <i>Escala Local – Município de Arcos/MG, parte da CH SF1</i> .....	133
5.8 Pranchas cartográficas.....	147
5.8.1 <i>Orientações Individuais por prancha</i> .....	154
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	160

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>162</b>
<b>APÊNDICE A - Sequência didática - Ciclo da Água e Cartografia .....</b>	<b>173</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um dos elementos naturais mais essenciais à manutenção da vida e ao equilíbrio dos ecossistemas. Além de garantir a sobrevivência humana, desempenha papel central nas atividades econômicas, na produção de alimentos, na geração de energia e na sustentação da biodiversidade. Contudo, o crescimento populacional e os padrões atuais de consumo têm intensificado a pressão sobre os recursos hídricos em escala mundial, tornando o acesso à água de boa qualidade um dos grandes desafios contemporâneos. A Organização das Nações Unidas (ONU) reconhece o acesso à água potável e ao saneamento básico como um direito humano fundamental, indispensável à dignidade, à vida e à manutenção de um ambiente saudável (Organização das Nações Unidas, 2010). Ainda assim, milhões de pessoas em todo o mundo vivem sem acesso adequado a esse recurso essencial, o que evidencia desigualdades sociais e territoriais profundas.

No contexto brasileiro, embora o país detenha uma das maiores disponibilidades de água doce do planeta, a distribuição desigual dos recursos hídricos e as formas de uso associadas à agricultura, à indústria e à urbanização geram situações de escassez e comprometem a qualidade da água em diversas regiões. Desde o século XX, o avanço acelerado da industrialização e o aumento da produtividade elevaram a demanda por recursos naturais, especialmente pela água (Santos, 1996). Com a urbanização, surgem novas necessidades de abastecimento e saneamento, ao mesmo tempo em que se intensifica a poluição das águas superficiais e subterrâneas devido ao lançamento inadequado de resíduos (Von Sperling, 2005). Tais processos evidenciam a contradição entre a abundância hídrica e as desigualdades de acesso, marcadas por falhas de gestão e de infraestrutura (UNESCO, 2023; Porto-Gonçalves, 2006).

A Lei nº 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Plano Nacional de Recursos Hídricos, representa um marco na gestão das águas no Brasil, ao reconhecer esse bem como de uso múltiplo e essencial à qualidade de vida (Silva; Santos, 2008). No entanto, a efetivação dessas políticas ainda enfrenta desafios significativos, tanto pela complexidade das redes de abastecimento urbano

quanto pela necessidade de monitoramento constante da qualidade da água. O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), por exemplo, realiza o monitoramento das águas superficiais de Minas Gerais desde 1997, utilizando índices como o Índice de Qualidade da Água (IQA) e o Índice de Contaminação por Tóxicos (CT) (Brado, 2022). Esses dados, fundamentais para o planejamento ambiental, nem sempre são acessíveis de forma clara e didática à população em geral.

No âmbito da bacia hidrográfica do Alto São Francisco, região de grande relevância ambiental e social para Minas Gerais, os dados do IGAM revelam situações de contraste entre áreas preservadas e locais de intensa degradação. A complexidade das análises químicas e a forma técnica de apresentação das informações tornam o entendimento dos resultados um desafio, sobretudo para professores e estudantes da educação básica. Além disso, diferenças metodológicas entre os índices IQA e CT podem gerar interpretações distintas sobre a mesma localidade, dificultando uma compreensão integrada da qualidade das águas. Essa realidade indica uma lacuna entre o conhecimento técnico-científico e sua apropriação pela comunidade escolar.

Nesse cenário, a educação ambiental surge como uma estratégia essencial para promover a consciência crítica e o engajamento social na gestão dos recursos hídricos. O ensino de Geografia, por sua natureza interdisciplinar, possibilita o estudo da água a partir de suas dimensões naturais, sociais e políticas, articulando conteúdos como hidrografia, território, paisagem e sustentabilidade. Trabalhar o tema da qualidade da água em sala de aula contribui para desenvolver nos estudantes o pensamento espacial e a capacidade de compreender as relações entre sociedade e natureza, conforme previsto nas competências gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Entretanto, o desafio pedagógico consiste em tornar esses conteúdos significativos e próximos da realidade dos alunos. Os relatórios e bases de dados oficiais, embora possuam grande valor técnico e científico, apresentam uma linguagem especializada, de difícil acesso para o contexto escolar. Nesse sentido, o uso de ferramentas didáticas baseadas na linguagem cartográfica, como os atlas, representa uma alternativa eficaz para traduzir informações complexas em representações visuais e interpretativas, favorecendo a compreensão espacial dos fenômenos geográficos. Conforme destacam Moraes e Cavalcanti (2023), o atlas

constitui um recurso que possibilita a organização e a análise integrada de diferentes informações sobre o território, facilitando a localização e a contextualização dos fenômenos representados. Assim, o atlas hidrográfico assume papel relevante como instrumento de sistematização de dados e de divulgação científica, oferecendo contribuições tanto para gestores e pesquisadores quanto para o ensino de Geografia.

Diante disso, este trabalho propõe a construção de um atlas hidrográfico voltado ao estudo da qualidade das águas superficiais na sub-bacia do Alto Rio São Francisco, articulando a dimensão ambiental com a dimensão educacional. Por meio da elaboração de um atlas hidrográfico fundamentado em dados sobre a qualidade da água e na linguagem cartográfica, busca-se apresentar práticas associadas à realidade dos alunos, tornando o aprendizado mais significativo e contextualizado. O produto técnico visa tornar acessíveis os dados de monitoramento do IGAM, transformando-os em recursos visuais e pedagógicos que contribuam para o ensino de Geografia e para o fortalecimento da educação ambiental. Espera-se, assim, aproximar o aluno de sua realidade local, incentivando a leitura crítica do território e a reflexão sobre o papel social da água como direito humano e bem comum.

### **1.1 Objetivo Geral**

Discutir as potencialidades da cartografia escolar na abordagem da qualidade da água a partir da construção de um atlas hidrográfico da Circunscrição Hidrográfica SF1 – Alto Rio São Francisco, em Minas Gerais.

### **1.2 Objetivos Específico**

- Mapear a distribuição temporal e espacial das estações de monitoramento e da qualidade da água no Alto Rio São Francisco;
- Integrar os dados de qualidade da água do município de Arcos-MG à proposta didática do atlas hidrográfico, visando articular o conhecimento geográfico com a realidade socioambiental local.

- Propor práticas pedagógicas que utilizem o atlas hidrográfico como recurso de mediação da linguagem cartográfica, promovendo a contextualização dos conteúdos geográficos à realidade dos alunos.

## 2 O ENSINO DE GEOGRAFIA E CARTOGRAFIA

### 2.1 A Geografia escolar

A consolidação da Geografia como ciência, no século XIX, esteve fortemente vinculada ao paradigma positivista, em consonância com o pensamento científico de Augusto Comte e seus seguidores. Nesse contexto, a Geografia se estruturou como uma disciplina técnica e descritiva, voltada para a observação empírica, a mensuração e o controle do espaço geográfico. Essa abordagem consolidou uma visão utilitarista do conhecimento, associando-o à exploração e à dominação territorial, em especial no contexto europeu de expansão colonial (Capel, 1981; Fabrini, 2005). A crença na neutralidade científica, herança do positivismo, afastou a Geografia das dimensões sociais e políticas do espaço, promovendo um discurso de objetividade que desconsiderava as contradições históricas e culturais presentes nos territórios (Lacoste, 1988).

É importante reconhecer, contudo, que as práticas de representação espacial antecedem em milênios a institucionalização da Geografia como ciência. A humanidade sempre buscou representar o espaço vivido por meio de narrativas, desenhos e protótipos rudimentares de mapas, que revelam tanto um conhecimento empírico quanto simbólico da realidade (Rocha; Rocha, 2005). Essas representações constituem os alicerces da linguagem cartográfica, compreendida como forma de expressão cognitiva e cultural, que traduz as experiências humanas no espaço. Entretanto, sob a hegemonia do pensamento europeu moderno, essa linguagem foi apropriada como instrumento de poder, orientado à sistematização e ao domínio de territórios.

No Brasil, pensar a constituição da educação geográfica implica compreender como os valores e objetivos educacionais foram historicamente definidos em função de um projeto de sociedade desigual. Desde o período colonial, a educação foi estruturada em consonância com os interesses da economia capitalista e com a formação de mão de obra subordinada às elites (Oliveira, Libâneo, Toschi, 2017, Gouveia; Ugeda, 2021). Essa lógica contribuiu para o fortalecimento de um

sistema educacional classista e excludente, em que o ensino de Geografia assumiu um papel disciplinador e normativo, reforçando hierarquias sociais e raciais (Oliveira *et al.*, 2019).

Durante o século XIX, a Geografia ainda não se configurava como disciplina autônoma no Brasil, mas foi incorporada como instrumento estatal de controle e produção de uma identidade nacional homogênea. A criação do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro (IHGB), em 1838, consolidou essa visão, priorizando descrições, levantamentos e classificações do território, elaborados sob uma ótica eurocêntrica e colonial (Mary, 2005). Essa produção de conhecimento serviu aos interesses da elite imperial e negligenciou as múltiplas territorialidades e identidades sociais que compõem o espaço brasileiro.

As descrições e classificações do espaço, embora relevantes para a compreensão geográfica, tornaram-se, na tradição positivista, um fim em si mesmas. Como observa Moreira (2015), a Geografia tradicional reduziu o espaço a um objeto mensurável, esvaziando-o de historicidade e de relações sociais. Essa prática científica, formal e abstrata, negava a dialética dos processos espaciais e o papel ativo do ser humano na construção do território. O resultado foi uma Geografia a-histórica, empirista e naturalista, desvinculada das transformações políticas e culturais que moldam o espaço.

A crítica a esse modelo começou a emergir no Brasil a partir da segunda metade do século XX, quando autores como Santos (2000), Moreira (1982), Moraes (1989) e Porto-Gonçalves (2001) questionaram a função ideológica da Geografia tradicional e propuseram uma abordagem voltada à análise das contradições sociais e espaciais. Esses autores defendem que o espaço geográfico deve ser compreendido como produto das relações humanas, das práticas econômicas e das disputas de poder. Freire (1970), embora não geógrafo, foi fundamental ao inspirar uma educação libertadora, capaz de formar sujeitos críticos que “leem o mundo” para transformá-lo, uma concepção que posteriormente influenciou a didática da Geografia (Callai, 2011; Cavalcanti, 2012).

O movimento de renovação da Geografia, intensificado nas décadas de 1970 e 1980, não se deu de forma homogênea, mas por meio de diferentes vertentes

teórico-metodológicas. Moraes (1989) identifica duas grandes tendências: a geografia pragmática, voltada para a solução técnica de problemas, e a geografia crítica, orientada pela análise política e social do espaço. Essa pluralidade constituiu um marco na consolidação de uma Geografia comprometida com a realidade concreta e com a formação cidadã. Nesse contexto, a escola passou a ser compreendida como espaço privilegiado para a construção do pensamento geográfico e da consciência espacial dos estudantes (Vesentini, 2000; Callai, 2011).

Pensar o ensino de Geografia a partir da perspectiva crítica significa romper com o modelo enciclopédico e descontextualizado que predominou por décadas. Como afirma Callai (2011), ensinar Geografia é possibilitar ao aluno “ler o mundo para poder nele agir”, ou seja, compreender as relações entre sociedade e natureza, entre o local e o global, entre a vivência cotidiana e as dinâmicas planetárias. Essa concepção é reafirmada por Cavalcanti (2012) e Castellar (2007), que veem o ensino de Geografia como mediador entre o conhecimento científico e a experiência vivida, promovendo o desenvolvimento do raciocínio geográfico, da autonomia intelectual e da consciência crítica.

Nesse processo, o uso de mapas e da linguagem cartográfica assume papel central. A cartografia escolar, conforme defendem Martinelli (2017) e Vesentini (2000), não deve ser reduzida a uma atividade técnica, mas compreendida como linguagem cognitiva e simbólica, que auxilia o aluno a pensar espacialmente e a desenvolver capacidades de abstração e generalização. O mapa é, portanto, uma ferramenta de mediação do pensamento geográfico, não apenas uma representação, mas uma forma de produzir e comunicar conhecimento sobre o espaço. Quando integrado a uma didática crítica, o ensino cartográfico contribui para a formação de sujeitos autônomos e reflexivos, capazes de interpretar o mundo em suas múltiplas escalas.

Assim, a Geografia contemporânea, ao incorporar os princípios da Geografia Crítica e da Educação Libertadora, propõe um ensino que articula conteúdos conceituais, procedimentos cognitivos e valores ético-políticos. Trata-se de formar cidadãos que compreendem o espaço como resultado das ações humanas e das contradições sociais, reconhecendo-se como agentes transformadores desse espaço (Callai, 2011; Cavalcanti, 2012; Castellar, 2007). Em um mundo marcado pela

globalização e pela fluidez das informações, a tarefa da Geografia Escolar é, mais do que nunca, ensinar a pensar criticamente o espaço e a agir conscientemente nele.

## **2.2 O ensino de Geografia**

A presença da Cartografia como componente da educação brasileira remonta ao período colonial, quando os jesuítas, baseados em modelos europeus de ensino, já utilizavam representações espaciais no ensino de disciplinas como Matemática e Biologia. Contudo, é apenas no século XIX que a Geografia conquista efetivamente seu espaço na grade curricular das escolas brasileiras (Almeida, Almeida, 2014). O Colégio Pedro II, em 1836, foi pioneiro ao instituí-la como disciplina, com o propósito de difundir um sentimento de identidade nacional e de patriotismo em um contexto de reorganização política do Império (Mary, 2005). Nesse período, a Geografia foi concebida como instrumento ideológico do Estado, voltada à manutenção da ordem e à consolidação de um projeto de nação, caracterizando-se por um ensino descritivo, enciclopédico e acrítico (Silva, 1996).

Mesmo com a institucionalização da disciplina promovida durante o governo Vargas, em 1934, o caráter nacionalista e normativo persistiu. Somente a partir das décadas de 1960 e 1970, impulsionada pelo movimento de renovação da Geografia e pela emergência da chamada Geografia Crítica, a disciplina passou a ser repensada. Esse movimento buscou superar a visão conteudista e descritiva, defendendo um ensino que promovesse a leitura crítica do espaço e da sociedade, conectando o conteúdo escolar às experiências concretas e à realidade dos alunos (Oliveira *et al*, 2019).

Nesse contexto, o ensino de Geografia passa a assumir um papel formativo mais amplo, orientado para a construção da cidadania e da autonomia intelectual. Segundo Callai (2018), o objetivo da educação geográfica deve ser o de formar sujeitos capazes de compreender o mundo em sua complexidade, interpretando-o criticamente e intervindo sobre ele. Assim, o conhecimento geográfico deixa de ser apenas uma meta a ser vencida e passa a constituir-se como um processo de

atribuição de sentido, em que o aluno se reconhece como parte do espaço que estuda e compreende as relações sociais e ambientais que o estruturam.

Para que essa construção ocorra, é necessário que a prática pedagógica esteja ancorada em uma didática crítica. Libâneo (1985) defende que o professor deve criar condições para que o aluno perceba a utilidade do conhecimento geográfico em sua própria realidade, evitando estratégias centradas na mera memorização. O ensino deve, portanto, proporcionar a reflexão, a problematização e o exercício de pensar geograficamente, promovendo a formação de sujeitos críticos, autônomos e socialmente engajados.

Essa perspectiva dialoga diretamente com a concepção de educação emancipatória, defendida por Freire (1996), que propõe o ensino como prática de liberdade e a aprendizagem como processo dialógico e transformador. Callai (2011) reforça que ensinar Geografia implica criar situações em que o estudante atribua significado ao conteúdo, tornando-se capaz de analisar e intervir nos fenômenos espaciais. Assim, a educação geográfica contribui para o desenvolvimento da consciência espacial e para a formação cidadã, estimulando a participação política e o senso de responsabilidade coletiva.

A formação cidadã envolve, portanto, o reconhecimento do espaço vivido como construção social e política. O sujeito que compreende as dinâmicas do território desenvolve a capacidade de posicionar-se criticamente diante das injustiças e desigualdades, exercendo sua cidadania de forma consciente e ativa (BNCC, 2018). Tal processo está intrinsecamente ligado à valorização das experiências e dos saberes prévios dos estudantes, uma vez que cada indivíduo carrega consigo uma percepção espacial resultante de suas vivências cotidianas (Rizzatti *et al.*, 2021).

Nesse sentido, a diversidade de estilos e dimensões de aprendizagem, conforme apresentado por Felder (1988), exige que o ensino de Geografia incorpore diferentes linguagens e estratégias didáticas. O professor deve ser capaz de articular metodologias que contemplem tanto os alunos de perfil mais visual e concreto quanto aqueles de perfil abstrato e reflexivo, promovendo múltiplas formas de construção do conhecimento.

É nesse ponto que se insere o conceito de geomodalidades, entendido como o conjunto de linguagens, meios e estratégias que mobilizam diferentes formas de percepção e representação do espaço geográfico no processo de ensino-aprendizagem (Silva; Rizzatti; Batista, 2024). As geomodalidades englobam o uso de recursos analógicos e digitais, como mapas, imagens de satélite, músicas, jogos, maquetes, simulações e ferramentas interativas, capazes de ativar diferentes modos sensoriais, cognitivos e afetivos dos estudantes. Trata-se, portanto, de um ensino geomodal, pautado na integração de múltiplas linguagens (visual, sonora, textual, lúdica e cartográfica), que permite ao aluno construir o raciocínio geográfico de maneira mais significativa e conectada à sua realidade.

A adoção de geomodalidades não se resume à diversificação de recursos, mas implica uma mudança epistemológica na forma de conceber o conhecimento geográfico. O professor atua como mediador entre o aluno e o espaço, criando oportunidades para que ele experimente, represente e interprete o mundo a partir de diferentes perspectivas. Essa multiplicidade linguística amplia as possibilidades de aprendizagem, valorizando as inteligências múltiplas e favorecendo a inclusão de estudantes com distintos perfis cognitivos e socioculturais.

Pontuschka, Paganelli e Cacete (2009) ressaltam que, no ensino de Geografia, a linguagem cartográfica ocupa papel central nesse processo, pois fornece instrumentos para a leitura, representação e comunicação do espaço. Os mapas, atlas e demais representações gráficas não devem ser tratados como produtos prontos e acabados, mas como ferramentas cognitivas que estimulam a análise, a reflexão e a construção ativa do conhecimento. Assim, o trabalho com a cartografia escolar precisa ir além da simples reprodução de informações, promovendo o envolvimento dos alunos na elaboração, interpretação e crítica dos mapas, desenvolvendo, assim, o raciocínio espacial e o pensamento geográfico.

Em consonância com Vigotski (1998), a aprendizagem geográfica ocorre a partir da mediação social e da interação entre os sujeitos e os objetos de conhecimento. O professor, nesse processo, deve orientar o aluno a explorar, questionar, medir, comparar e redesenhar os espaços, utilizando a linguagem cartográfica como meio de expressão, interpretação e criação. Desse modo, a cartografia, integrada às geomodalidades, deixa de ser apenas um conteúdo e torna-

se uma linguagem de leitura e produção do mundo, fundamental para a formação de sujeitos críticos, participativos e conscientes de sua inserção espacial.

Dessa maneira, a utilização de materiais como mapas e atlas escolares representa mais do que um apoio didático: constitui-se como instrumento cognitivo e linguístico essencial para o desenvolvimento do raciocínio geográfico. O atlas, em especial, ao reunir diferentes tipos de representações, escalas e informações, possibilita o exercício da observação, da comparação e da análise espacial. Além de integrar dimensões cognitivas, perceptivas e simbólicas, o uso do atlas contribui para que o aluno desenvolva autonomia interpretativa, exercite o pensamento espacial e compreenda o território em suas múltiplas dimensões.

A linguagem cartográfica constitui-se como uma das formas mais significativas de representação e comunicação do conhecimento geográfico, sendo capaz de sintetizar informações por meio de símbolos, legendas, cores, escalas e projeções. Essa linguagem, conforme destacam Lima e Costa (2012), não apenas organiza a informação espacial, mas permite a leitura crítica dos fenômenos, favorecendo a construção do raciocínio espacial pelos estudantes. Tais representações não são neutras: elas refletem convenções culturais, escolhas epistemológicas e modos historicamente situados de compreender o espaço, como argumenta Monmonier (1991).

Nesse sentido, a linguagem cartográfica deve ser compreendida como uma linguagem socialmente construída, resultado de processos simbólicos e culturais que orientam a interpretação e a apresentação das dinâmicas espaciais. Moraes e Cavalcanti (2023) enfatizam que essa linguagem potencializa reflexões e articulações entre diferentes tipos de informação, exercendo papel fundamental na formação do pensamento espacial crítico. Assim, o mapa não se reduz a uma representação, mas constitui-se como mediador cognitivo que viabiliza a leitura autônoma da realidade geográfica.

### 2.3 Cartografia e os atlas.

Historicamente, a representação cartográfica antecede a própria institucionalização da Geografia. Registros da Antiguidade, como as placas de argila da Mesopotâmia, revelam as primeiras tentativas humanas de organizar o espaço segundo referências observadas (Rocha; Rocha, 2021; Gomes, 2004). Ao longo dos séculos, especialmente a partir da obra de Ptolomeu no século II d.C., a cartografia adquiriu sistematização científica ao introduzir coordenadas, cálculos matemáticos e uma concepção mais estruturada do mundo conhecido (Sampaio; Sampaio, 2014).

Com o Renascimento e a expansão ultramarina, os mapas passaram a desempenhar função estratégica na navegação, na consolidação de territórios coloniais e no fortalecimento dos Estados modernos. Nesse contexto, Mercator, ao nomear sua coletânea como “Atlas”, em 1585, consolidou o termo e inaugurou uma tradição de sistematização gráfica de elementos naturais e humanos. É importante destacar, como afirma Cordeiro (2023), que essas produções não se limitaram ao Ocidente: sociedades africanas e asiáticas também elaboraram complexos registros espaciais, muitas vezes apagados pela narrativa eurocêntrica.

No Brasil, a cartografia adquire relevância ainda no período colonial, inicialmente vinculada ao controle territorial e à administração jesuítica. Apenas no século XIX, com a institucionalização da disciplina Geografia no Colégio Pedro II, os mapas passam a compor material didático formal, culminando na produção de atlas escolares, como o Atlas do Império do Brasil (Rocha, 2014).

Com o avanço tecnológico dos séculos XIX e XX — fotogrametria, sensoriamento remoto e Sistemas de Informação Geográfica (SIG) — as representações tornam-se mais precisas, dinâmicas e interativas, ampliando sua função pedagógica (Gomes, 2004; Rocha; Rocha, 2021). Essa evolução fortalece as possibilidades cognitivas e investigativas ligadas ao uso de mapas e atlas no ambiente escolar.

Além dos avanços tecnológicos, é fundamental compreender que a cartografia escolar desempenha papel central na formação do pensamento espacial e

na construção do raciocínio geográfico. Diversos autores (Vesentini, 2000; Callai, 2011; Cavalcanti, 2013) defendem que o ensino de Geografia deve promover a capacidade de compreender representações, interpretar relações espaciais e estabelecer conexões entre fenômenos e escalas. Nesse sentido, a linguagem cartográfica constitui não apenas um recurso ilustrativo, mas um sistema simbólico e cognitivo que mobiliza leitura, interpretação e abstração, tornando-se essencial para a compreensão do território.

A elaboração e utilização de mapas temáticos, especialmente quando apoiadas por geotecnologias como o QGIS, fortalecem esse processo ao permitir que os estudantes interajam de maneira ativa com informações espacializadas. Como afirma Martinelli (2017), mapas articulados a práticas pedagógicas significativas contribuem para o desenvolvimento de habilidades analíticas e interpretativas, facilitando a compreensão das relações entre sociedade e natureza. Ademais, a adoção de simbologias acessíveis, com cores, ícones e escalas coerentes, amplia a legibilidade das representações e atende a diferentes estilos de aprendizagem (Felder, 1988), tornando a cartografia escolar mais inclusiva e eficaz.

Nesse contexto, mapas temáticos relacionados à qualidade da água, ao uso e cobertura do solo ou à dinâmica hidrográfica constituem instrumentos privilegiados para a educação ambiental. Ao visualizar elementos concretos do território vivido, como rios, bairros e áreas de preservação ou degradação, os estudantes estabelecem conexões diretas entre o conteúdo escolar e a realidade local. Essa aproximação rompe com a abstração excessiva e contribui para o letramento territorial e ambiental, conforme destacam Moraes e Cavalcanti (2023), possibilitando que problemas socioambientais sejam compreendidos como dimensões do cotidiano e não como fenômenos distantes.

A organização de mapas em pranchas ou atlas, amplamente discutida por autores que investigam recursos cartográficos escolares (Almeida, Almeida, 2014; Felbeque, 2021), potencializa essa dimensão formativa ao favorecer leituras sequenciadas, comparativas e multiescalares. Quando representações articulam variáveis como rede hidrográfica, indicadores ambientais e usos do solo, os estudantes desenvolvem habilidades previstas pela BNCC (2018), como interpretação

de dados, pensamento crítico e capacidade de relacionar fenômenos sociais e naturais.

Contudo, o uso pedagógico de pranchas e atlas exige mediação docente e intencionalidade didática. Para Callai (2011), formar sujeitos críticos implica criar condições para que os estudantes leiam o mundo e o lugar vivido de forma reflexiva. Trabalhar com mapas que representam processos reais — e não apenas representações abstratas — amplia o potencial formativo e estimula a compreensão crítica do território. Nesse sentido, a utilização escolar de pranchas cartográficas articuladas a uma sequência didática, como defendem Cavalcanti (2013) e Vesentini (2000), constitui estratégia sólida para promover autonomia intelectual e protagonismo estudantil. A disponibilização digital dessas pranchas por meio de plataformas de acesso aberto, como o Canva, amplia ainda mais seu alcance pedagógico e facilita sua incorporação ao cotidiano docente.

Assim, a linguagem cartográfica, a elaboração de mapas temáticos e a organização dessas representações em pranchas ou atlas configuram elementos fundamentais para uma educação geográfica crítica, contextualizada e comprometida com a formação de sujeitos capazes de compreender e intervir em seus territórios. Ao integrar ciência, tecnologia, território e educação, a cartografia escolar reafirma sua relevância teórica e metodológica e oferece suporte conceitual às propostas que articulam leitura espacial, educação ambiental e formação cidadã.

No campo educacional, a cartografia exerce papel central na formação geográfica. Para Costa (2015), o ensino cartográfico deve superar sua função ilustrativa, sendo incorporado como prática que desenvolve habilidades espaciais, cognitivas e analíticas. Callai (2011) reforça essa perspectiva ao afirmar que aprender Geografia implica aprender a ler e pensar o espaço, processo no qual o mapa se torna linguagem estruturante para a formação de sujeitos críticos.

Vesentini (2000) complementa que o ensino de mapas deve promover o raciocínio espacial e a compreensão das múltiplas escalas do fenômeno geográfico, rompendo com práticas tecnicistas e memorísticas. Martinelli (2017), ao tratar o mapa como ferramenta cognitiva e linguística, destaca sua capacidade de mobilizar processos mentais como abstração, comparação e generalização, essenciais para o

desenvolvimento do pensamento geográfico. Assim, o ensino pela e da cartografia articula o espaço vivido ao espaço global, reforçando a compreensão das dinâmicas socioespaciais.

Essas concepções são fundamentais para esta pesquisa, uma vez que sustentam o uso do atlas hidrográfico como recurso didático capaz de mediar a compreensão da qualidade da água na sub-bacia do Alto Rio São Francisco, articulando fenômenos ambientais, sociais e territoriais.

A história dos atlas escolares no Brasil acompanha as transformações da cartografia e do próprio ensino de Geografia. A criação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 1936 impulsionou a produção de bases cartográficas oficiais e atlas nacionais, consolidando um repertório cartográfico acessível e sistemático para uso escolar (IBGE, 2020). Ao longo do século XX, os atlas escolares deixaram de ser meros repositórios de mapas físicos e políticos para incorporar mapas temáticos que abordam urbanização, redes de transporte, clima, vegetação, economia e indicadores socioambientais (Martinelli, 2017).

Com o avanço das tecnologias digitais, atlas interativos, plataformas governamentais e recursos geoespaciais ampliaram o acesso à informação cartográfica, favorecendo experiências de investigação no espaço vivido (Rocha; Rocha, 2021). No entanto, como alertam Pontuschka, Paganelli e Cacete (2009), o uso pedagógico dos atlas ainda é frequentemente limitado à consulta pontual e descontextualizada, o que reduz seu potencial formativo.

Felbeque (2021) distingue dois modos de uso, o tradicional, em que o atlas é tratado como produto acabado; e dinâmico, quando o estudante manipula, compara, interpreta e produz novas representações. É esse segundo modo que se articula a uma didática crítica, capaz de desenvolver autonomia intelectual e leitura do mundo, dialogando diretamente com a Geografia Crítica e com as propostas formativas de Callai (2011).

O atlas, entendido como síntese visual e conceitual do espaço (Martinelli, 2017), torna-se recurso fundamental para a compreensão de temas ambientais contemporâneos, como a gestão dos recursos hídricos. No caso desta pesquisa, a utilização de um atlas hidrográfico permite visualizar cursos d'água, bacias, sub-

bacias, áreas de preservação e indicadores de qualidade ambiental, articulando conhecimento científico, realidade local e leitura crítica do território.

Essa dimensão é particularmente relevante para a educação ambiental, pois aproxima os estudantes da realidade da sub-bacia do Alto Rio São Francisco, contextualizando problemas, impactos e desafios de gestão da água. O atlas, nesse sentido, deixa de ser instrumento técnico para tornar-se ferramenta cognitiva, linguística, crítica e socioambiental.

#### **2.4 Os recursos hídricos: disponibilidade e gestão.**

A água constitui um dos elementos estruturantes da vida e da organização das sociedades humanas, sendo indispensável à reprodução dos ecossistemas, ao desenvolvimento das atividades produtivas e à garantia dos direitos sociais. Sua importância transcende o caráter ecológico e assume dimensões políticas e territoriais, uma vez que a gestão dos recursos hídricos envolve múltiplos interesses, conflitos e desigualdades sociais e espaciais. Embora o planeta disponha de grande volume de água, apenas pequena fração corresponde à água doce disponível para uso humano, e essa fração encontra-se distribuída de forma profundamente desigual. Em países marcados por contrastes socioeconômicos e assimetrias regionais, como o Brasil, a gestão e o monitoramento desse recurso tornam-se ainda mais complexos.

Do ponto de vista ecológico, a dinâmica da água está sujeita a processos físico-químicos e biológicos que compõem o ciclo hidrológico, mas as transformações antrópicas têm alterado significativamente esses fluxos naturais. O avanço da urbanização, a intensificação agrícola, a expansão das atividades minerárias e a pressão industrial incidem sobre os mananciais e ampliam os riscos de escassez e de contaminação (Knoll, 2023). Von Sperling (2005), ao discutir a qualidade das águas naturais e o funcionamento dos sistemas de tratamento, já alertava que a degradação dos corpos hídricos estava diretamente relacionada à ausência de saneamento básico, à disposição inadequada de resíduos e à falta de políticas públicas efetivas de monitoramento.

Em nível internacional, o quadro de desigualdade é alarmante. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) e o UNICEF (2019), cerca de 2,2 bilhões de pessoas não têm acesso à água potável tratada, enquanto 4,2 bilhões carecem de saneamento seguro. Essa realidade evidencia que o acesso à água é também expressão de injustiças ambientais globais e de prioridades econômicas que nem sempre se alinham à garantia de direitos humanos elementares.

No Brasil, apesar dos avanços institucionais representados pela criação da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei n.º 9.433/1997), grandes desafios persistem. Dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2022) mostram que cerca de 33,3 milhões de brasileiros ainda não possuem acesso regular à água tratada. A disparidade regional evidencia a dimensão geográfica da desigualdade: enquanto regiões como Sudeste e Sul apresentam cobertura superior a 90%, no Norte essa taxa não ultrapassa 65%. A disponibilidade hídrica, portanto, é atravessada por processos históricos de concentração de investimentos e pela fragilidade da infraestrutura urbana.

A qualidade da água é outro aspecto crítico. Estudos conduzidos por Augusto *et al.* (2012) apontam que, embora os sistemas convencionais de tratamento priorizem a desinfecção para prevenir doenças infecto-parasitárias, eles são insuficientes para remover compostos emergentes, agrotóxicos, solventes, metais pesados e resíduos industriais. Von Sperling (2005; 2014) identifica que a composição físico-química das águas superficiais brasileiras tem sido alterada por cargas orgânicas provenientes do esgoto doméstico e por efluentes industriais de alta complexidade, o que requer modernização das tecnologias e fortalecimento da vigilância ambiental.

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2020) observa tendência de agravamento dos problemas de qualidade em áreas de expansão agrícola e urbana, especialmente devido ao aporte excessivo de nutrientes, sedimentos e compostos tóxicos. A própria ANA alerta que mais da metade dos rios monitorados apresentam algum grau de comprometimento, evidenciando que os mecanismos atuais de controle ainda são insuficientes diante da velocidade das transformações territoriais.

Uma projeção do Instituto Trata Brasil (2020) estima que a demanda por água pode aumentar cerca de 43,5% até 2040, podendo chegar a 70% caso não haja melhorias significativas na gestão e na preservação dos mananciais. Tais projeções reforçam que a gestão da água não pode ser dissociada de políticas de ordenamento territorial, saneamento, educação ambiental e participação social.

Nesse cenário, mecanismos de monitoramento tornam-se essenciais. Para compreender a situação dos corpos hídricos, recorre-se a indicadores sintéticos, sendo o Índice de Qualidade da Água (IQA) um dos mais utilizados no Brasil e no mundo. Criado pela *National Sanitation Foundation* e adaptado por órgãos estaduais, como a CETESB nos anos 1970, o IQA combina nove parâmetros físico-químicos e microbiológicos para sintetizar a condição das águas superficiais. Lermontov *et al.* (2009) chamam atenção para a utilidade e, simultaneamente, para as limitações do IQA, pois ele pode mascarar situações críticas quando alguns parâmetros apresentam valores satisfatórios, mesmo diante de contaminação significativa por um único elemento tóxico.

Estudos regionais também identificam essa contradição. Souza e Millan (2024), analisando bacias no Sudeste brasileiro, demonstram que trechos classificados como “bons” segundo o IQA apresentavam concentrações elevadas de coliformes termotolerantes, nitrato e fósforo, indicando maior vulnerabilidade sanitária do que os índices sugerem. Dandoni e Lima (2020), ao investigar a bacia do Rio Doce, encontraram resultados semelhantes, reforçando a necessidade de indicadores complementares.

No contexto mineiro, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) é responsável pelo monitoramento de águas superficiais, utilizando o IQA e o Índice de Contaminação por Tóxicos (CT) e análises específicas de metais e agrotóxicos. A ampliação da rede de monitoramento desde 1997 permitiu maior detalhamento espacial, mas também revelou a persistência de trechos críticos em regiões de mineração e agricultura intensiva, como demonstram estudos de Ribeiro *et al.* (2012) e Serraglio *et al.* (2017). A sub-bacia do Alto Rio São Francisco, foco desta pesquisa, apresenta exatamente esse perfil: áreas com aparente estabilidade no IQA convivem com picos de contaminação por coliformes e metais.

O IQA é um dos instrumentos mais difundidos no Brasil para avaliação integrada da qualidade da água. Adaptado pela CETESB a partir da metodologia da *National Sanitation Foundation* (NSF), o índice utiliza nove parâmetros essenciais: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, DBO, temperatura, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduos totais dissolvidos. Com base nesses parâmetros, os valores brutos são transformados em subíndices, ponderados conforme pesos específicos e integrados em uma escala final de 0 a 100, classificada de “muito ruim” a “excelente”.

Em Minas Gerais, o IGAM adota o IQA como principal indicador para comunicação pública da qualidade da água, devido à sua simplicidade e capacidade de síntese. Entretanto, o uso exclusivo do IQA apresenta limitações significativas, sobretudo quando se pretende articular os dados à educação geográfica ou à compreensão crítica dos processos socioambientais. Como se trata de um índice composto, a média ponderada pode mascarar problemas graves, como elevadas concentrações de coliformes ou presença de metais pesados, ao mesmo tempo em que outros parâmetros apresentam bom desempenho.

Estudos realizados na bacia do Alto São Francisco reforçam essas limitações. Ribeiro et al. (2012) identificam incompatibilidades entre o IQA e a presença de elementos tóxicos mesmo em trechos classificados como “médios” ou “bons”. Análises de Rossi et al. (2024) demonstram que, embora o monitoramento tenha se expandido, a contaminação por tóxicos (CT) permanece elevada em áreas com uso intensivo do solo, como regiões mineradoras e agrícolas da circunscrição SF1-MG. A coexistência de IQA satisfatório com indicadores preocupantes evidencia a necessidade de leituras mais amplas, que integrem outros índices e análise do uso da terra.

A necessidade de integrar dados ambientais, mapas temáticos e análises territoriais reforça o papel da cartografia como ferramenta analítica e comunicativa. Como argumenta Martinelli (2016), o mapa não se limita à função descritiva, mas constitui linguagem que permite interpretar relações espaciais e visualizar processos socioambientais complexos. De forma semelhante, Girardi (2023) destaca que a cartografia escolar, quando utilizada em perspectiva crítica, favorece a leitura do território e desenvolve a capacidade de análise dos estudantes.

A Geografia escolar tem papel fundamental nesse processo. Autores como Cavalcanti (2011), Callai (2013), Kaercher (2004) e Passini (2014) defendem que ensinar Geografia significa formar sujeitos capazes de compreender o espaço como construção social, atravessado por relações de poder, desigualdades e disputas. A água, como recurso vital e objeto de conflitos socioambientais, emerge como eixo privilegiado para desenvolver essas competências.

A cartografia, por sua vez, potencializa a aprendizagem ao tornar visíveis padrões espaciais que não seriam perceptíveis apenas pela linguagem verbal. Castellar (2017) argumentam que a leitura e produção de mapas desenvolvem o pensamento espacial e possibilitam a apropriação crítica das informações territoriais. Para Rossi (2019), a análise cartográfica de dados ambientais é particularmente frutífera no ensino de Geografia por permitir a articulação entre escalas, fenômenos e processos.

No caso dos recursos hídricos, mapas permitem visualizar a distribuição dos pontos de monitoramento, identificar trechos críticos, relacionar mudanças na qualidade da água ao uso e cobertura da terra e compreender trajetórias de contaminação. Ao associar dados do IQA e ICT a informações do MapBiomas, da ANA e do IGAM, torna-se possível compreender a dinâmica socioambiental em escala local, contextualizando-a na bacia hidrográfica, unidade de análise privilegiada pela própria legislação brasileira.

Além disso, a cartografia no ensino possibilita integrar diferentes dimensões do conhecimento geográfico. Como defendem Santos (1996) e Moraes (2007), o território é produto simultâneo das ações humanas e das dinâmicas naturais, e representá-lo por meio de mapas facilita compreender como se articulam fixos, fluxos, redes e usos diferenciados dos recursos. A água, nesse contexto, constitui elemento mediador das relações entre sociedade e natureza.

A visualização espacial da qualidade da água por meio do QGIS potencializa a interpretação dos dados. Conforme Breda e Straforini (2020) e Rizzatti (2021), a cartografia aplicada às questões ambientais amplia a capacidade comunicativa dos indicadores, especialmente quando organizada por símbolos, cores e camadas temáticas. A associação entre rede de drenagem, pontos de

monitoramento, parâmetros de qualidade, uso do solo e dados demográficos permite análises multiescalares e interdisciplinares.

Moraes e Cavalcanti (2023) e Ben (2023) destacam que a cartografia tem a capacidade de transformar a percepção individual e coletiva sobre o território, contribuindo para o entendimento dos conflitos e desigualdades socioambientais. Assim, no contexto da educação geográfica, os mapas se constituem ferramentas pedagógicas capazes de aproximar os estudantes de fenômenos complexos, como a contaminação hídrica, a disponibilidade de água e os impactos das atividades produtivas.

A mediação pedagógica dos dados do IGAM em sala de aula possibilita o desenvolvimento de competências críticas, como a interpretação de gráficos e mapas, a leitura de indicadores, a identificação de problemas ambientais e o reconhecimento de conflitos territoriais relacionados à água. Esse processo, em diálogo com a BNCC e com perspectivas da educação ambiental, estimula os estudantes a compreenderem a água como bem público, direito humano essencial e recurso vulnerável.

Desse modo, ensinar qualidade da água com base em dados e mapas não significa apenas transmitir informações, mas promover competências como análise espacial, interpretação crítica, argumentação, resolução de problemas e participação cidadã. A cartografia, nesse sentido, atua como ponte entre conhecimento técnico e experiência cotidiana, contribuindo para que estudantes compreendam os impactos do saneamento, da mineração, da agricultura e da urbanização sobre os rios que atravessam seus territórios.

Em síntese, integrar monitoramento, análise espacial e práticas pedagógicas no ensino de Geografia permite que pesquisadores, estudantes, professores e gestores se tornem sujeitos capazes de interpretar o território, identificar problemas, mobilizar evidências e participar da gestão social da água. A água, portanto, não constitui apenas objeto de estudo, mas eixo estruturador de debates sobre sustentabilidade, justiça ambiental e cidadania, elementos que orientam e justificam a relevância desta pesquisa.



### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho, o percurso metodológico foi organizado em cinco etapas articuladas, fundamentadas em referenciais que reforçam sua validade científica e coerência interna. Inicialmente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, etapa essencial conforme Gil (2008) e Lakatos e Marconi (2017), pois constitui o alicerce teórico que subsidia a compreensão do objeto investigado e orienta as escolhas metodológicas posteriores.

Em seguida, procedeu-se ao levantamento e ao tratamento dos dados, buscando assegurar a consistência e a confiabilidade das informações utilizadas. Para esse processo, adotaram-se procedimentos de sistematização próximos aos indicados por Yin (2016) e Minayo (2001), sobretudo no que se refere à organização, categorização e validação das fontes consultadas, garantindo rigor na construção do corpus analítico.

A análise dos dados coletados foi conduzida de forma detalhada, permitindo compreender as dinâmicas espaciais e ambientais relevantes ao estudo. Esse movimento analítico dialoga com a abordagem da pesquisa qualitativa em Geografia defendida por Cavalcanti (2008) e Callai (2013), que compreendem o espaço enquanto resultado de múltiplas relações sociais, ambientais e territoriais, demandando análise contextualizada e interpretativa.

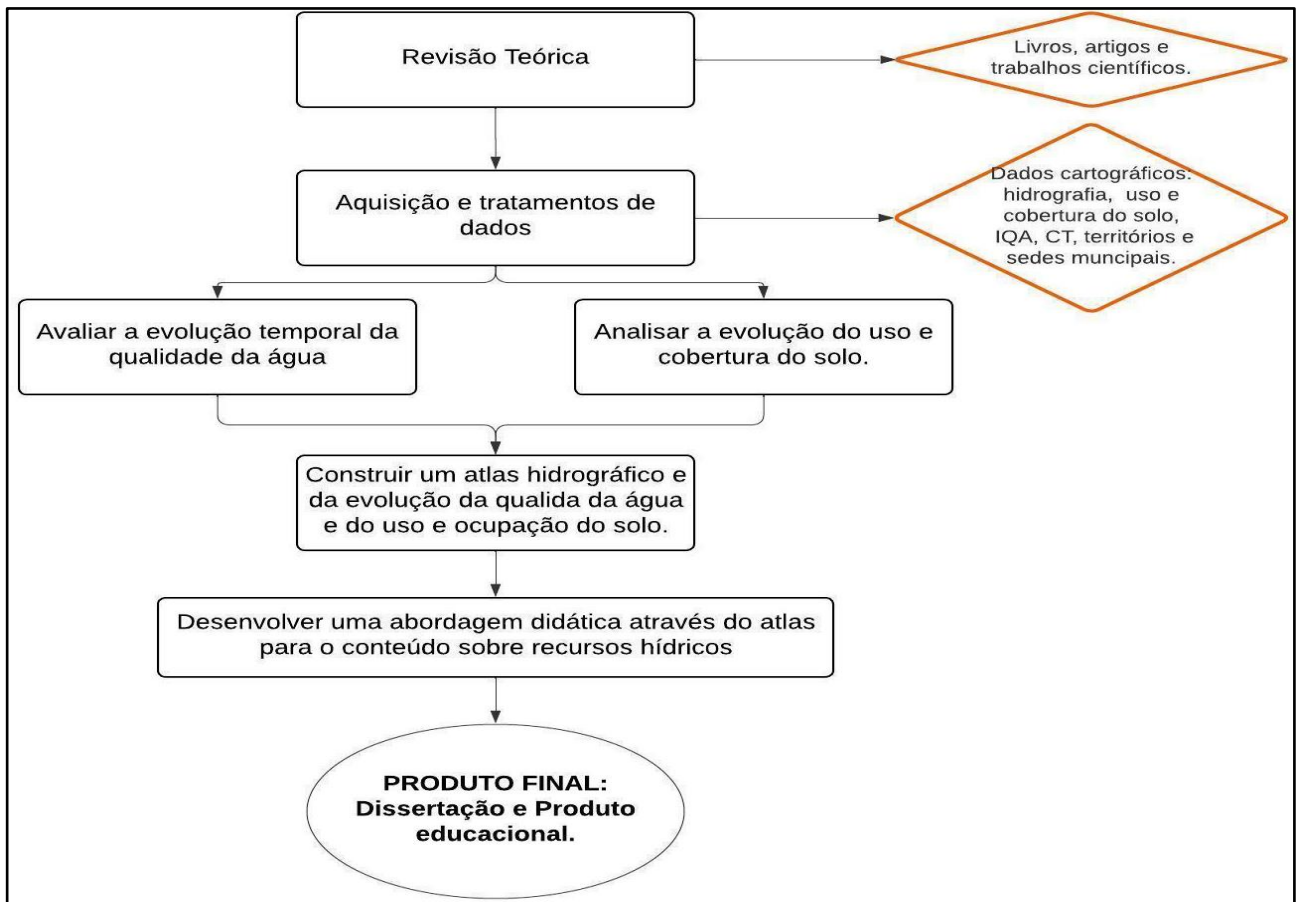
Como quarta etapa, desenvolveu-se o produto técnico educacional, materializado no atlas hidrográfico da circunscrição SF1, concebido de acordo com a perspectiva de pesquisa aplicada e produção de materiais pedagógicos próprios dos programas profissionais de pós-graduação (CAPES, 2019). A cartografia escolar adotada segue referenciais como Passini (2014) e Kaercher (2004), que apontam o mapa como recurso fundamental para a leitura crítica da realidade e para o desenvolvimento da alfabetização cartográfica.

Por fim, a quinta etapa consistiu na avaliação da pesquisa e do produto técnico por pares, o que contribui para sua validação científica, relevância pedagógica e aprimoramento formativo, em consonância com recomendações de Triviños (2013)

sobre a importância da crítica intersubjetiva para o fortalecimento das investigações acadêmicas.

O fluxograma (Figura 1) sintetiza e representa visualmente esse caminho metodológico, destacando a integração entre a pesquisa acadêmica e o desenvolvimento prático do produto, além de evidenciar as relações entre as etapas, os procedimentos e os referenciais empregados ao longo do processo.

Figura 01 – Fluxograma da metodologia da pesquisa



Fonte: elaboração própria, 2025.

Os recursos empregados para sua execução da pesquisa, evidenciando a integração entre a pesquisa acadêmica e o desenvolvimento prático do produto técnico.

A pesquisa foi organizada com a divisão de etapas metodológicas da pesquisa, buscando uma construção clara e executável, percorrendo um caminho desde a fundamentação teórica até a produção do produto técnico, o atlas hidrográfico voltado para o ensino de Geografia. Essa divisão permite abordar de forma sistemática o levantamento e o tratamento dos dados relacionados à qualidade da água na sub-bacia do Alto Rio São Francisco, integrando análises espaciais e ambientais, essenciais para a compreensão dos fenômenos estudados.

Além disso, essa divisão metodológica favorece o desenvolvimento de uma sequência didática que conecta o conhecimento científico à prática pedagógica, facilitando a apropriação dos conteúdos pelos estudantes da educação básica. Dessa forma, a metodologia adotada reforça a conexão entre a pesquisa acadêmica e o ensino, promovendo uma educação geográfica contextualizada e baseada em dados reais e significativos para a região estudada.

### **3.1 Pesquisa Bibliográfica**

A pesquisa bibliográfica foi conduzida por meio da seleção, leitura e fichamento de artigos científicos disponíveis no Google Acadêmico, na base de dados SciELO e no Portal de Periódicos da CAPES. Os termos utilizados nas buscas foram: “Ensino de Geografia”, “Atlas”, “Qualidade da Água” e “IQA”, aplicados separadamente nos mecanismos de busca. Para refinar os resultados, foram utilizados os seguintes filtros: artigos publicados entre 2000 e 2024, disponíveis em idioma português, sem restrições de acesso e com revisão por pares.

Os resultados obtidos para cada termo e plataforma estão apresentados no quadro 1 que detalha o número de artigos encontrados.

Quadro 1 – Resultado do número de artigos encontrados por plataforma para cada termo pesquisado.

TERMO	PLATAFORMA		
	CAPEs	SciELO	Google Acadêmico
<b>Qualidade da Água</b>	3041	1110	15500
<b>IQA</b>	80	26	43
<b>Atlas</b>	759	162	10500
<b>Ensino de geografia</b>	2213	77	4200

Fonte: elaboração própria, 2025.

Para obter um contexto mais alinhado ao tema da pesquisa, novas buscas foram realizadas com a utilização do operador booleano “AND”, que combinava dois dos termos previamente pesquisados. Esse refinamento diminuiu significativamente o número de artigos retornados, como ilustrado no Quadro 2.

Quadro 2 – Resultado do número de artigos encontrados por plataforma com a combinação de termos

TERMO	PLATAFORMA		
	CAPEs	SciELO	Google Acadêmico
<b>Atlas AND Ensino Geografia</b>	21	1	848
<b>Atlas AND Qualidade da Água</b>	4	1	1790
<b>Ensino Geografia AND Qualidade da Água</b>	10	0	1070
<b>Ensino Geografia AND IQA</b>	0	0	7

Fonte: elaboração própria, 2025.

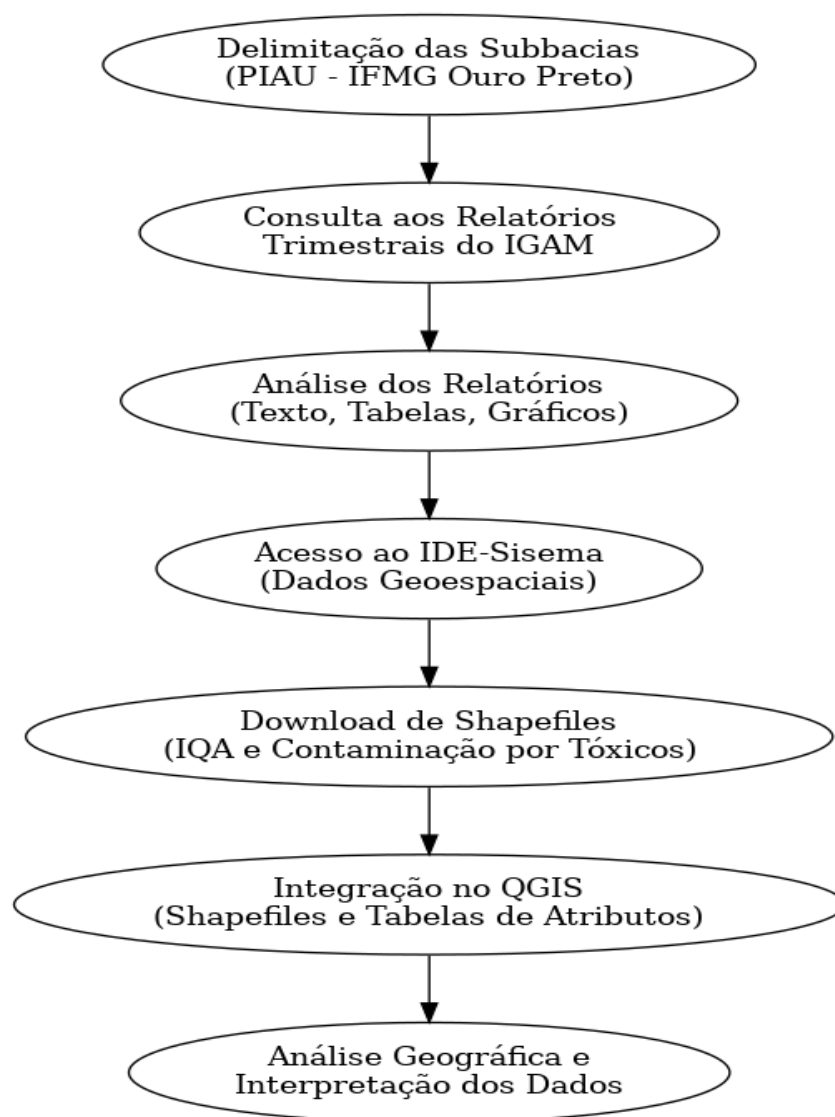
Após a obtenção dos resultados nas diferentes plataformas de busca (Quadro 2), foi realizada uma triagem inicial por meio da leitura dos títulos e resumos dos artigos. Nessa etapa, excluíram-se os trabalhos duplicados, aqueles sem relação direta com o ensino de Geografia ou que tratavam da temática da água sob enfoque estritamente técnico ou naturalista, sem abordagem didático-pedagógica.

Em seguida, procedeu-se à leitura integral dos textos selecionados, de modo a identificar a pertinência teórica e metodológica em relação aos objetivos desta pesquisa. O filtro adotado priorizou estudos que apresentavam: (a) relatos de experiências pedagógicas voltadas para o ensino de Geografia; (b) propostas de uso e aplicação de atlas escolares e cartografia temática; e (c) abordagens sobre o ensino e aprendizagem dos conteúdos de água, recursos hídricos e qualidade da água.

## 3.2 Levantamento de Dados

O levantamento dos dados foi realizado em diferentes bases de acordo com as necessidades pré-estabelecidas para construção de mapas, informações e seleção de parâmetros e elementos a serem considerados.

Figura 02 – Fluxograma da metodologia para levantamento, tratamento e análise dos dados.



Fonte: elaboração própria, 2025.

Os shapefiles com tabelas de atributos com os pontos de coleta do IGAM, a hidrografia, o IQA, a Contaminação por Tóxico foram encontrados no site da Infraestrutura de Dados Espaciais, o IDE-SISEMA.

Já a delimitação das sub-bacias do Alto São Francisco, das sub-bacias do Pará, Paraopeba, Três Marias e Afluentes do Rio São Francisco foram obtidas através do Grupo de Pesquisa Interdisciplinar em Áreas Úmidas (PIAU) do IFMG - campus Ouro Preto.

O site do Instituto Mineiro de Gestão das Águas, o IGAM disponibiliza um campo de repositório dos relatórios trimestrais publicados pela instituição. Esses documentos são parte de análises e sistematização divulgadas para o interesse público e estão em formato de texto corrido, com apontamentos, tabelas e gráficos. Além disso, eles servem de base para o entendimento dos parâmetros analisados e do significado dos dados e dos títulos apresentados nas tabelas de atributos.

Para a obtenção dos dados referentes ao Índice de Qualidade da Água e da Contaminação por tóxicos em formato de shapefile compatível com o softwares QGis, foi necessário acessar o site da Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema) para realizar o downloads das camadas dos arquivos zipados que configuram os shapefiles no endereço: Camada de IQA de 2000 a 2021 - Site do IDE Sisema: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis> em: Camadas disponíveis do WebGIS > Monitoramento da água > Qualidade da Água > Índice de Qualidade da Água (IQA) - média anual (1997 a 2021)> camadas ativas > (o shapefile vem com tabelas de atributo que dispões sobre o IQA de 2000 a 2021) > download da camada > shapefile.






Camada de Contaminação por Tóxicos de 2000 a 2021 – IDE Sisema: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis> em Camas disponíveis do WebGIS > Monitoramento da água > Qualidade da Água > Contaminação por Tóxicos (CT) - média anual (1997 a 2021) (o shapefile vem com tabelas de atributo que dispõe sobre o IQA de 2000 a 2021) > download da camada > shapefile.

### **3.3 Análise e processamento dos Dados**

As amostras coletadas nas estações do sistema de monitoramento do IGAM são analisadas com base nos parâmetros físicos, químicos e biológicos e divulgadas através do Índice de Qualidade da Água e de Contaminação por Tóxicos. A metodologia referente ao IQA é a adotada pela *National Sanitation Foundation* dos Estados Unidos e criada por Brown *et al.* (1970), sendo a mais utilizada no território brasileiro a adaptada pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). É importante ressaltar que há uma pluralidade na forma como as unidades da federação consideram as faixas de classificação (Andrade, 2005; Lopes, Pereira, Magalhães, 2007; Lopes, 2008, Saad et al, 2008; Menezes, 2010; Araújo; Leitão, 2015; Noceli, 2024).

Considerando a área de interesse da pesquisa pertencente ao estado de Minas Gerais, utilizou-se as classes definidas pelo IGAM.

Quadro 3 - Classificação do Índice de Qualidade da Água

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA	FAIXA	COR
<b>Excelente</b>	$90 < \text{IQA} \leq 100$	
<b>Bom</b>	$70 < \text{IQA} \leq 90$	
<b>Médio</b>	$50 < \text{IQA} \leq 70$	
<b>Ruim</b>	$25 < \text{IQA} \leq 50$	
<b>Muito Ruim</b>	$0 < \text{IQA} \leq 25$	

Fonte: IGAM (2013), elaborado e adaptado pelo autor (2024).

A Contaminação por Tóxicos (CT) se refere à concentração de materiais tóxicos presentes na água, de acordo com os limites estabelecidos na resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e adotada pelo IGAM no território mineiro. O índice é determinante para complementar as informações fornecidas pelo IQA, que não contempla muitos parâmetros inorgânicos da qualidade da água. A contaminação por tóxicos pode ser classificada como alta, média e baixa, conforme o Quadro 4.

Quadro 4 - Classificação da Contaminação por Tóxicos

CONTAMINAÇÃO POR TÓXICOS	CONCENTRAÇÃO EM RELAÇÃO À CLASSE DE ENQUADRAMENTO	COR
Baixa	=1,2.P (até 20% Superior)	
Média	1,2.P < concentração = 2.P (entre 20% e 100%)	
Alta	Concentração > 2.P (acima de 100%)	

Fonte: IGAM (2013), elaborado e adaptado pelo autor (2024).

O mapeamento da evolução do uso do solo foi realizado utilizando a base do MapBiomas, por meio da plataforma Google Earth Engine, que disponibiliza shapefiles matriciais com pixels que representam diferentes usos do solo obtidos por sensoriamento remoto para o período de 1985 a 2022.

Para uma análise mais precisa e realista, foi realizada uma reclassificação das cores dos pixels que originalmente variavam entre preto e branco. Essa reclassificação foi feita conforme códigos fornecidos pelo projeto. Algumas categorias (Quadro 05) foram excluídas da tabela por não estarem presentes na área de interesse, enquanto outras foram agrupadas ou separadas conforme o interesse de produção final dos mapas (MapBiomas, 2022; Noceli, 2024).

Quadro 5 - Reclassificação das tipologias do Uso e cobertura dos solos.

ID nativo do MapBiomas v8.0	Tipologia	Cor
1.1-Formação Florestal; 1.2-Formação Savânica; 2.1. Campo Alagado e Área Pantanosa; 2.2. Formação Campestre; 2.4. Afloramento Rochoso.	<b>Formação natural</b>	
3.3. Silvicultura; 3.1. Pastagem; 3.2.1.2. Cana; 3.4. Mosaico de Usos; 3.2.1.1. Soja; 3.2.1.5. Lavouras Temporárias; 3.2.2.1. Café; 3.2.2.2. Citrus; 3.2.2.4. Outras Lavouras Perenes; 3.2.1.4. Algodão (beta).	<b>Agropecuária</b>	
4.2. Área Urbanizada; 4.4. Outras Áreas não vegetadas;	<b>Área urbana</b>	
4.3. Mineração	<b>Mineração</b>	
5.1. Rio, Lago e Oceano	<b>Corpos D'água</b>	

Fonte: Noceli (2024), MapBiomas (2023), adaptado pelo autor (2024).

### **3.4 Construção do Produto técnico educacional**

Na construção do produto técnico, foi realizada uma análise das diferentes metodologias para a classificação dos índices, além da consideração dos dados disponíveis utilizados pelo IGAM e de outros estudos relacionados à criação de atlas escolares.

Para a elaboração dos mapas, utilizou-se o software QGis, possibilitando a espacialização e a análise dos dados. A criação de gráficos e tabelas foi realizada com o uso do software Excel, enquanto a redação, edição e formatação do produto final foram feitas no Microsoft Word, assegurando uma apresentação organizada e coerente dos conteúdos.

### **3.5 Avaliação e revisão do produto técnico educacional**

Para avaliar e revisar o produto, durante toda a produção foram realizadas reuniões remotas por plataforma de web conferências, exposições e revisões dos mapas com objetivo de garantir a coesão das informações e sua adequada apresentação na realidade escolar local/regional. As correções e discussões envolveram a escolha dos temas dos mapas, os períodos apresentados, o tamanho das fontes e dos símbolos, a configuração do layout e as cores utilizadas. Esse processo foi realizado por meio de compartilhamento e reuniões com os membros do grupo PIAU.

A metodologia proposta também prevê ações de divulgação científica e escolar para ampliar o alcance e a aplicabilidade dos resultados obtidos. Inicialmente, a divulgação científica foi realizada por meio de publicações em eventos acadêmicos, garantindo a inserção dos achados da pesquisa no debate científico. Com o produto concluído, espera-se avaliar sua adequação aos conteúdos e habilidades previstas na educação básica e indicar formas de utilizar o material em diferentes momentos de escolaridade.

### 3.6 Área de estudo

No contexto da gestão territorial e dos recursos hídricos em Minas Gerais, o termo Circunscrição Hidrográfica (CH) refere-se a uma unidade de planejamento e gestão definida a partir dos limites naturais de drenagem. Diferentemente das divisões político-administrativas, essas circunscrições são delimitadas considerando a organização dos cursos d'água, suas sub-bacias e áreas de contribuição, permitindo que políticas, diagnósticos e ações de monitoramento sejam estruturados de acordo com a lógica do funcionamento hidrológico. Esse recorte é adotado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) no âmbito da Política Estadual de Recursos Hídricos, servindo como base para o acompanhamento da qualidade da água, a alocação de usos e a identificação de pressões ambientais.

Nesse sentido, a área de estudo desta pesquisa corresponde à Circunscrição Hidrográfica (CH) SF1 – Afluentes do Alto São Francisco, localizada na porção centro-oeste de Minas Gerais, e ao município de Arcos–MG, inserido integralmente nessa unidade. A CH SF1 integra a delimitação oficial do IGAM para a porção alta da bacia do Rio São Francisco e constitui a sub-bacia mais a montante do sistema, desempenhando papel estratégico para a recarga hídrica, a manutenção da qualidade da água e a dinâmica socioambiental das áreas situadas a jusante. Trata-se, portanto, de um recorte territorial que não apenas delimita fisicamente a área estudada, mas também orienta a análise dos processos ambientais e antrópicos que influenciam a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos na região.

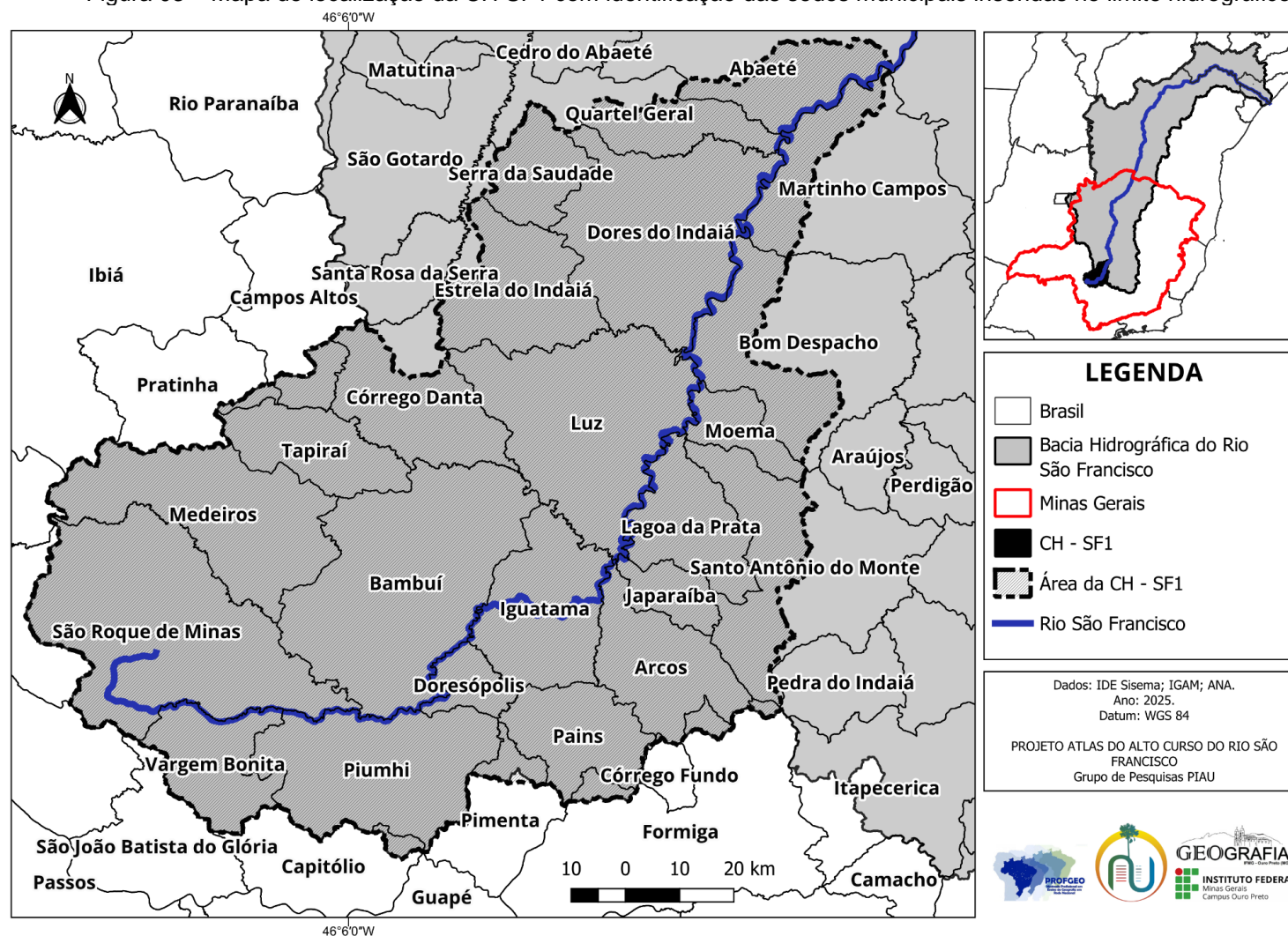
A SF1 apresenta elevada diversidade fisiográfica, reunindo ambientes serranos, áreas cársticas, vales fluviais, planícies onduladas e setores de transição entre o Cerrado e a Mata Atlântica. Essa configuração geomorfológica heterogênea resulta em paisagens complexas, cujas características influenciam diretamente o comportamento hidrológico, a distribuição dos solos, as dinâmicas ecológicas e os desafios relacionados ao planejamento territorial (IGAM, 2020). Nos termos do delineamento estabelecido pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2013), a CH SF1 possui área de 14.155,09 km<sup>2</sup>, representando aproximadamente 6,03% da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, abrangendo 29 municípios conforme delimitações

hidrográficas, embora apenas 20 tenham sede municipal completamente inserida na área da bacia.

Dados mais recentes do IBGE (2022) apontam que a área de influência ampliada da CH SF01–Nascentes compreende 32 municípios, dos quais 21 possuem sede dentro dos limites hidrográficos. A população total dos municípios com sede inserida nessa circunscrição alcança 301.785 habitantes, com predominância significativa do contingente urbano, característica que revela padrão típico das cidades de porte médio do interior mineiro, articuladas a atividades agropecuárias, ao setor de serviços e, em casos específicos, à mineração. O município de Bom Despacho aparece como o mais populoso (51.736 habitantes), seguido por Lagoa da Prata (51.412 habitantes), Arcos (41.416 habitantes) e Piumhi (36.062 habitantes), enquanto Serra da Saudade (833 habitantes) apresenta o menor contingente populacional do Brasil (IBGE, 2022).

Para auxiliar a espacialização do recorte territorial utilizado na pesquisa, apresenta-se a seguir o mapa de localização da Circunscrição Hidrográfica SF1, contendo os limites oficiais e a identificação dos municípios que possuem sede inserida em sua área. Este mapa compõe elemento fundamental para a compreensão visual do território estudado, constituindo recurso cartográfico de suporte à análise (Passini, 2014; Kaercher, 2004).

Figura 03 – Mapa de localização da CH SF1 com identificação das sedes municipais inseridas no limite hidrográfico.



Fonte: elaboração própria (2025).

A CH SF1 integra-se ao território do Alto São Francisco, estabelecendo conexões ambientais, hidrológicas e socioeconômicas com sistemas naturais influenciados pela Serra da Canastra e pelas áreas de transição para o Oeste Mineiro e o Centro-Oeste brasileiro. A região abriga nascentes e afluentes fundamentais para a manutenção da vazão do Rio São Francisco, entre os quais se destacam os rios Samburá, Piumhi, Bambuí, Indaiá e São Miguel, que apresentam áreas de drenagem subterrânea em decorrência da influência do carste. Tais características reforçam a relevância estratégica da CH SF1 nos processos de formação do Velho Chico e nos esforços de gestão integrada dos recursos hídricos no estado de Minas Gerais (IGAM, 2022).

O contexto geológico da área é marcado pelo predomínio das rochas carbonáticas do Grupo Bambuí, cujos processos de carstificação originaram feições como cavernas, dolinas, sumidouros, vales cegos e canais subterrâneos, influenciando diretamente a dinâmica hidrológica regional. A alta permeabilidade do meio cárstico favorece a rápida infiltração e circulação da água, aumentando a vulnerabilidade dos aquíferos à contaminação antrópica. Nesse cenário, destaca-se o município de Arcos-MG, cuja importância hidrogeológica, econômica e ambiental é central para a compreensão das dinâmicas da CH SF1 (CPRM, 2008).

Localizado em uma das áreas de maior expressividade do carste do Alto São Francisco, Arcos apresenta sistemas subterrâneos complexos, responsáveis por grande parte da recarga hídrica regional e pela perenização de rios durante o período seco (ANA, 2018). A intensa presença de rochas calcárias transformou o município em um polo minerário historicamente consolidado, com forte exploração de calcário, cimento, cal e corretivos agrícolas, atividades que reconfiguraram o espaço geográfico e ampliaram os desafios relacionados ao monitoramento hídrico. A alta vulnerabilidade dos aquíferos cársticos, somada à expansão industrial, torna o município área prioritária para estudos de qualidade da água.

A relevância de Arcos transcende o plano hidrogeológico. Evidências arqueológicas, como o Sítio Posse Grande, revelam ocupações humanas datadas entre 9.000 e 7.000 anos, com centenas de pinturas rupestres que compõem um acervo de expressiva importância cultural (PROUS, 1992; IPHAN, 2018). Tais

registros demonstram que as interações entre sociedade e ambiente no território arcense remontam a períodos pré-históricos, o que reforça a necessidade de considerar dimensões históricas e culturais no processo de caracterização territorial. No plano socioeconômico contemporâneo, Arcos consolidou-se como polo regional estruturado pela cadeia produtiva do calcário, combinando atividades industriais, agropecuárias e de serviços. Essa configuração gera dinamismo econômico e intensifica fluxos de população e mercadorias, mas também amplia pressões ambientais sobre os sistemas naturais, em especial sobre o solo, a vegetação e os recursos hídricos (Oliveira, 2019)

A vegetação da CH SF1 compõe um mosaico entre Cerrado e Mata Atlântica, embora os dados de cobertura e uso do solo indiquem alto grau de antropização: 76% da área é ocupada por pastagens, 7,8% por atividades agrícolas e apenas 0,53% por áreas urbanizadas (MapBiomass, 2023). Esse padrão contribui para a alteração de processos ecológicos fundamentais, como a recarga de aquíferos, a proteção de nascentes e a manutenção da biodiversidade. A dinâmica climática regional, classificada como Aw segundo Köppen, apresenta verões quentes e chuvosos e invernos secos, com precipitação anual variando entre 1.400 e 1.700 mm, sendo cerca de 60% desse volume concentrado entre novembro e janeiro. Complementarmente, a classificação de Thornthwaite identifica predomínio de índices de umidade B1 e B2, com áreas subúmidas C2 e úmidas B3 em altitudes mais elevadas (IGAM, 2020).

A CH SF1 possui ainda uma ampla rede de monitoramento hidrológico, meteorológico e climático, composta por 41 estações fluviométricas, 46 pluviométricas e 3 climatológicas, administradas por instituições como ANA, INMET e IGAM, além das plataformas automáticas mantidas pelo Sistema Mineiro de Gestão de Recursos Hídricos (SIMGE). No caso específico de Arcos, a presença de estações estratégicas, como SF001, SF003, SF005 e SF010, permite acompanhar com precisão as oscilações na qualidade da água, essenciais para identificar possíveis impactos resultantes das atividades minerárias, da expansão urbana ou do uso agropecuário. A articulação entre drenagem superficial e subterrânea, característica dos terrenos cársticos arcoenses, reforça a necessidade de monitoramento permanente, uma vez

que alterações pontuais podem produzir efeitos amplificados na qualidade dos recursos hídricos.

Assim, a caracterização integrada da CH SF1 e, em especial, do município de Arcos-MG, demonstra que ambas as áreas constituem elementos-chave para compreender as dinâmicas ambientais, hidrogeológicas e socioeconômicas do Alto São Francisco. A singularidade do relevo cárstico, a centralidade econômica da mineração, a vulnerabilidade hídrica e a complexidade ecológica convergem para justificar a escolha dessa área como recorte espacial prioritário desta dissertação.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A apresentação dos resultados desta pesquisa foi organizada de forma a permitir uma compreensão progressiva da realidade ambiental e educacional analisada. Inicialmente, são apresentados os dados referentes à CH SF1 como unidade de análise mais ampla, tomando como base os indicadores oficiais de qualidade da água, especialmente o IQA e parâmetros complementares disponibilizados pelo IGAM, contemplando séries históricas que permitem identificar tendências, permanências e mudanças ao longo do tempo. Em seguida, a análise se volta ao recorte territorial específico do município de Arcos-MG, possibilitando uma leitura mais detalhada das condições locais e de sua relação com o contexto geral da sub-bacia.

Os dados são espacializados em mapas temáticos produzidos no Atlas Hidrográfico elaborado como produto técnico desta dissertação, permitindo visualizar a distribuição dos pontos de monitoramento, a variação espacial dos índices analisados e as relações existentes entre a qualidade da água e o uso e ocupação do solo. A discussão dos resultados ocorre de forma integrada à apresentação dos dados e dos mapas, de modo que cada tabela, gráfico ou representação cartográfica já é acompanhada da interpretação correspondente, articulando a análise às referências teóricas e à realidade territorial observada.

Dessa forma, esta seção não apenas expõe os resultados obtidos, mas também evidencia a lógica de organização e o sentido de cada conjunto de informações dentro da construção das análises, passando do panorama geral da CH SF1 para o estudo localizado de Arcos-MG e suas especificidades socioambientais.

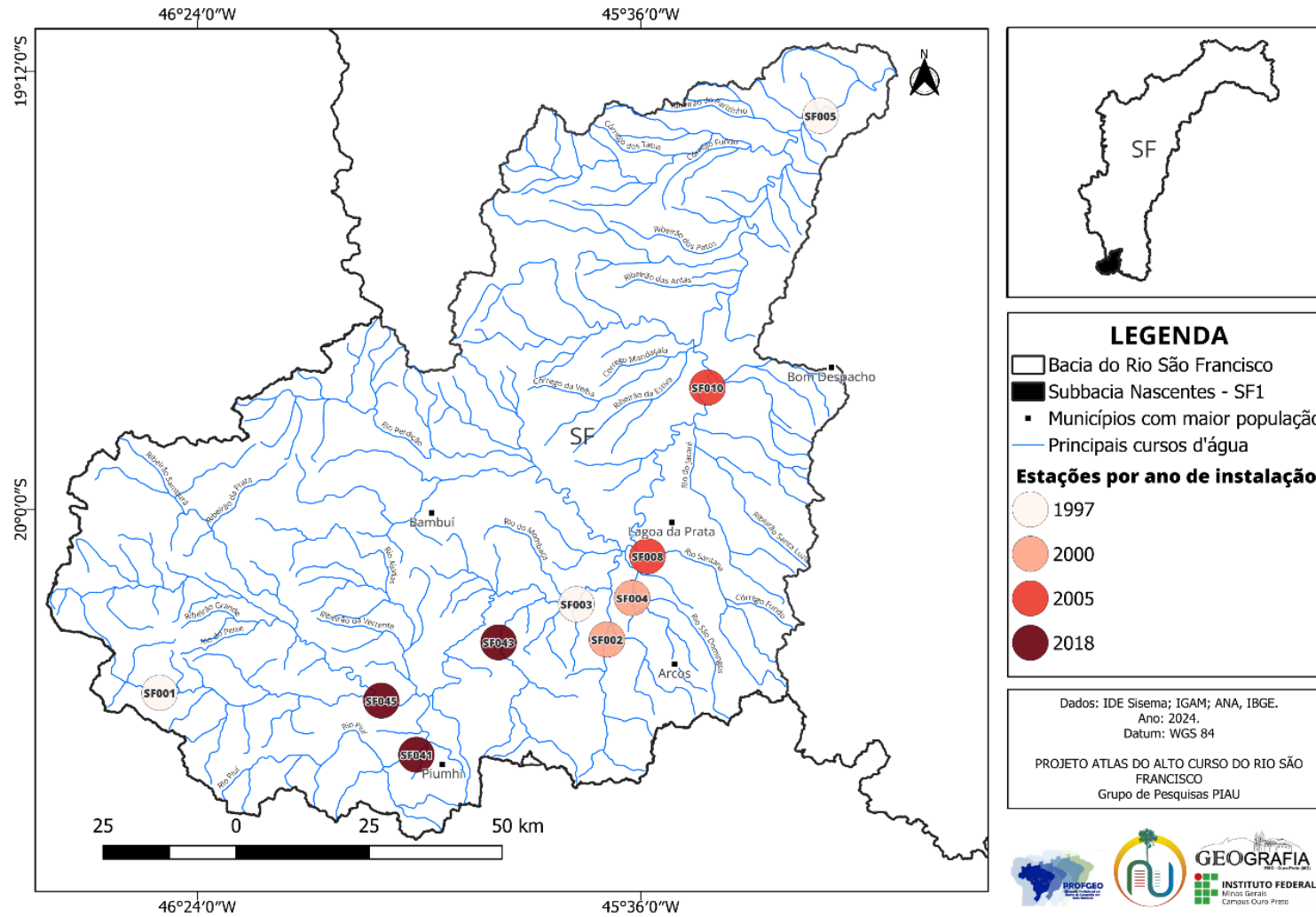
### **4.1 Localização e evolução dos Pontos de Monitoramento do IGAM na CH SF1**

A definição dos pontos de monitoramento da qualidade da água em uma bacia hidrográfica se constitui como uma tarefa complexa, especialmente quando se trata de um projeto estadual, como o “Águas de Minas”, coordenado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). Tal complexidade decorre da necessidade de conciliar critérios técnicos, como a representatividade hidrográfica e a cobertura espacial, com fatores operacionais, como acessibilidade, viabilidade logística e disponibilidade de recursos humanos e financeiros.

Em relação aos pontos de monitoramento do IGAM, a área apresenta um total de dez estações instaladas até 2021, sendo as três primeiras com início das coletas no ano de 1997, duas em 2000, uma em 2005 e três em 2018, mostrando um aumento nas amostragens com o passar dos anos, além da consolidação do projeto “Águas de Minas” do IGAM, conforme pode ser observado na Figura 4, que ilustra a distribuição temporal e espacial dos pontos de monitoramento na CH SF1.

No caso da Circunscrição Hidrográfica SF1, localizada no alto curso do rio São Francisco, observa-se que, em 1997, o monitoramento teve início com apenas três estações estrategicamente posicionadas ao longo do curso principal do rio. A estação SF001, de classe especial, foi instalada nas proximidades da nascente, em uma área de menor interferência antrópica, com o intuito de estabelecer um parâmetro de referência para a qualidade da água. As estações SF003 e SF005, por sua vez, foram implantadas no trecho médio e na foz da sub-bacia, respectivamente, ambas classificadas como classe 2. Esta configuração inicial sugere uma lógica de monitoramento longitudinal, buscando captar a variação da qualidade da água desde a nascente até a saída da sub-bacia, permitindo inferências sobre os impactos cumulativos ao longo do curso d’água.

Figura 04 - Evolução das estações de monitoramento na CH SF1 – Alto rio São Francisco. Indicados os pontos das sedes dos municípios com maior população.



Fonte: elaboração própria, 2025.

A distribuição inicial dos pontos reflete, portanto, uma abordagem conservadora e estruturante, voltada para a caracterização básica do sistema hídrico principal, em um momento no qual o projeto ainda se consolidava institucionalmente (Lucas; Folegatti; Duarte, 2010, IGAM, 2020). À medida que o sistema de monitoramento se expandiu nas décadas seguintes, novos pontos foram adicionados em áreas de maior pressão antrópica, como zonas de intensa mineração e aglomerações urbanas, evidenciando a crescente preocupação com os usos múltiplos da água e os conflitos decorrentes da degradação ambiental. Essa evolução revela não apenas o aprimoramento técnico do sistema de monitoramento, mas também a complexa relação entre território, gestão ambiental e dinâmicas socioeconômicas regionais.

Em programas de monitoramento ambiental, a distribuição inicial de pontos tende a seguir uma lógica “estruturante”, priorizando grandes rios e trechos estratégicos para o diagnóstico geral da bacia. Isto é destacado por Lucas, Folegatti e Duarte (2010), ao afirmarem que redes de monitoramento geralmente começam com uma cobertura mais restrita, consolidando padrões metodológicos, periodicidade e séries históricas antes de ampliarem a cobertura espacial. Tucci (2007) complementa que a ampliação progressiva da rede de pontos é resultado natural do amadurecimento institucional, da consolidação dos métodos de coleta e da compreensão mais aprofundada das pressões ambientais exercidas sobre os mananciais ao longo do tempo. Assim, o aumento de estações entre 1997 e 2021 reflete a evolução do IGAM não apenas em termos operacionais, mas também no reconhecimento da necessidade de dados mais densos para subsidiar decisões sobre outorgas, enquadramento, fiscalização e manejo ambiental.

Ao analisar a distribuição espacial das três primeiras estações de monitoramento da qualidade da água instaladas em 1997 na CH SF1 — SF001, SF003 e SF005 —, é possível identificar critérios estratégicos relacionados tanto à hidrografia quanto aos usos do solo e às pressões antrópicas emergentes naquele contexto. A estação SF001 está localizada próxima à principal nascente do alto curso do rio São Francisco e é classificada como de classe especial. Essa localização sugere uma intencionalidade em estabelecer uma linha de base de qualidade da água

em ambiente de baixa interferência humana, funcionando como referência para comparações ao longo do curso fluvial (Von Sperling, 2005).

Já as estações SF003 (porção intermediária) e SF005 (foz da sub-bacia) foram classificadas como classe 2 e posicionadas em trechos que, ainda que menos preservados que a nascente, concentravam fluxos de maior complexidade ambiental, sendo uma interseção entre os afluentes (IGAM, 2022). A escolha desses pontos parece considerar os mosaicos espaciais de uso e ocupação do solo, abrangendo áreas que já apresentavam, na época, sinais de impacto ambiental relacionados às atividades humanas, sobretudo agropecuária, mineração e expansão urbana (MapBiomas, 2022).

Na região da foz (SF005), é possível identificar pressões crescentes decorrentes de práticas agropecuárias intensivas nos afluentes do noroeste da sub-bacia, além da proximidade com municípios de porte médio para o contexto regional, como Piumhi. Já no trecho intermediário (SF003), entre os anos de 1990 e início dos anos 2000, a ocupação do território e a presença de empreendimentos industriais e minerários na região de Arcos, Pains e Iguatama configuraram um cenário de atenção quanto à possível degradação da qualidade da água (MapBiomas, 2022).

A definição inicial dos pontos de monitoramento não pode ser compreendida como uma escolha arbitrária, mas como parte de uma lógica metodológica amplamente reconhecida na literatura especializada. Programas de monitoramento da qualidade da água geralmente buscam abranger gradientes ambientais distintos ao longo de um corpo hídrico, permitindo identificar alterações espaciais associadas a fontes de impacto natural e antrópico.

De acordo com Tundisi e Tundisi (2008), o monitoramento hidrológico eficaz precisa considerar a dinâmica espacial dos sistemas aquáticos, uma vez que rios apresentam variações longitudinais em termos de carga de sedimentos, quantidade de matéria orgânica, variáveis físico-químicas e intensidade das pressões humanas. Para os autores, instalar pontos em nascentes, trechos médios e foz permite compreender as mudanças cumulativas ao longo do curso do rio e formular diagnósticos ambientalmente consistentes. Nesse sentido, a seleção de uma nascente preservada como ponto de referência segue a lógica de estabelecer um

parâmetro de comparação que reflita as condições naturais mínimas do ecossistema, aspecto indispensável para diferenciar impactos decorrentes das intervenções humanas.

A literatura clássica de Von Sperling (2005; 2014) reforça essa abordagem ao destacar que o desenho de redes de monitoramento precisa captar não apenas a evolução temporal da qualidade da água, mas também sua variação espacial. Para o autor, séries de monitoramento restritas a poucos pontos podem mascarar efeitos relevantes, sobretudo em bacias com processos intensos de urbanização, industrialização, mineração e uso do solo. Assim, o uso de múltiplos pontos de coleta distribuídos ao longo do corpo hídrico permite compreender como diferentes usos e ocupações do território produzem alterações graduais e cumulativas na qualidade da água.

No caso analisado, a inclusão de um ponto intermediário em área submetida à urbanização e mineração dialoga diretamente com essa perspectiva teórica. Tundisi e Tundisi (2008) destacam que os impactos humanos, como lançamento de efluentes, impermeabilização do solo, desmatamento e atividades industriais, geralmente intensificam-se no trecho médio dos rios, onde a presença humana se torna mais densa. O monitoramento neste setor, portanto, é essencial para detectar transformações ligadas ao uso do solo, além de medir a capacidade de autodepuração do sistema fluvial.

Por fim, a inclusão de um ponto de monitoramento na foz ou seção de exutório da sub-bacia reflete o entendimento de que esta etapa do rio tende a concentrar o acúmulo de impactos, funcionando como síntese da dinâmica de todo o sistema. Von Sperling (2014) enfatiza que apenas o monitoramento próximo ao ponto de saída da bacia permite avaliar o balanço final das pressões ambientais e suas consequências para a continuidade da rede hidrográfica a jusante, além de subsidiar instrumentos de gestão como enquadramento e outorga.

A análise posterior, realizada com apoio do atlas hidrológico, confirma empiricamente essa coerência metodológica ao relacionar a posição das estações com as transformações territoriais da sub-bacia desde a década de 1990. Essa coerência reforça a interpretação de que as escolhas iniciais refletem não apenas uma

etapa embrionária de implantação do sistema, mas uma concepção técnico-científica alinhada com os princípios consolidados na literatura sobre gestão das águas e monitoramento ambiental.

## **4.2 O Índice de Qualidade da Água e a Contaminação por Tóxicos**

A análise da qualidade da água na Circunscrição Hidrográfica SF1 (Alto Rio São Francisco) foi realizada com base nos dados históricos do Índice de Qualidade da Água (IQA) e da Contaminação por Tóxicos (CT), apresentados nos Quadros 6 e 7 a partir das medições oficiais realizadas entre 1997 e 2021. Conforme se observa na Tabela 2, o IQA apresenta predominantemente classificações entre “boa” e “média”, com destaque para a estação SF001, situada próxima à nascente, que mantém ao longo de toda a série histórica os melhores resultados de qualidade, reafirmando sua condição de referência ambiental dentro da sub-bacia.

No entanto, apesar de apresentar valores consistentemente elevados de IQA, a SF001 não possui registros históricos, após 1999, de Contaminação por Tóxicos na Tabela 3. Essa lacuna não decorre da inexistência de risco ambiental, mas de sua classificação como estação de Classe Especial, atribuída a trechos de nascente e de alta preservação, para os quais o IGAM e a Resolução CONAMA 357/2005 estabelecem parâmetros de monitoramento diferenciados.

De acordo com o IGAM, os corpos hídricos classificados como Classe Especial têm função prioritária de preservação ambiental e abastecimento sem tratamento convencional, sendo utilizados como referência para o enquadramento das demais unidades dentro da bacia. Por isso, seu monitoramento se concentra principalmente em parâmetros físico-químicos e biológicos gerais, não exigindo necessariamente a análise de contaminantes sintéticos ou orgânicos persistentes. Tais trechos constituem áreas estratégicas para a manutenção do equilíbrio hidrológico, justificando a menor amplitude de parâmetros monitorados e explicando, no caso da SF001, a ausência de valores de CT ao longo da série temporal. A leitura comparada das tabelas, portanto, mostra que a aparente superioridade ambiental das

nascentes não decorre apenas da qualidade real da água, mas também do regime normativo diferenciado aplicado pelo IGAM às áreas de cabeceira.

Quadro 6 - Evolução temporal do IQA na CH SF1 .

IQA	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
SF001	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	
SF003	Médio	Médio	Médio	Bom	Médio	Médio	Bom	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Bom	Bom	Bom	Bom	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	
SF005	Bom	Bom	Bom	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Bom	Bom	Médio	Bom	Bom	Bom	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	
SF004				Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	
SF002				Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Bom	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	
SF008									Ruim	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Médio	Médio	Médio	Médio	
SF010									Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Bom	Bom	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	
SF041																						Médio	Bom	Médio	Médio	
SF043																							Bom	Bom	Médio	Bom
SF045																							Médio	Médio	Médio	Médio

Quadro 7 - Evolução temporal da CT na CH SF1.

CT	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
SF001	Baixa	Alta	Baixa	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE
SF003	Alta	Alta	Alta	Média	Alta	Média	Baixa	Baixa	Média	Baixa	Alta	Alta	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa
SF005	Média	Alta	Alta	Média	Alta	Média	Média	Baixa	Média	Média	Baixa	Baixa	Alta	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Alta	Baixa	Média	Baixa	Baixa	Média	Baixa
SF004				Alta	Alta	Alta	Média	Alta	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Média	Baixa	Baixa	Média	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Alta	Alta	Baixa
SF002				Média	Média	Média	Baixa	Alta	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Média	Baixa	Alta	Baixa	Baixa	Alta	Baixa	Alta	Baixa	Média
SF008									Baixa	Alta	Média	Baixa	Baixa	Média	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Alta	Baixa	Baixa
SF010									Baixa	Média	Alta	Baixa	Baixa	Média	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Média	Baixa	Baixa	Alta	Baixa	Baixa
SF041																							Baixa	Baixa	Baixa
SF043																							Baixa	Baixa	Baixa
SF045																							Baixa	Baixa	Baixa

\*CE: Classe Especial (IGAM, 2022)

Fonte: elaboração própria, 2025.

Nos demais pontos da bacia, a situação se apresenta de forma distinta. A Tabela 3 revela que, mesmo em estações classificadas como “boa” ou “média” pelo IQA, ocorreram registros significativos de Contaminação por Tóxicos em diferentes momentos da série histórica. Estações como SF003, SF004 e SF005 apresentam elevação de CT principalmente entre 2000 e 2010, indicando a presença de compostos que não são plenamente captados pelo IQA, que permanece um índice de síntese e de natureza generalista. Esse descompasso reforça a necessidade de utilizar múltiplos indicadores para avaliação ambiental, como defendem Von Sperling (2005, 2014), ao argumentar que processos de degradação das águas resultam de interações simultâneas entre substâncias orgânicas, inorgânicas, fatores físicos e transformações antrópicas cumulativas, exigindo análises complementares e não restritas a um único parâmetro.

A leitura cruzada dos Quadros 6 e 7 permite identificar também padrões espaciais de deterioração ao longo do gradiente longitudinal da bacia. Esse comportamento confirma a interpretação de Tundisi e Tundisi (2008), segundo os quais o monitoramento hidrológico deve considerar a dinâmica espacial da bacia, uma vez que os efeitos da supressão da vegetação, da urbanização, do crescimento industrial e das alterações no uso do solo tendem a se acumular ao longo do curso d'água. Na SF1, este fenômeno se expressa de forma clara: nascentes com qualidade superior e baixa variabilidade, trechos intermediários com maior oscilação e presença de contaminantes tóxicos, e setores inferiores com tendência à piora cumulativa dos indicadores.

Quando incorporados ao atlas hidrográfico e representados cartograficamente, esses dados permitem visualizar com maior precisão tais relações territoriais, reforçando a importância da linguagem cartográfica como mediadora da compreensão espacial dos fenômenos ambientais. Santos (2013) destaca que mapas e representações visuais tornam concretas informações abstratas e tabelares, aproximando o leitor das dinâmicas que estruturam o espaço geográfico vivido. Essa concepção converge com Cavalcanti (2008) e Callai (2013), que atribuem à cartografia escolar um papel formativo, ao favorecer a construção do pensamento espacial crítico e a leitura qualificada do território em suas múltiplas dimensões.

A organização dos dados de forma integrada, visualmente acessível e espacializada contribui para que o aluno compreenda a água como recurso vital, ambientalmente sensível e socialmente disputado. Almeida (2019) reforça essa perspectiva ao afirmar que a cartografia escolar promove a articulação entre diferentes escalas analíticas e possibilita visualizar os processos que conectam o local ao regional, o natural ao social e as transformações ambientais às vivências cotidianas dos sujeitos. Assim, as representações cartográficas e tabulares analisadas neste trabalho não se limitam a instrumentalizar a leitura técnica dos indicadores, mas configuram um recurso pedagógico alinhado ao ensino de Geografia e aos princípios de uma educação ambiental crítica, fomentando a compreensão do território como produto de dinâmicas históricas, econômicas, sociais e ecológicas interdependentes.

A interpretação dos resultados, portanto, evidencia um quadro composto por nascentes de referência ambiental sob regime regulatório especial, trechos intermediários sujeitos a maior instabilidade e incidência de contaminação associada às pressões urbanas e industriais e setores inferiores que acumulam impactos ao longo do curso d'água. Tais padrões reforçam a necessidade de análises multivariadas, fiscalização contínua, políticas de mitigação e planejamento territorial que considerem não apenas a qualidade imediata da água, mas suas tendências históricas e espaciais. Esse entendimento será aprofundado na próxima seção, que discutirá a espacialização dos indicadores, relacionando-os ao uso da terra, às transformações da paisagem e às realidades socioambientais dos estudantes no território da CH SF1.

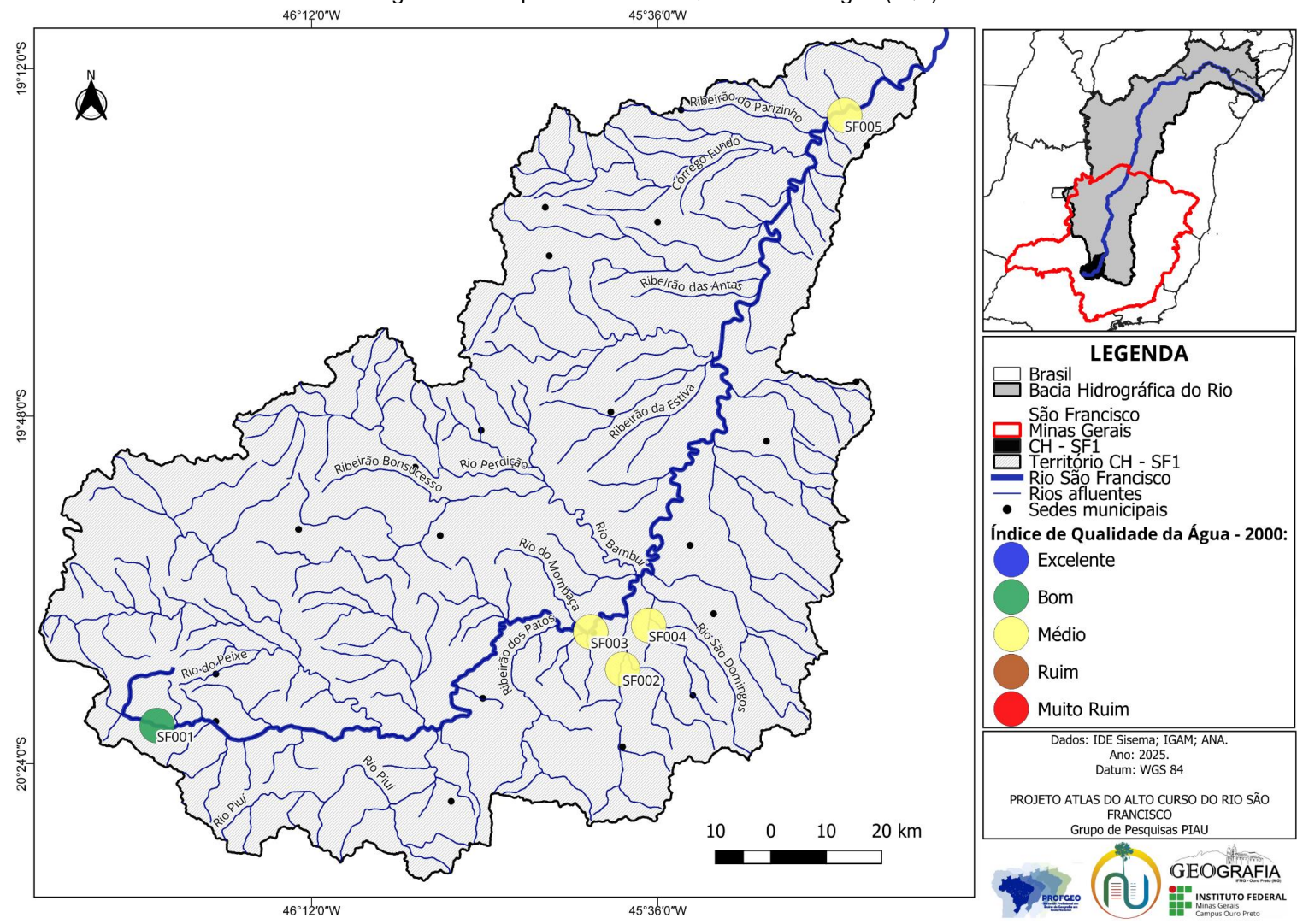
#### **4.3 Visualização e interpretação dos indicadores ambientais**

A espacialização dos dados de IQA para o período de 2000 a 2021 (Figura 5 e 6) revelou a persistência de padrões preocupantes na circunscrição hidrográfica SF1, especialmente relacionados ao declínio da qualidade da água em trechos próximos a áreas urbanizadas e com uso agropecuário mais intensivo. Como pode ser observado na Figura 5 (Mapa de IQA – 2000), alguns pontos apresentavam

classificação “médio” ou “bom”, mas com tendência de piora justamente nas regiões onde a pressão antrópica é mais significativa.

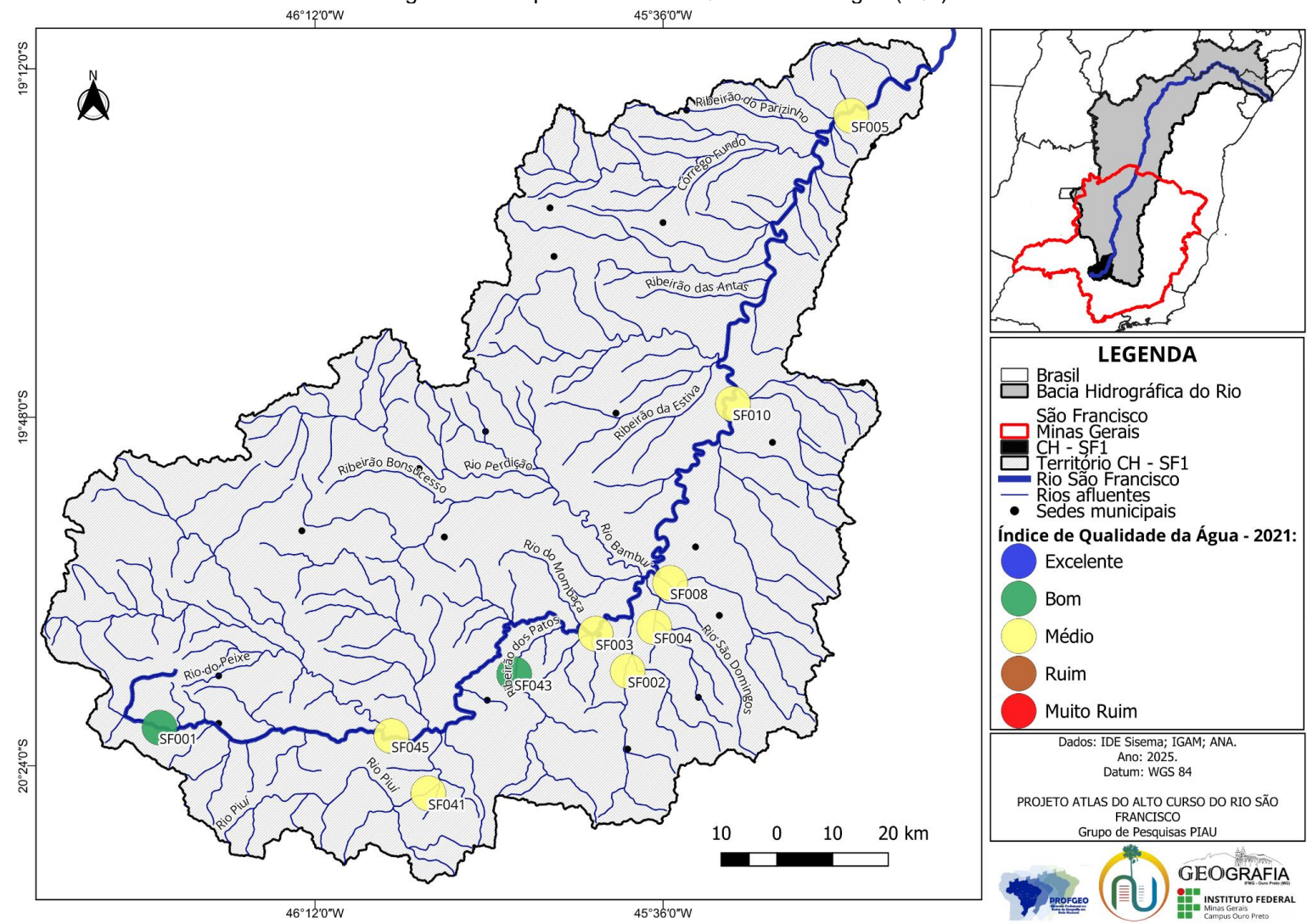
A literatura destaca que a expansão urbana desordenada, associada ao lançamento de esgotos e efluentes sem tratamento, tende a elevar a carga orgânica, aumentar a turbidez e reduzir os níveis de oxigênio dissolvido (Tundisi; Tundisi, 2008; Von Sperling, 2014). No mesmo sentido, áreas com intensificação agropecuária contribuem para a entrada de nutrientes, sedimentos e compostos químicos nos corpos d'água, decorrentes da erosão, do uso de fertilizantes e de defensivos agrícolas, comprometendo parâmetros físico-químicos e biológicos essenciais (ANA, 2022). Dessa forma, a configuração espacial observada reforça a relação direta entre uso da terra e qualidade da água, demonstrando que a combinação entre expansão urbana e atividades rurais intensivas tende a pressionar negativamente os indicadores de monitoramento ao longo do tempo.

Figura 05 - Mapa do Índice de Qualidade da Água (IQA) - 2000.



Fonte: elaboração própria, 2025.

Figura 06 - Mapa do Índice de Qualidade da Água (IQA) - 2021



Fonte: elaboração própria, 2025.

Conforme a Figura 5, a estação SF001 apresenta classificação boa. Esta estação, identificada como SF001, ocupa uma posição estratégica por se localizar nas imediações da nascente do rio São Francisco, na região da Serra da Canastra (MG). Trata-se de um ponto classificado como de classe especial, conforme os critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, justamente por estar associado à origem de um dos principais cursos d'água da bacia hidrográfica do São Francisco.

A qualidade da água observada nesse ponto pode ser interpretada como reflexo direto das condições naturais ainda relativamente preservadas da área, com destaque para a cobertura vegetal nativa, a geologia resistente da serra e o isolamento geográfico, que reduzem a influência de fontes difusas de poluição. De acordo com a literatura, ambientes de nascente com baixa interferência antrópica tendem a manter maior equilíbrio ecológico, baixa carga de nutrientes e reduzida presença de sedimentos e compostos tóxicos, refletindo-se em melhores parâmetros físico-químicos e biológicos (Tundisi; Tundisi, 2011).

Autores clássicos da limnologia apontam que a menor ocupação humana e a manutenção da vegetação ripária contribuem para processos essenciais de autodepuração, proteção do solo, redução da erosão e controle da temperatura e da entrada de matéria orgânica, resultando em águas com maior oxigenação, baixa turbidez e menor concentração de poluentes (Von Sperling, 2014; Esteves, 2011). Assim, a menor presença de atividades como agricultura intensiva, pecuária ou expansão urbana limita o aporte de nutrientes, sedimentos, fertilizantes e efluentes, que são reconhecidos pela literatura como fatores críticos de degradação da qualidade da água quando presentes em maior escala.

Este resultado é coerente com a localização da estação em um território de nascentes, marcado por formações naturais conservadas, presença expressiva de vegetação nativa e ausência de fontes pontuais de poluição, tais como redes de esgoto urbano ou efluentes industriais, como demonstram os dados de uso e cobertura da terra recentes (MapBiomias, 2022).

Além disso, a Lei nº 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, reconhece a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e estabelece

o uso racional e integrado da água, especialmente em regiões de nascentes. Nesse sentido, a estação SF001 configura-se como uma área estratégica tanto para a preservação da biodiversidade quanto para a garantia da disponibilidade hídrica em quantidade e qualidade para os usos múltiplos a jusante.

A análise desse ponto, no entanto, não deve ser dissociada de uma leitura crítica sobre o papel das nascentes no contexto ambiental e hidrossocial mais amplo. A presença de uma nascente com IQA bom não apenas reforça a importância das áreas de recarga e de preservação permanente (APPs), como também aponta para a necessidade de políticas públicas mais eficazes voltadas à conservação desses territórios. As nascentes funcionam como áreas de referência nos sistemas de monitoramento, por oferecerem condições mínimas de interferência externa, permitindo compreender os limites naturais dos corpos hídricos em relação à sua qualidade original (Garcia *et al.*, 2018; Leão, 2023).

Este dado também pode ser interpretado como um alerta sobre os riscos da intensificação do uso do solo nas áreas de cabeceira, em especial diante do avanço do agronegócio e da expansão urbana desordenada, que têm pressionado as bordas dos parques nacionais e áreas de proteção. A degradação dessas áreas pode comprometer irreversivelmente a qualidade da água ao longo do curso do rio, impactando os usos múltiplos da água, como abastecimento público, irrigação e recreação, ameaçando a segurança hídrica de comunidades ribeirinhas e cidades situadas a jusante (Brasil, 2005; IGAM, 2022).

Nesse sentido, a presença de um ponto com IQA bom em 2000, sobretudo em uma estação classificada como especial, deve ser entendida não apenas como um dado técnico, mas como um indicador ambiental e político. Este ponto expressa a urgência de ações efetivas de proteção das nascentes e implementação de planos de manejo participativos, capazes de articular as dimensões ambientais, econômicas e sociais da gestão das águas. Mais do que um registro pontual de boa qualidade, trata-se de um referencial de qualidade almejada, se devidamente protegido, pode continuar contribuindo para a renovação hidrológica de toda a bacia do São Francisco.

Ao confrontar os dados de 2000 com os do Mapa de IQA de 2021, verifica-se uma tendência de manutenção de um padrão intermediário de qualidade, com predomínio de classificações “médias” ao longo das duas últimas décadas. Embora

algumas localidades apresentem melhorias pontuais, outras áreas evidenciam estagnação ou até agravamento das condições, o que denuncia a fragmentação e descontinuidade das políticas públicas voltadas à recuperação e proteção dos mananciais.

Mesmo que o ponto da nascente (SF001) mantenha a classificação de qualidade “boa”, o que reforça seu papel como referência ambiental e hidrológica, o número de pontos com essa classificação continua restrito, indicando que as ações de gestão, quando existentes, têm sido insuficientes para reverter os impactos ambientais acumulados ao longo das últimas décadas.

A análise espacial do Índice de Qualidade da Água (IQA) para o ano de 2021, conforme representado no mapa temático, permite observar a permanência de um cenário onde predomina a classificação “média” nas estações de monitoramento distribuídas ao longo da circunscrição hidrográfica SF1. Este padrão reflete a persistência de processos antrópicos impactantes, tais como o uso intensivo do solo para atividades agropecuárias e industriais, a urbanização desordenada e a baixa cobertura dos serviços de saneamento básico, fatores historicamente relacionados à degradação dos corpos hídricos.

Contudo, destaca-se no ano de 2021 a presença de dois pontos com IQA classificado como “bom”. Além da já referida estação SF001, localizada em área de nascente do rio São Francisco e classificada como de classe especial, observa-se um segundo ponto com IQA bom no Ribeirão dos Patos, localizado no município de Iguatama (MG). A presença desse ponto com melhores índices merece atenção, pois indica uma exceção positiva em meio a um conjunto de dados predominantemente mediano.

Esse resultado pode estar associado a condições específicas do uso e cobertura do solo na área de influência da estação SF043. A região apresenta trechos com vegetação nativa preservada, menor adensamento urbano e atividades agropecuárias de menor escala, o que pode resultar em menor emissão de poluentes orgânicos e inorgânicos aos cursos d’água. Além disso, a ausência de grandes empreendimentos industriais ou minerários nas a montante da estação reduz a incidência de fontes pontuais de contaminação, favorecendo a manutenção de

parâmetros físico-químicos e biológicos dentro dos padrões considerados satisfatórios.

A literatura especializada destaca que interpretações de indicadores ambientais, como o Índice de Qualidade da Água, não devem restringir-se ao plano técnico-numérico, mas ser compreendidas em sua dimensão ecológica e territorial. Para Tundisi e Tundisi (2011), a leitura integrada dos parâmetros físico-químicos e biológicos é essencial para revelar não apenas a condição da água naquele ponto, mas também o estado funcional dos ecossistemas associados. Da mesma forma, Calijuri e Cunha (2019) enfatizam que corpos hídricos com bons indicadores tendem a refletir microbacias estruturadas por menor pressão antrópica, maior integridade ambiental e processos hidrológicos mais equilibrados.

Essa perspectiva dialoga com o entendimento de Barbieri (2023), para quem a gestão de recursos hídricos deve reconhecer a bacia hidrográfica como unidade sistêmica em que pequenas áreas bem conservadas desempenham papel estratégico na manutenção dos serviços ecossistêmicos, especialmente a recarga hídrica, a filtragem natural e a regulação do escoamento. Assim, um ponto com IQA classificado como bom, ainda que isolado no conjunto da bacia, deve ser compreendido como indicador do potencial ecológico local e como evidência de que práticas de conservação do solo, manejo sustentável e uso racional podem produzir resultados positivos em escalas ampliadas.

Além disso, autores como Silva, Rodriguez, Gorayeb (2011) e Christofolletti (1999) defendem que microbacias em melhor estado de conservação funcionam como laboratórios naturais para a compreensão de estratégias de manejo replicáveis. Esses espaços tornam-se referência para ações de restauração ambiental, especialmente em bacias marcadas por contrastes entre áreas degradadas e áreas em condições mais equilibradas. Portanto, a identificação de trechos com boa qualidade da água não se limita à constatação técnica, mas constitui um elemento estratégico para orientar políticas territoriais de proteção, recuperação e planejamento ambiental.

Essa abordagem reforça que condições localizadas de qualidade ambiental indicam a viabilidade concreta de replicação de práticas sustentáveis em outros trechos da bacia, contribuindo para a recuperação dos ecossistemas hídricos e para

o fortalecimento das políticas públicas de gestão integrada da água, conforme previsto pela Política Nacional de Recursos Hídricos (Brasil, 1997).

No entanto, mesmo diante dessas exceções, o quadro geral ainda é preocupante: a maior parte das estações analisadas permanece com classificação “média”, o que indica um comprometimento da qualidade ambiental dos corpos hídricos e evidencia a fragilidade dos instrumentos de gestão e fiscalização ambiental no território. A estagnação desses índices ao longo de mais de duas décadas demonstra que, na ausência de políticas públicas estruturantes e de ações continuadas de recuperação dos mananciais, a tendência é de manutenção ou agravamento das condições atuais.

Neste cenário, a qualidade da água deve ser compreendida como um indicador sistêmico da sustentabilidade ambiental, e sua melhora depende de estratégias de gestão integrada e participativa, conforme orienta a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (Brasil, 2005). Ademais, a baixa efetividade na elevação dos níveis de qualidade compromete diretamente o cumprimento do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6), que visa assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água para todos (ONU 2018).

A análise dos resultados evidencia que a melhoria da qualidade da água em bacias hidrográficas depende do fortalecimento das ações interinstitucionais e da articulação entre monitoramento ambiental, ordenamento territorial e práticas educativas. No campo do Ensino de Geografia, tais elementos assumem centralidade, uma vez que permitem compreender a água não apenas como recurso natural, mas como expressão espacial das dinâmicas socioambientais. Segundo Tundisi e Tundisi (2011), processos hidrológicos como infiltração, escoamento superficial, transporte de sedimentos e recarga de aquíferos são diretamente influenciados pelas formas de ocupação do solo, demonstrando a necessidade de integrar ciência, gestão e educação.

Nesse sentido, o monitoramento sistemático da qualidade da água — entendido aqui como uma ferramenta pedagógica e de gestão — fornece dados que, quando espacializados por meio da cartografia escolar, permitem aos estudantes compreender relações entre processos naturais, atividades humanas e impactos

ambientais. Calijuri e Cunha (2019) e Tucci (2007) destacam que a degradação da água está estreitamente vinculada às práticas de uso do solo, o que reforça o papel da Geografia em promover leituras críticas da paisagem e do território. A cartografia, ao organizar e representar os indicadores de qualidade da água no espaço, converte-se em instrumento fundamental para desenvolver habilidades analíticas como comparação, identificação de padrões espaciais, interpretação de mapas temáticos e compreensão de escalas, capacidades destacadas por autores clássicos do ensino de Geografia, como Cavalcanti (2011) e Passini (2014).

A estruturação de políticas públicas ambientalmente eficazes depende, portanto, de abordagens que valorizem a educação ambiental crítica. Para Jacobi (2003), processos educativos participativos ampliam a percepção social sobre os recursos hídricos e fortalecem a co responsabilidade na preservação dos corpos d'água. Isso dialoga diretamente com a perspectiva territorial que sustenta este trabalho: práticas locais de conservação, como observadas no Ribeirão dos Patos, constituem referências concretas de sustentabilidade que podem ser mobilizadas como conteúdos significativos no ensino, contribuindo para a contextualização das problemáticas ambientais vivenciadas pelos estudantes.

Assim, ao reconhecer que a melhoria dos níveis de qualidade da água depende de ações interinstitucionais de monitoramento, reordenamento do uso do solo, ampliação do saneamento e valorização de práticas comunitárias, reafirma-se que tais processos possuem também uma dimensão pedagógica. No ensino de Geografia, analisar esses elementos por meio de mapas, séries históricas e dados espaciais possibilita que o aluno compreenda a interdependência entre sociedade e natureza, desenvolvendo competências para a leitura crítica do território, objetivo previsto nas diretrizes da BNCC e coerente com o ODS 6. (Brasil, 2018, ONU, 2018)

Dessa forma, experiências locais de manejo adequado, como a conservação de nascentes e a proteção de áreas de recarga, tornam-se não apenas casos de gestão exitosa, mas objetos didáticos privilegiados, capazes de subsidiar práticas pedagógicas contextualizadas, fornecer material empírico para construção de mapas temáticos e fortalecer a formação cidadã voltada à sustentabilidade socioambiental.

Embora o Índice de Qualidade da Água (IQA) forneça um panorama relevante sobre os parâmetros físico-químicos e biológicos da água, sua limitação metodológica não está na impossibilidade de identificar substâncias tóxicas específicas, como metais pesados, mas sim no fato de que tais elementos não integram o conjunto de variáveis utilizadas na composição do índice. Isso significa que, embora análises laboratoriais específicas possam detectar metais como chumbo, cádmio ou mercúrio, eles não interferem diretamente no cálculo do IQA, o que pode gerar uma percepção incompleta sobre a real condição ambiental do corpo hídrico. Assim, um ponto pode apresentar IQA “bom” ou “médio” mesmo coexistindo com riscos toxicológicos que comprometem a potabilidade e a segurança socioambiental, exigindo avaliações complementares para subsidiar o monitoramento e a gestão integrada dos recursos hídricos.

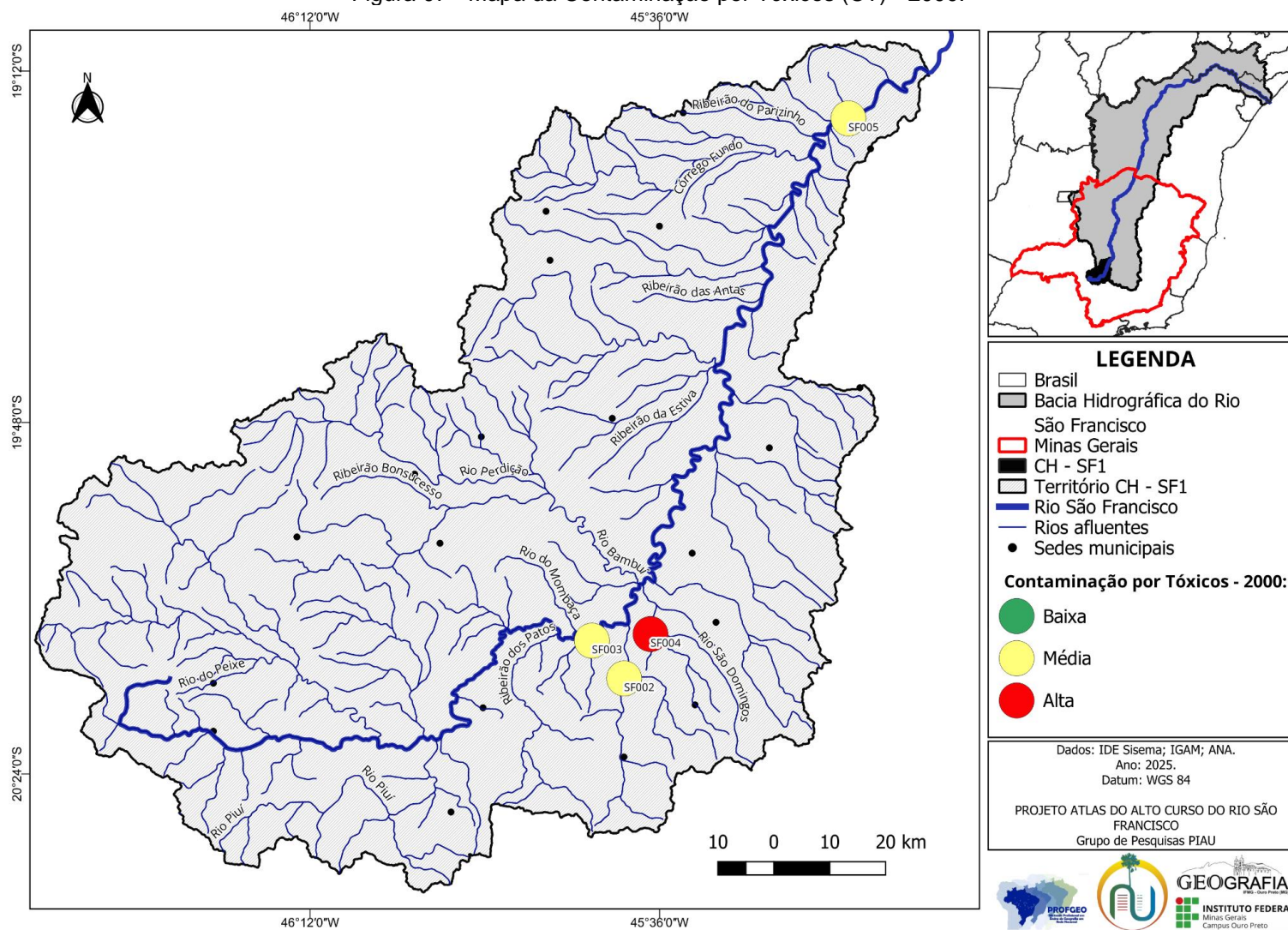
Nesse contexto, a análise espacial dos dados de Contaminação por Tóxicos (CT) se apresenta como etapa complementar e fundamental para a compreensão aprofundada da situação ambiental da bacia. A sobreposição dos mapas de IQA e de contaminação por tóxicos permite identificar contradições importantes, como a ocorrência de altos níveis de metais pesados em pontos onde o IQA ainda é classificado como “bom” ou “médio”. Esses achados reforçam a necessidade de abordagens mais integradas e multidimensionais no monitoramento da qualidade das águas.

A seguir, a Figura 7 (Mapa de CT - 2000) representa visual e espacialmente as classificações dos índices de contaminação dos corpos d’água por poluentes identificados, como arsênio, manganês e alumínio, que causam implicações ambientais e sanitárias, mas não são detectados ou considerados nos parâmetros que compõe o IQA. A análise visa subsidiar a leitura crítica do território, evidenciando zonas de maior vulnerabilidade socioambiental e reforçando a importância de estratégias de gestão que articulem indicadores múltiplos no planejamento da conservação e uso sustentável da água na bacia do Alto São Francisco.

A espacialização da Contaminação por Tóxicos (CT) nas estações da sub-bacia do Alto São Francisco no ano de 2000 amplia a análise da qualidade da água ao incorporar parâmetros que não são considerados no IQA, como metais pesados, solventes orgânicos e outros compostos químicos potencialmente perigosos. Essa

abordagem visa qualificar melhor os riscos ambientais e sanitários associados ao uso dos recursos hídricos da região.

Figura 07 - Mapa da Contaminação por Tóxicos (CT) - 2000.



Fonte: elaboração própria, 2025.

A leitura do mapa revela cinco estações com dados disponíveis: uma classificada como classe especial (nascente), três com contaminação média, e uma com contaminação alta. A estação com classificação mais crítica localiza-se na porção centro-sul da sub-bacia, no município de Arcos/MG, especificamente no Rio Preto. Esta região é marcada por forte presença do setor extrativo mineral, com destaque para a exploração de calcário e dolomito, além de indústrias associadas à produção de cal e cimento, o que gera passivos ambientais relevantes, como efluentes ricos em sedimentos e substâncias químicas (Sanchez, 2013). Soma-se a isso a pecuária e agricultura em pequena e média escala, contribuindo para o acúmulo de diversos resíduos poluentes, conforme observado pela ANA (2020).

As demais estações com contaminação média estão localizadas em áreas de uso antrópico consolidado, geralmente associadas a pequenas propriedades rurais com um mosaico de culturas temporárias, pastagens e remanescentes esparsos de vegetação nativa. Conforme discutem Tucci (2007) e Tundisi e Tundisi (2008), esse tipo de organização do espaço tende a reduzir a capacidade de infiltração e de retenção de contaminantes, favorecendo o escoamento superficial e o transporte de sedimentos, nutrientes e resíduos químicos, especialmente em períodos de maior pluviosidade. Essas dinâmicas explicam, em grande medida, os padrões de qualidade da água observados nessas estações, caracterizados por níveis de contaminação associados às formas predominantes de uso e manejo da terra.

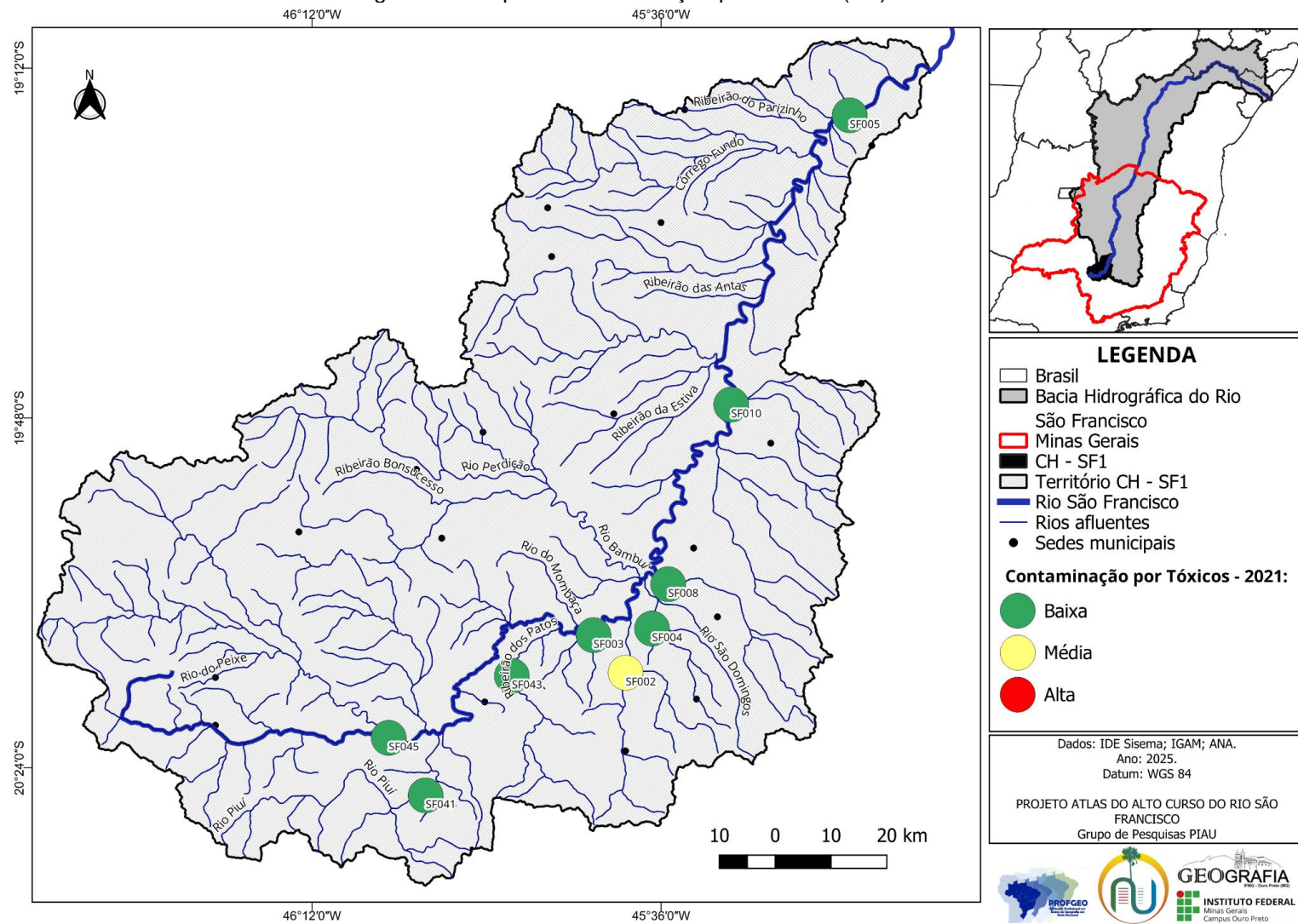
Por sua vez, a estação classificada como classe especial (nascente) situa-se no extremo sudoeste da sub-bacia, em região de cabeceira com baixa densidade de ocupação e vegetação nativa mais bem conservada, configurando um importante referencial para padrões de qualidade hídrica em ambientes de baixa interferência antrópica.

Essa análise, evidencia que, ainda no ano de 2000, já havia sinais de comprometimento da qualidade da água por contaminantes tóxicos em porções relevantes da sub-bacia, especialmente em áreas com atividades industriais e agropecuárias. Esse cenário reforça a necessidade de adoção de parâmetros múltiplos de monitoramento e controle, considerando não apenas os efeitos visíveis da poluição, mas também os contaminantes de origem difusa e persistente.

A inclusão deste indicador favorece o debate didático sobre o uso e a cobertura do solo, as pressões antrópicas locais e regionais, e a complexidade da gestão ambiental em territórios hidrograficamente vulneráveis. Também amplia o potencial de articulação entre ciência e cidadania, ao permitir que comunidades locais, gestores públicos e instituições de ensino tenham acesso a informações especializadas que podem orientar ações de preservação e recuperação de forma mais eficaz.

Prosseguindo na análise temporal do CT, a Figura 8 (Mapa CT - 2021) apresenta a atualização da espacialização das condições dos corpos hídricos em relação à contaminação por substâncias indesejadas em 2021, permitindo a comparação com o cenário registrado em 2000. Observa-se, ao todo, oito estações com dados disponíveis, com a seguinte classificação: uma classe especial, seis com contaminação baixa, e uma com contaminação média.

Figura 08 - Mapa de Contaminação por Tóxicos (CT) - 2021.



Fonte: elaboração própria, 2025.

Em relação ao ano 2000, a principal mudança refere-se à redução das classificações críticas, com ausência de registros de contaminação alta e prevalência de situações de baixa contaminação. A estação SF004, anteriormente classificada como alta, passa a ser classificada como baixa, o que sugere melhorias na gestão ambiental local, possivelmente relacionadas à adoção de técnicas de contenção de resíduos industriais e ao avanço de políticas públicas ambientais municipais, como elaboração de legislações, programas de monitoramento e recuperação de áreas degradadas consistentes.

Entretanto, a permanência de uma estação (SF002) com CT classificada como média, localizada no rio São Miguel, no município de Arcos (MG), demanda atenção especial. Essa persistência sugere a existência de pressões antrópicas significativas que, mesmo com possíveis avanços na regulamentação, fiscalização e outras melhorias pontuais, ainda repercutem na qualidade da água.

A região do Rio São Miguel apresenta uso intensivo do solo associado principalmente à agropecuária e à atividade mineradora, com destaque para a extração de calcário, prática econômica estruturante nos municípios de Arcos e Pains. Estudos hidrogeológicos realizados na bacia evidenciam que a exploração do calcário e a presença de indústrias correlatas influenciam diretamente a dinâmica hídrica local, tanto pela alteração das características físico-estruturais do terreno quanto pela potencial geração de efluentes e resíduos associados ao processo produtivo (Dias; Velásques, 2002). Nesse contexto, a contaminação por substâncias tóxicas pode estar relacionada simultaneamente ao uso de insumos agrícolas, como fertilizantes e agrotóxicos, e ao lançamento de efluentes industriais. A persistência de valores médios de CT após duas décadas reforça a complexidade da gestão dos recursos hídricos em territórios cuja economia depende fortemente de atividades que demandam uso intensivo dos recursos naturais.

A estação de classe especial mantém-se em local de nascente, com características ambientais preservadas, reforçando a importância da proteção das áreas de recarga hídrica para a manutenção da qualidade dos recursos hídricos.

Comparando os dois mapas (2000 e 2021), observa-se um avanço positivo no que se refere à redução de pontos críticos de contaminação por tóxicos, embora

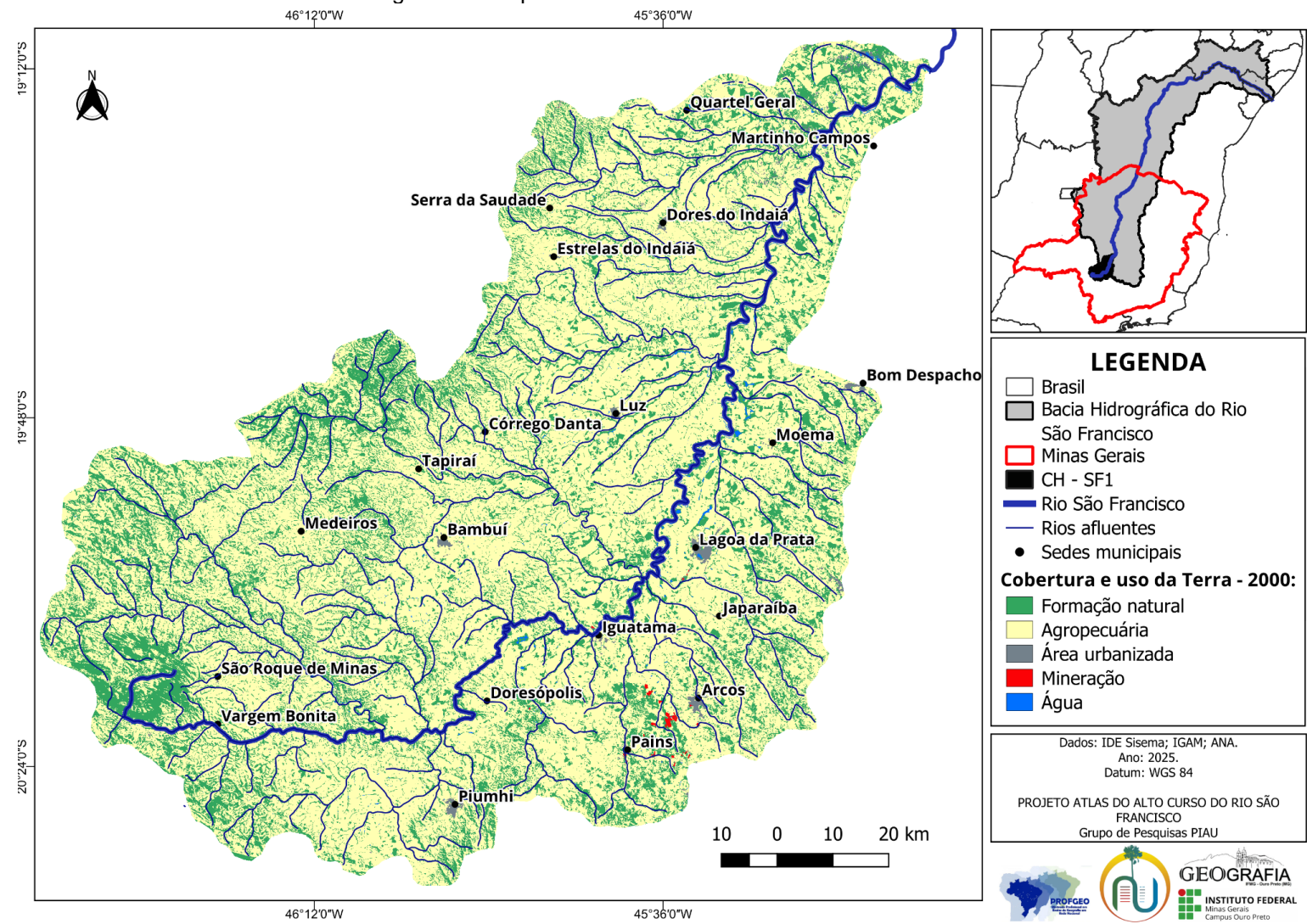
os dados também revelam a persistência de vulnerabilidades estruturais, sobretudo em áreas de transição entre zonas urbanas e rurais, onde a ocupação e o uso do solo ocorrem de forma desordenada.

Essa análise longitudinal reafirma a relevância do acompanhamento contínuo da qualidade da água com indicadores complementares ao IQA, bem como da utilização de mapas temáticos como ferramenta de suporte à educação geográfica, gestão territorial e conscientização social. A cartografia ambiental aplicada à escala da sub-bacia permite integrar aspectos naturais e socioeconômicos, revelando a complexidade da relação entre sociedade, recursos naturais, demanda, quantidade e qualidade.

#### **4.4 Relação entre uso do solo e qualidade da água**

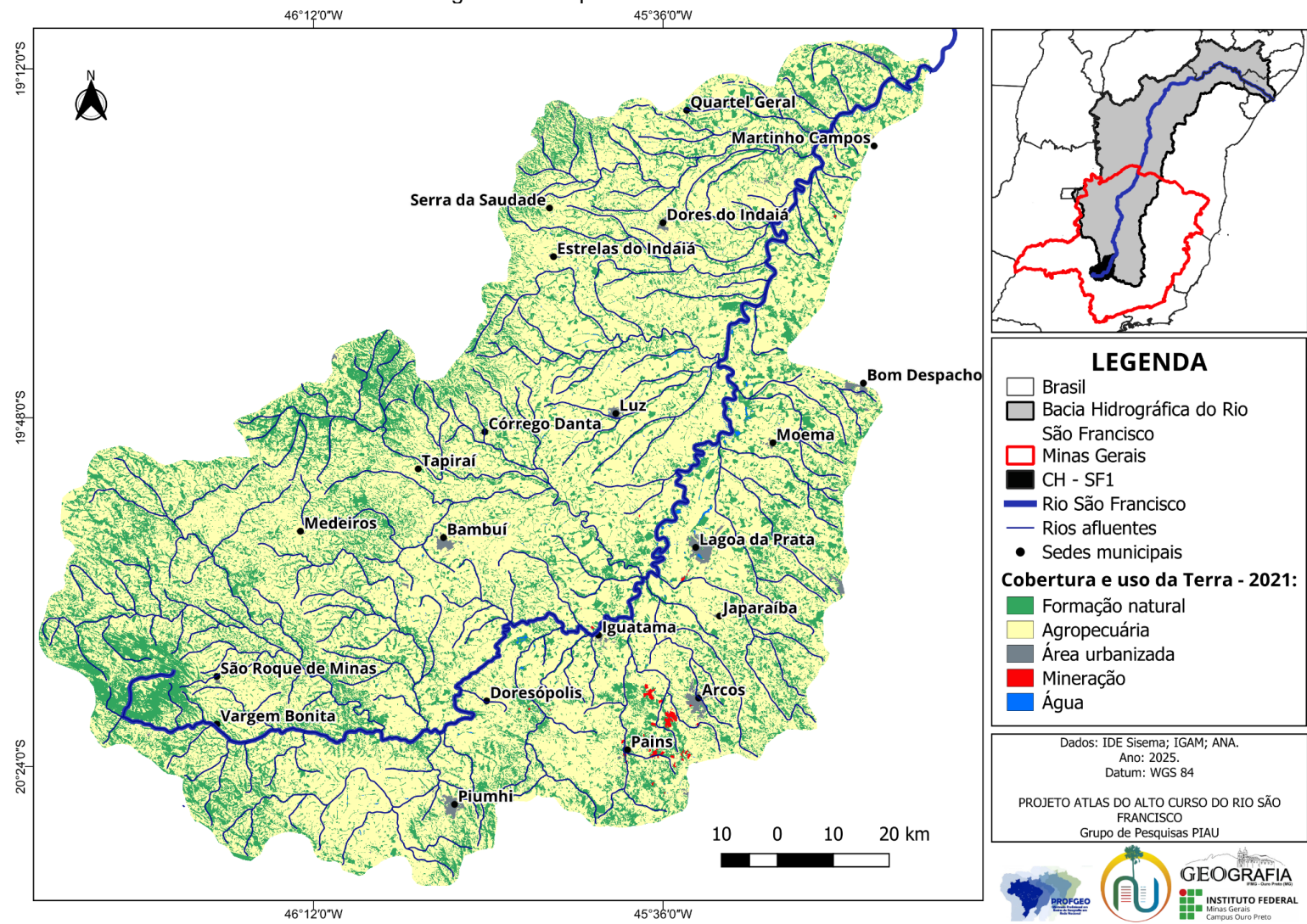
A análise do uso e cobertura do solo, com base nos dados do MapBiomass (1985–2022), permitiu visualizar o avanço de áreas antrópicas sobre as formações naturais ao longo das últimas décadas. A Figura 9 (Mapa de Uso e Cobertura – 2000) revela um predomínio de vegetação natural nas margens de diversos cursos d'água. Já a Figura 10 (Mapa de Uso e Cobertura – 2021) demonstra a crescente substituição dessas formações naturais por áreas urbanas, pastagens, agricultura, silvicultura e, de maneira particularmente significativa, por empreendimentos industriais e minerários. Embora a mineração ocupe espacialmente áreas relativamente menores quando comparada à agropecuária, sua capacidade de alterar profundamente os sistemas hidrogeomorfológicos é amplamente reconhecida na literatura quando mal gerenciada.

Figura 09 - Mapa de Cobertura e uso da Terra na CH SF1 - 2000.



Fonte: elaboração própria, 2025.

Figura 10 - Mapa de Cobertura e uso da Terra - 2021.



Fonte: elaboração própria, 2025.

A sub-bacia hidrográfica SF1, situada na circunscrição do Alto São Francisco, apresenta uma dinâmica de uso e cobertura do solo fortemente condicionada pelas atividades agropecuárias, industriais e minerárias, que moldam de modo direto as características ambientais e a qualidade dos recursos hídricos. O mapeamento realizado evidencia a prevalência de usos antrópicos, com destaque para a agricultura e a pecuária, coexistindo com fragmentos de vegetação nativa — em sua maior parte protegidos por legislações ambientais. No entanto, as transformações mais expressivas são observadas na expansão da fronteira minerária, sobretudo nos municípios de Arcos, Pains e Iguatama.

A leitura comparativa dos mapas de 2000 e 2021 revela não apenas a manutenção da hegemonia agropecuária no território da SF1, mas, sobretudo, um processo de crescimento sistemático das atividades minerárias, muitas vezes avançando sobre áreas anteriormente destinadas à pastagem ou ocupadas por vegetação secundária. Esse avanço não ocorre de forma aleatória: observa-se que parte significativa das frentes de extração e beneficiamento mineral se aproxima progressivamente dos cursos d'água e, em alguns casos, dos próprios pontos de amostragem monitorados pelo IGAM.

Tal fenômeno tem sido apontado por estudos regionais. Dias e Velásques (2003), ao analisarem a hidrogeologia do Rio São Miguel, cuja área de influência se sobrepõe à SF1, destacam que a expansão das cavas, pilhas de estéril e áreas de beneficiamento provoca alterações relevantes na dinâmica de infiltração, escoamento superficial, turbidez e recarga hídrica. De modo similar, o relatório da CPRM (2019) evidencia que empreendimentos minerários em Arcos e Pains apresentam potencial para aumentar a carga de sedimentos, alterar a qualidade da água e intensificar processos erosivos, especialmente em microbacias com cobertura vegetal reduzida.

Esse processo de proximidade espacial entre áreas de mineração e pontos de monitoramento hídrico é particularmente relevante, pois eleva o risco de interferência direta nos indicadores de qualidade da água, seja pela contribuição difusa de sedimentos, seja pelo aporte de efluentes industriais associados ao beneficiamento do calcário e do dolomito. A alteração na cobertura do solo, aliada ao caráter altamente mecanizado das operações minerárias, tende ainda a modificar a

morfologia local e a comprometer a estabilidade de margens e encostas, fatores diretamente relacionados à variabilidade temporal do IQA.

Portanto, a ampliação da mineração nas últimas duas décadas, observada tanto nas imagens como nos dados de uso do solo, constitui uma variável essencial para interpretar a persistência de condições ambientais críticas em determinados pontos avaliados pelo IGAM. A aproximação entre frentes de lavra e cursos d'água torna-se, assim, um elemento interpretativo central para a compreensão dos resultados obtidos, indicando que processos hidrológicos locais, como recarga, escoamento, retenção e transporte de sedimentos, são fortemente condicionados pela intensificação minerária.

Do ponto de vista do ensino de Geografia, a leitura cartográfica dessas transformações torna-se um instrumento didático poderoso, pois permite ao estudante identificar, espacializar e correlacionar fenômenos socioambientais complexos. A análise integrada de mapas de uso do solo, séries temporais do MapBiomas e dados de monitoramento do IGAM possibilita compreender a relação entre atividades econômicas, transformações territoriais e impactos hidrológicos, fortalecendo a alfabetização cartográfica e a formação crítica em torno das políticas de gestão ambiental.

Em contrapartida, as áreas urbanizadas, embora não ocupem grandes extensões em termos absolutos, apresentam crescimento em manchas associadas aos perímetros urbanos dos principais municípios da sub-bacia, revelando um adensamento populacional e o aumento da pressão e demanda sobre os corpos hídricos locais. Os remanescentes de vegetação nativa, sobretudo na porção sudoeste da bacia, mantêm relativa estabilidade, sugerindo a existência de restrições naturais ou na legislação relacionada ao uso do solo nesses trechos.

A análise dos mapas que apresentam a espacialização do Índice de Qualidade da Água (IQA) nos anos de 2000 e 2021, respectivamente, revela uma predominância da classificação “média” em grande parte das estações de monitoramento. Essa condição está diretamente relacionada ao uso dominante do solo, caracterizado por práticas agropecuárias e extrativas que geram cargas poluentes difusas e, em alguns casos, pontuais. Cabe destacar que os trechos de

cabeceira e aqueles onde a vegetação natural é mais presente, como nas estações SF001 e SF043, apresentam IQA classificado como “bom”, evidenciando a correlação positiva entre a cobertura vegetal e a manutenção da qualidade da água.

Por outro lado, os mapas que trazem a classificação da Contaminação por Tóxicos (CT), indicam a ocorrência de pontos classificados com contaminação alta e média, especialmente em trechos do rio São Miguel e em áreas próximas a atividades minerárias. Apesar da ausência de estação com CT alta no período final, ainda se observa a persistência de estação com níveis médios de contaminação em determinadas áreas, o que revela a continuidade das pressões ambientais sobre os corpos hídricos, mesmo com eventuais avanços em políticas de monitoramento ou regulação ambiental.

A leitura cruzada dos mapas de uso e cobertura do solo com os dados de IQA e CT permite inferir que, em diversos pontos da sub-bacia, a classificação “média” do IQA pode ocultar a presença de contaminantes químicos potencialmente tóxicos. Esse resultado evidencia uma limitação reconhecida pela literatura: o IQA, apesar de amplamente utilizado, é um índice baseado em parâmetros físico-químicos e microbiológicos gerais, não contemplando substâncias como metais pesados, pesticidas e compostos industriais, que exigem análises específicas para sua detecção (IGAM, 2022). A própria Resolução CONAMA nº 357/2005 reforça essa necessidade ao estabelecer padrões exclusivos para poluentes tóxicos, indicando que o diagnóstico completo da qualidade da água depende da integração entre índices sintéticos e análises direcionadas.

A análise dos dados referentes à transformação do uso e cobertura do solo na sub-bacia SF1 entre os anos de 2000 e 2021 revela a intensificação das pressões antrópicas sobre o território, com implicações diretas sobre a qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos. A Tabela apresentada sintetiza essas mudanças, destacando a expansão da agropecuária, da mineração e das áreas urbanizadas, ao passo que se registra uma significativa redução das áreas de superfície hídrica e uma oscilação da cobertura natural.

Tabela 2 - Transformações no uso e cobertura da terra CH SF01 entre 1997 e 2021.

Uso e Cobertura da terra.	1997 (km <sup>2</sup> )	2000 (km <sup>2</sup> )	2007 (km <sup>2</sup> )	2014 (km <sup>2</sup> )	2021 (km <sup>2</sup> )	Mudança Total 1997 - 2021 (km <sup>2</sup> )
<b>Formação Natural</b>	3.702,02	3.547,38	3.426,43	3.536,82	3.611,91	-90,11
<b>Agropecuária</b>	10.565,04	10.739,94	10.861,21	10.756,73	10.665,66	+100,62
<b>Área urbanizada</b>	96,46	102,29	97,64	107,53	117,91	+21,45
<b>Mineração</b>	6,31	7,70	10,36	12,72	14,26	+7,95
<b>Água</b>	87,89	60,33	62,39	43,84	47,85	-40,04
<b>Área total:</b>	<b>14.457,64</b>					

Fonte: MapBiomas (2025), elaboração própria, 2025.

A atividade agropecuária manteve-se predominante ao longo do período, ocupando, em 2021, 73,78% da superfície da SF1. Esse dado, embora sinalize certa estabilidade percentual, oculta transformações qualitativas importantes, como a intensificação das práticas produtivas e a substituição de pastagens por culturas de maior demanda hídrica e uso de insumos químicos (EMPRABA, 2018). A mineração, por sua vez, apresentou a maior taxa de crescimento relativo (+123%), ampliando sua presença territorial de 6,31 km<sup>2</sup> em 1997 para 14,26 km<sup>2</sup> em 2021, com destaque para os municípios de Arcos, Pains e Iguatama. Tal expansão, embora territorialmente restrita, representa elevada capacidade de alteração do meio físico e comprometimento da qualidade da água, especialmente por meio do lançamento de efluentes com sedimentos e contaminantes de difícil degradação (Sanchez, 2013)

As áreas urbanizadas também cresceram ao longo do período analisado, passando de 0,67% para 0,82% da superfície total da sub-bacia. Esse crescimento, ainda que moderado em termos percentuais, reflete processos de adensamento urbano e expansão periférica dos municípios, os quais se relacionam diretamente com o aumento da demanda hídrica, da geração de esgoto e da impermeabilização do solo, fatores determinantes para a intensificação do escoamento superficial e da carga orgânica lançada nos corpos d'água.

O dado mais alarmante, entretanto, refere-se à redução de 43% nas áreas classificadas como “água”, uma perda de aproximadamente 40 km<sup>2</sup> de superfície hídrica visível ao longo de duas décadas. Diante desse quadro, impõem-se questionamentos centrais para a compreensão da dinâmica hidrológica regional: para onde foi essa água? A hipótese mais consistente, fundamentada na literatura sobre degradação ambiental e recursos hídricos (Giacomoni *et al.*, 2021; IGAM, 2022), aponta para múltiplos processos sinérgicos: a captação intensiva de água para fins agroindustriais; a redução da recarga dos aquíferos por conta da supressão de vegetação e da compactação do solo; a drenagem de áreas úmidas; e o assoreamento de cursos d'água decorrente da erosão dos solos desprotegidos.

Adicionalmente, dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2021) indicam que apenas 44,1% dos esgotos em Minas Gerais são tratados, sendo o restante lançado nos corpos hídricos, o que reforça a hipótese de que parte significativa da degradação da qualidade da água está associada ao

saneamento precário nos núcleos urbanos inseridos na SF1. Essa realidade compromete os esforços de conservação ambiental e expõe fragilidades estruturais na gestão dos recursos hídricos.

A associação entre os dados de uso e cobertura do solo e os mapas de IQA e CT confirma a tese de que o uso intensivo do território, especialmente por meio da agropecuária e da mineração, está diretamente correlacionado com a manutenção de índices “médios” de qualidade da água e com a persistência de contaminações químicas não captadas pelos indicadores convencionais. Torna-se evidente que, mesmo nos trechos onde há suposta estabilidade na qualidade da água, conforme indicado pelo IQA, ocorrem processos silenciosos de degradação ambiental, como a presença de metais pesados e substâncias tóxicas, cujos efeitos são cumulativos e difusos.

#### ***4.4.5 Dinâmica do uso e cobertura do solo no município de Arcos-MG***

A incorporação do município de Arcos-MG nos resultados demanda uma abordagem específica que permita compreender seu papel na estrutura socioambiental da sub-bacia SF1. Considerando que este é o primeiro momento em que a escala municipal é destacada de forma aprofundada, torna-se fundamental explicitar sua função analítica dentro do escopo desta pesquisa. Se, por um lado, a SF1 apresenta tendências estruturais comuns, pressão sobre os recursos hídricos, expansão agropecuária e intensificação de atividades econômicas, por outro, o município de Arcos sintetiza e materializa essas dinâmicas de maneira particular, possibilitando uma leitura territorial mais detalhada e situada.

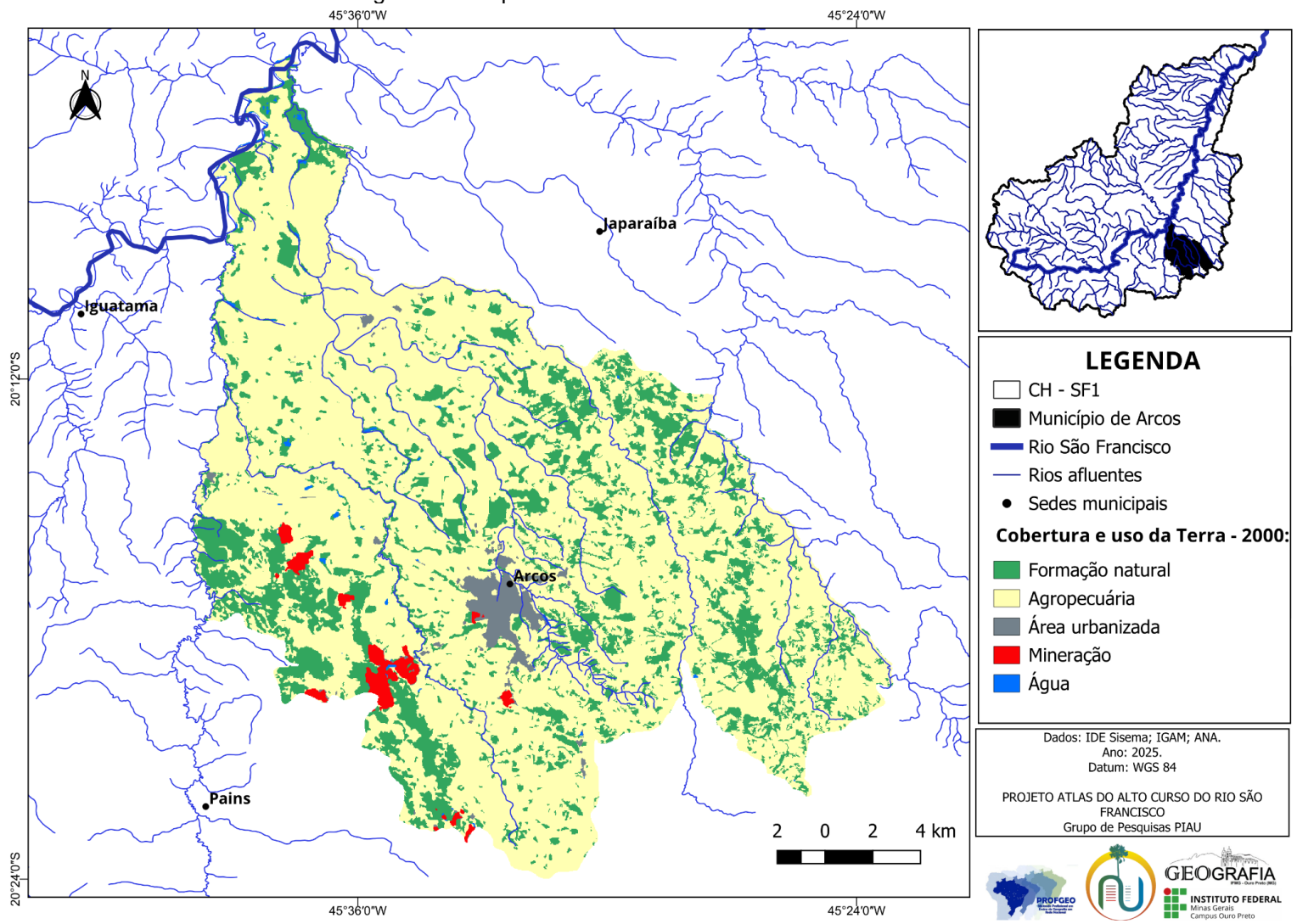
Assim, Arcos é mobilizado como escala intermediária entre a análise regional (Alto São Francisco), a leitura hidrográfica (SF1) e os pontos de monitoramento do norte da circunscrição. Essa opção metodológica alinha-se ao debate sobre escalas de análise no campo da Geografia (Castro, 2005; Santos, 1996), segundo o qual compreender o espaço exige articular diferentes níveis de observação, evitando tanto o risco da generalização excessiva quanto o da fragmentação analítica.

O município insere-se em um contexto físico-ambiental marcado pela presença de um geocomplexo de depressão cárstica de alta fragilidade, conforme identificado por Oliveira (2019). Essa configuração geomorfológica implica maior suscetibilidade à erosão, vulnerabilidade dos aquíferos e sensibilidade a alterações no uso e cobertura do solo, fatores que, somados à expressiva atividade minerária presente no território, tornam Arcos um espaço estratégico para análise da qualidade da água na SF1.

Entre 1997 e 2021, observou-se no município uma redução superior a 50% em suas áreas hídricas, com retração de 1,36 km<sup>2</sup>. Tal redução, mais intensa do que a média da circunscrição, evidencia pressões específicas sobre a rede de drenagem local. A literatura aponta que ambientes cársticos são fortemente afetados por práticas inadequadas de manejo do solo, que ampliam processos erosivos, promovem rebaixamento do lençol freático e aceleram o assoreamento dos cursos d'água (Tricart, 1977; Ab'Sáber, 2003). Esses processos são acentuados pela presença de frentes de mineração que demandam grandes volumes de água, geram áreas de solo exposto e intensificam o carreamento de sedimentos, sobretudo em litologias carbonáticas como o calcário e a dolomita, amplamente explorados em Arcos.

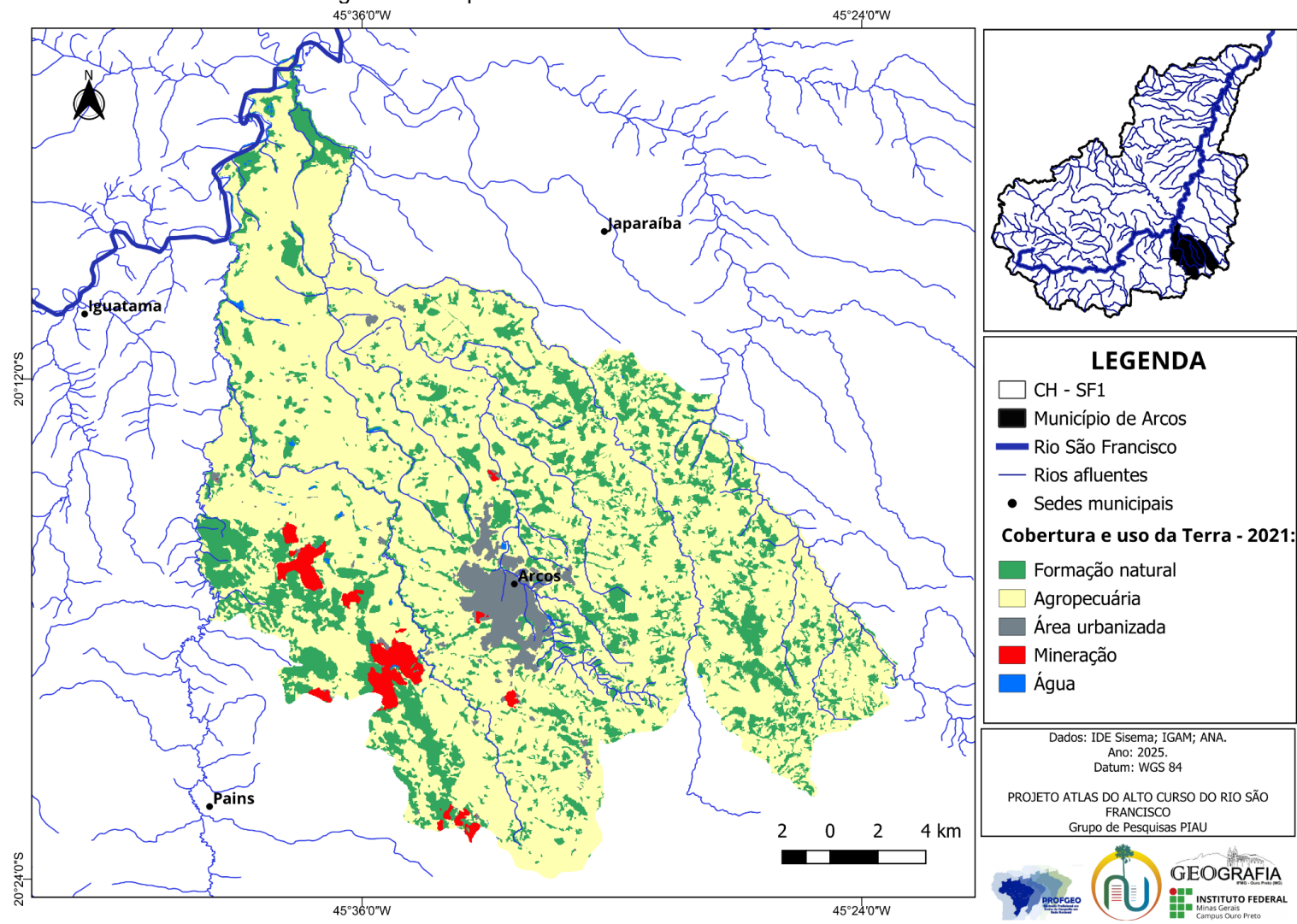
A análise comparativa dos mapas de uso e cobertura do solo (Figura 11 e 12), elaborados com base no MapBiomias, evidencia transformações significativas no arranjo territorial municipal. Em 2000, o município apresentava uma configuração mais heterogênea, com aproximadamente 24,5% de sua área coberta por formações naturais e com maior presença de corpos d'água. Os fragmentos remanescentes, associados ao relevo cárstico, funcionavam como importantes zonas de infiltração e regulação hídrica.

Figura 11 - Mapa de Uso e Cobertura do solo em Arcos/MG - 2000.



Fonte: elaboração própria, 2025.

Figura 12 - Mapa de Uso e Cobertura do solo em Arcos/MG - 2021



Fonte: elaboração própria, 2025

Em 2021, essa composição é reconfigurada, como possível observar os números na tabela 3, a cobertura natural diminui para 21,1%, enquanto áreas agropecuárias e mineradas avançam sobre porções antes ocupadas por vegetação nativa. O crescimento da mineração (+85,93%) e o adensamento urbano (+74,92%) tornam-se marcas centrais da paisagem contemporânea de Arcos. Esse padrão confirma tendências observadas em todo o Alto São Francisco, onde a intensificação das atividades produtivas é acompanhada por erosão da qualidade ambiental e por maior pressão sobre os sistemas hídricos. Do ponto de vista hidrológico, a retração das áreas de água, combinada com a expansão urbana, cuja cobertura sanitária permanece limitada, reforça a vulnerabilidade do município.

De acordo com os indicadores consolidados pela Plataforma *Municípios e Saneamento*, da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) em parceria com o Instituto Trata Brasil e com base nos dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), Arcos apresenta um cenário crítico no tocante ao tratamento de esgoto. Embora o município possua índice de atendimento por coleta de esgotos de 92,8%, apenas 32,7% do volume de esgoto gerado é efetivamente tratado, o que implica que a maior parte dos efluentes produzidos retorna ao ambiente sem depuração adequada. Esse quadro contribui para a entrada contínua de cargas orgânicas e patogênicas nos corpos d'água, agravando processos de eutrofização, incrementando a demanda bioquímica de oxigênio e intensificando a degradação da rede hidrográfica local (Brasil, 2021).

Arcos revela, em escala municipal, um quadro que expressa as contradições estruturais da SF1: desenvolvimento econômico baseado na exploração intensiva dos recursos naturais, fragilidade dos sistemas ambientais e insuficiência de políticas públicas de regulação territorial e saneamento. A persistência da classificação “média” para o indicador de contaminação por tóxicos (CT) na estação SF002, no rio São Miguel, entre 2000 e 2021, demonstra que os esforços de mitigação têm sido insuficientes frente às pressões exercidas pela mineração e pela agricultura intensiva

Tabela 3 – Transformações no uso e cobertura da terra no município de Arcos entre 1997 e 2021.

Uso e Cobertura/Ano	1997 (km <sup>2</sup> )	2000 (km <sup>2</sup> )	2007 (km <sup>2</sup> )	2014 (km <sup>2</sup> )	2021 (km <sup>2</sup> )	Mudança Total 1997-2021 (km <sup>2</sup> )
<b>Formação Natural</b>	112,20	107,60	103,15	108,19	109,81	-2,38
<b>Agropecuária</b>	384,44	388,61	390,26	383,02	377,96	-6,48
<b>Área urbanizada</b>	8,28	8,83	10,43	12,29	14,48	+6,20
<b>Mineração</b>	4,68	5,55	6,68	7,72	8,70	+4,20
<b>Água</b>	2,77	1,75	1,83	1,12	1,40	-1,37
<b>Área total:</b>	<b>512.357015</b>					

Fonte: MapBiomass (2025), elaboração própria, 2025.

Ao articular os dados de uso da terra, a evolução das atividades produtivas e os indicadores de qualidade da água, confirma-se que a degradação observada não é resultado de eventos isolados, mas sim de um processo contínuo, cumulativo e multiescalar. Esse diagnóstico é coerente com a literatura que discute a relação entre uso do solo e qualidade hídrica em bacias hidrográficas (Tucci, 2004; Botelho; Silva, 2012), reafirmando que intervenções fragmentadas não são capazes de reverter a tendência de deterioração.

As análises realizadas nos níveis regional, hidrográfico e municipal evidenciam a necessidade de abordagens integradas para enfrentar os desafios ambientais identificados. A SF1, e particularmente o município de Arcos, constituem espaços exemplares para refletir sobre os limites de um modelo de desenvolvimento que prioriza a exploração econômica sem o devido planejamento ambiental, contrariando os princípios da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei n. 9.433/1997) e os objetivos do ODS 6.

A conjugação dos indicadores IQA, CT, uso da terra e saneamento demonstra que políticas isoladas não conseguem responder à complexidade das pressões exercidas. A gestão da qualidade da água demanda a articulação entre planejamento territorial, regulação ambiental, educação geográfica e fortalecimento da governança hídrica.

A partir desse diagnóstico multiescalar, o próximo capítulo apresenta o Atlas Hidrográfico da SF1, concebido como uma ferramenta pedagógica e técnica capaz de articular linguagem cartográfica, dados públicos e leitura crítica do espaço. O atlas se fundamenta na necessidade de ampliar a compreensão da dinâmica socioambiental da bacia, oferecendo subsídios tanto para a educação geográfica quanto para a gestão ambiental, e aproximando estudantes, professores e comunidade dos processos que moldam a qualidade da água em seu território.

## 5 PRODUTO TÉCNICO <sup>1</sup>

### ATLAS PARA O ENSINO DE GEOGRAFIA – EVOLUÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA, CONTAMINAÇÃO POR TÓXICOS E USO E COBERTURA DA TERRA NA SUB BACIA ALTO RIO SÃO FRANCISCO/MG

#### 5.1 Apresentação

O presente Atlas Hidrográfico da Sub-bacia do Alto Rio São Francisco (SF1) configura-se como um produto educacional de caráter técnico-pedagógico, elaborado no âmbito do Mestrado Profissional em Ensino de Geografia, do Instituto Federal de Minas Gerais, com o objetivo de subsidiar práticas docentes no ensino de Geografia, especialmente no que se refere à abordagem crítica e contextualizada dos conteúdos relacionados aos recursos hídricos, à qualidade da água e ao uso e ocupação do solo. Estruturado a partir de dados oficiais, mapas temáticos, análises espaciais e atividades pedagógicas, o atlas busca articular a linguagem cartográfica ao desenvolvimento de competências geográficas nos estudantes da Educação Básica, com ênfase na leitura, interpretação e reflexão sobre a realidade local e regional.

O material foi concebido como instrumento de apoio ao processo de ensino-aprendizagem, promovendo a integração entre o conhecimento científico, as tecnologias digitais e as vivências territoriais dos estudantes. A proposta dialoga diretamente com os princípios da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ao fomentar uma aprendizagem significativa, que valoriza a problematização, a análise de dados geográficos e o protagonismo dos sujeitos no enfrentamento dos desafios socioambientais contemporâneos.

O produto propõe atividades que promovem a alfabetização cartográfica, o raciocínio espacial e a compreensão crítica das relações entre sociedade e natureza, dimensões amplamente defendidas na literatura da Educação Geográfica. Para Cavalcanti (2008), o ensino de Geografia deve favorecer a construção de conceitos

---

<sup>1</sup> esse capítulo compõe o produto técnico da dissertação.

que permitam ao estudante interpretar o espaço como produção social, estimulando práticas que desenvolvam habilidades de leitura, análise e representação espacial. Callai (2013) reforça que a alfabetização cartográfica é fundamental para a formação de sujeitos capazes de compreender e explicar o espaço vivido, relacionando fenômenos naturais e ações humanas. Kaercher (2004) e Passini (2016) acrescentam que trabalhar com mapas e outras linguagens cartográficas potencializa o raciocínio espacial, ao possibilitar que o estudante compreenda escalas, territorialidades e processos socioambientais em curso. Nesse sentido, Ribeiro e Almeida (2012) destacam que a análise cartográfica de dados ambientais favorece o entendimento das dinâmicas entre sociedade e natureza, permitindo que o aluno interprete criticamente transformações socioespaciais.

Dessa forma, a elaboração do Atlas considerou a realidade de escolas públicas inseridas no território da SF1, em especial no município de Arcos/MG, favorecendo o uso do território como recurso pedagógico. Essa realidade é marcada por desafios comuns à educação básica brasileira, como a carência de materiais didáticos contextualizados, a sobrecarga docente, desigualdades no acesso às tecnologias digitais, dificuldades estruturais e a necessidade de recursos que aproximem os conteúdos escolares das vivências territoriais dos estudantes. Ao reconhecer essas condições, o material foi concebido de modo a oferecer instrumentos acessíveis, de fácil aplicação e capazes de fortalecer a leitura crítica do espaço local, mesmo em contextos de infraestrutura limitada.

O material também dialoga com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com destaque para o ODS 6 (Água Potável e Saneamento), ao incentivar o debate sobre o acesso à água de qualidade, sobre a gestão sustentável dos recursos hídricos, além do papel da educação na construção de sociedades mais justas e ambientalmente conscientes (ONU, 2018).

O ensino de Geografia relacionado à hidrografia e aos corpos d'água adquire centralidade diante do comprometimento crescente da disponibilidade hídrica no país, evidenciado pelos Relatórios de Conjuntura da ANA (2023) e pelos estudos de Tundisi (2007). A Política Nacional de Recursos Hídricos (Brasil, 1997) estabelece que a gestão das águas deve ser participativa, mas a efetiva atuação da sociedade é limitada, em grande medida, pela falta de conhecimento sobre os recursos hídricos do

território em que vivem (Cavalcanti, 2013). Nesse contexto, a sequência didática proposta busca contribuir para a abordagem crítica dessa temática no Alto São Francisco.

Os materiais e as propostas de abordagem sobre recursos hídricos geralmente estão relacionados ou são encontrados nos livros didáticos de forma desassociada da realidade dos sujeitos envolvidos e de seu local. Há, então, uma necessidade de aproximar esses conteúdos dos conhecimentos prévios, funções e referências geográficas dos indivíduos. Portanto, através dos mapas, objetiva-se construir o raciocínio geográfico, por meio de um letramento cartográfico que seja capaz de inserir os conteúdos na construção das habilidades relacionadas ao bem-estar ambiental e social.

O atlas, portanto, não é capaz de suprir todas as necessidades do professor, nem esgotar as possibilidades de trabalhar o conteúdo, contudo, ele pode auxiliar a compreensão espacial, relacionando-se com os conhecimentos e locais de vivência ou próximo às suas referências, proporcionando diferentes informações sobrepostas ou complementares de forma visual, concreta e com a participação dos alunos.

As escolhas de como e o que deve ser trabalhado em sala de aula passa pela decisão do professor, porém, em muitos momentos, esse profissional esbarra na dificuldade de acesso ou de transposição de dados, além de situações encontradas na realidade, como a falta de recursos que aproximam o conteúdo da realidade dos alunos e do contexto em que a escola está inserida. Dessa forma, é fundamental que haja disponibilidade de recursos que auxiliem a compreensão e identificação dos conceitos e conteúdos pelos alunos e professores.

O objetivo é apresentar um atlas que possa ser utilizado por professores e alunos no ensino básico de Geografia, caracterizando-se como um recurso didático e também de divulgação científica, visto que disponibiliza as informações técnicas investigadas e monitoradas, mas publicadas em documentos pouco acessíveis em termos de linguagem e escala dos mapas. A proposta tem como base uma transposição didática, transformando os dados em informações significativas para alunos, professores e sociedade.

Além do conjunto de mapas e análises espaciais, este produto técnico-pedagógico é acompanhado de uma sequência didática estruturada para ser utilizada

em conjunto com o atlas. Essa sequência orienta o professor na mediação das atividades, propondo situações de aprendizagem que mobilizam leitura

cartográfica, análise crítica da qualidade da água, investigação sobre o uso da terra e interpretação dos processos socioambientais da CH SF1. Dessa forma, o atlas não se apresenta apenas como material de consulta, mas como um recurso articulado a práticas pedagógicas investigativas e contextualizadas, alinhadas à BNCC e às necessidades das escolas públicas do território.



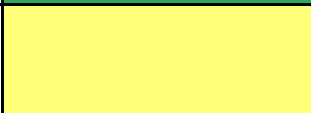


## **5.2 O produto**

O atlas é composto por mapas que tem como base os dados fornecidos pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas, o IGAM, sem o uso e cobertura da terra. Os períodos retratados nos mapas para uma visualização temporal são os resultados obtidos pela instituição através de análises químicas nos anos de 2000, 2007, 2014 e 2021. Esses períodos foram escolhidos por compreender intervalos de 7 anos acompanhando as principais mudanças ocorridas na CH.

Em relação às escolhas para legendas e representação dos dados, optou-se por informações de fácil acesso que contemplem as diversidades de realidades encontradas nas escolas. Assim, os mapas foram pensados para que possam ser impressos, além de serem de fácil interpretação e identificação para alunos e professores, em materiais de baixo custo, visto que a realidade da maioria das escolas não apresenta disponibilidade de acesso a recursos digitais para todos.

Para a classificação dos trechos da água em relação ao Índice da Qualidade da Água, em Minas Gerais, são adotadas cinco classificações qualitativas, consequência das médias anuais obtidas (Quadro 05). Dessa forma, um trecho de água pode ser classificado como excelente, bom, médio, ruim e muito ruim, relacionando-se a possibilidades de seus usos múltiplos.




Quadro 7 - Classificação do Índice de Qualidade da Água

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA	FAIXA	COR
<b>Excelente</b>	$90 < IQA \leq 100$	
<b>Bom</b>	$70 < IQA \leq 90$	
<b>Médio</b>	$50 < IQA \leq 70$	
<b>Ruim</b>	$25 < IQA \leq 50$	
<b>Muito Ruim</b>	$0 < IQA \leq 25$	

Fonte: IGAM (2013), elaborado e adaptado pelo autor (2024).

Em relação à presença de elementos tóxicos na água, o IGAM usa outra metodologia (Quadro 06), aquela que considera a medição de porcentagem da concentração de materiais definidos pela resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005), resultando no Índice de Contaminação por Tóxicos (CT). Os parâmetros considerados incluem: Amônia, Arsênio total, Bário total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livres, Cobre total, Cobre dissolvido, Cromo hexavalente, Cromo total, Fenóis totais, Mercúrio total, Nitritos, Nitratos e Zinco total (IGAM, 2024).

Quadro 8 - Classificação da Contaminação por Tóxicos.

CONTAMINAÇÃO POR TÓXICOS	CONCENTRAÇÃO EM RELAÇÃO À CLASSE DE ENQUADRAMENTO	COR
<b>Baixa</b>	Até 20% superior	
<b>Média</b>	Entre 20% até 100%	
<b>Alta</b>	Acima de 100%.	

Fonte: IGAM (2013), elaborado e adaptado pelo autor (2024).

Tanto o CT quanto o IQA podem ser comparados aos padrões de uso e cobertura do solo da CH, o que possibilita uma análise mais aprofundada das

informações fornecidas pelos índices. Nesse sentido, ao considerar como o solo é utilizado e ocupado na região, é possível identificar os potenciais poluidores ao localizá-los dentro da rede de drenagem e dos fluxos hídricos, além de possibilitar a análise de suas possíveis associações com essas dinâmicas.

As informações sobre uso e cobertura do solo (Quadro 07) apresentam características e configurações na superfície da extensão da área de estudo, possibilitando, a partir desses dados, seja pela necessidade de representar áreas ainda não contempladas, seja pelo aumento da pressão decorrente de atividades que afetam o equilíbrio ambiental. Da mesma forma, tais informações podem subsidiar ações e reivindicações, tanto da sociedade, como também das instituições e do poder público.

Quadro 9 - Classificação do Uso e Cobertura dos solos

<b>Tipo de uso e cobertura</b>	<b>Cor</b>
<b>Formação natural</b>	
<b>Agropecuária</b>	
<b>Área urbana</b>	
<b>Mineração</b>	
<b>Corpos D`água</b>	

Fonte: Noceli (2024), MapBiomias (2023), adaptado pelo autor (2024).

### **5.2.1 Sequência didática**

A elaboração do atlas foi acompanhada da construção de uma sequência didática que orienta seu uso pedagógico no Ensino Médio. A proposta organiza etapas de investigação, análise e síntese, estruturando o trabalho docente em torno do estudo da qualidade da água, da contaminação por tóxicos e do uso e cobertura da terra no território da CH SF1.

A sequência é composta por atividades que mobilizam diferentes habilidades previstas na BNCC, como a leitura crítica de mapas e dados (EM13CHS103; EM13CHS106), o desenvolvimento do raciocínio geográfico (EM13CHS206), a análise de impactos socioambientais (EM13CHS302; EM13CHS304) e a problematização das práticas sociais relacionadas ao uso da água (EM13CHS301). As etapas incluem:

1. Diagnóstico dos conhecimentos prévios sobre água, território e problemas ambientais locais.
2. Leitura orientada dos mapas do atlas, com foco nos indicadores temporais do IQA e CT.
3. Atividades de comparação multiescalar, relacionando dados da bacia à realidade do município de Arcos/MG.
4. Problematização e investigação, incentivando hipóteses sobre causas e consequências das alterações ambientais.
5. Produção final, que pode envolver textos, mapas mentais, croquis, infográficos ou propostas de intervenção no território.

A sequência foi planejada considerando as condições materiais das escolas públicas da região, com atividades que podem ser desenvolvidas com fotocópias simples, projeções ou quadros brancos, sem exigir infraestrutura tecnológica avançada. Ao articular atlas e sequência, busca-se potencializar o caráter formativo do material, transformando os mapas em ferramentas ativas de análise territorial, produção de conhecimento e tomada de consciência socioambiental.

### **5.2.2 Disponibilização e acesso ao produto educacional**

Considerando o caráter público e a necessidade de acessibilidade do produto didático, a sequência didática complementar ao atlas foi disponibilizada integralmente no apêndice deste trabalho e também em ambiente digital aberto, permitindo acesso irrestrito a professores, gestores e estudantes. O material pode ser consultado por meio do seguinte link:

<https://www.canva.com/design/DAGn71CUMjw/6pCNF4XrijcmR->

[Awryu9Hw/view?utm\\_content=DAGn71CUMjw&utm\\_campaign=designshare&utm\\_medium=link2&utm\\_source=uniqueLinks&utm\\_id=h1bb989d82a](https://www.awryu9hw.com/view?utm_content=DAGn71CUMjw&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=uniqueLinks&utm_id=h1bb989d82a)

### 5.3 Relevância social e econômica

A apresentação de mapas com informações de interesse público relacionadas à qualidade da água assume um caráter simultaneamente social, técnico e econômico, uma vez que constitui um produto capaz de divulgar dados de forma clara, acessível e territorialmente situada. Como destacam Martinelli (2017) e Pontuschka, Paganelli e Cacete (2009), os mapas não devem ser compreendidos apenas como instrumentos de representação, mas como linguagens que estruturam modos de conhecer e interpretar o espaço, permitindo à população acessar informações que, muitas vezes, ficam restritas a relatórios técnicos ou a órgãos de gestão. Nesse sentido, quando os mapas tornam visíveis indicadores ambientais, eles democratizam o conhecimento e fortalecem práticas de cidadania, aproximando o público dos processos que afetam diretamente sua vida cotidiana.

Essa relevância torna-se ainda mais evidente no caso dos recursos hídricos, cujo uso atravessa diferentes dimensões da vida social, desde o consumo doméstico até o abastecimento público, passando pelas demandas industriais e agropecuárias. De acordo com Tucci (2004) e ANA (2023), a crescente pressão sobre a disponibilidade hídrica e a intensificação dos conflitos pelo uso da água evidenciam a urgência de mecanismos de comunicação que permitam à população compreender os riscos, as dinâmicas ambientais e as responsabilidades compartilhadas na gestão dos recursos hídricos. Informações cartográficas atualizadas, portanto, não apenas ilustram uma realidade, mas se tornam instrumentos de planejamento, prevenção e governança ambiental.

Do ponto de vista da gestão, mapas com dados de qualidade da água funcionam como ferramentas estratégicas para identificar áreas críticas, orientar intervenções e subsidiar políticas públicas capazes de prevenir problemas ambientais futuros. Como apontam Tundisi e Tundisi (2015), a falta de informações acessíveis

compromete a capacidade de ação dos gestores, gerando respostas tardias que resultam em maiores custos financeiros com revitalização de corpos d'água, tratamento intensivo e, em casos mais extremos, transporte de água a longas distâncias devido à perda de potabilidade ou à poluição em áreas urbanas. Assim, ao tornar visível a relação entre uso da terra, práticas antrópicas e qualidade ambiental, os mapas favorecem uma atuação preventiva e integrada, alinhada aos princípios da Política Nacional de Recursos Hídricos (Brasil, 1997).

Dessa forma, o caráter social, pedagógico e técnico dos mapas de qualidade da água se articula à noção de que a informação ambiental é um direito e um instrumento de controle social, permitindo que comunidades compreendam as condições do território em que vivem e possam participar ativamente dos processos decisórios. A cartografia, nesse contexto, transcende sua função descritiva e ganha potencial transformador, ao contribuir para a formação de sujeitos críticos e para práticas de gestão capazes de promover sustentabilidade, justiça ambiental e preservação dos recursos hídricos.

#### **5.4 Aderência**

O atlas, enquanto produto educacional, constitui-se como uma forma de transposição didática de dados ambientais e geográficos de elevada relevância social, sobretudo aqueles relacionados à gestão e à qualidade da água na CH SF1. Ao organizar informações complexas em representações acessíveis e pedagogicamente orientadas, o material cumpre função pública ao democratizar o acesso ao conhecimento espacial, conforme defendem Libâneo (2012) e Cavalcanti (2013), para quem materiais contextualizados ampliam a participação dos sujeitos nas questões socioambientais que os atravessam. Essa democratização dialoga diretamente com a expectativa formativa presente na BNCC, especialmente quando incentiva que os estudantes elaborem hipóteses, sistematizem dados e componham argumentos a partir de diferentes linguagens e evidências (EM13CHS103), condição central para que o estudo do território ultrapasse a descrição e alcance a análise crítica (Brasil, 2018)

Além disso, o atlas foi concebido não apenas como um repositório de mapas, mas como um recurso articulado a uma sequência didática que oferece atividades orientadas, propostas investigativas e instruções metodológicas ao professor. Essa estrutura atende ao que Pontuschka, Paganelli e Cacete (2009) apontam como essencial para o uso significativo da cartografia escolar: a mediação docente qualificada, capaz de transformar mapas em instrumentos de leitura crítica do espaço. Em conformidade com a BNCC (Brasil, 2018), tal abordagem estimula o uso crítico e reflexivo das linguagens cartográfica, gráfica e iconográfica, bem como das tecnologias digitais (EM13CHS106), permitindo que o estudante se torne autor de análises, produtor de conhecimentos e sujeito ativo na interpretação das transformações socioambientais que vivencia.

A análise espacial proposta pelo atlas também dialoga com o desenvolvimento do raciocínio geográfico, ao permitir que os estudantes compreendam e apliquem princípios de localização, distribuição, ordem, extensão e conexão (EM13CHS206), fundamentais para interpretar as relações entre uso e cobertura da terra, dinâmica hidrográfica e produção do espaço na CH SF1 (Brasil, 2018). Ao apresentar mapas temporais, indicadores ambientais e recortes multiescalares, o produto favorece a compreensão das interações entre processos naturais e antrópicos, aproximando-se do que Vesentini (2000) denomina leitura integrada do território.

Nesse sentido, o atlas assume caráter complementar aos livros didáticos, ampliando o repertório metodológico disponível aos docentes, perspectiva alinhada ao que Vesentini (2000) e Callai (2011) defendem ao destacar que diferentes linguagens e materiais fortalecem o aprendizado geográfico ao possibilitar múltiplas aproximações com o território vivido. Além disso, ao fomentar a investigação sobre impactos ambientais relacionados ao uso da terra, à extração de recursos naturais e à gestão das águas, o atlas contribui para o desenvolvimento das habilidades de análise crítica preconizadas pela BNCC (Brasil, 2018), como a avaliação de impactos socioambientais de práticas institucionais e produtivas (EM13CHS304 e EM13CHS302) e a problematização de hábitos e práticas de consumo e descarte, com vistas à sustentabilidade (EM13CHS301). Tais competências dialogam com a perspectiva de educação ambiental crítica defendida por Loureiro (2012), que

compreende o ambiente como mediação entre sociedade, natureza e modos de produção.

Outro aspecto relevante é que o atlas permite abordar o papel dos organismos de fiscalização e gestão ambiental, bem como dos acordos e políticas que regulam o uso dos recursos hídricos (EM13CHS305), tema central quando se analisam a Política Nacional de Recursos Hídricos, os comitês de bacia e os instrumentos de monitoramento como o IQA (Brasil, 2018). A articulação entre dados ambientais, legislação e gestão territorial reforça a compreensão do aluno sobre os conflitos e disputas que estruturam a governança da água, dimensão que Acseirad (2004) aponta como fundamental para a formação de sujeitos críticos e politicamente conscientes.

Para garantir sua usabilidade em contextos com diferentes condições de infraestrutura, a elaboração dos fundos de mapas, simbologias e diagramações considerou a necessidade de manter alta legibilidade mesmo quando reproduzidos em fotocópias, impressões simples ou versões digitais de menor resolução. Essa preocupação dialoga com Passini (2016), que enfatiza que a clareza gráfica é condição fundamental para que a linguagem cartográfica cumpra seu papel formativo, sobretudo em escolas públicas onde o acesso a tecnologias e impressões de alta qualidade é limitado.

Assim, ao aliar transposição didática, acessibilidade gráfica, orientações pedagógicas, sequência didática estruturada e aderência às habilidades da BNCC voltadas à análise crítica, ao raciocínio geográfico, à sustentabilidade e ao uso das diferentes linguagens cartográficas, o atlas consolida-se como um instrumento de caráter público, crítico e formativo. Seu potencial reside na capacidade de qualificar o ensino de Geografia e fortalecer a compreensão dos estudantes sobre as relações entre território, água e sociedade, promovendo protagonismo, leitura espacial e engajamento socioambiental, finalidades centrais da formação geográfica contemporânea.

## 5.5 Interdisciplinaridade

A natureza multiescalar e multicausal dos fenômenos ambientais representados no atlas, como hidrografia, uso e cobertura do solo, contaminação por substâncias tóxicas e Índice de Qualidade da Água (IQA), demanda uma abordagem formativa que ultrapassa os limites disciplinares tradicionais. Ao mobilizar habilidades essenciais da Geografia, como a elaboração de hipóteses e análise de evidências (EM13CHS103), o uso crítico das linguagens cartográficas e digitais (EM13CHS106), a compreensão dos princípios do raciocínio geográfico (EM13CHS206) e a avaliação de práticas e impactos socioambientais (EM13CHS302; EM13CHS304), o atlas estabelece um terreno fértil para a integração entre diferentes áreas do conhecimento, em consonância com os princípios da BNCC e com a perspectiva de interdisciplinaridade defendida por Fazenda (2008) e Zabala (1998), que destacam a necessidade de articulação significativa entre saberes e contextos escolares.

No campo das Ciências da Natureza, a articulação é especialmente evidente. Em Biologia, habilidades como EM13CNT201 e EM13CNT202 permitem que os estudantes analisem as interações ecológicas, a degradação dos ecossistemas e os efeitos da ação humana sobre a biodiversidade, temas diretamente relacionados à qualidade da água, ao papel da vegetação ciliar e às alterações ambientais observadas na bacia, conforme discutido por Loureiro (2012) e Carvalho (2004) na perspectiva da educação ambiental crítica. Em Química, habilidades como EM13CNT301 e EM13CNT302 favorecem o estudo das propriedades químicas da água, dos contaminantes e dos processos de poluição, permitindo que os alunos compreendam a origem dos poluentes que afetam o IQA e explorem metodologias de análise e tratamento, reforçando a dimensão investigativa da aprendizagem defendida por Pozo e Crespo (2009). Em Física, conceitos ligados aos fluxos de energia e matéria na natureza (EM13CNT104) possibilitam a compreensão da dinâmica fluvial, da erosão e do transporte de sedimentos, aprofundando a leitura dos processos que estruturam as paisagens representadas (Pontuschka; Paganelli; Cacete, 2009).

A Matemática contribui por meio da análise de dados, estatísticas e modelos representacionais, mobilizando habilidades como EM13MAT103 e EM13MAT305. A interpretação de gráficos de tendência do IQA, o cálculo de médias,

a leitura de tabelas e a modelagem de relações entre uso do solo e qualidade da água permitem que os estudantes desenvolvam competências essenciais para compreender criticamente os indicadores ambientais presentes no atlas (BNCC, 2018; Zabala, 1998).

As Linguagens também se integram de modo significativo ao trabalho com o material. Habilidades como EM13LGG702 e EM13LP11 possibilitam a leitura e produção de textos multimodais, infográficos, mapas comentados, relatórios de campo e campanhas de conscientização, reforçando o papel do atlas como uma ferramenta de comunicação científica acessível. Essa articulação favorece o desenvolvimento da argumentação, da interpretação e da autoria estudantil, ampliando a circulação social do conhecimento produzido na escola (Freire, 1996; Loureiro, 2012).

No âmbito das Ciências Humanas, para além da Geografia, o atlas dialoga com a História, a Sociologia e a Filosofia. Em História, habilidades como EM13CHS501 possibilitam a análise das transformações territoriais e das formas de apropriação da natureza ao longo do tempo, contextualizando a ocupação da bacia e os ciclos econômicos que impactam sua dinâmica hídrica (Acsegrad, 2004). Em Sociologia, habilidades como EM13CHS102 permitem compreender as desigualdades socioambientais, os conflitos pelo uso da água e as relações de poder que atravessam a gestão dos recursos naturais (Acsegrad, 2004; Loureiro, 2012). Em Filosofia, habilidades como EM13CHS601 reforçam a reflexão ética sobre a sustentabilidade, a responsabilidade coletiva e as implicações morais da exploração dos bens naturais, aprofundando a dimensão cidadã do material (Freire, 1996; Morin, 2015).

Assim, o atlas consolida-se como um dispositivo pedagógico interdisciplinar, capaz de promover uma leitura integrada dos fenômenos ambientais e de fortalecer práticas investigativas que rompem com a fragmentação curricular. Ao articular conteúdos e habilidades de diversas áreas, o material contribui para uma formação científica, crítica e humanizada, permitindo que os estudantes compreendam os recursos hídricos não apenas como elementos físicos, mas como componentes centrais de dinâmicas sociais, políticas, econômicas e éticas que estruturam o território (Zabala, 1998; Fazenda, 2008).

## 5.5 Impacto

O atlas hidrográfico, articulado à sequência didática que o acompanha, configura-se como um produto técnico-pedagógico de caráter público, uma vez que materializa um processo de transposição didática (Chevallard, 1991) de dados ambientais e geográficos de elevada relevância social. Ao transformar informações técnicas, como indicadores de qualidade da água, dinâmica hidrográfica e usos do solo, em representações acessíveis, contextualizadas e pedagogicamente orientadas, o material amplia o acesso ao conhecimento espacial, contribuindo para a formação cidadã e para a compreensão crítica do território, conforme defendem Cavalcanti (2013) e Callai (2011).

O impacto esperado do produto vai além do uso pontual em sala de aula: pretende-se que o atlas funcione como tecnologia didática multiplicadora, fortalecendo práticas pedagógicas que mobilizam investigação, leitura crítica de mapas e análise socioambiental. A sequência didática, elaborada como componente indissociável do atlas, fornece orientações metodológicas, atividades guiadas e propostas de exploração do território que apoiam o professor na mediação do processo de aprendizagem, aspecto ressaltado por Libâneo (2012) e Pontuschka, Paganelli e Cacete (2009) como essencial para o uso qualificado da cartografia escolar. Assim, o material não apenas complementa os livros didáticos, mas os tensiona criativamente, oferecendo ao docente possibilidades ampliadas de aprofundamento, contextualização e problematização do espaço vivido pelos estudantes.

Esse potencial formativo se sustenta, também, na concepção gráfica do atlas. Os fundos de mapas, simbologias, contrastes cromáticos e organização visual foram planejados para garantir alta legibilidade, mesmo em contextos de infraestrutura limitada, nos quais predominam impressões simples, fotocópias e acesso intermitente a meios digitais. Tal escolha dialoga com autores como Passini (2016) e Almeida e Passini (2006), que destacam que a eficácia da linguagem cartográfica depende da clareza gráfica e da possibilidade de apropriação pelos estudantes, sobretudo nas

escolas públicas brasileiras, marcadas por desigualdades de acesso a tecnologias e materiais de melhor qualidade.

Dessa forma, espera-se que o produto técnico exerça impacto em três dimensões articuladas:

(1) Pedagógica, ao oferecer recursos que fortalecem o ensino investigativo e o desenvolvimento do pensamento espacial (Vesentini, 2000, Callai, 2011, Cavalcanti, 2013, Martinelli, 2017);

(2) Formativa, ao ampliar o repertório de práticas docentes e apoiar a apropriação crítica da cartografia e dos temas ambientais (Almeida, Passini, 2006, Libâneo, 2017);

(3) Social, ao democratizar o acesso a informações sobre a qualidade da água e sobre o território, fortalecendo processos de participação e consciência socioambiental. (Jacobi, 2003, Freire, 2004, Sánchez, 2013, Brasil, 2018).

Em síntese, o atlas e sua sequência didática constituem uma intervenção educativa capaz de dialogar com múltiplas realidades escolares, favorecer práticas pedagógicas inovadoras e qualificar a relação dos estudantes com o território, respondendo a demandas contemporâneas da educação geográfica e ambiental.

## 5.6 Complexidade

A elaboração do atlas envolveu um conjunto articulado de procedimentos científicos, técnicos e metodológicos que ultrapassam sua aparência de material simples. Embora acessível ao usuário final, o produto resulta de etapas que incluem pesquisa bibliográfica, levantamento e organização de dados secundários, análise espacial e manipulação de bases cartográficas provenientes de diferentes instituições públicas.

Os mapas que compõem o atlas foram construídos segundo princípios da cartografia contemporânea, que compreende o mapa como síntese espacial derivada de decisões teóricas, técnicas e semânticas (Almeida; Passini, 2006). A produção

envolveu o uso de softwares de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), técnicas de geoprocessamento, conversão de formatos, padronização de bases vetoriais e matriciais, construção de layouts e definição de simbologias e hierarquias visuais.

Como afirmam Rocha e Rocha (2021), a cartografia moderna é inseparável das tecnologias digitais, exigindo competências para a manipulação de bancos de dados espaciais, cruzamento de informações e modelagem territorial. Dessa forma, a complexidade do produto decorre da integração entre princípios científicos da Geografia, fundamentos da cartografia e domínio técnico das geotecnologias, resultando em um material simples de usar, mas complexo em sua elaboração.

## 5.7 O Atlas

Aqui, você encontrará uma série de mapas que mostram como a água, o território e as atividades humanas se relacionam na região onde vive.

Cada mapa foi pensado para ajudá-lo a:

- observar o espaço com mais atenção,
- fazer perguntas sobre o território,
- comparar informações ao longo do tempo,
- entender como nossas ações influenciam o meio ambiente,
- e desenvolver o raciocínio geográfico, habilidade fundamental para compreender o mundo.

Ao longo do atlas, você vai perceber que os mapas contam histórias: histórias sobre rios, cidades, usos do solo, qualidade da água e sobre como tudo isso se transforma com o tempo. Cada conjunto de mapas apresenta uma parte importante dessa história e convida você a investigar o que está acontecendo na região da Sub-bacia do Alto Rio São Francisco.

Aqui, os mapas não servem apenas para olhar, eles servem para pensar, comparar, descobrir, interpretar e construir explicações. Por isso, recomendamos que você explore cada seção com calma, fazendo perguntas como:

- Por que essa área mudou?
- O que isso revela sobre a qualidade da água?
- Que atividades humanas podem ter influenciado esse lugar?
- O que eu vejo aqui que se relaciona com minha vida, minha cidade e minha escola?

Você vai encontrar mapas de localização, de monitoramento, de qualidade da água, de contaminação, de uso e cobertura da terra e, por fim, um recorte espacial do município de Arcos/MG.

Cada grupo de mapas tem um pequeno texto de apresentação, orientando você sobre o que observar e sugerindo caminhos para análise. O objetivo é que você aprenda a ler o território, a interpretar informações ambientais e a relacionar o que vê no mapa com a realidade à sua volta.

Boa leitura e boas descobertas!

Agora, vamos às seções temáticas.

### **5.7.1 Localização da CH SF1 e dos Municípios**

Nesta primeira seção, você vai conhecer o espaço onde tudo acontece. Antes de analisar a qualidade da água, o uso do solo ou a rede de monitoramento, é preciso compreender onde está a CH SF1 e quem faz parte dela.

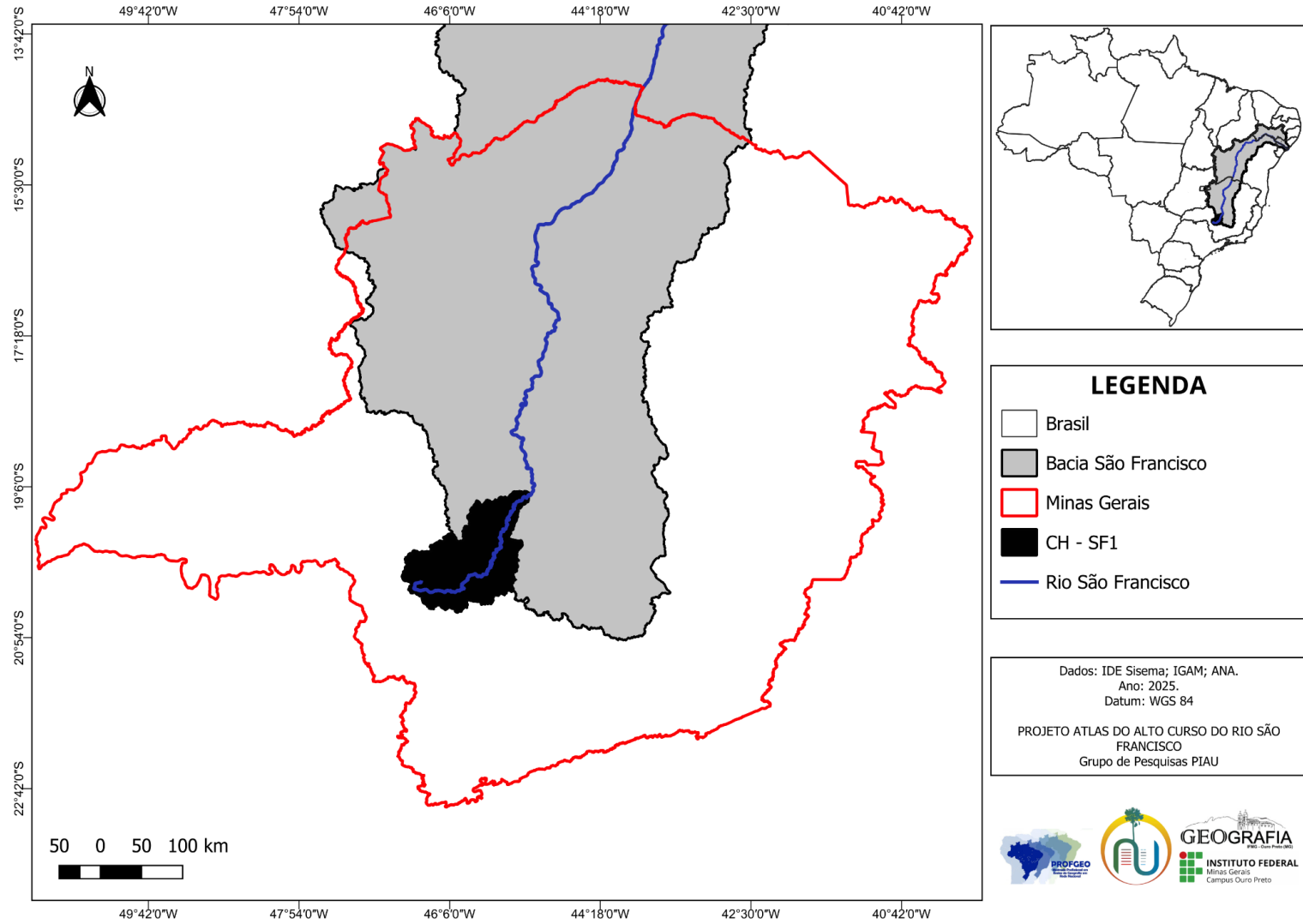
A Circunscrição Hidrográfica (CH) é uma divisão territorial usada em Minas Gerais para organizar a gestão da água. Cada CH reúne municípios, rios e afluentes que compartilham a mesma drenagem. A CH SF1 – Alto Rio São Francisco integra um dos trechos mais importantes da Bacia Hidrográfica do São Francisco: o lugar onde o rio nasce e recebe suas primeiras contribuições.

Nos mapas desta seção, observe:

- os limites da CH SF1;
- os municípios que pertencem à bacia;
- como eles se conectam pela rede hidrográfica;
- a posição da CH SF1 dentro de Minas Gerais e dentro da Bacia do São Francisco como um todo.

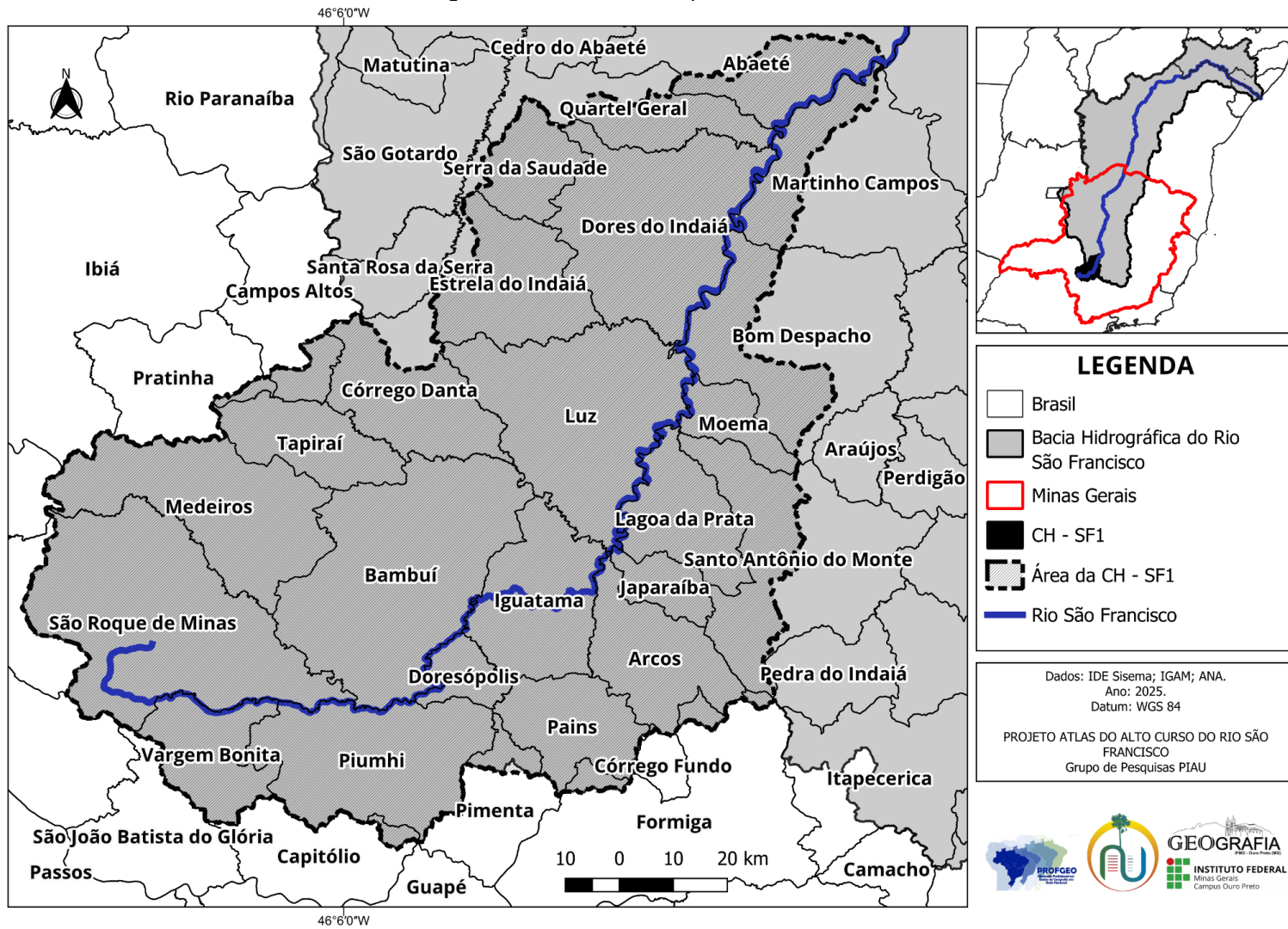
Perceba que uma bacia funciona como um sistema. O que ocorre em um município pode afetar diretamente outros, pela água, pelo solo e pelo uso do território.

Figura 13 - Mapa de localização da CH - SF1.



Fonte: elaboração própria, 2025.

Figura 14 - Limites municipais da CH SF1.



Fonte: elaboração própria, 2025.

### **5.7.2 Estações de Monitoramento do IGAM**

Nesta parte, você vai descobrir como os rios são monitorados e por que isso é tão importante.

O IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas) é o órgão responsável por acompanhar a situação dos rios em Minas Gerais. Para isso, utiliza uma rede de estações de monitoramento instaladas em trechos estratégicos.

Essas estações fazem parte do Projeto Águas de Minas, que coleta dados sobre:

- qualidade da água (IQA),
- presença de substâncias tóxicas (CT),
- e características físicas e químicas dos cursos d'água.

Nos mapas desta seção, você verá:

- onde ficam as estações,
- como elas estão distribuídas pela CH SF1,
- e como a rede evoluiu ao longo do tempo.

Como observar e interpretar:

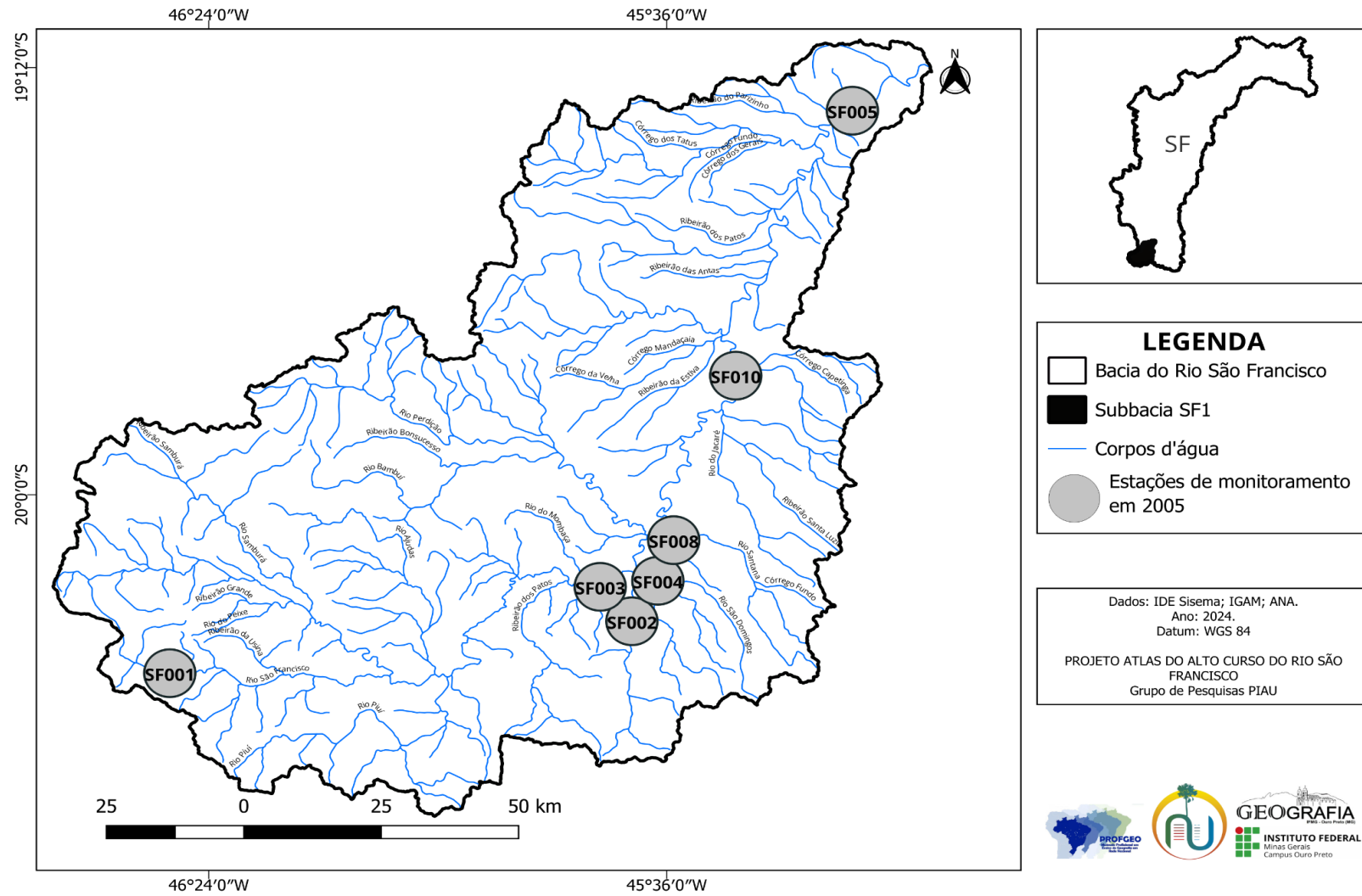
- Pergunte-se por que certas áreas têm mais estações do que outras.
- Relacione os pontos às áreas urbanas, industriais e agrícolas.
- Pense na importância da localização estratégica: uma estação deve “representar” bem o trecho do rio onde está instalada.

Essa análise ajuda a entender como a saúde dos rios é acompanhada e quais regiões demandam maior atenção ambiental.





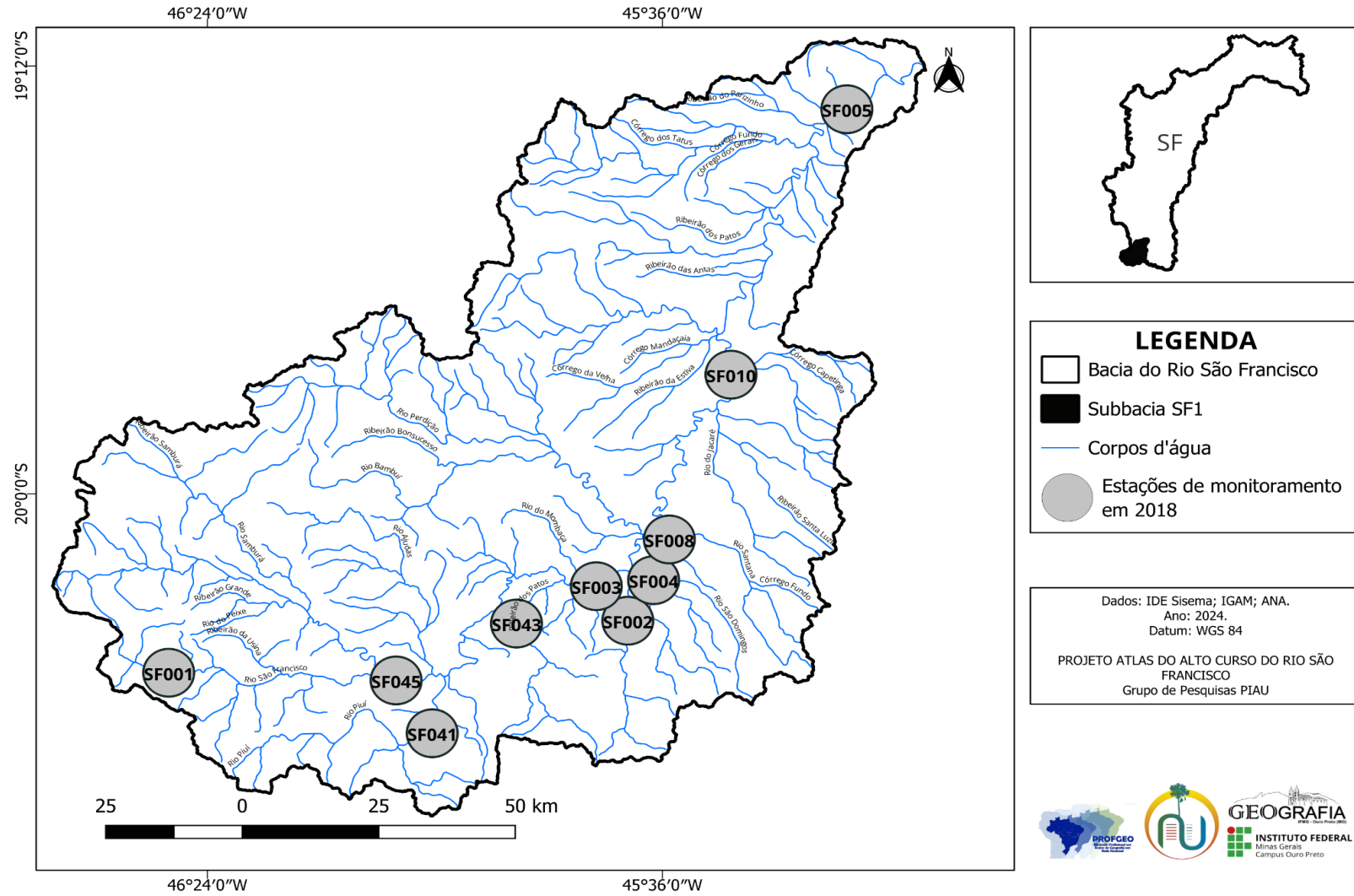
Figura 17 - Mapa das estações de monitoramento na SF1 - 2005



Fonte: elaboração própria, 2025.

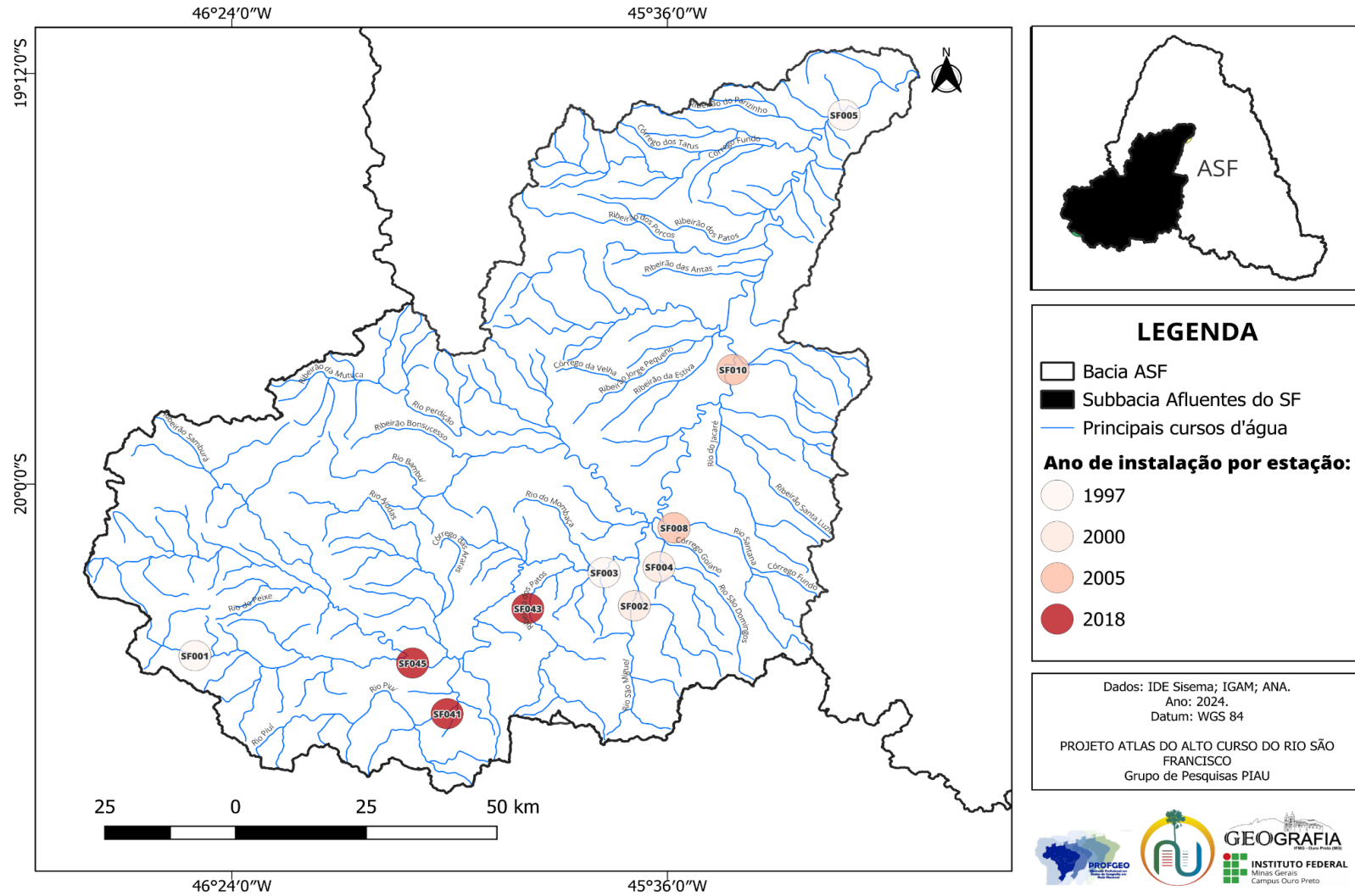


Figura 19 - Mapa das estações de monitoramento na SF1 - 2018



Fonte: elaboração própria, 2025.

Figura 20 - Mapa de evolução temporal da rede de monitoramento na SF1 - 1997 a 2021.



Fonte: elaboração própria, 2025.

### **5.7.3 Índice de Qualidade da Água (IQA)**

O IQA é um dos indicadores mais usados para avaliar a condição geral da água em um rio. Ele reúne várias medições — como oxigênio dissolvido, turbidez, temperatura e presença de bactérias — e transforma tudo em uma nota final.

Nos mapas desta seção:

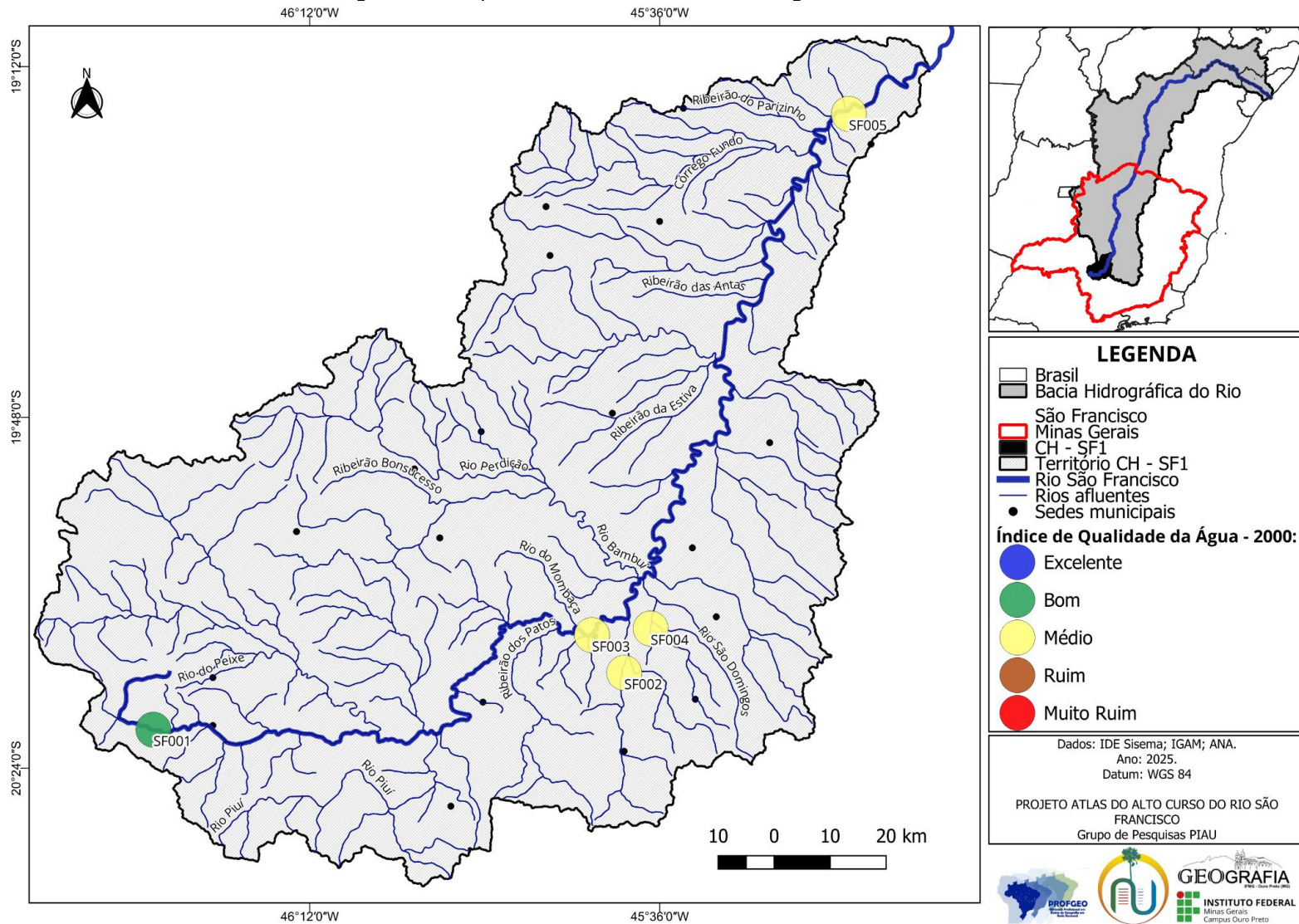
- cada cor representa um nível de qualidade;
- é possível comparar diferentes anos;
- você pode identificar trechos melhores e piores da bacia.

Como analisar os mapas:

- Observe se a qualidade melhora ao se afastar das áreas urbanas;
- Compare anos distintos: houve avanço ou piora?
- Relacione mudanças com o uso do solo e com a distribuição das estações de monitoramento.

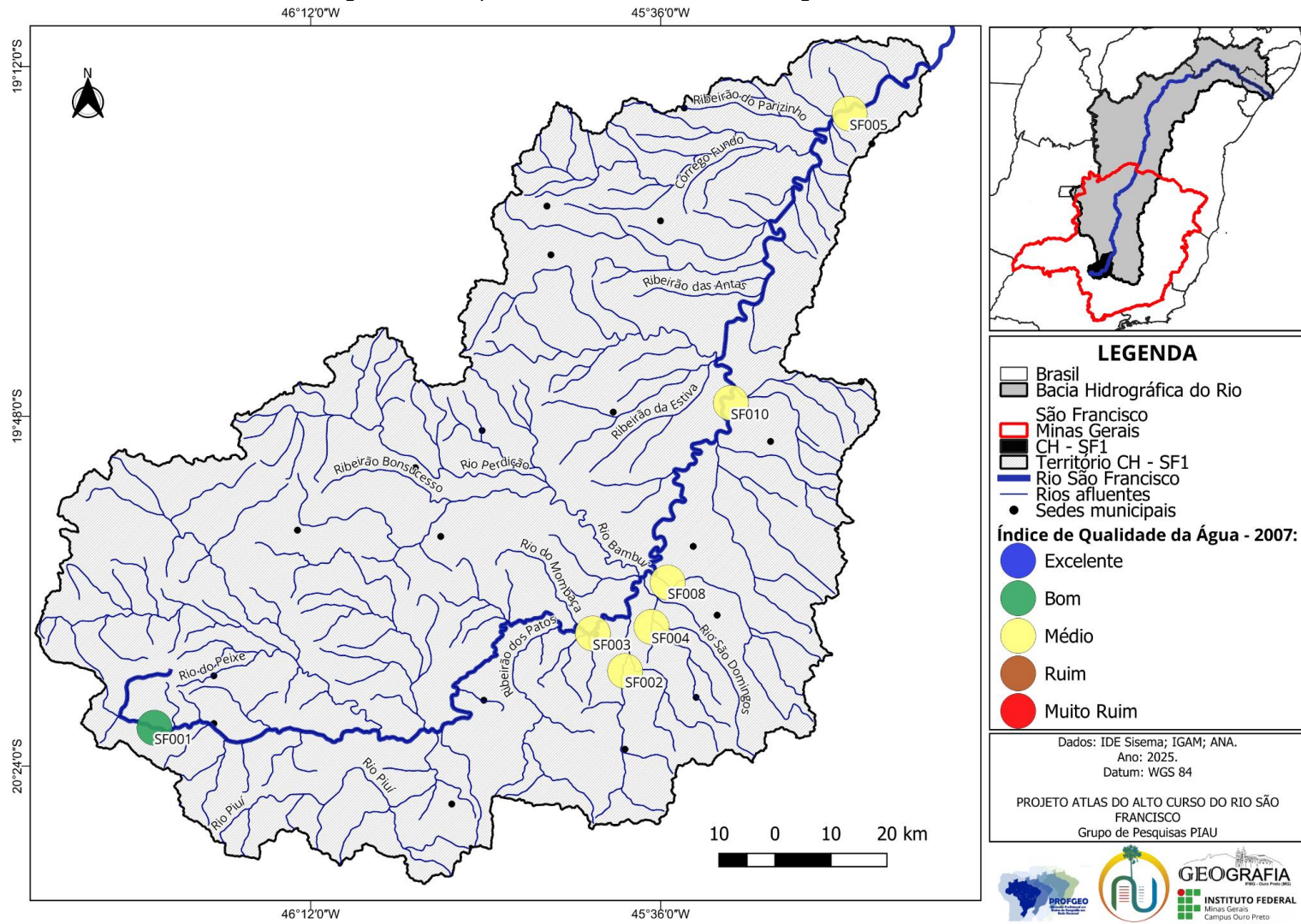
Essa leitura ajuda a compreender como a ação humana altera a qualidade dos rios e como essas mudanças podem ser percebidas no espaço

Figura 21 - Mapa do Índice de Qualidade da Água na SF1 - 2000.



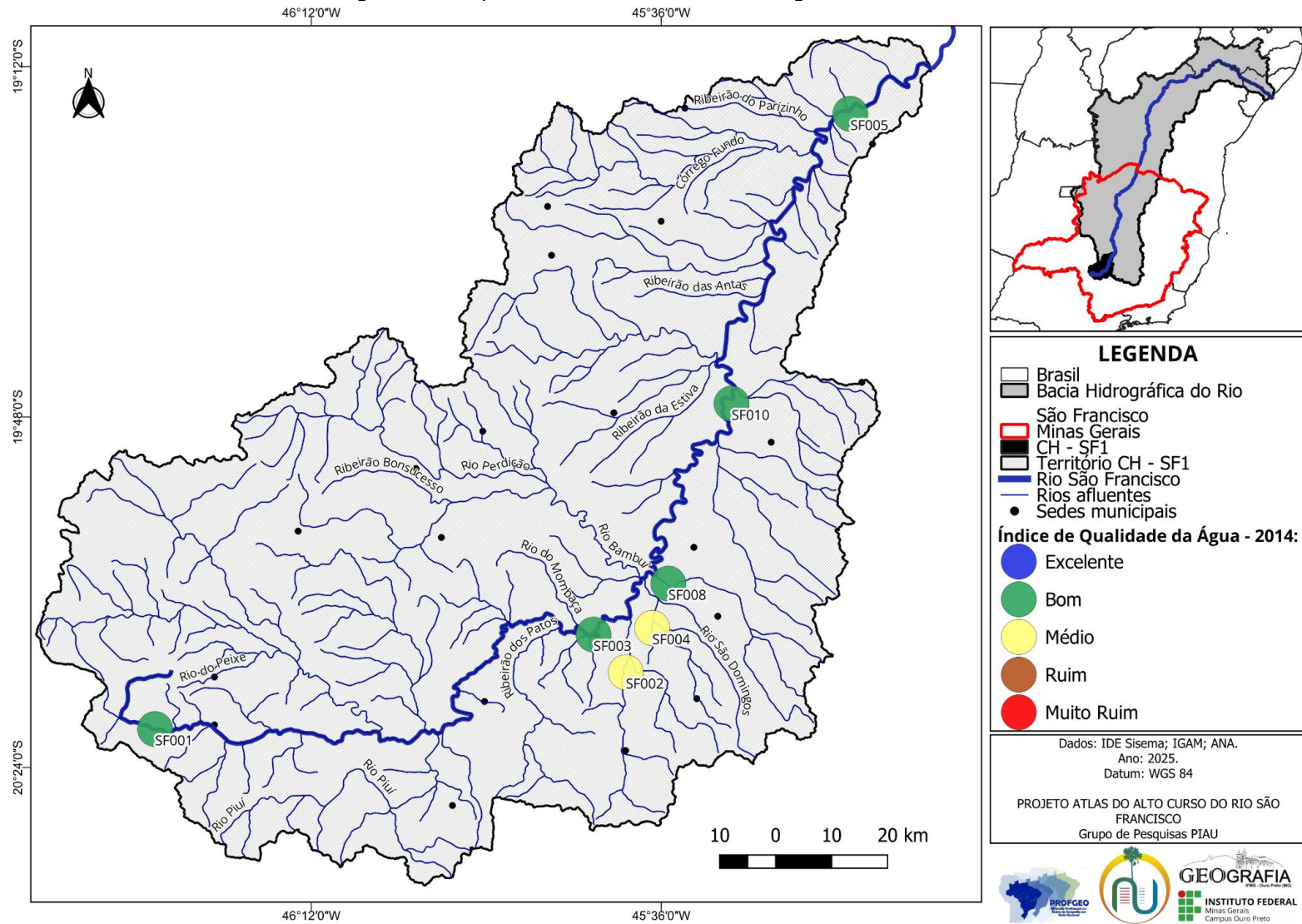
Fonte: elaboração própria, 2025.

Figura 22 - Mapa do Índice de Qualidade da Água na SF1 - 2007.



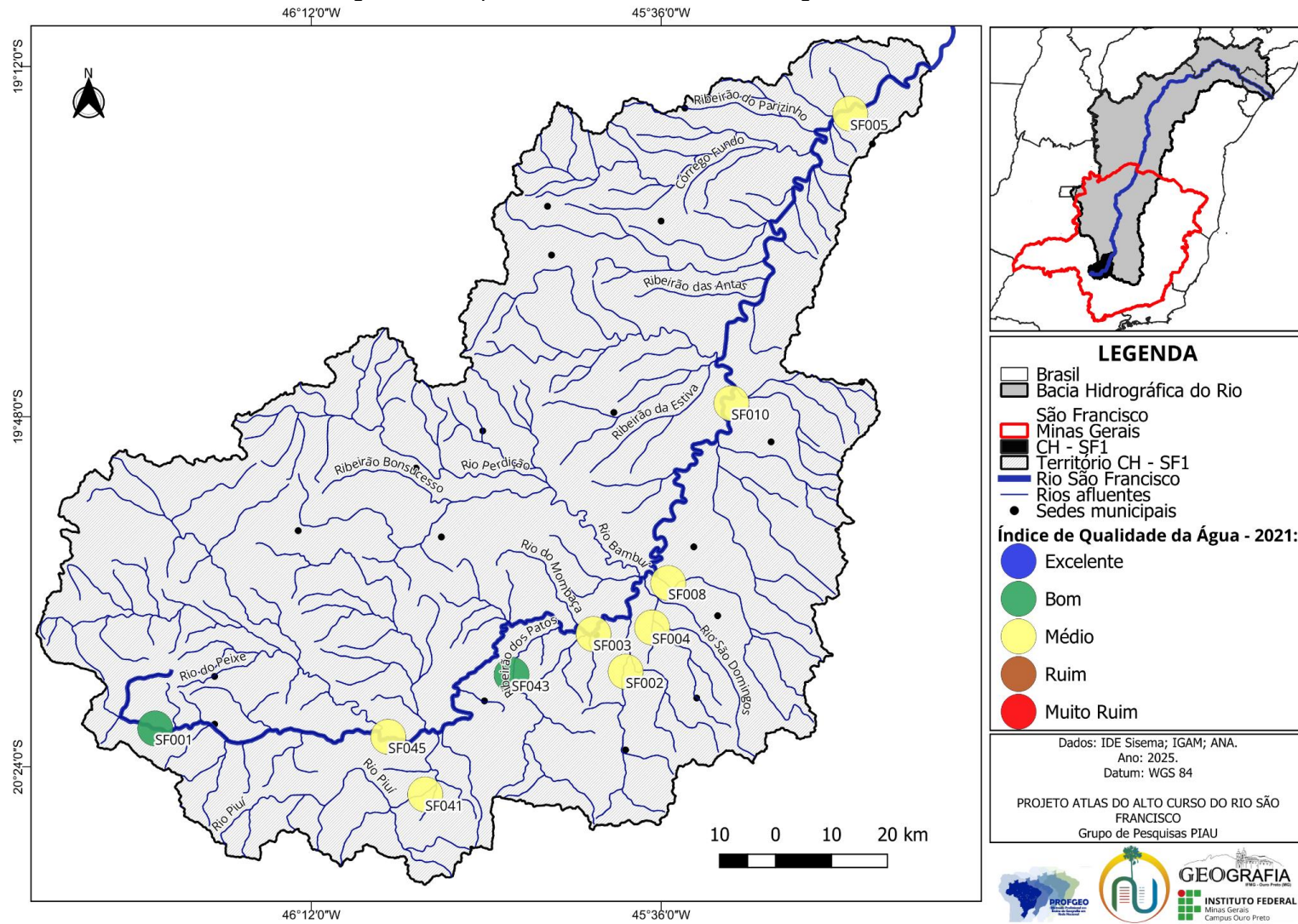
Fonte: elaboração própria, 2025.

Figura 23 - Mapa do Índice de Qualidade da Água na SF1 - 2014.



Fonte: elaboração própria, 2025.

Figura 24 - Mapa do Índice de Qualidade da Água na SF1 - 2021



Fonte: elaboração própria, 2025.

#### **5.7.4 Contaminação por Tóxicos (CT)**

Aqui você encontrará informações sobre substâncias químicas perigosas, como metais pesados e compostos industriais.

A Contaminação por Tóxicos (CT) é diferente do IQA:

- o IQA avalia a qualidade geral da água;
- a CT mostra a presença de elementos tóxicos específicos, mesmo que em pequenas quantidades.

Nos mapas desta seção, observe:

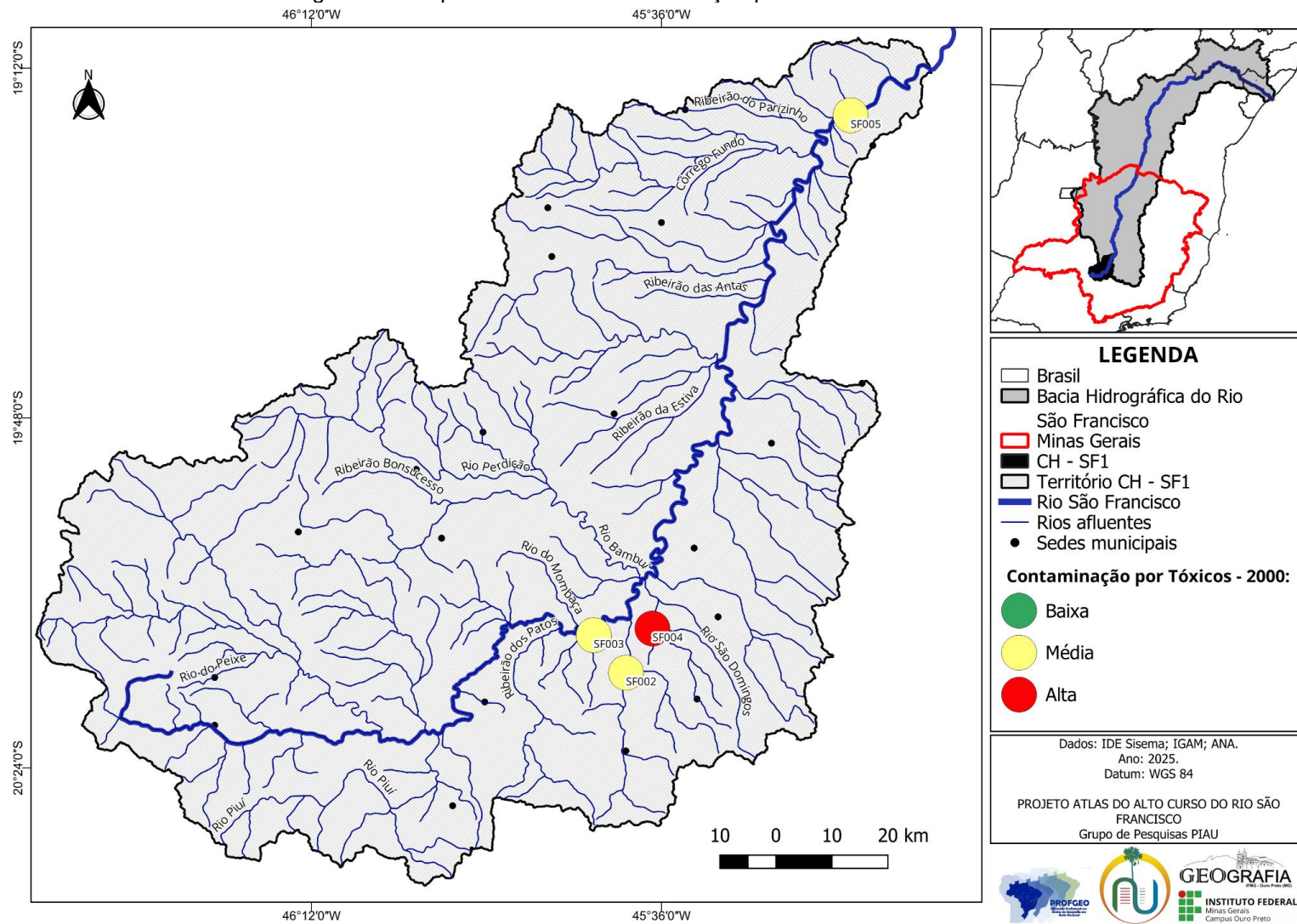
- quais pontos apresentam maior risco;
- como a contaminação varia no tempo;
- quais áreas da bacia podem estar vulneráveis.

Como interpretar:

- Compare o mapa de CT com o mapa de IQA e de uso do solo;
- Observe se regiões com mineração, agricultura ou áreas urbanas apresentam maiores riscos;
- Reflita sobre como os tóxicos chegam aos rios e permanecem neles.

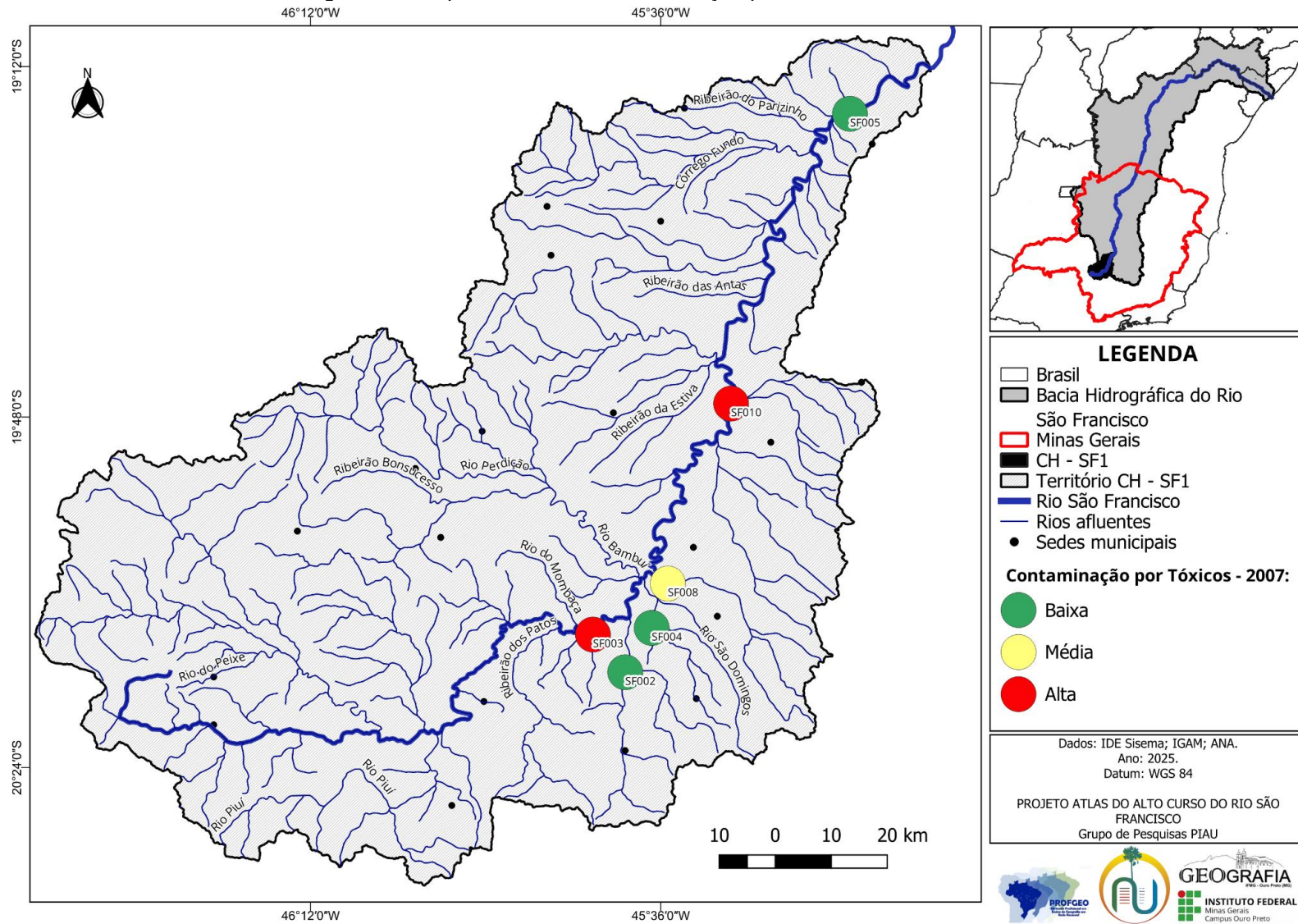
A leitura desse material permite entender que nem sempre a água “clara” é água saudável, e que poluentes invisíveis podem causar danos ambientais importante

Figura 25 - Mapa do Índice de Contaminação por Tóxicos na SF1 - 2000.



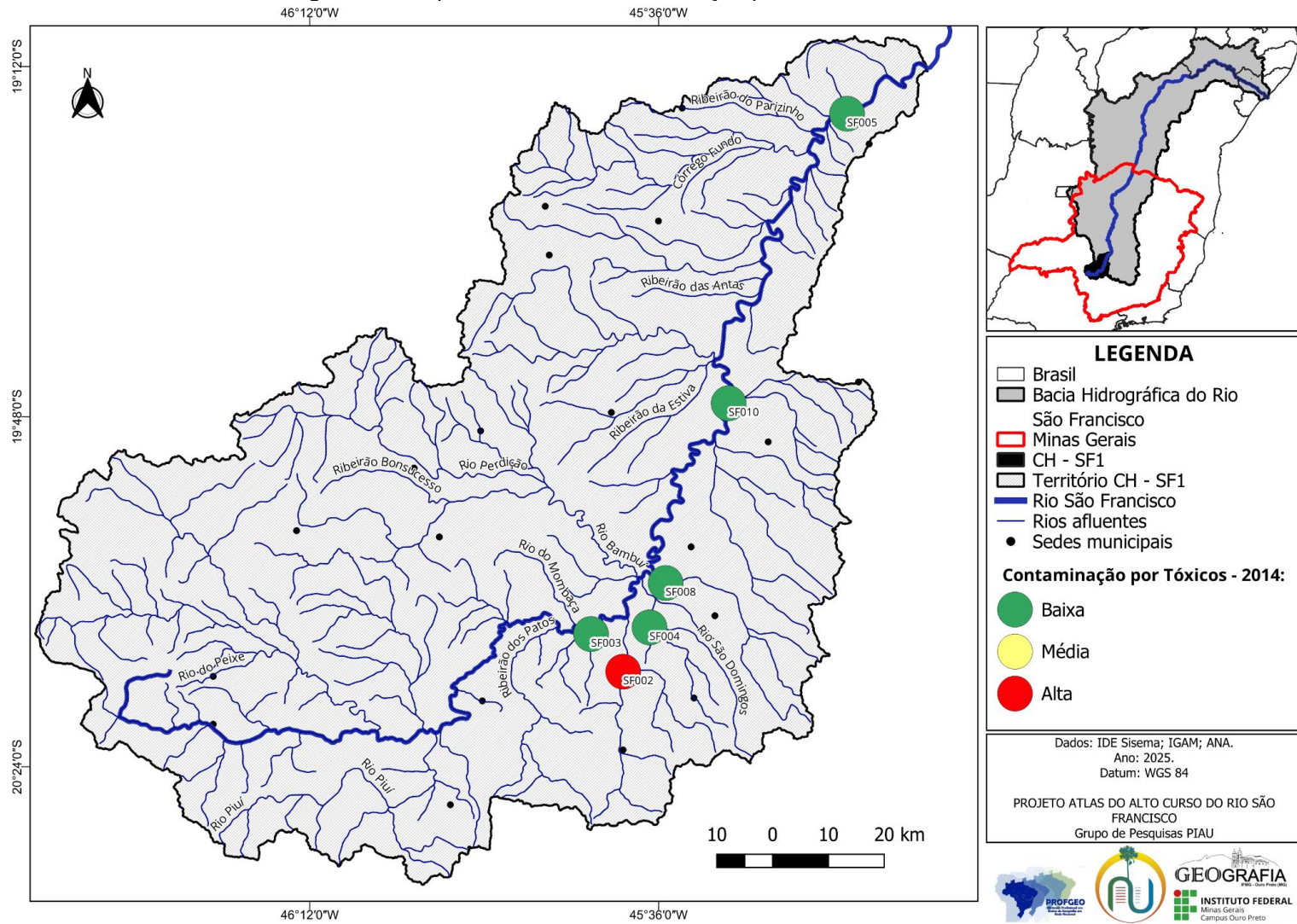
Fonte: elaboração própria, 2025.

Figura 26 - Mapa do Índice de Contaminação por Tóxicos na SF1 - 2007.



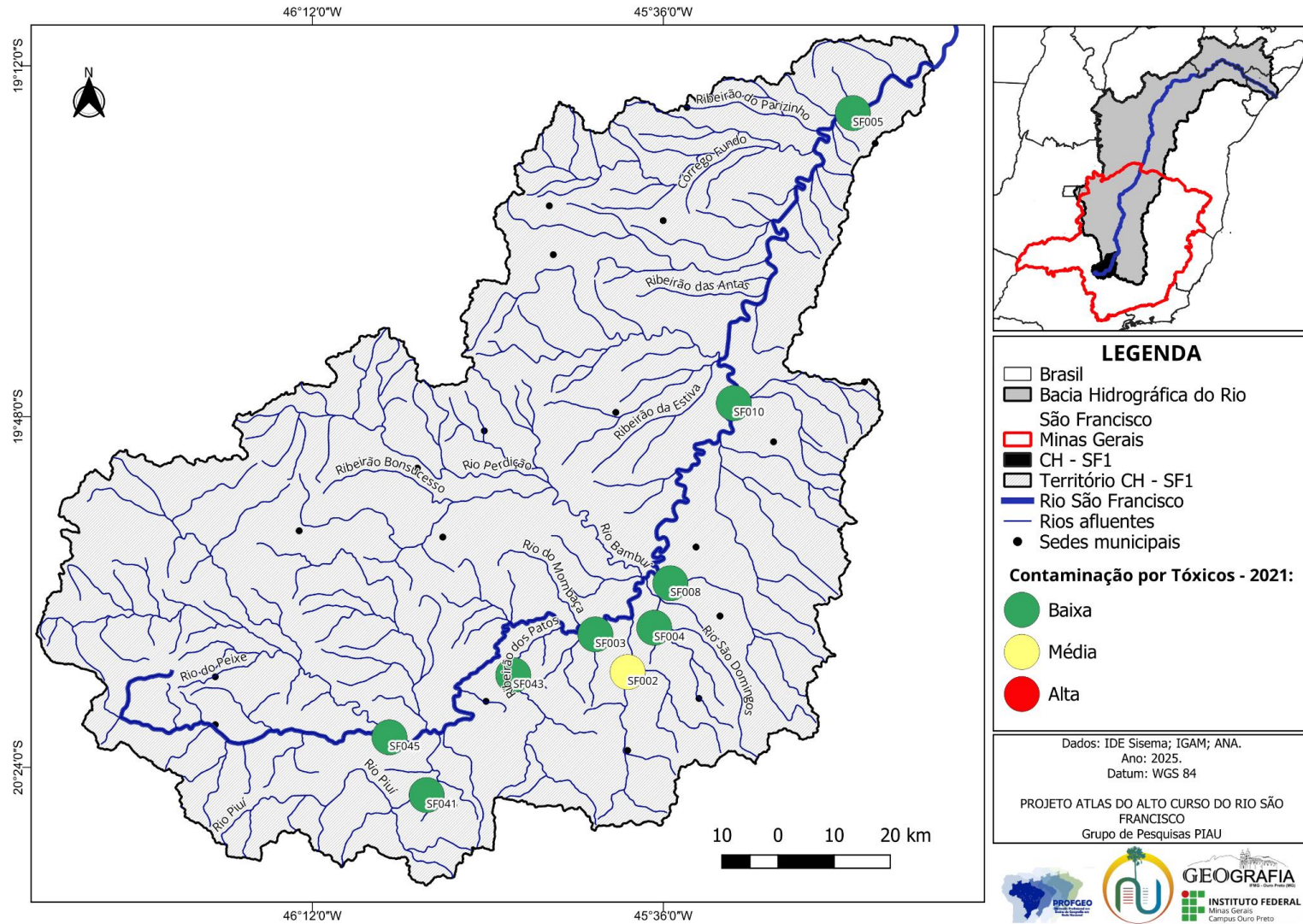
Fonte: elaboração própria, 2025.

Figura 27 - Mapa do Índice de Contaminação por Tóxicos na SF1 - 2014.



Fonte: elaboração própria, 2025.

Figura 28 - Mapa do Índice de Contaminação por Tóxicos na SF1 - 2021.



Fonte: elaboração própria, 2025.

### **5.7.5 Cobertura e uso da Terra**

Esta seção mostra como o solo é ocupado na CH SF1 e como isso influencia o ambiente e os rios.

Os mapas apresentam:

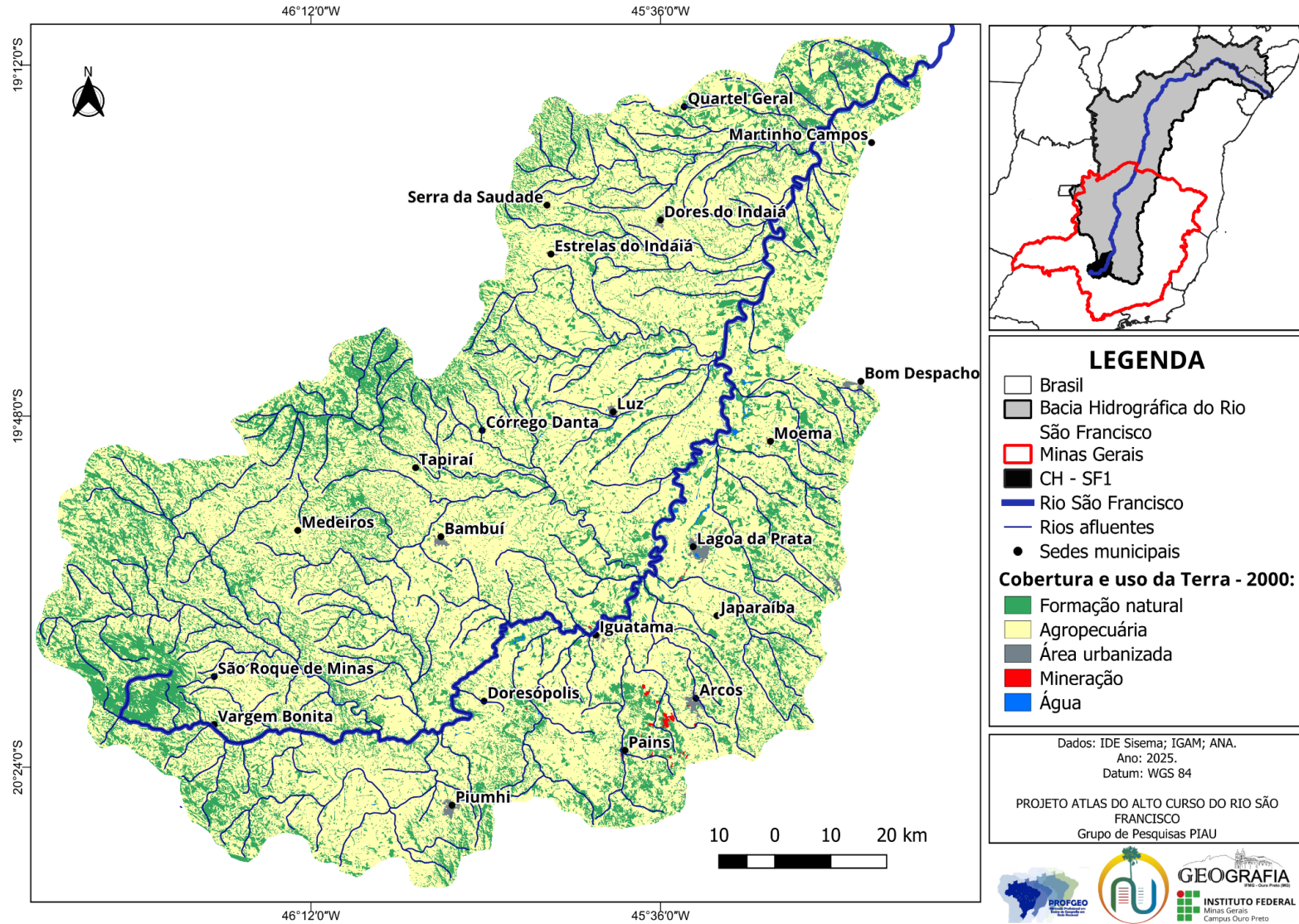
- áreas urbanas,
- pastagens,
- agricultura,
- mineração,
- formações naturais e matas,
- corpos d'água.

Como analisar:

- Observe onde a urbanização cresce;
- Identifique áreas desmatadas ou convertidas em pastagem;
- Compare com os mapas de IQA e CT:
  - áreas agrícolas têm mais risco de contaminação?
  - regiões urbanas apresentam pior qualidade da água?

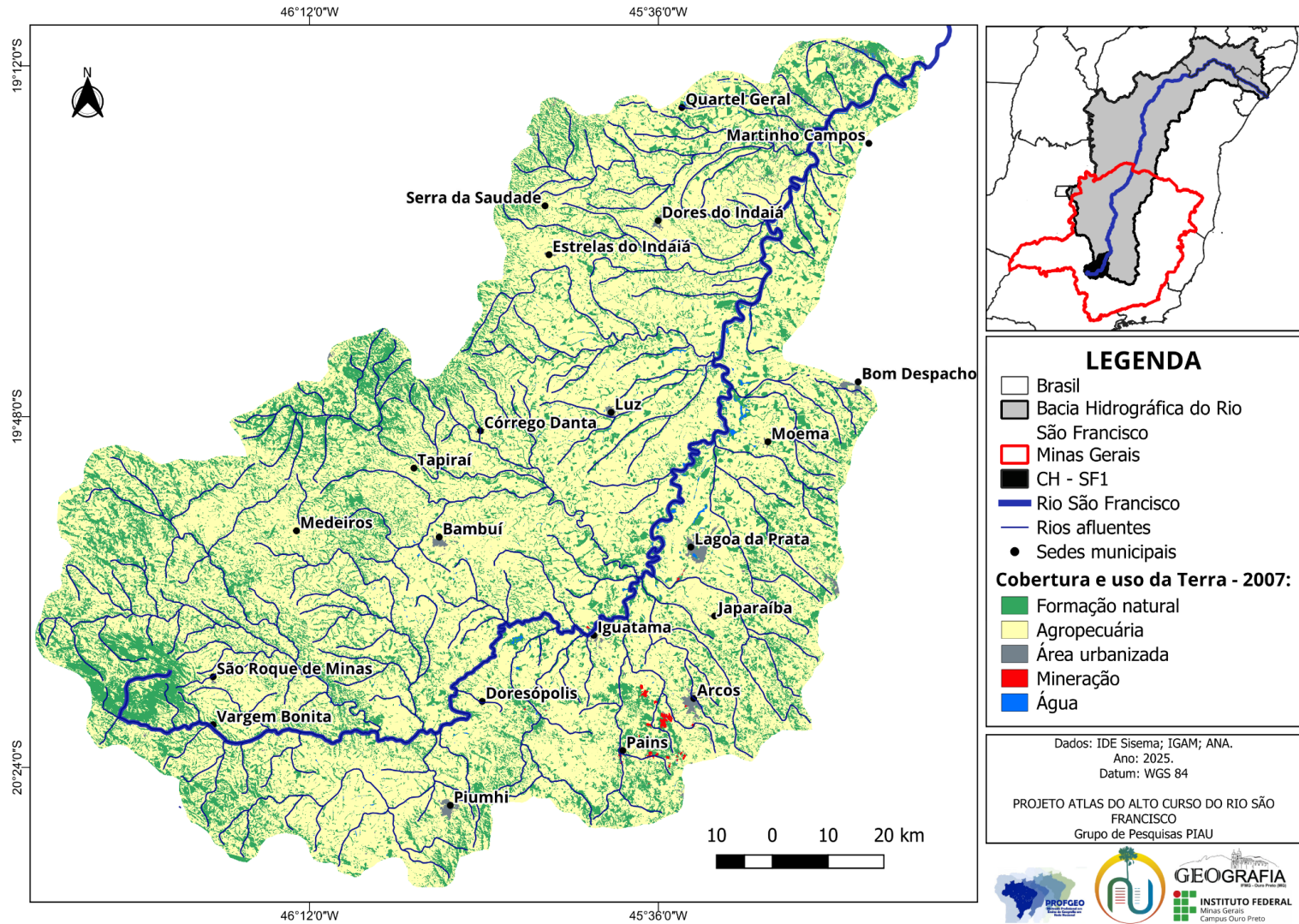
Essa relação é uma das mais importantes da Geografia: o uso do solo impacta diretamente a água, o clima, a vegetação e a vida das pessoas.

Figura 29 - Mapa de Cobertura e uso da Terra na SF1 - 2000.



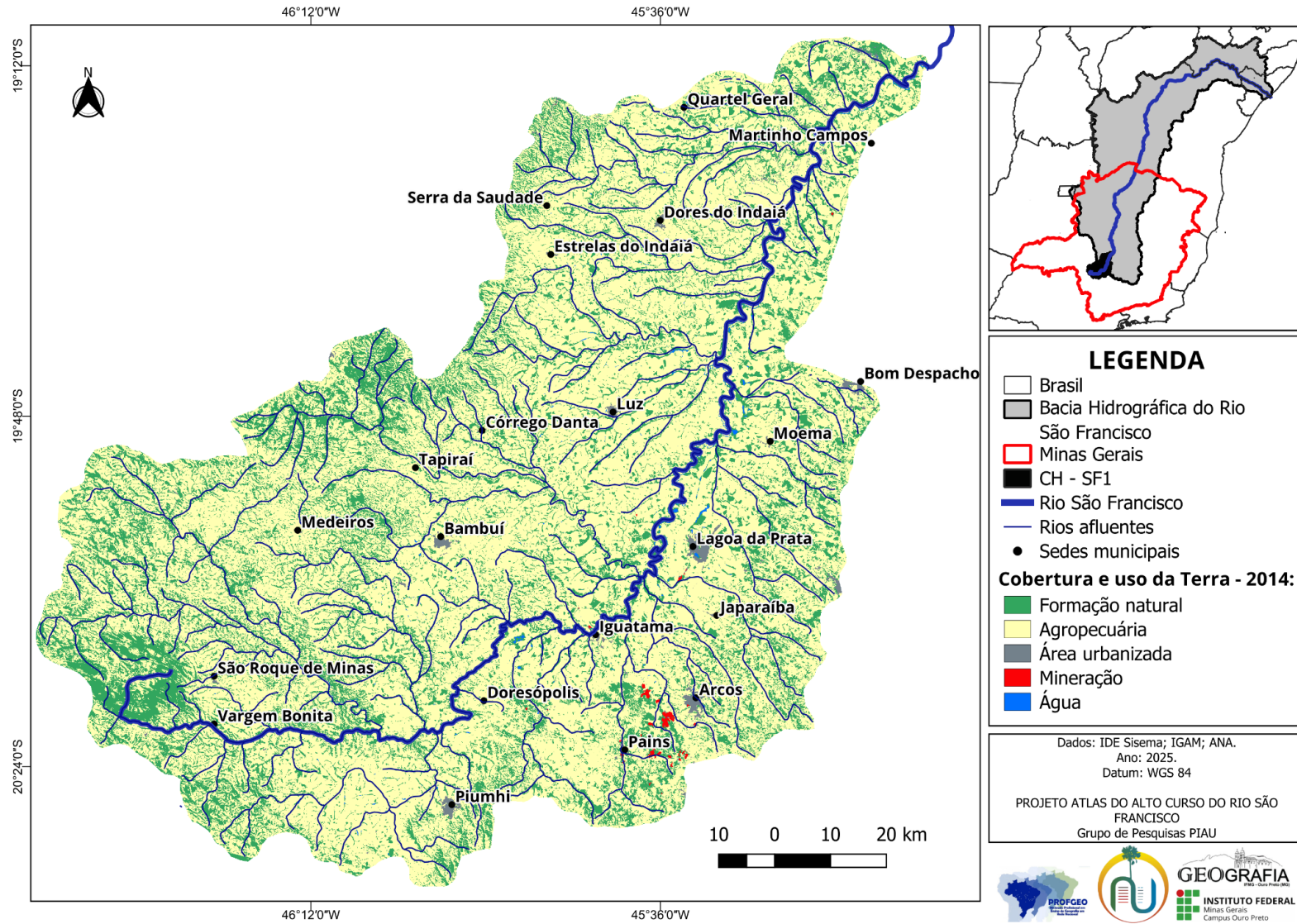
Fonte: elaboração própria, 2025.

Figura 30 - Mapa de Cobertura e uso da Terra na SF1 - 2007.



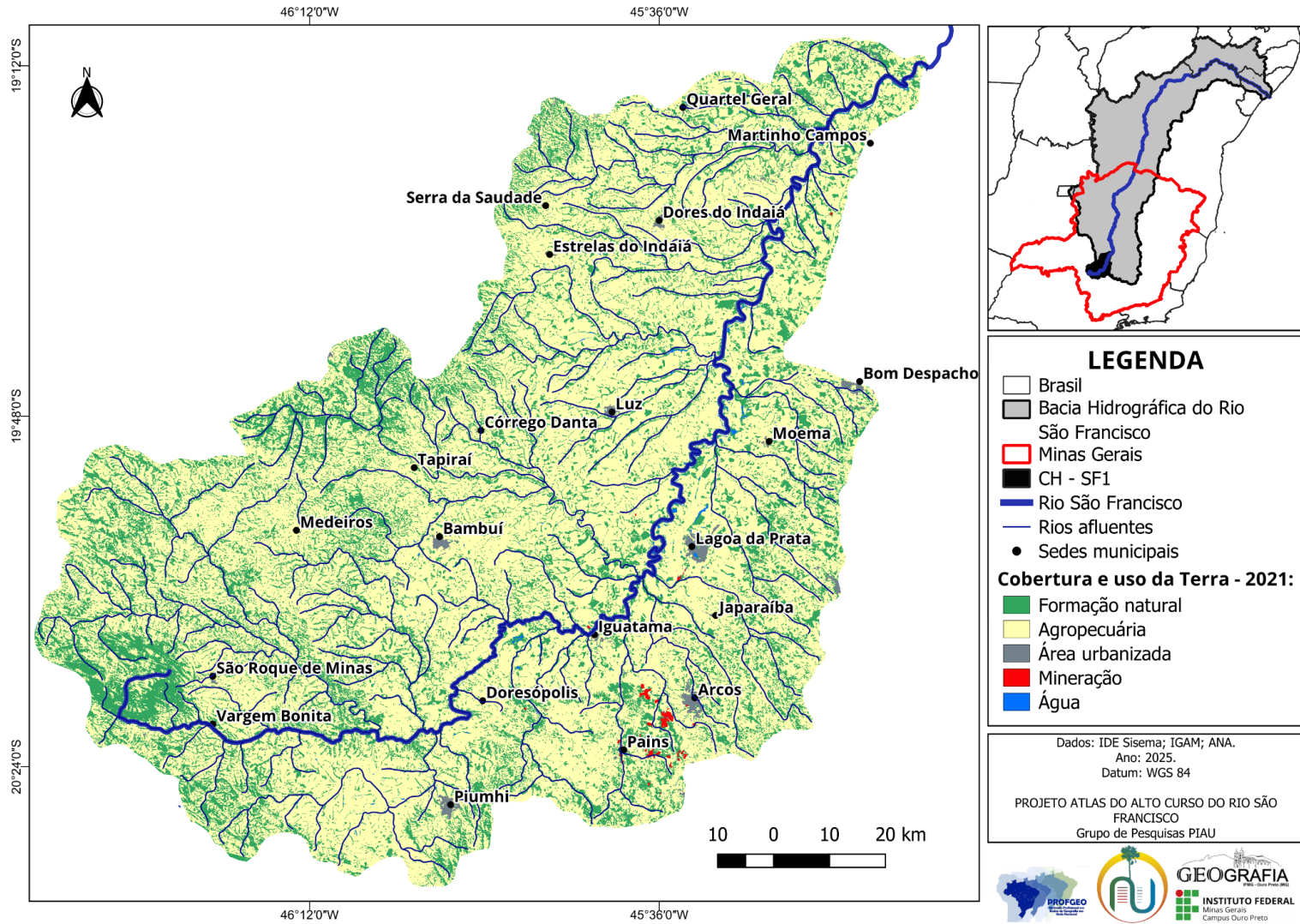
Fonte: elaboração própria, 2025.

Figura 31 - Mapa de Cobertura e uso da Terra na SF1 - 2014.



Fonte: elaboração própria, 2025.

Figura 32 - Mapa de Cobertura e uso da Terra na SF1 - 2021.



Fonte: elaboração própria, 2025.

### **5.7.6 Escala Local – Município de Arcos/MG, parte da CH SF1**

Para entender como tudo isso aparece no território vivido pelos estudantes, esta seção traz uma aproximação da escala: da bacia para o município.

Os mapas de Arcos/MG mostram:

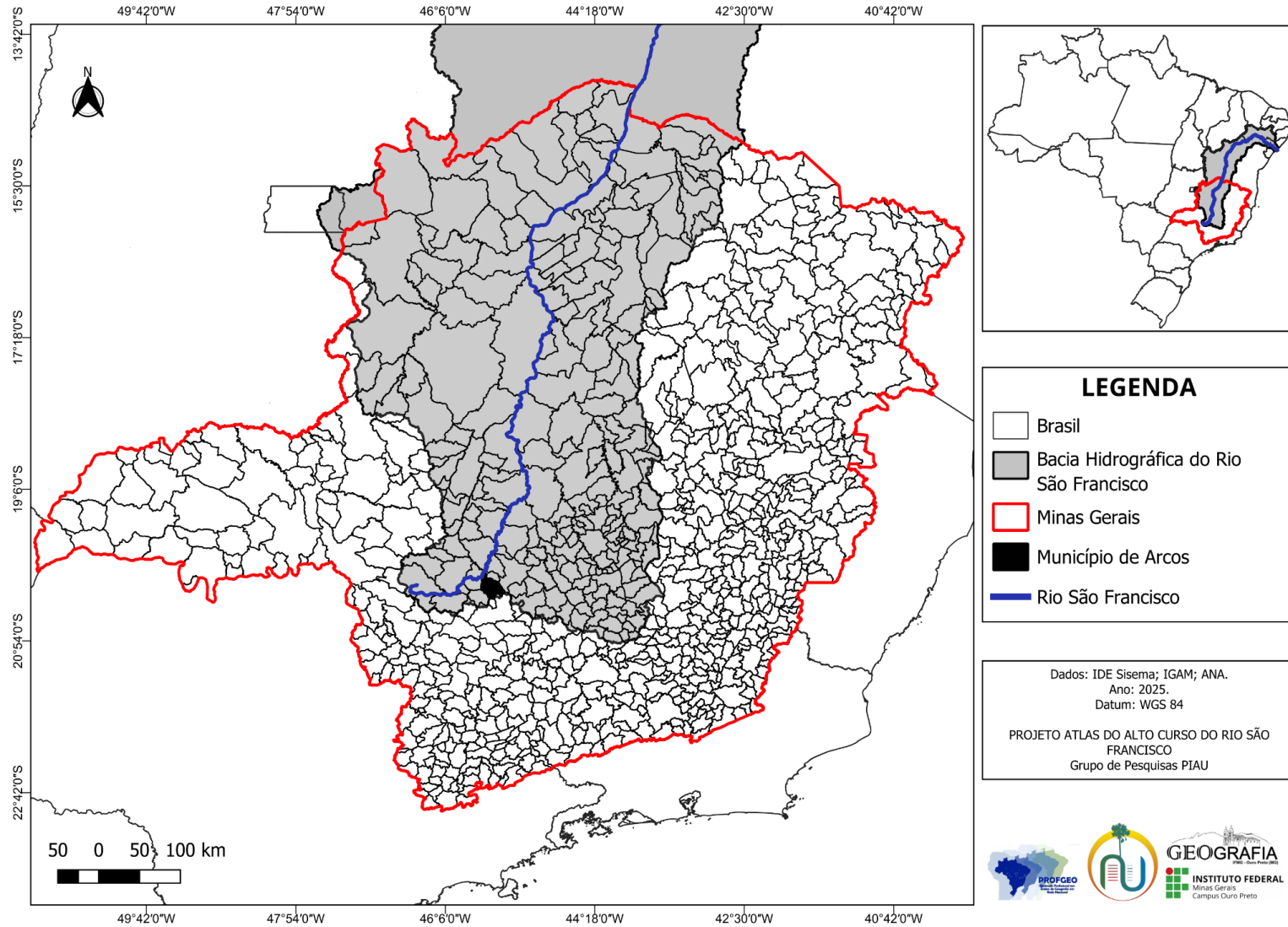
- sua posição na CH SF1;
- sua rede hidrográfica;
- indicadores locais de IQA e CT;
- o uso e cobertura do solo municipal.

Como observar:

- Compare o município com o conjunto da bacia;
- Identifique áreas mais preservadas e áreas mais impactadas;
- Localize rios próximos a escolas, bairros e zonas rurais;
- Relacione o que acontece em Arcos ao que acontece nos demais municípios da CH SF1.

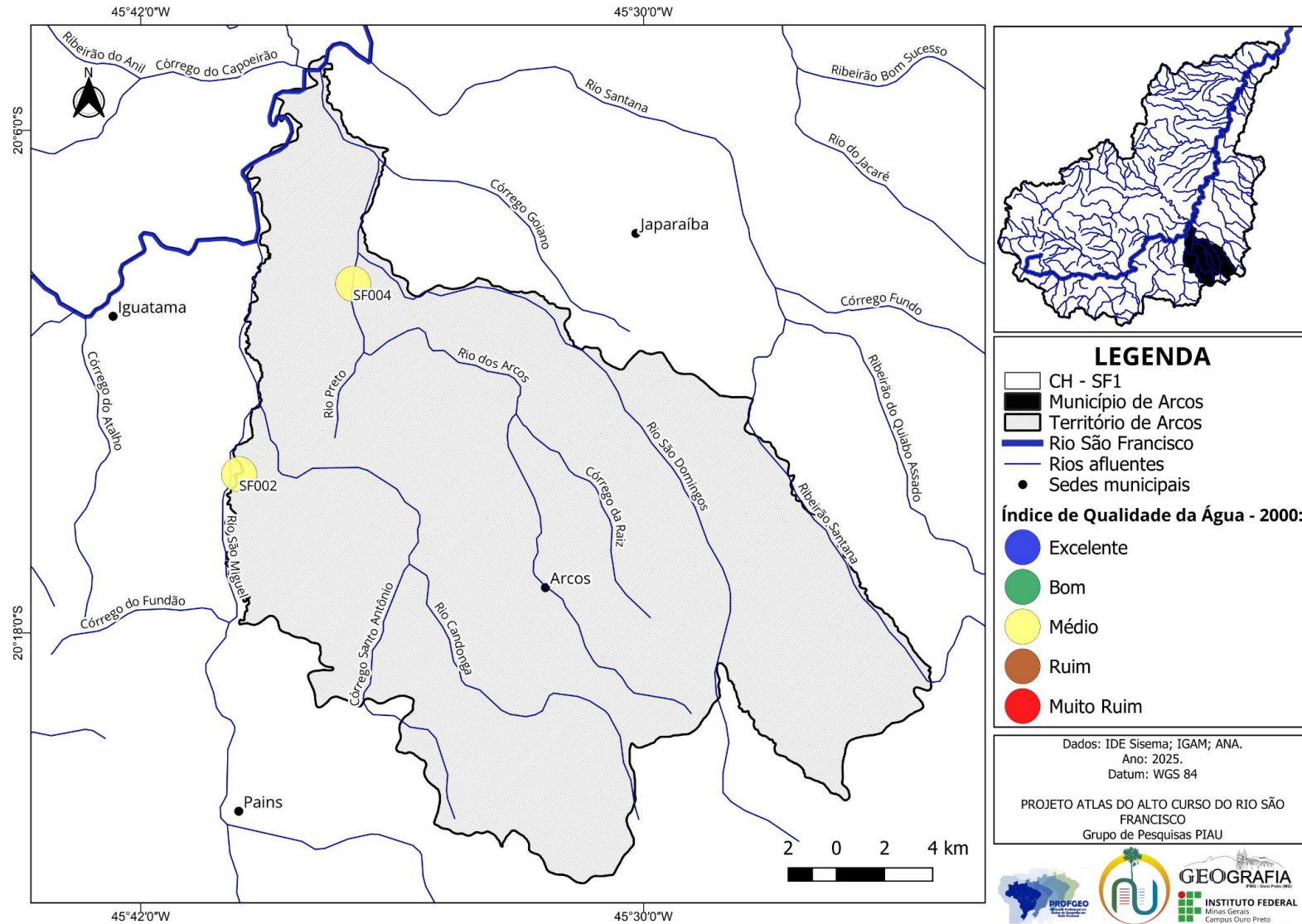
Essa leitura multiescalar ajuda você a perceber que a gestão da água começa no local, mas influencia toda a bacia.

Figura 33 - Mapa de localização do município de Arcos/MG.



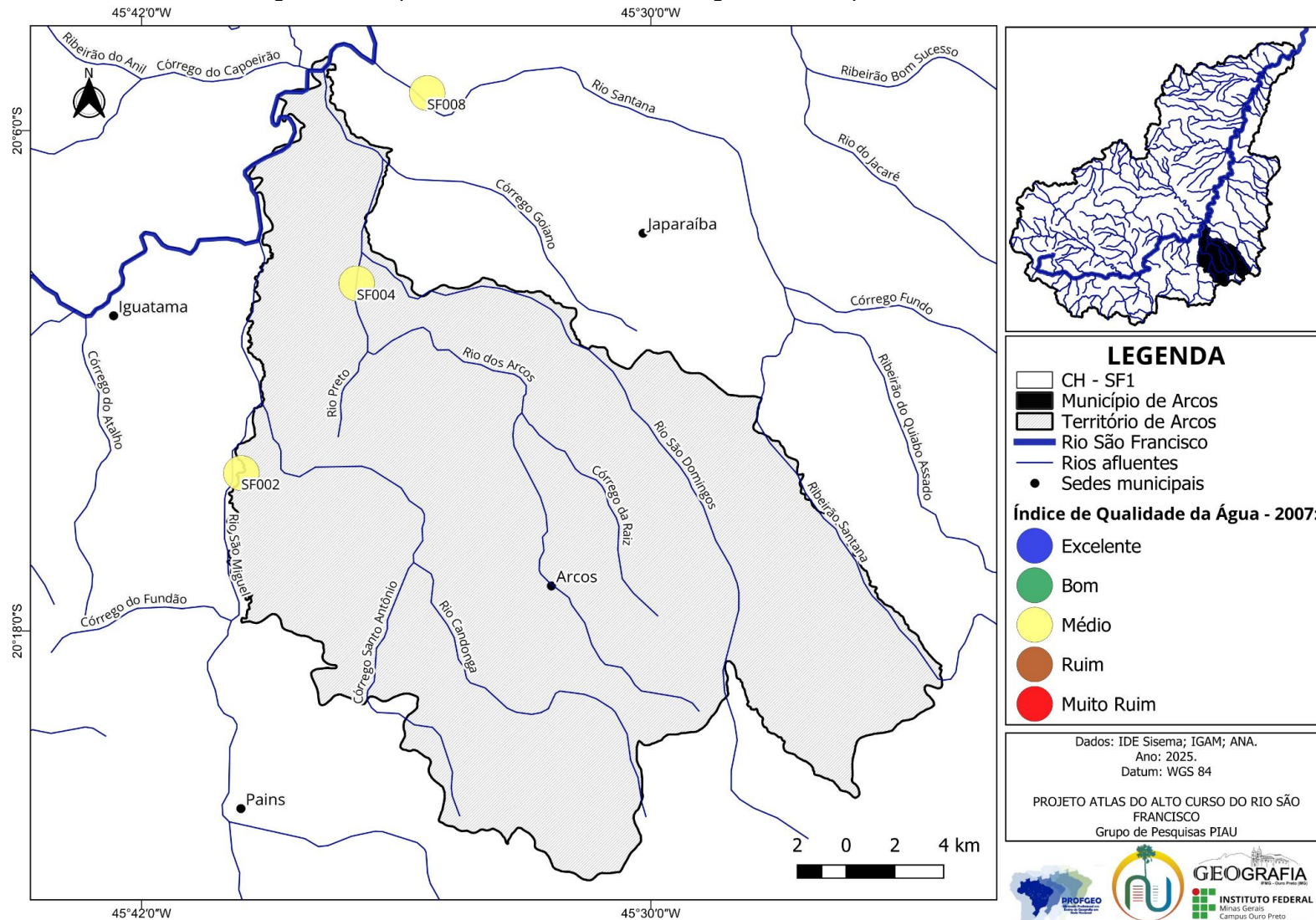
Fonte: elaboração própria, 2025.

Figura 34 - Mapa do Índice de Qualidade da Água no município de Arcos/MG - 2000.



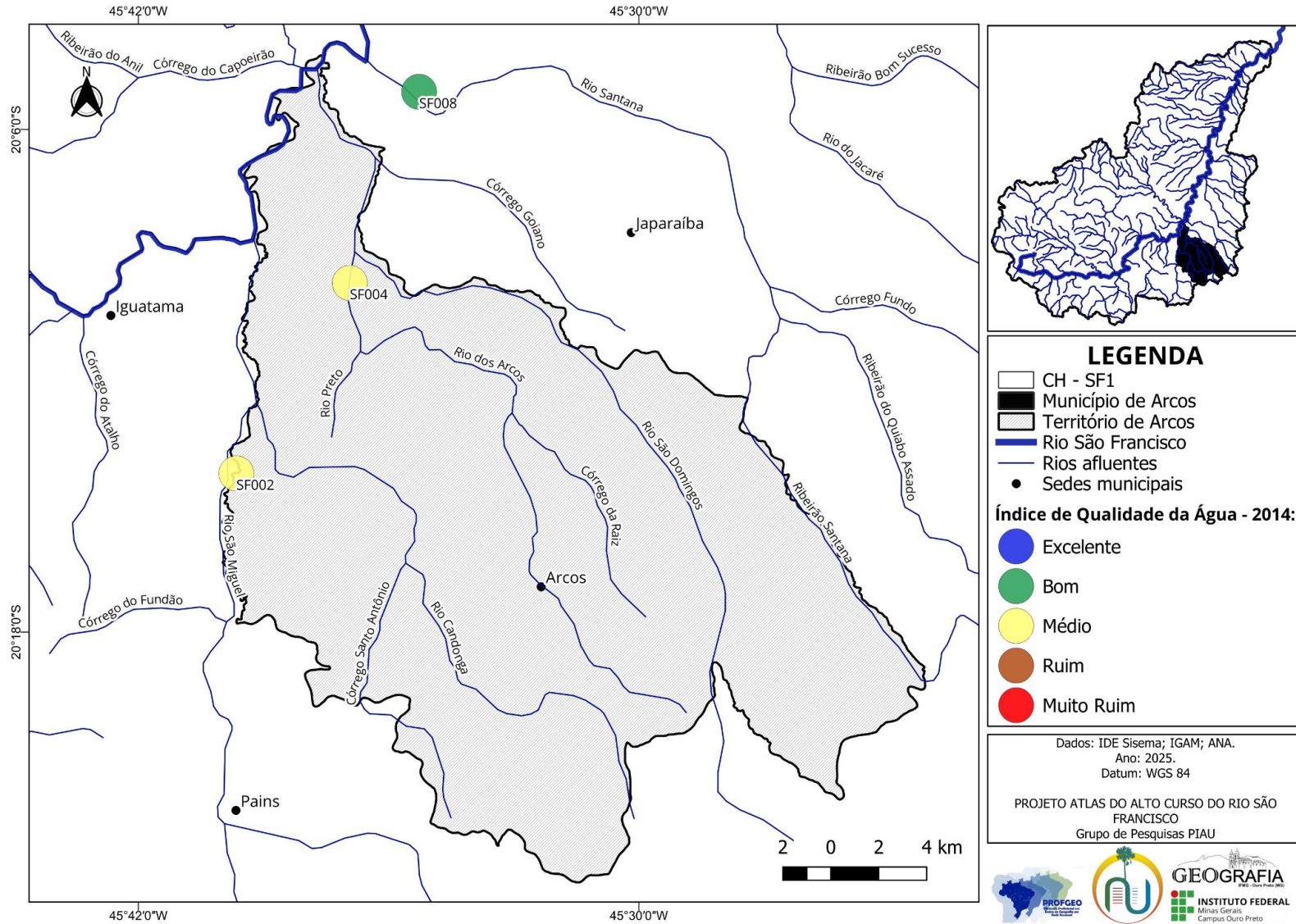
Fonte: elaboração própria, 2025.

Figura 35 - Mapa do Índice de Qualidade da Água no município de Arcos/MG - 2007



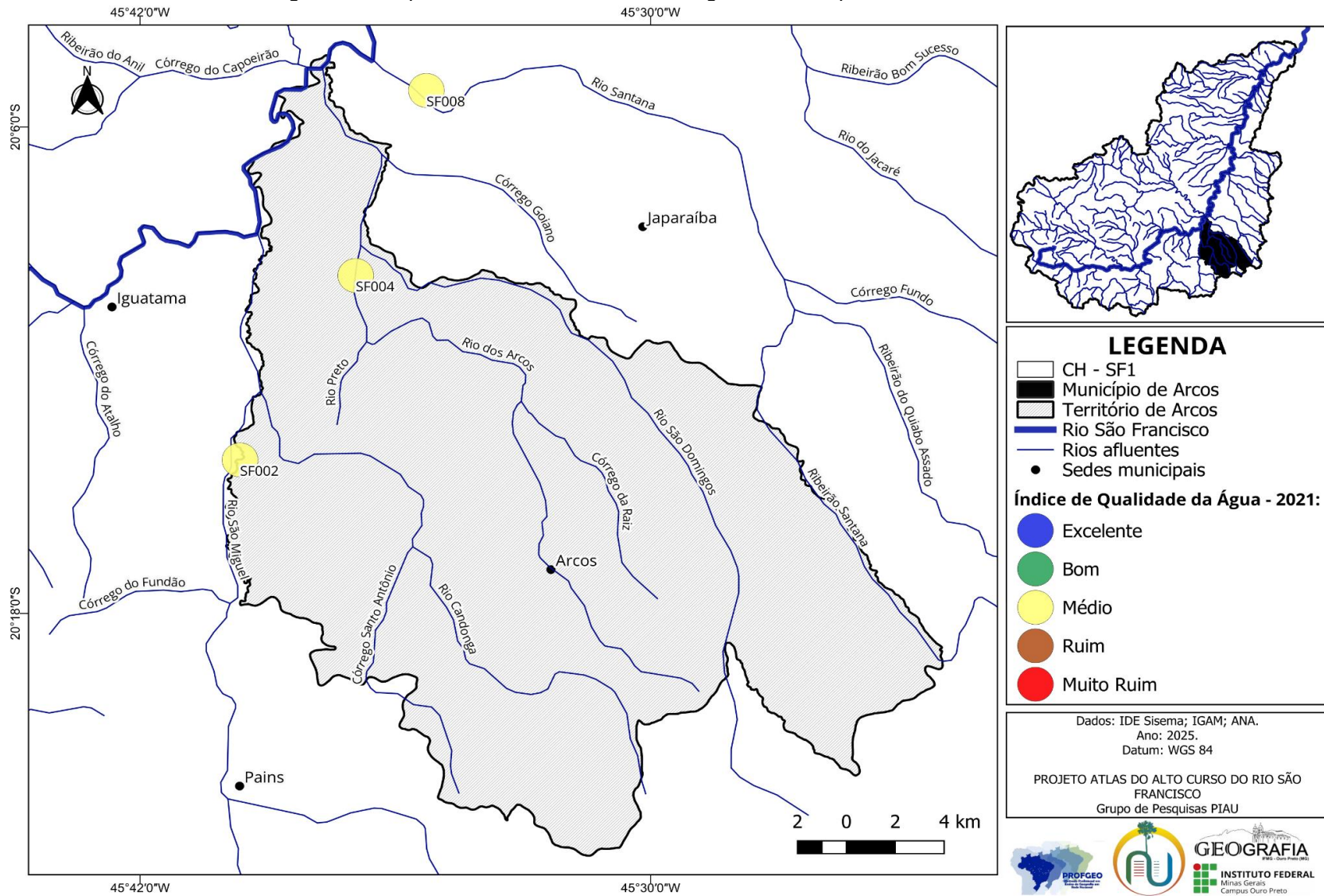
Fonte: elaboração própria, 2025.

Figura 36 - Mapa do Índice de Qualidade da Água no município de Arcos/MG - 2014.



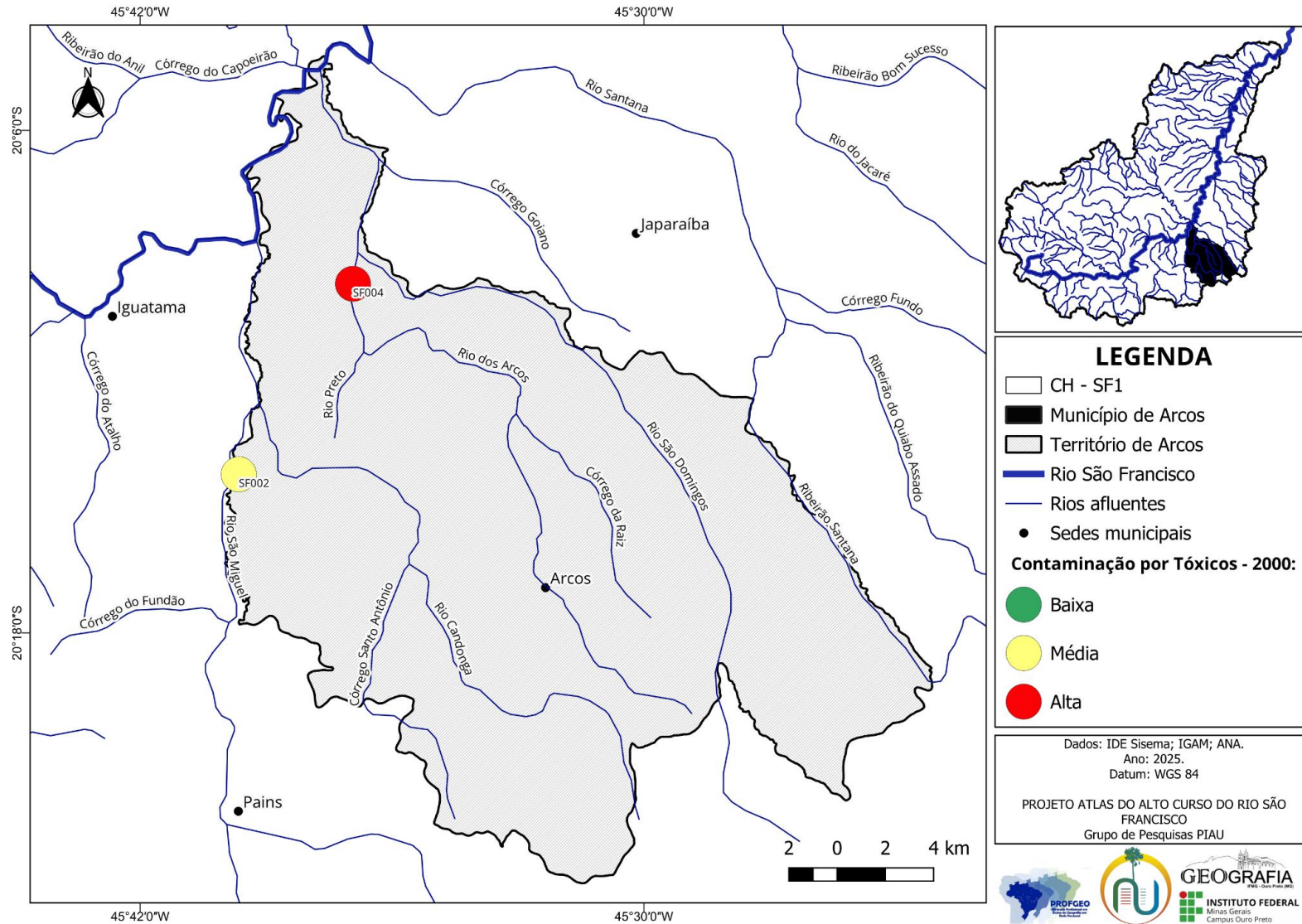
Fonte: elaboração própria, 2025.

Figura 37 - Mapa do Índice de Qualidade da Água no município de Arcos/MG - 2021.



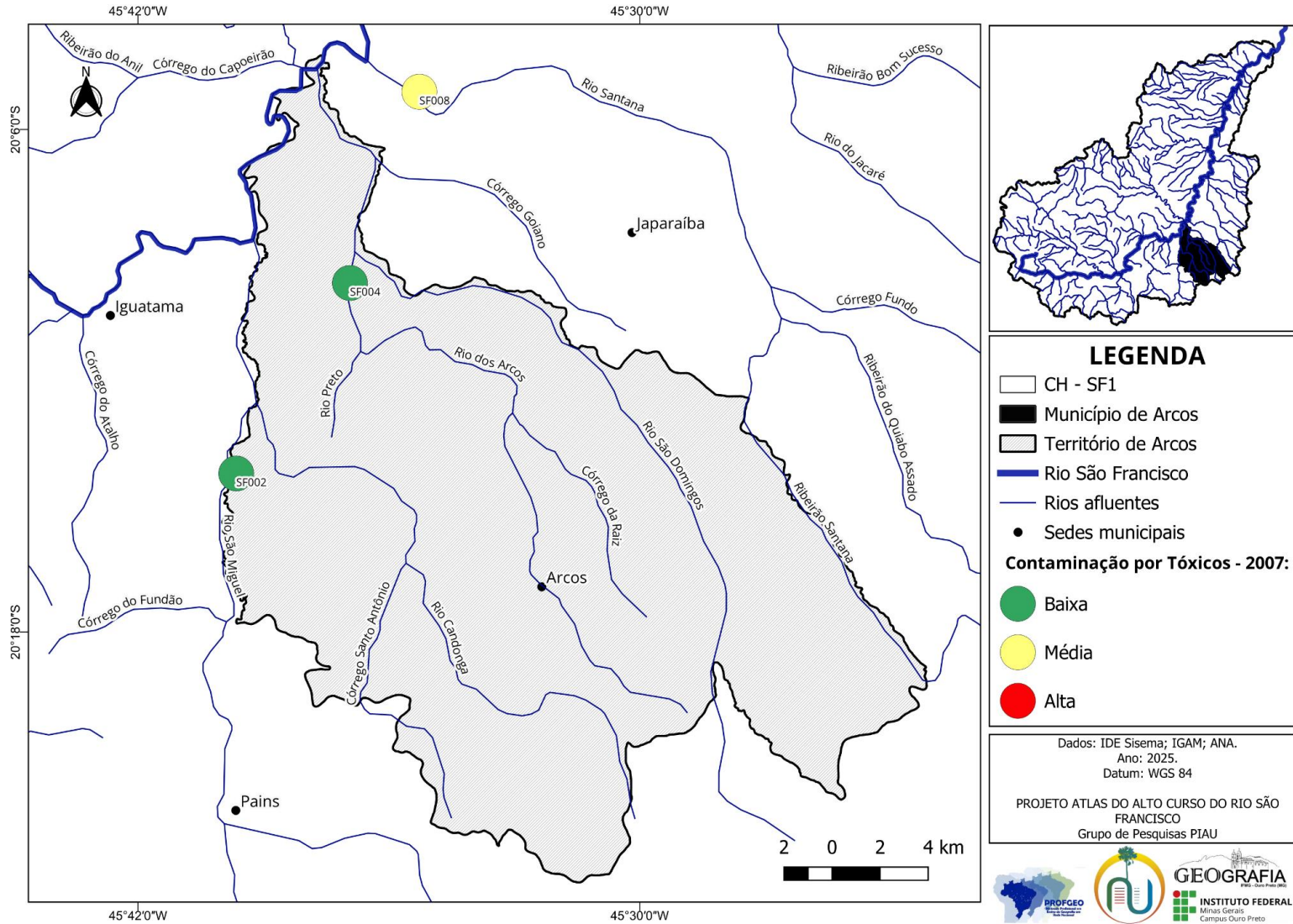
Fonte: elaboração própria, 2025.

Figura 38 - Mapa do Índice de Contaminação por Tóxicos no Município de Arcos/MG - 2000.



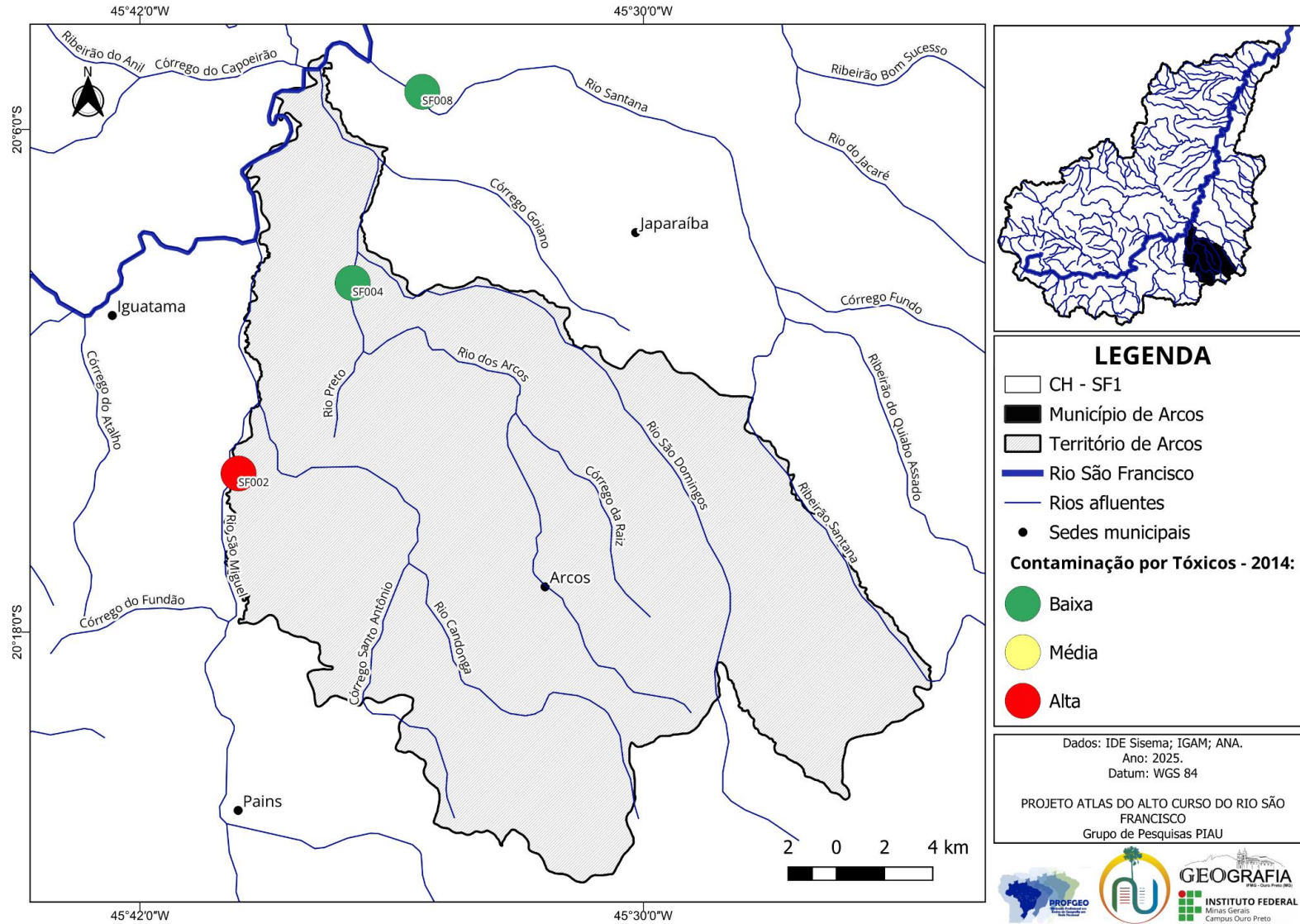
Fonte: elaboração própria, 2025.

Figura 39 - Mapa do Índice de Contaminação por Tóxicos no Município de Arcos/MG - 2007.



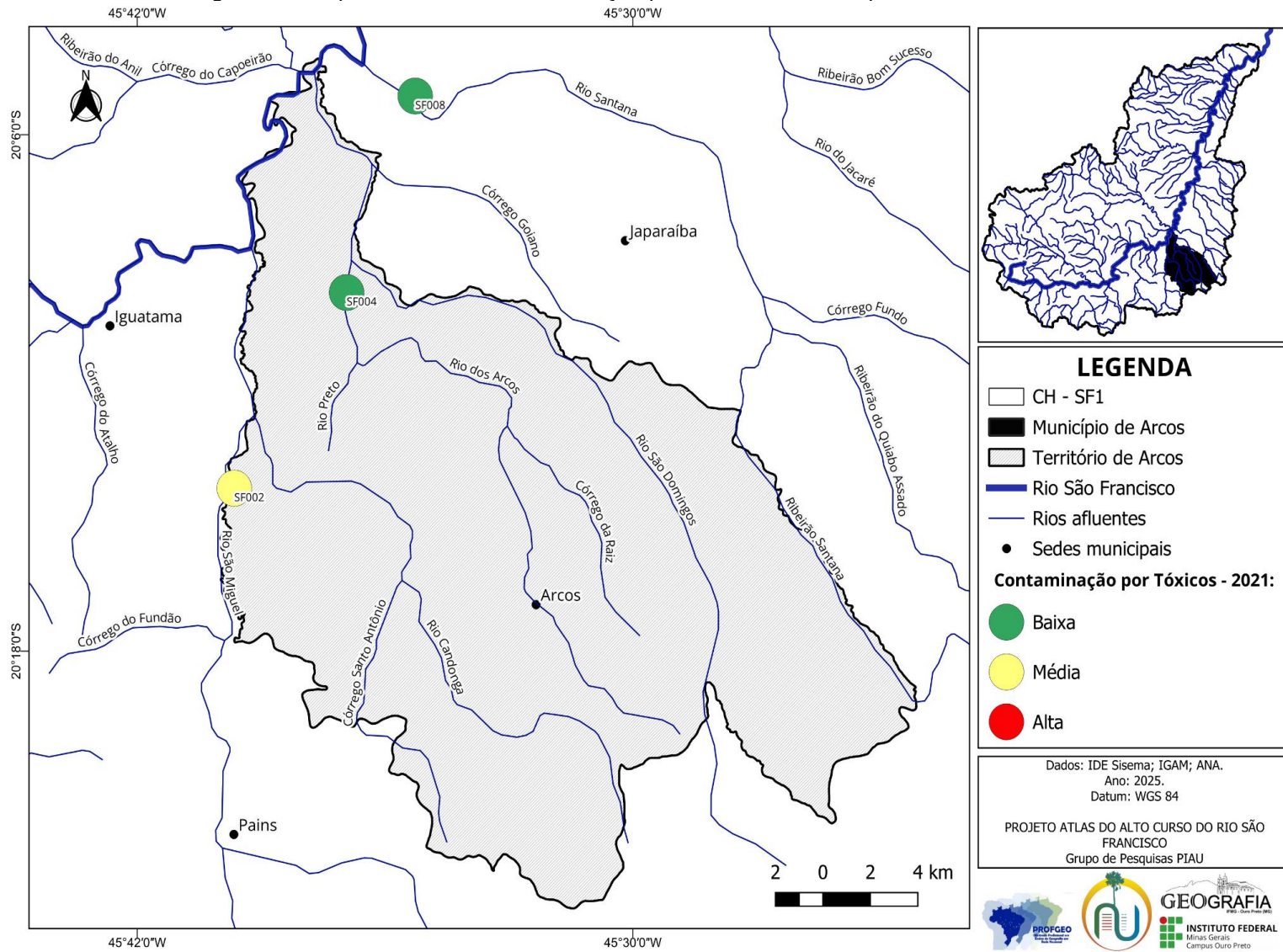
Fonte: elaboração própria, 2025.

Figura 40 - Mapa do Índice de Contaminação por Tóxicos no Município de Arcos/MG - 2014.



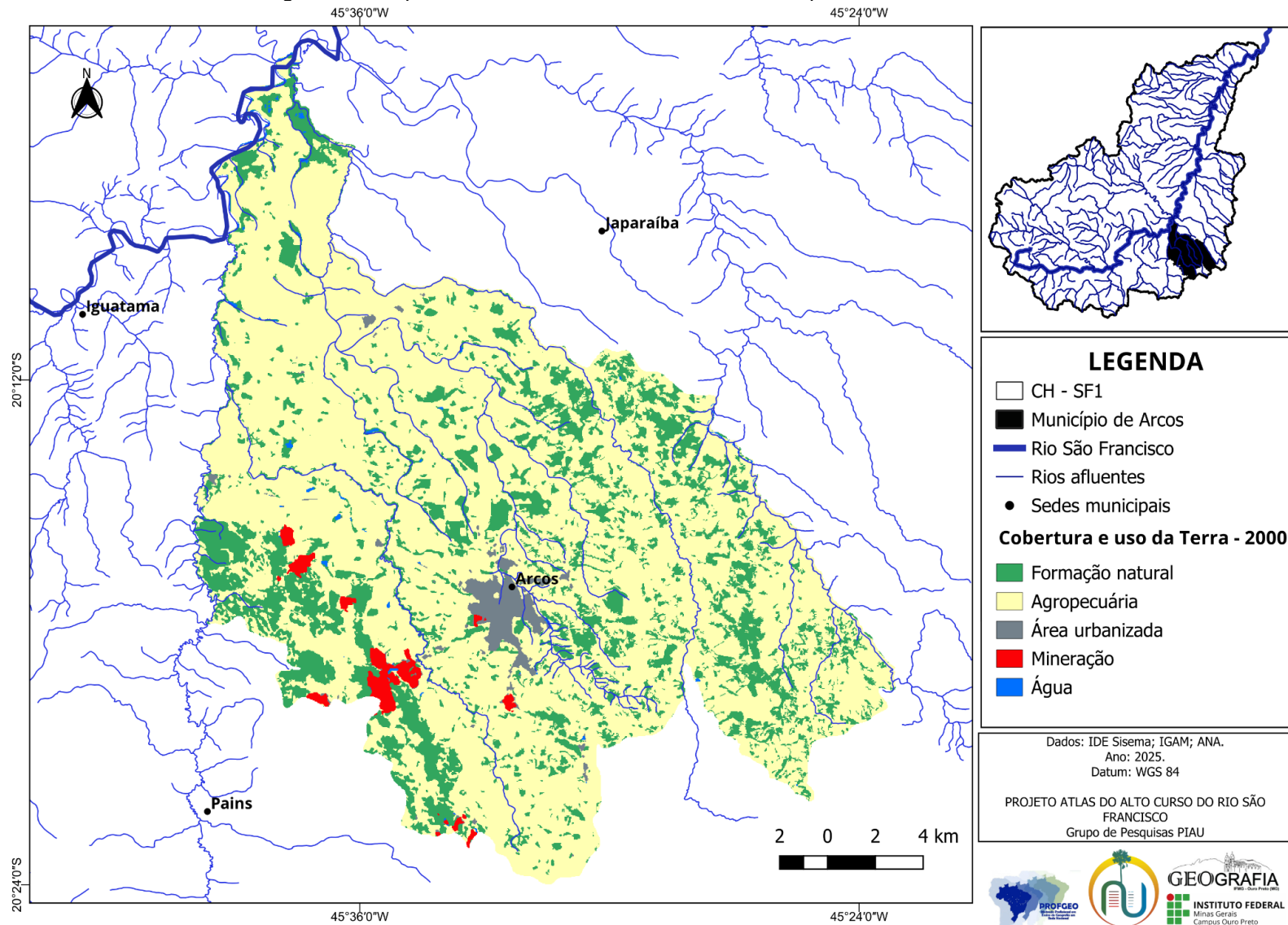
Fonte: elaboração própria, 2025.

Figura 41 - Mapa do Índice de Contaminação por Tóxicos no Município de Arcos/MG - 2021.



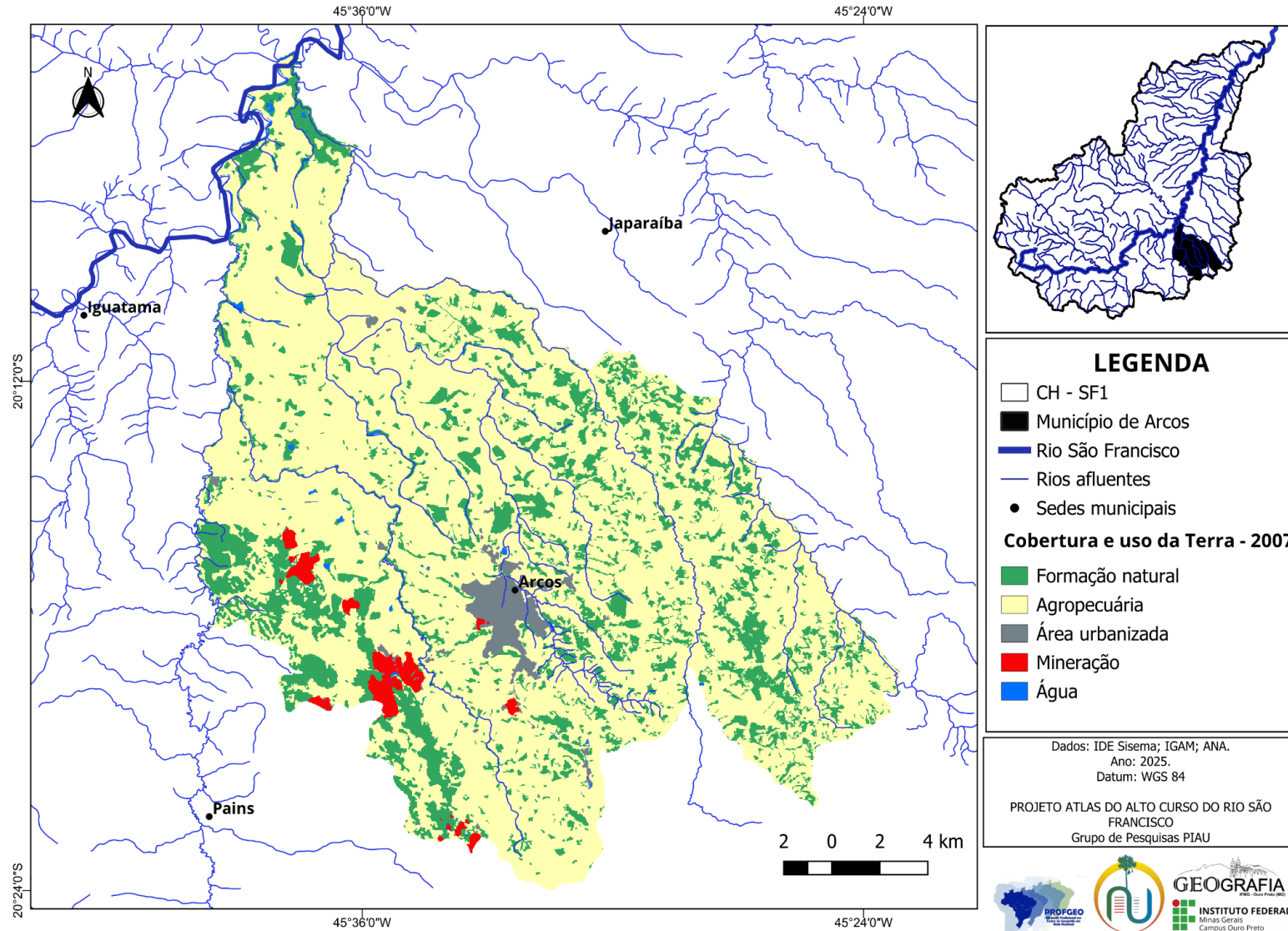
Fonte: elaboração própria, 2025.

Figura 42 - Mapa de Cobertura e uso da Terra no município de Arcos/MG - 2000.



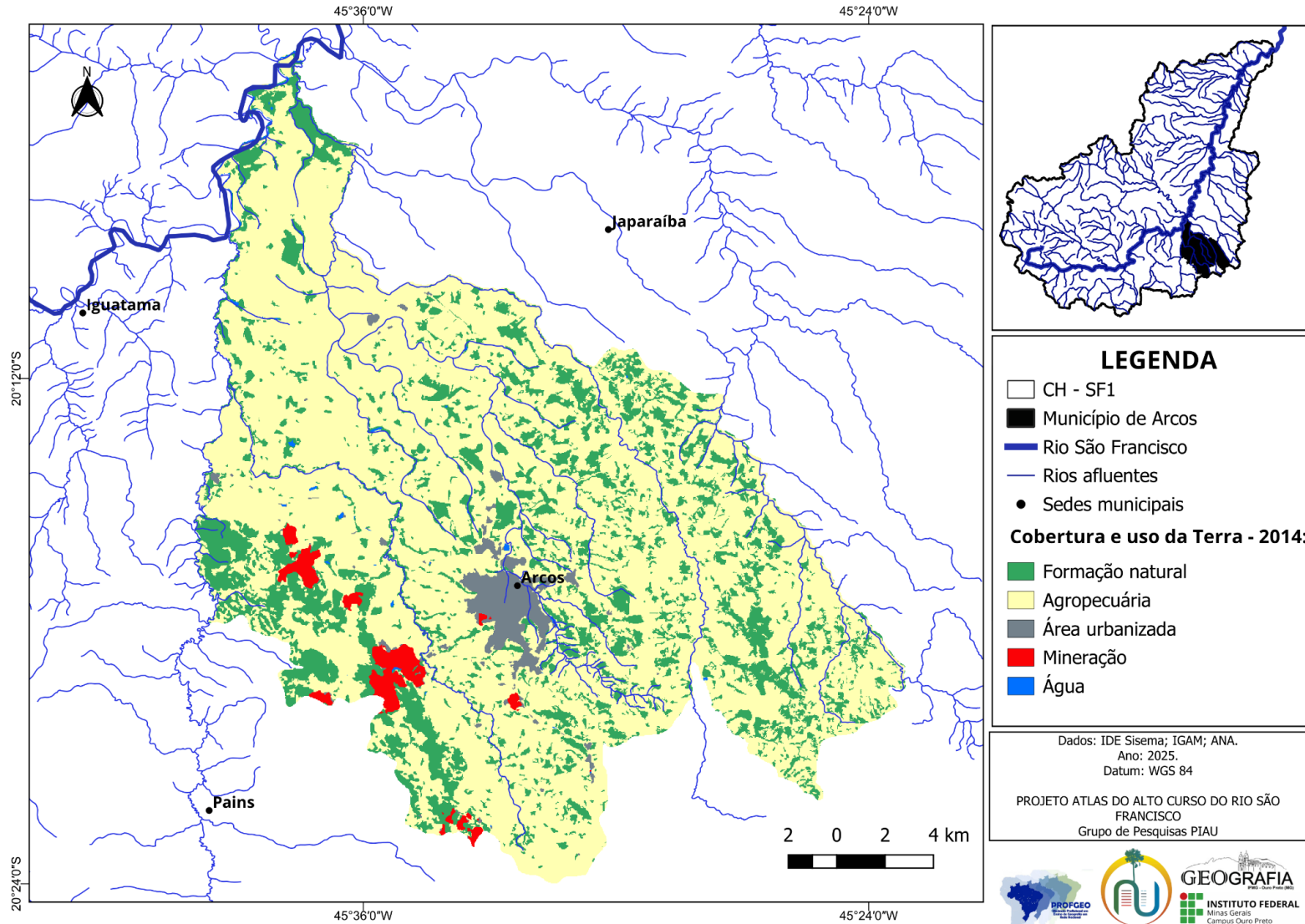
Fonte: elaboração própria, 2025.

Figura 43 - Mapa de Cobertura e uso da Terra no município de Arcos/MG - 2007.



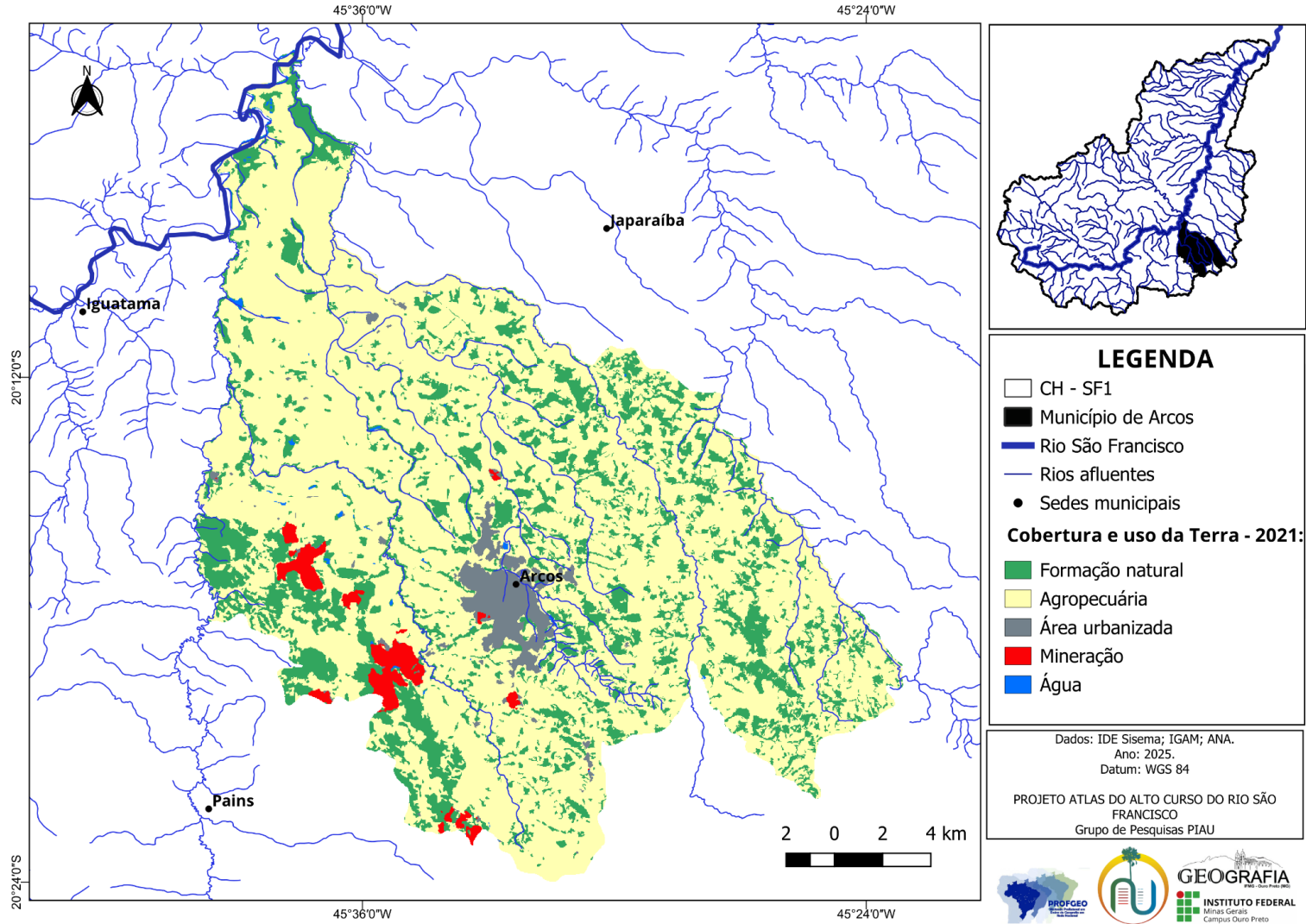
Fonte: elaboração própria, 2025.

Figura 44 - Mapa de Cobertura e uso da Terra no município de Arcos/MG - 2014.



Fonte: elaboração própria, 2025.

Figura 45 - Mapa de Cobertura e uso da Terra no município de Arcos/MG - 2021.



Fonte: elaboração própria, 2025.

## 5.8 Pranchas cartográficas

As pranchas que acompanham o Atlas Hidrográfico da CH SF1 (Mapas 49, 50, 51, 52, 53), foram concebidas como instrumentos didático-pedagógicos voltados ao desenvolvimento do raciocínio espacial, da alfabetização cartográfica e da compreensão crítica das relações entre sociedade, natureza e território. Sua elaboração se fundamenta na perspectiva de que a aprendizagem em Geografia deve promover a investigação, a reflexão e a capacidade de interpretar representações espaciais de modo autônomo e significativo.

O uso das pranchas dialoga com os aportes teóricos de Cavalcanti (2013), Callai (2011) e Felbeque (2021), que compreendem a cartografia escolar como linguagem estruturante da formação geográfica. Para esses autores, trabalhar com mapas implica possibilitar ao estudante:

- produzir informações a partir da observação, leitura e interpretação dos elementos cartográficos;
- relacionar fenômenos ambientais, sociais e territoriais;
- desenvolver competências de análise espacial, representação gráfica e argumentação;
- construir autonomia interpretativa, essencial para a leitura crítica do espaço vivido

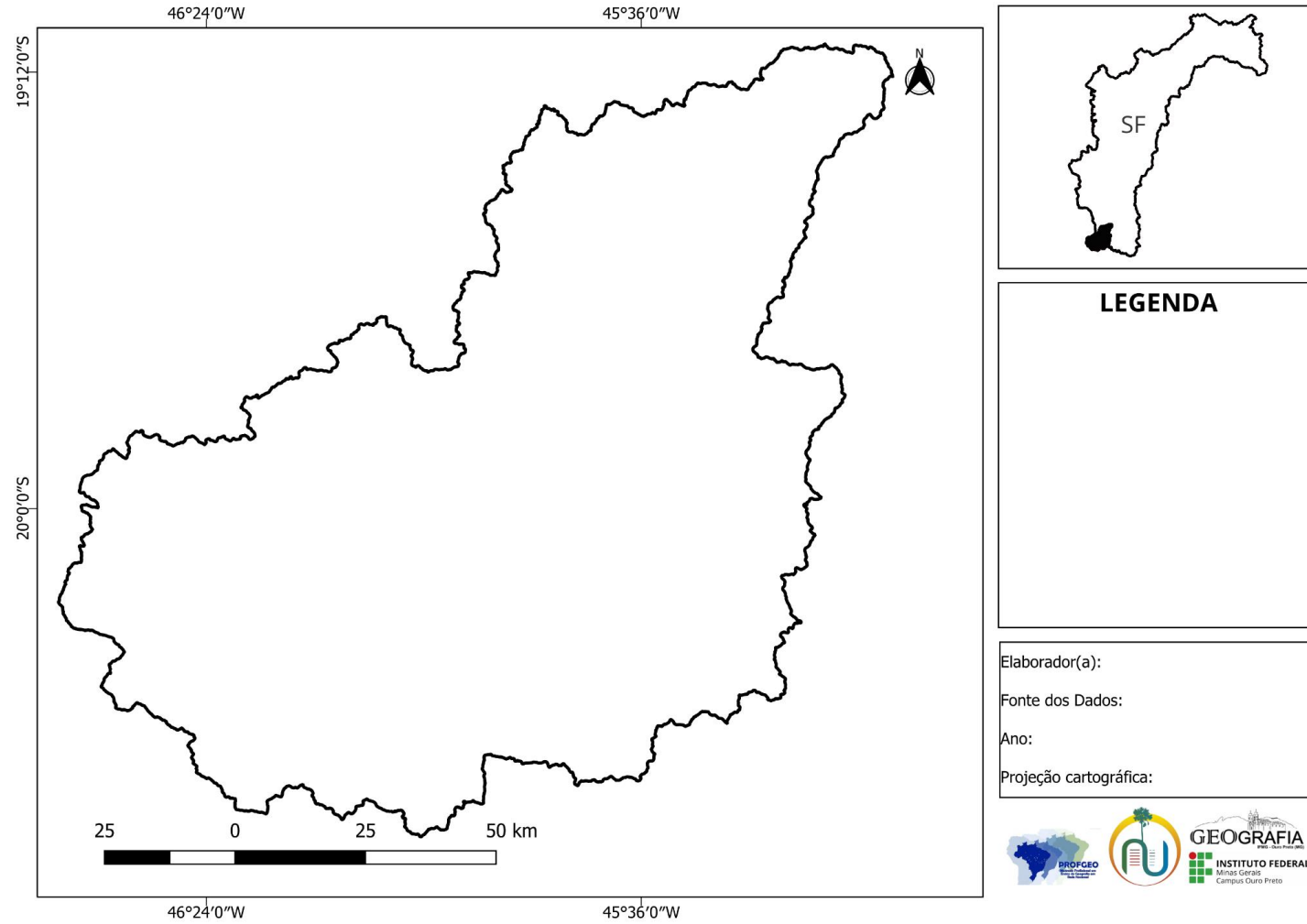
Nesse sentido, pranchas como mapas mudos, bases vazadas e quadros de análise não devem ser entendidas como materiais meramente ilustrativos, mas como recursos de pesquisa que favorecem a construção ativa do conhecimento. Ao preencher mapas, produzir legendas, identificar padrões espaciais ou comparar recortes territoriais, os estudantes exercitam operações cognitivas centrais para o pensamento geográfico.

Como destacam Martinelli (2017) e Passini (2016), essas atividades potencializam processos como localização, distribuição, extensão, hierarquia, conexão e diferenciação espacial — dimensões fundamentais da racionalidade cartográfica. Ao manipular informações espaciais, os estudantes ampliam sua

capacidade de compreender fenômenos multiescalares, interpretar dinâmicas socioambientais e relacionar transformações do território com suas causas e consequências.

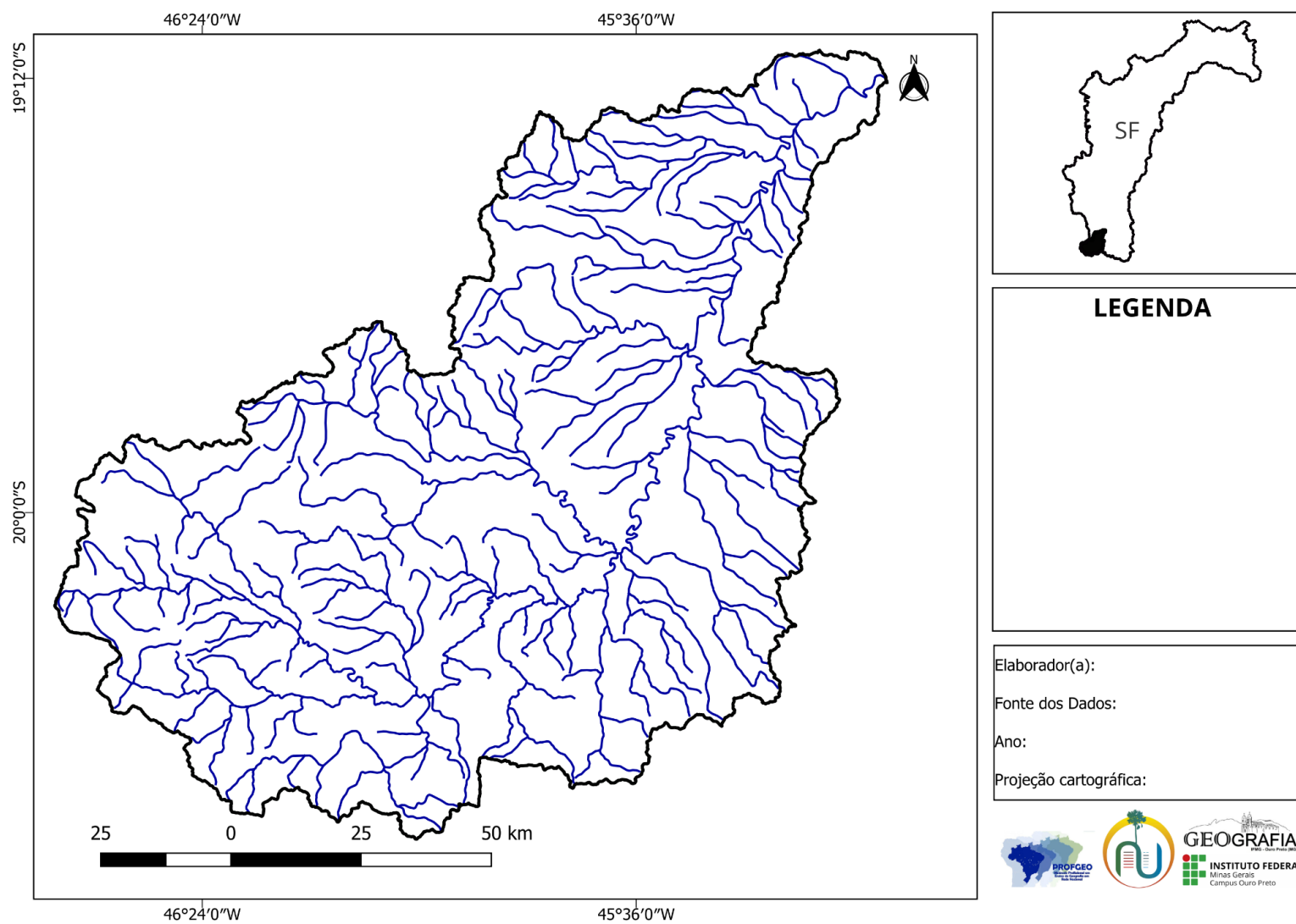
Dessa forma, as pranchas integram um conjunto articulado de atividades que permitem ao aluno reconstruir e ressignificar os fenômenos ambientais da Sub-bacia do Alto Rio São Francisco (SF1) a partir de dados reais. Ao aproximar a cartografia do cotidiano escolar e do território de referência dos estudantes, favorecem uma aprendizagem significativa, crítica e contextualizada, reforçando o papel da Geografia como ciência capaz de mediar a compreensão do mundo e das relações entre sociedade e natureza.

Figura 46 - Prancha: Localização CH SF1 dos Afluentes do Alto Rio São Francisco.



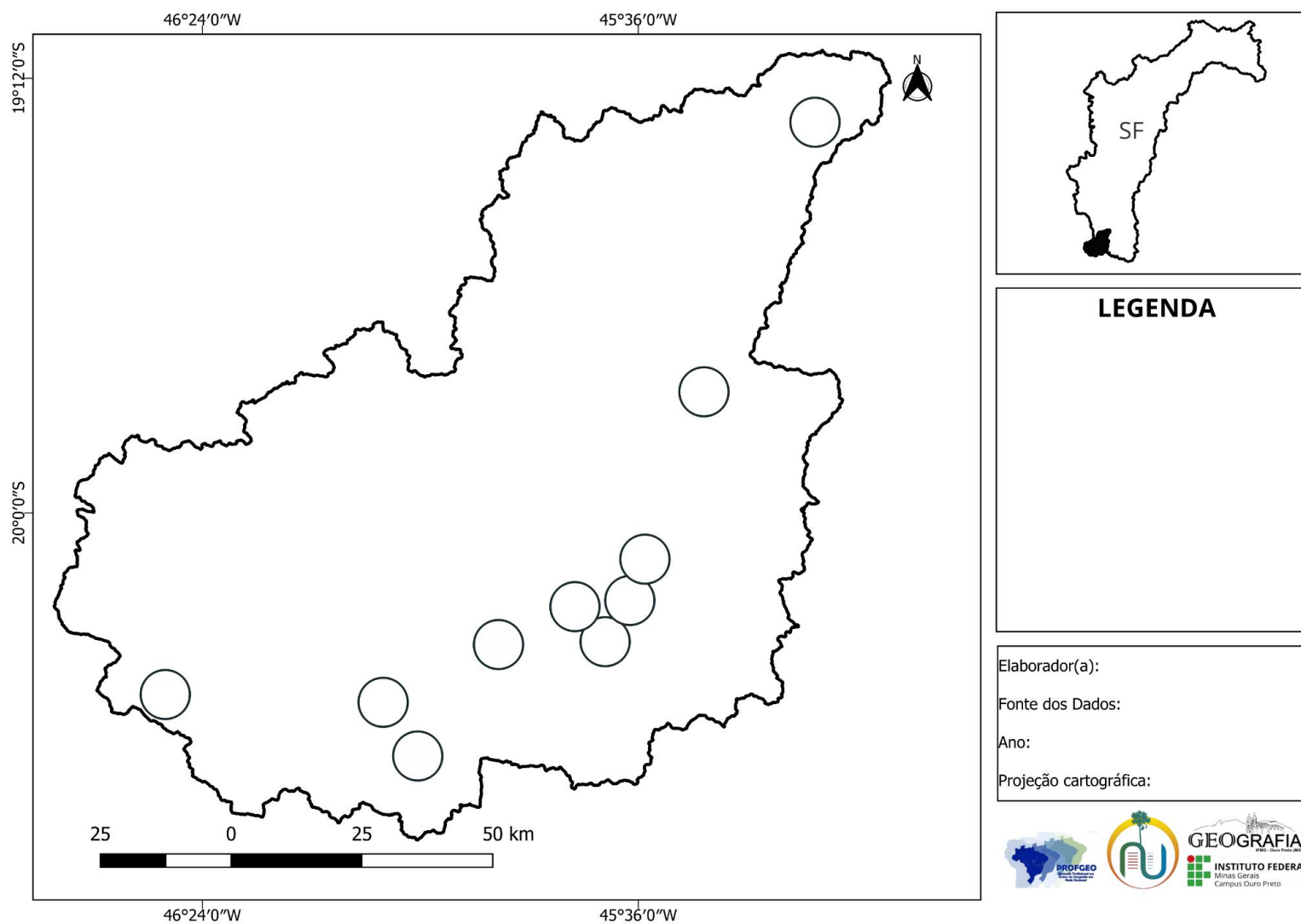
Fonte: elaboração própria, 2025.

Figura 47 - Prancha: Rede hidrográfica da CH SF1.



Fonte: elaboração própria, 2025.

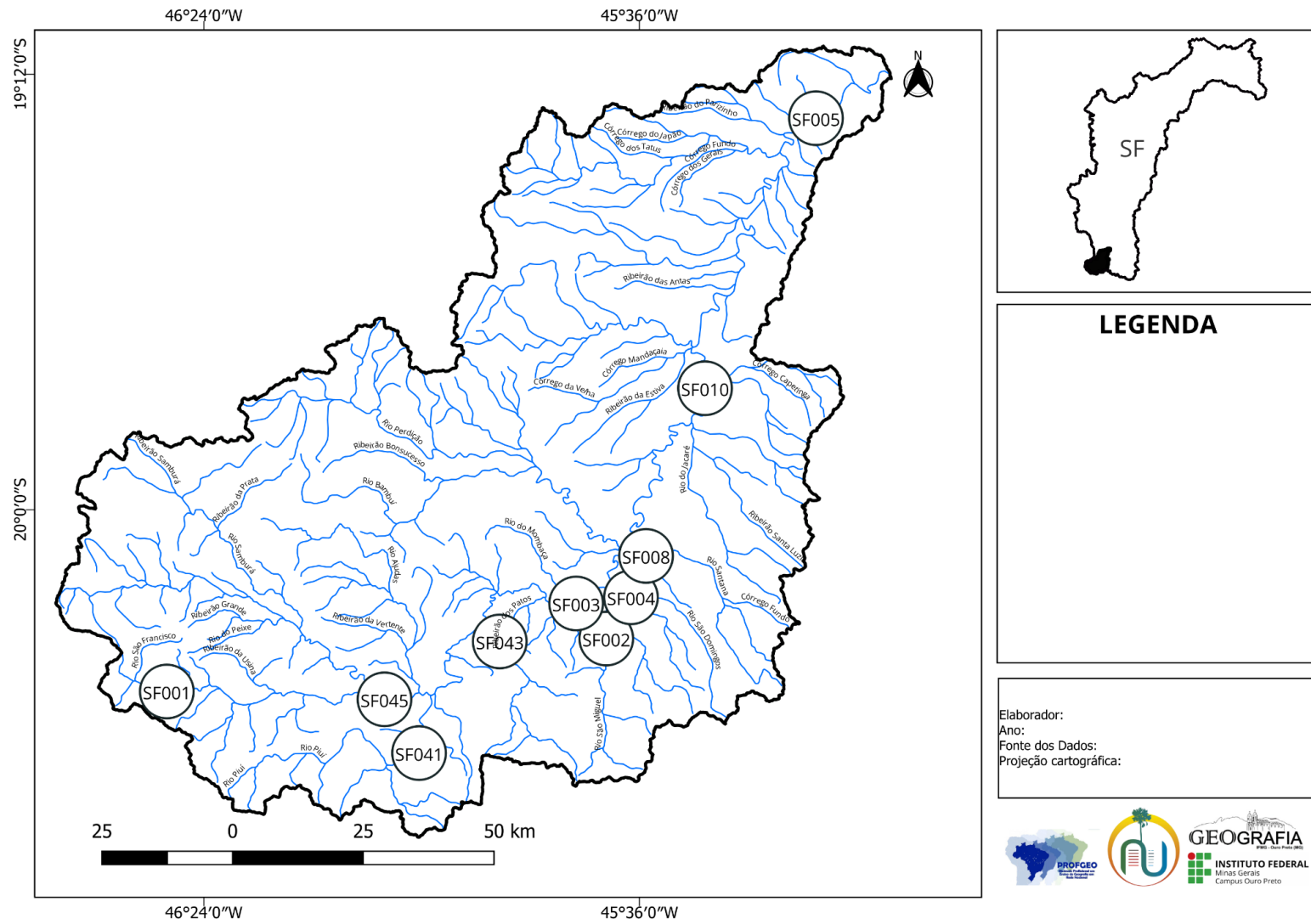
Figura 48 - Prancha: Índice de qualidade da água na CH SF1.



Fonte: elaboração própria, 2025.



Figura 50 - Prancha: Estações de monitoramento e Rede hidrográfica da CH SF1.



Fonte: elaboração própria, 2025.

### **5.8.1 Orientações Individuais por prancha**

#### **PRANCHA 1 (Figura 46) – Mapa mudo da CH SF1 (sem rede hidrográfica)**

Objetivo pedagógico:

Oferecer uma base cartográfica para atividades variadas: preenchimento da rede de drenagem, delimitação de municípios, marcação de áreas de uso da terra, desenho das estações, entre outras.

Habilidades mobilizadas:

- Representação cartográfica;
- Noções de escala e proporção;
- Relação forma–função do território.

Orientações ao professor:

1. Utilize este mapa como base neutra para diferentes atividades, como:
  - desenhar a rede hidrográfica estudada previamente;
  - marcar áreas de vegetação, agropecuária e mineração;
  - realizar comparações temporais com mapas antigos.
2. Proponha uma atividade comparativa entre este mapa e os mapas temáticos do Atlas.
3. Incentive os alunos a identificar elementos que faltam e que são fundamentais em um mapa — legenda, títulos, orientação.

Justificativa pedagógica:

Segundo Felbeque (2021), o uso de mapas como “elementos manipuláveis” favorece a aprendizagem ativa, permitindo que o estudante construa significados ao preencher e organizar as informações no espaço.

## **PRANCHA 2 (Figura 47) – Mapa CH SF1 com rede hidrográfica (sem estações)**

Objetivo pedagógico:

Promover a compreensão da estrutura física da bacia hidrográfica, favorecendo a leitura da rede de drenagem, dos limites territoriais e das conexões espaciais entre cursos d'água, sub-bacias e áreas de contribuição, desenvolvendo o pensamento geográfico aplicado à análise ambiental.

Habilidades mobilizadas:

- Raciocínio espacial: identificação de padrões de drenagem, hierarquia dos cursos d'água e relações de montante–jusante.
- Análise morfo-hidrográfica: associação entre relevo, drenagem e dinâmica hídrica.
- Leitura cartográfica: interpretação de elementos como escala, orientação e limites.
- Construção de hipóteses: inferências sobre áreas críticas à qualidade da água ou vulneráveis a processos de degradação.

Orientações ao professor:

1. Inicie a atividade pedindo aos estudantes que descrevam visualmente a rede hidrográfica: densidade, formato, cursos principais e afluentes, destacando o rio São Francisco como eixo estruturante da CH SF1.
2. Solicite que identifiquem possíveis áreas de cabeceira, regiões de convergência de drenagem e trechos com maior ou menor complexidade da rede, relacionando essas variações com possíveis usos e pressões socioambientais.
3. Oriente os estudantes a delimitar manualmente (ou mentalmente) potenciais sub-bacias, discutindo o conceito de “unidade de planejamento” adotado na gestão de recursos hídricos.
4. Proponha que elaborem hipóteses sobre:
  - áreas da bacia mais vulneráveis a erosão e assoreamento;
  - trechos onde a rede é mais suscetível à poluição difusa ou pontual;

- zonas de maior dependência hídrica para comunidades locais e atividades econômicas.
5. Peça que compare(m) a rede hidrográfica com mapas de uso e cobertura da terra, favorecendo a compreensão integrada entre dinâmica natural e processos sociais.
  6. Encerre com uma breve discussão orientada:
    - Como a rede de drenagem influencia a circulação de poluentes?
    - De que modo a estrutura física da bacia condiciona a localização de cidades, indústrias, áreas agrícolas?
    - Que áreas parecem mais prioritárias para conservação ambiental?

A leitura da rede hidrográfica, antes da visualização dos dados de monitoramento, favorece a análise morfológica da bacia e permite ao aluno construir hipóteses sobre fluxos, vulnerabilidades e potenciais conflitos ambientais. Segundo Martinelli (2017) e Felbeque (2021), compreender a organização da drenagem é condição estruturante para o desenvolvimento do pensamento geográfico e da lógica de bacias hidrográficas, pois a rede fluvial funciona como eixo organizativo do território.

Cavalcanti (2013) enfatiza que atividades de investigação orientada, como descrever padrões, levantar hipóteses e relacionar formas e funções do espaço, estimulam autonomia, pensamento crítico e leitura ativa do território. Ao trabalhar previamente a estrutura hidrográfica sem a presença dos pontos de monitoramento, o estudante compreende que a distribuição dos fenômenos ambientais não é aleatória, mas condicionada por processos naturais e sociais que se articulam espacialmente.

### **PRANCHA 3 (FIGURA 48) – Mapa com estações (sem rios)**

Objetivo pedagógico:

Compreender a lógica da distribuição dos pontos de monitoramento e inferir por que eles foram instalados nessas localizações.

Habilidades mobilizadas:

- Raciocínio hipotético-dedutivo;
- Análise espacial;
- Interpretação de fenômenos ambientais.

Orientações ao professor:

1. Peça aos alunos que indiquem, em texto ou legenda:
  - quais características ambientais justificariam a localização das estações;
  - quais áreas da bacia parecem mais suscetíveis à poluição.
2. Solicite que relacionem as estações às sub-bacias que drenam para diferentes regiões.
3. Promova uma discussão sobre o conceito de “representatividade espacial” no monitoramento ambiental.

Justificativa pedagógica:

Conforme Cavalcanti (2013), gerar hipóteses sobre o espaço antes de visualizar os dados estimula leitura crítica e autonomia intelectual.

#### **PRANCHA 4 (FIGURA 49) - Mapa da CH SF1 com rede hidrográfica e estações de monitoramento (círculos em destaque)**

Objetivo pedagógico:

Permitir que os alunos identifiquem a rede hidrográfica principal e os pontos de monitoramento da qualidade da água, compreendendo a lógica espacial dos rios e a hierarquia da drenagem.

Habilidades mobilizadas:

- Alfabetização cartográfica (identificação, orientação e localização).
- Leitura da distribuição espacial dos cursos d'água.
- Compreensão da relação entre localização das estações e dinâmica hidrológica.

Orientações ao professor:

1. Solicite que os estudantes localizem os rios principais e secundários.
2. Peça que identifiquem e nomeiem os rios próximos aos círculos que representam as estações.
3. Oriente-os a construir uma legenda própria, diferenciando:
  - rios principais;
  - afluentes;
  - estações de monitoramento;
  - limites da bacia.
4. Utilize esta prancha como etapa preparatória para as pranchas que analisam IQA e CT.

Justificativa pedagógica:

O preenchimento ativo da legenda e dos nomes dos rios estimula “a leitura e escrita da linguagem cartográfica”, conforme defende Passini (2016), desenvolvendo autonomia e compreensão dos elementos essenciais de um mapa.

## **PRANCHA 5 (FIGURA 50) – Mapa da rede hidrográfica completa (para preenchimento das informações de IQA ou CT)**

Objetivo pedagógico:

Relacionar dados ambientais (qualidade da água ou presença de tóxicos) com a configuração territorial da bacia.

Habilidades mobilizadas:

- Representação visual de fenômenos;
- Interpretação multiescalar;
- Compreensão das relações entre sociedade e natureza.

Orientações ao professor:

1. Forneça aos alunos os valores de IQA ou CT das estações em um quadro simples.
2. Peça que preencham os círculos com cores conforme a legenda do IGAM (excelente/médio/ruim etc.).
3. Incentive-os a escrever hipóteses sobre:
  - por que rios a jusante tendem a piorar;
  - como o uso da terra interfere na qualidade da água;
  - qual a diferença entre IQA e CT.
4. Oriente-os a produzir uma legenda própria e comentar os padrões encontrados.

Justificativa pedagógica:

Para Martinelli (2017), o mapa temático é ferramenta cognitiva que possibilita comparar, generalizar e interpretar fenômenos, habilidades fundamentais para o pensamento geográfico.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivos principais avaliar a evolução temporal e espacial das estações de monitoramento e da qualidade da água na sub-bacia do Alto Rio São Francisco e desenvolver um recurso pedagógico contextualizado para o ensino de Geografia, materializado no Atlas Hidrográfico da Sub-bacia SF1 e na sequência didática. Ambos os produtos foram elaborados, atendendo à necessidade de consolidar informações complexas de instituições como IGAM e MapBiomas em uma linguagem cartográfica acessível, sem perder o rigor técnico-científico.

A análise dos dados disponíveis revelou padrões relevantes na qualidade da água e na distribuição das estações de monitoramento, permitindo compreender como o uso do solo, a ocupação urbana e atividades agropecuárias impactam os recursos hídricos. Apesar de ainda não terem sido aplicados, o atlas e a sequência didática oferecem instrumentos capazes de subsidiar a leitura crítica do espaço e a compreensão de fenômenos socioambientais multiescalares, alinhando-se a práticas de educação ambiental crítica e à promoção da consciência socioambiental dos estudantes (Loureiro, 2012; Acselrad, 2004).

O desenvolvimento desses materiais evidencia contribuições significativas para a área científica e pedagógica: (i) demonstra a viabilidade de integrar dados geográficos e ambientais complexos à educação básica, fornecendo subsídios para o ensino de Geografia mais contextualizado; (ii) fornece base teórica e metodológica para futuras intervenções escolares e projetos de formação docente voltados à análise da qualidade da água; e (iii) contribui para a discussão sobre gestão de recursos hídricos, destacando a importância de indicadores como o IQA e a espacialização de informações na compreensão das dinâmicas hidroambientais.

Entre as limitações do estudo, destaca-se a ausência de aplicação prática do atlas e da sequência didática, o que restringe a avaliação do impacto real junto aos estudantes e docentes, bem como a dependência de dados secundários que podem apresentar lacunas temporais ou espaciais.

Como desdobramentos futuros, propõe-se: (i) a implementação e avaliação do atlas e da sequência em escolas da região; (ii) o aprofundamento das análises temáticas em municípios estratégicos, como Arcos, considerando pressões antrópicas decorrentes da mineração, urbanização e atividades agropecuárias; e (iii) a utilização do material como ferramenta para diálogo com gestores, Comitês de Bacia e políticas públicas voltadas à gestão integrada dos recursos hídricos.

Em síntese, esta pesquisa evidencia que a sistematização de dados ambientais e sua transposição para produtos didático-pedagógicos contextualizados pode fortalecer a compreensão dos recursos hídricos, promover uma educação geográfica crítica e fornecer subsídios concretos para o planejamento educativo e a gestão socioambiental, consolidando o papel da Geografia como campo de conhecimento que articula ciência, educação e território.

## REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, Aziz Nacib. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ACSELRAD, Henri. Conflitos ambientais no Brasil. In: Conflitos ambientais no Brasil. Relume-Dumará, 2004.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Hidrogeologia dos ambientes cársticos da Bacia do Rio São Francisco para a gestão de recursos hídricos: resumo executivo. Brasília: ANA, 2018.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2021: relatório pleno. Brasília: ANA, 2022. 132 p.
- ANDRADE, Eunice Maia de; LIMA, Elizangela Pereira; SANTOS, Edna Silva dos; ARAÚJO, Francinéia Diniz de; SOUSA, Francisca Raynara Martins de. Índice de qualidade de água: uma proposta para o vale do rio Trussu, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 2, p. 135-142, 2005.
- ALMEIDA, R. D. de; DE ALMEIDA, R. A. FUNDAMENTOS E PERSPECTIVAS DA CARTOGRAFIA ESCOLAR NO BRASIL. **Revista Brasileira de Cartografia**, [S. l.], v. 66, n. 4, 2014. DOI: 10.14393/rbcv66n4-44689. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44689>. Acesso em: 17 jan. 2025.
- ALMEIDA, Rosângela Doin de. Cartografia escolar e pensamento espacial. *Revista Signos Geográficos*, Goiânia, v. 1, p. 1-17, 2019. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/signos/article/view/61540>. Acesso em: 19 nov. 2025.
- ALMEIDA, Rosângela Doin de; PASSINI, Elza Yasuko. *O espaço geográfico: ensino e representação*. 15. ed. São Paulo: Contexto, 2006.
- AUGUSTO, Lia Giraldo da Silva; FREITAS, Cristiane da Silva; ASSUNÇÃO, Ana Alice de; CÂMARA, Volney de M. O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, p. 1511-1522, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000600015>.
- BARBIERI, José Carlos. *Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos*. 5. ed., rev. e atual. São Paulo, SP: Saraiva, 2023. xiv, 266 p. ISBN 97885471441446.
- BARROS, Lânderson Antória; TEIXEIRA, Christiano Corrêa. A EDUCAÇÃO GEOGRÁFICA E AS NOVAS TECNOLOGIAS, MOVIMENTOS E POSSIBILIDADES. **Anais do 14º Encontro Nacional de Prática de Ensino de Geografia: políticas, linguagens e trajetórias**, p. 2650-2663, 2019.

BEN, Franciele Delevati; SILVA, Carla Simone Nascimento da; REIS, Jonas da Silva; CÂNDIDO, Gilberto Oliveira. A água pode correr para cima no mapa? A importância da cartografia escolar para o ensino de geomorfologia. *Ciência e Natura*, v. 45, p. e33-e33, 2023. <https://doi.org/10.5902/2179460X76327>

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Diagnóstico Temático: Esgotamento Sanitário 2021. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis>. Acesso em: <dia> <mês> <ano>.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357 de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 2005.

Brasil, Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos, **Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH)**. Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Disponível em: <legislacao.presidencia.gov.br>. Acesso em: 24 Jul. 2024.

BREDA, Thiara Vichiato; STRAFORINI, Rafael. Alfabetizar letrando: possibilidades para uma cartografia porosa. *Ateliê geográfico*, v. 14, n. 2, p. 280-297, 2020.

BRITO, LT de L.; SILVA, A. de S.; PORTO, Everaldo R. Disponibilidade de água e a gestão dos recursos hídricos. 2007. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/159648/1/OPB1514.pdf>. Acesso em: 26 Jul. 2024.

CALIJURI, Maria do Carmo; CUNHA, Davi Gasparini Fernandes. Engenharia Ambiental Conceitos, Tecnologias e Gestão. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2019. Ebook. ISBN 9788595157446. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595157446>.

CALLAI, H. C. **Ensinar e aprender Geografia: caminhos para uma didática crítica**. São Paulo: Contexto, 2011.

CALLAI, Helena Copetti. **A Geografia escolar e os conteúdos da Geografia**. In: CALLAI, Helena Copetti. *A formação do profissional de Geografia: o professor*. Coleção Ciências Sociais. Ijuí: Ed. Unijuí, 2013. p. 39-59.

CALLAI, Helena Copetti. Educação geográfica para a formação cidadã. **Revista de geografia Norte Grande**, Santiago (Chile), n. 70, p. 9–30, 2018. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-34022018000200009>

CAPEL, Horácio. **Filosofia e ciência na geografia contemporânea: geografia e epistemologia**. São Paulo: Editora Brasil, 1981.

CAPES. **Portaria nº 60, de 20 de março de 2019.** Dispõe sobre o Mestrado Profissional no âmbito da CAPES, definindo diretrizes, finalidades, avaliação e natureza dos produtos técnicos/tecnológicos. Brasília, 2019.

CARVALHO, I.C.M. Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico. São Paulo: Cortez, 2004.

CASTELLAR, Sônia (Org.). *Educação geográfica: teorias e práticas docentes*. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2007.

CASTELLAR, S. M. V. Cartografia escolar e o pensamento espacial fortalecendo o conhecimento geográfico. *Revista Brasileira de Educação em Geografia*, [S. L. ], v. 7, n. 13, p. 207-232, 2017.

CASTRO, Iná Elias de. *Geografia e Política: território, escala de análise e instituições*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

CAVALCANTI, Lana de Souza. Ensinar Geografia para a autonomia do pensamento: o desafio de superar dualismos pelo pensamento teórico crítico. *Revista da ANPEGE*, v. 7, p. 179-190, 2011. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/anpege/article/viewFile/6563/3563>. Acesso em: 20 set. 2024.

CAVALCANTI, Lana de Souza. *O ensino de geografia na escola*. Campinas (SP): Papirus, 2012. p. 39-59; p. 175-198.

CORDEIRO, Paula Regina Oliveira. Afrocentrando os mapas: cartografia africana e experiências de mapeamento no continente africano. **Revista Continentes**, [S.l.], v. 1, n. 21, p. 27–55, mar. 2023. Disponível em: <https://www.revistacontinentes.com.br/index.php/continentes/article/view/339>. Acesso em: 13 jan. 2025.

COSTA, L. S. O ensino da cartografia e o desenvolvimento do pensamento espacial: desafios e perspectivas. *Revista Brasileira de Geografia*, v. 72, n. 2, p. 59-74, 2015.

CHEVALLARD Y. *La Transposición Didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. La Pensée Sauvage, Argentina. 1991.

CHRISTOFOLETTI, Antônio . *Modelagem de sistemas ambientais*. São Paulo: Edgard Blucher, 1999. 236 p. ISBN 9788521201779

DIAS, Frederico Soares; VELÁSQUES, Leila Nunes Menegasse. HIDROGEOLOGIA DA BACIA DO RIO SÃO MIGUEL, MUNICÍPIOS DE PAINS E ARCOS - MG. *Águas Subterrâneas*, [S. l.], n. 1, 2002. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22061>. Acesso em: 26 nov. 2025.

DONDONI, E.; LIMA, G. B. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO DOCE PARA FINS DE ABASTECIMENTO HUMANO POR MEIO DO IQA NA CIDADE DE COLATINA – ES. *UNESC em Revista*, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 1–17, 2020. Disponível em: <http://revista.unesc.br/ojs/index.php/revistaunesc/article/view/100>. Acesso em: 18 nov. 2025.

ESTEVEES, F.A. Fundamentos de Limnologia. 3 Ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2011.826p.

FABRINI, João E. O sujeito e o objeto na geografia. **Espaço Plural**, vol. VI, n. 12, p. 12-13, jan.-jun. 2005. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445945162005>. Acesso em 19 ago. 2024.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. Interdisciplinaridade: História, teoria e pesquisa. 15. ed. São. Paulo: Papirus, 2008.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2004. 148 p.

FIDELES, Geisa; SEDANO, Luciana. O desenvolvimento do pensamento geográfico e o ensino por investigação: processo de (re)significação no ensino de Geografia. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, [S. l.], v. 12, n. 22, p. 05–28, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.46789/edugeo.v12i22.1145>. Acesso em: 20 jan. 2025.

GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIRARDI, Gisele. *Para que a cartografia escolar mude sem ficar a mesma coisa*. História, Natureza e Espaço – Revista Eletrônica do Grupo de Pesquisa NIESBF, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 1–20, set. 2023. DOI: 10.12957/hne.2023.79130. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/niesbf/article/view/79130>. Acesso em: 18 nov. 2025.

GOMES, Maria do Carmo Andrade. Velhos mapas, novas leituras: revisitando a história da cartografia. **GEOUSP**: Espaço e Tempo (Online), São Paulo, v. 8, n. 2, p. 67–79, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2004.73955>. Acesso em: 28 ago. 2024.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Plano Diretor de Recursos Hídricos (PDRH) e do Enquadramento dos Corpos de Água para a Bacia Hidrográfica dos Afluentes do Alto São Francisco: R1- Plano de Trabalho . Belo Horizonte: Igam, 2020.

JACOBI, Pedro. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. Cadernos de Pesquisa. N. 118, p189-206. 2003. Disponível em: Acesso em: 20 junho 2025.

KAERCHER, N. A. A Geografia escolar na prática docente: a utopia e os obstáculos epistemológicos da Geografia Crítica. 2004. 363f. Tese (Doutorado em Geografia Humana) – Programa de Doutorado em Geografia Humana, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2004.

KNOLL, Andrew H. Uma breve história da terra: 4 bilhões de anos em oito capítulos. Rio de Janeiro: Editora Alta Books, 2023

LACOSTE, Yves. A geografia: isso serve, em primeiro lugar, para fazer a guerra. Tradução Maria Cecília França. Campinas, SP: Papirus, 1988.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Fundamentos de metodologia científica. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LEÃO, Danúbia da Silva; CASTRILLON, Solange Kimie Ikeda. Experiências de recuperação de nascentes nas bacias hidrográficas dos rios Jauru e Cabaçal e os desafios para a conservação do Pantanal. **Revista Equador**, v. 12, n. 3, p. 403-427, 2023.

LERMONTOV, A.; YOKOYAMA, L.; LERMONTOV, M.; MACHADO, M. A. S. River quality analysis using fuzzy water quality index: Ribeira do Iguape river watershed, Brazil. *Ecological Indicators*, v. 9, n. 6, p. 1188-1197, 2009.

LIBÂNEO, José Carlos. **Democratização da escola pública**: a pedagogia crítico-social dos conteúdos. 24. ed. São Paulo: Loyola, 2008. (1ª ed. 1985).

LOPES, Fernando Bezerra et al. Mapa da qualidade das águas do rio Acaraú, pelo emprego do IQA e Geoprocessamento. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 3, p. 392-402, 2008.

LOPES, Fernando Bezerra. **Uso de sensoriamento remoto como suporte ao monitoramento da qualidade das águas superficiais da região semiárida do Brasil**. 201 f. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013

LOPES, Frederico Wagner de Azevedo; PEREIRA, José Aldo Alves; MAGALHÃES JR, A. P. Avaliação do Índice de Qualidade da Água (IQA) na Bacia do Ribeirão de Carrancas/MG. **XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. São Paulo, 2007.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. Trajetórias e fundamentos da educação ambiental. 4ª Ed. São Paulo: Cortez, 2012.

LUCAS, A. A. T.; FOLEGATTI, M. V.; DUARTE, S. N. Qualidade da água em uma microbacia hidrográfica do rio Piracicaba, SP. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 14, n. 9, p. 937-943, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000900005>. Acesso em: 19 nov. 2024.

MAPBIOMAS. **Projeto MapBiomias – Coleção 2022 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org> Acesso em: 22 de março de 2024. DOI: <https://doi.org/10.58053/MapBiomias/VJJJCL>

MARTINELLI, Marcello. As cartografias e os atlas geográficos escolares. **Revista da ANPEGE**, [S. l.], v. 7, n. 01, p. 251–260, 2017. DOI: 10.5418/RA2011.0701.0021. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/anpege/article/view/6568>. Acesso em: 30 ago. 2024.

MARTINELLI, Marcello. Reflexões de Cartografia temática nas transformações cartográficas. *Revista Confins*, v. 28, 2016.

MARY, Cristina Pessanha. A geografia no Brasil nos últimos anos do Império. **Revista Da Sociedade Brasileira De História Da Ciência**, 3(2), 156–171. 2005. Disponível em: <https://rbhciencia.emnuvens.com.br/rsbhc/article/view/583>

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

MONMONIER, M. **How to lie with maps**. Chicago, IL: University of Chicago Press, 1991.

MONTEFUSCO, Carolina; CRUZ, Wilians da; TAWING, Daniel; SERRABI, Rodrigo; MOREITA, Jose. Avaliação da relação demanda por água e disponibilidade hídrica do Rio Acre frente ao crescimento populacional do município de Rio Branco, Acre, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 16, p. 2920–2940, 2023. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v16.5.p2920-2940>.

MORAES, Antônio Carlos Robert. **Geografia: pequena história crítica**. 21. ed. São Paulo: Annablume, 2007.

MORAES, Antônio Carlos Robert de. **A gênese da Geografia moderna**. São Paulo: Hucitec, 1989.

MORAES, Loçandra Borges de; CAVALCANTI, Lana de Souza. A linguagem cartográfica na formação do pensamento geográfico: proposições teórico-metodológicas e práticas fundamentadas na Teoria do Ensino Desenvolvimental. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, v. 13, n. 23, p. 05-34, 2023. Disponível em: <https://www.revistaedugeo.com.br/revistaedugeo/article/view/1329/619>

MOREIRA, Ruy. A Geografia serve para desvendar máscaras sociais. Geografia, teoria e crítica: o saber posto em questão. Petrópolis: Vozes, 1982. p. 33-63.

MOREIRA, Ruy. **Para onde vai o pensamento geográfico?** Por uma epistemologia crítica. São Paulo: Editora Contexto, 2015.

MORIN, Edgar. Introdução ao pensamento complexo. 5.ed. Porto Alegre: Sulina, 2015.

NETTO, Joviniano.. PANORAMA DA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**.11.(2022) 241-258. 10.59306/rgsa.v11e22022241-258.

NOCELI, Juliana Nunes. **Índice de Qualidade da Água e a influência do solo e ocupação do solo no reservatório da usina hidrelétrica Corumbá - Goiás**. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental) - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus Bambuí. Bambuí, p. 113. 2024.

OLIVEIRA, Émerson Dias de; SOUZA, Tamila Eduarda; ALMEIDA, Milena Ferreira; TAVARES, Halana Rafaela Rocha. **O papel e importância da ciência geográfica enquanto ferramenta de emancipação social: o contexto escolar**. Revista de Geografia, [S. l.], v. 36, n. 3, p. 12–29, 2019. DOI: 10.51359/2238-6211.2019.241183. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/revistageografia/article/view/241183>. Acesso em: 3 set. 2024.

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

OLIVEIRA, João Ferreira; LIBÂNEO, José Carlos; TOSCHI, Mirza Seabra. **Educação escolar**: políticas, estrutura e organização. São Paulo: Cortez, 2017.

Oliveira, Nadja Naira Silva de. **Do mapa à planta**: apontamentos para uma cartografia da Didática na *cibercultura*. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2019.

ONU. Organização das Nações Unidas. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 2018. Disponível em <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em 15 mai. 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Diretrizes para a qualidade da água potável. 4. ed. Genebra: OMS, 2019.

PADOVESI-FONSECA, Claudia.; FARIA, Rafaela Silva. de. Desafios da gestão integrada de recursos hídricos no Brasil e Europa. **Revista Mineira de Recursos Hídricos**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. e022003, 2022. Disponível <https://periodicos.meioambiente.mg.gov.br/NM/article/view/221>. Acesso em: 21 jan. 2025.

PASSINI, Elza Yasuko. Alfabetização cartográfica e a aprendizagem de geografia. São Paulo: Cortez, 2014.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **A globalização da natureza e a natureza da globalização**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

PONTUSCHKA, Nídia Nacib; PAGANELLI, Tomoko Iyda; CACETE, Núria Hanglei. **Para ensinar e aprender Geografia** - 3ª ed. São Paulo: Cortez, 2009. v. 1000. 383p.

POZO, J. I.; GÓMEZ CRESPO, M. A. A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RIBEIRO, Elizêne Veloso; JUNIOR, Antônio Pereira Magalhães; HORN, Adolf Heinrich; TRINDADE, Wallace Magalhães. Metais pesados e qualidade da água do rio São Francisco no segmento entre Três Marias e Pirapora-MG: índice de contaminação. *Geonomos*, 20(1), 49-63, 2012. Disponível em <https://doi.org/10.18285/geonomos.v20i1>.

RICHTER, Denis. Ensino de Geografia e mapas: representações, linguagens e pensamento geográfico. *Revista Brasileira de Educação em Geografia*, [S. l.], v. 15, n. 25, p. 05–23, 2025. DOI: 10.46789/edugeo.v15i25.1527. Disponível em: <https://www.revistaedugeo.com.br/revistaedugeo/article/view/1527>. Acesso em: 17 nov. 2025.

RIZZATTI, Maurício; BECKER, Elsbeth Léia Spode; CASSOL, Roberto. CARTOGRAFIA ESCOLAR MULTI (GEO) MODAL: ESTRATÉGIAS PARA COLOCÁ-LA EM PRÁTICA. História, **Natureza e Espaço-Revista Eletrônica do**

**Grupo de Pesquisa NIESBF**, v. 12, n. 1, p. 65-92, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.12957/hne.2023.79970>. Acesso em

ROCHA, Ana Geisa Barbosa; ROCHA, Regiane Barbosa. **A Cartografia ao longo da história da humanidade: importância e avanços técnicos. Ensino em Perspectivas**, Fortaleza, v. 2, n. 2, p. 1-17, 2021. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/ensinoemperspectivas/>. Acesso em: 28 ago. 2024.

ROCHA, G. O. R. da. O Colégio Pedro II e a institucionalização da geografia escolar no Brasil Império. *Giramundo: Revista de Geografia do Colégio Pedro II, [S. l.]*, v. 1, n. 1, p. 15–34, 2014. DOI: 10.33025/grgcp2.v1i1.7. Disponível em: <https://portalespiral.cp2.g12.br/index.php/GIRAMUNDO/article/view/7>. Acesso em: 18 nov. 2025

ROSSI, Gilmar Junior Soares; VELOSO, Elizêne Ribeiro; OLIVEIRA, Diego Alves de. Evolução do monitoramento da qualidade da água no Alto Rio São Francisco – MG: pontos de amostragem e IQA. *Anais do XX SBGFA - Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada & IV ELAAGFA - Encontro Luso-Afro-Americano de Geografia Física e Ambiente*, 2024. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/118344>. Acesso em

ROSSI, Murilo Vogt. *A cartografia escolar frente à ciência geográfica renovada: Uma questão socioespacial*, 2019, 258p. Tese (Doutorado em Geografia). Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

SAAD, Antônio Roberto; SEMENSATTO JUNIOR, Décio Luiz; AYRES, Fernando Martins. Índice de qualidade da água – IQA do reservatório do tanque grande, município de Guarulhos, estado de São Paulo, Brasil: 1990-2006. **Revista Geociências** - UNG-Ser - ISSN 1981-741X (1981-7428), 6(1), 118–133. Disponível em: <https://revistas.ung.br/index.php/geociencias/article/view/138>. Acesso em

SAMPAIO, Antônio Carlos Freire; SAMPAIO, Adriany de Ávila Melo. A cartografia ensinada na educação básica: experiências de atlas geográfico escolar municipal. **Revista Brasileira de Cartografia**, [S. l.], v. 66, n. 4, 2014. DOI: 10.14393/rbcv66n4-44691. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44691>. Acesso em: 30 ago. 2024.

SANTOS, Claudio João Barreto dos; CASTIGLIONE, Luiz Henrique Guimarães. A atuação do IBGE na evolução da cartografia civil no Brasil. *Revista Terra Brasilis (Nova Série)*, On Line, v.3, p.1-19, 2014. Disponível em: <https://journals.openedition.org/terrabrasilis/942>. Acesso em:

Santos, Clezio. Desenhos e mapas no ensino de geografia: a linguagem visual que não é vista. **Geograficidade**, 3(Especial), 80-92. (2013). Disponível em: <https://doi.org/10.22409/geograficidade2013.30.a12876>. Acesso em:

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: Hucitec, 1996.

SERRAGLIO, Rodolfo Durante; DE MOURA, Marta Aparecida; COSTA, Sérgio Marques; ARANA, Alba Regina Azevedo; ULIANA, MAÍRA RODRIGUES. Parâmetros de Qualidade da Água no Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S. l.], v. 14, n. 7, p. 3814–3830, 2021. DOI: 10.26848/rbfgf.v14.7.p3814-3830. Disponível em:

<https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbfgf/article/view/250173>. Acesso em: 21 jan. 2025.

SIMIELLI, Maria Elena Ramos. **Atlas Geográfico Escolar**. 37 ed. São Paulo: Ática, 2020. v. 1. 48p

SILVA, Edson Vicente; RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; GORAYEB, Adryane (orgs.). Planejamento ambiental e bacias hidrográficas. Fortaleza: Edições UFC, 2011.

SILVA, Iolanda Castro; PORTELA, Mugiany Oliveira Brito. BNCC: O ensino de geografia e a linguagem cartográfica. **Revista Da ANPEGE**, 16(30), 39–54. (2021). Disponível em: <https://doi.org/10.5418/ra2020.v17i30.12706>.

FERREIRA, Maria Inês Paes; SILVA, José Augusto Ferreira da; PINHEIRO, Mariana Rodrigues de Carvalhes. Políticas públicas e gerenciamento de recursos hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 20, n. 3, p. 700-710, 2008. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/279339824\\_Políticas\\_Publicas\\_e\\_gerenciamento\\_de\\_recursos\\_hidricos](https://www.researchgate.net/publication/279339824_Políticas_Publicas_e_gerenciamento_de_recursos_hidricos). Acesso em: 9 jan. 2025.

SANCHEZ, Luis Enrique. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 583 p.

SILVA, Jorge Luiz Barcellos da. **Notas introdutórias de um itinerário interpretativo sobre a formação do pensamento geográfico brasileiro**. 1996. 219 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

SILVA, Ricardo; RIZZATTI, Maurício; BATISTA, Natália. Múltiplas linguagens no ensino de Geografia: Relato de práticas pedagógicas na Escola Municipal de Ensino Fundamental Santo Antônio, Agudo, RS. **Estrabão**, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 369–380, 2024. DOI: 10.53455/re.v5i1.261. Disponível em:

<https://revista.estrabao.press/index.php/estrabao/article/view/261>. Acesso em: 13 jan. 2025.

SOUZA TEIXEIRA, Hyago.; MILLAN, Rodrigo Ney. Impactos ambientais da urbanização em curso d'água: diagnóstico da qualidade de água do córrego Vertente Grande, Frutal-MG. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 18, n. 1, p. 69–93, 2024. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/rga/article/view/8102>. Acesso em: 9 jan. 2025.

LEITÃO, Valéria De Sousa; CUBA, Renata Medice Frayne; SANTOS, Layara de Paula Sousa; SANTOS NETO, Agenor Sousa. Utilização do Índice de Qualidade de Água (IQA) para monitoramento da qualidade de água em uma área de preservação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Sanat Maria, v. 19, n. 3, p. 794-803, set./dez. 2015.

LIBÂNEO, José Carlos. Didática. São Paulo: Cortez Editora, 2017. Ebook. ISBN 9788524925573. Disponível em:  
<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788524925573>

LIMA, F. de A. F.; DA COSTA, F. R. A linguagem cartográfica e o ensino-aprendizagem da Geografia: algumas reflexões. *Geografia Ensino & Pesquisa*, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 105–116, 2012. DOI: 10.5902/223649947338. Disponível em:  
<https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/7338>. Acesso em: 18 nov. 2025.

SILVA, José Mácio Ramalho; CIRINO, Carlos da Silva. A linguagem cartográfica e o ensino-aprendizagem da Geografia: algumas considerações. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 62, n. 1, p. 1–12, 2010. Disponível em:  
<https://doi.org/10.5902/223649947338>.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3ª edição. Belo Horizonte – MG: Editora UFMG, 2005. v. 1, p. 452. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias).

VON SPERLING, M. Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. vol. 7, 2 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014

TEÓDULO, José Mácio Ramalho; CIRINO, Carlos da Silva. Cartographic historiography: a descriptive overview of the production of maps in different societies. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 3, e40622, 2023. DOI:  
<https://doi.org/10.33448/rsd-v12i3.40622>. Disponível em:  
<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/40622>. Acesso em: 30 aug. 2024.

TRICART, J. Ecodinâmica. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN,. 1977

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: a Pesquisa Qualitativa em Educação – O Positivismo, A Fenomenologia, O Marxismo. *Formação (Online)*, [S. l.], v. 1, n. 20, 2013. DOI: [10.33081/formacao.v1i20.2335](https://doi.org/10.33081/formacao.v1i20.2335). Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/2335>. Acesso em: 19 nov. 2024.

TUCCI, C. E. M., Hidrologia: ciência e Aplicação. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ ABRH, 2007.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. *Limnologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

TUNDISI, José Galizia; MATSUMURA-TUNDISI, Takako. Recursos Hídricos no Século XXI. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

UNESCO. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2023: Parcerias e cooperação para a água**. Paris: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2023.

VESENTINI, J. W. **Cartografia e ensino de Geografia: estratégias e práticas**. Porto Alegre: Mediação, 2000.

VIGOTSKI, Lev Semenovich. **A formação social da mente**. 6.ed. São Paulo: Editora Martins Fontes, 1998. 191 p.

YIN, R.K. Pesquisa qualitativa do início ao fim. Tradução de Daniela Bueno. Revisão técnica de Dirceu da Silva. Porto Alegre, RS: Penso, 2016

ZABALA, Antoni. A prática educativa: como ensinar. Porto Alegre, RS: Artmed, 1998. 224 p. ISBN: 8573074264.

ZORZI, Lorenzo; TURATTI, Luciana; MAZZARINO, Jane Márcia. O direito humano de acesso à água potável: uma análise continental baseada nos Fóruns Mundiais da Água. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 4, p. 954-971, 2016.

## APÊNDICE A - Sequência didática - Ciclo da Água e Cartografia



# SEQUÊNCIA DIDÁTICA

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	3	3º AULA.....	17
INSTRUÇÕES.....	4	OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	19
ATIVIDADES-BNCC.....	5	4ª AULA.....	24
1ª AULA: CICLO HIDROLÓGICO.....	9	EXPLORANDO O ATLAS.....	25
MÚSICA CHUVA - JALOO.....	10	5º AULA.....	41
2ª AULA:.....	14	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

## SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### APRESENTAÇÃO

ESTE CADERNO PEDAGÓGICO CONSTITUI O PRODUTO TÉCNICO-PEDAGÓGICO VINCULADO À DISSERTAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE GEOGRAFIA (PROFGEO), DO INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS – IFMG/CAMPUS OURO PRETO. TRATA-SE DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA VOLTADA À EDUCAÇÃO BÁSICA, EM ESPECIAL AO ENSINO MÉDIO E À EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (EJA), CUJO TEMA CENTRAL É A ÁGUA COMO RECURSO NATURAL, DIREITO HUMANO E BEM COMUM.

A PROPOSTA ESTÁ ANCORADA EM PRINCÍPIOS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA, DA CARTOGRAFIA ESCOLAR E DA PEDAGOGIA INTERDISCIPLINAR. ARTICULA CONCEITOS GEOGRÁFICOS, DADOS PÚBLICOS (IGAM, ANA), RECURSOS ARTÍSTICOS (MÚSICA) E DOCUMENTOS INTERNACIONAIS (ODS 6 – AGENDA 2030 DA ONU), PERMITINDO QUE OS ESTUDANTES DESENVOLVAM COMPETÊNCIAS CIENTÍFICAS, CRÍTICAS E CIDADÃS.

A SEQUÊNCIA RESPONDE A UMA DEMANDA PRÁTICA DO CAMPO ESCOLAR: COMO ENSINAR SOBRE ÁGUA DE FORMA CONTEXTUALIZADA, SENSÍVEL ÀS REALIDADES LOCAIS E CAPAZ DE FOMENTAR O ENGAJAMENTO SOCIAL. SUA ORGANIZAÇÃO FAVORECE A AUTONOMIA DOCENTE, A ADAPTAÇÃO À DIVERSIDADE DE TURMAS E O USO DE METODOLOGIAS ATIVAS.

# SEQUÊNCIA DIDÁTICA

## INSTRUÇÕES

### COMO USAR A SEQUÊNCIA DIDÁTICA?

ELE PODE SER USADO DA MANEIRA QUE O DOCENTE ACHAR CONVENIENTE. CONTUDO, FOI PENSADO PARA SER UTILIZADO EM SALA DE AULA, COM OS ESTUDANTES REUNIDOS EM DUPLAS OU GRUPOS, COM AS ATIVIDADES DESTINADAS ÀQUELES QUE O PROFESSOR AVALIA QUE POSSUEM CONDIÇÕES DE REALIZÁ-LAS, DE ACORDO COM SEUS NÍVEIS DE CONHECIMENTO E HABILIDADES. ASSIM, NEM TODAS ATIVIDADES E AULAS PRECISAM SER REALIZADAS, RESPEITANDO O TEMPO DISPONÍVEL, AS PRIORIDADES E CARACTERÍSTICAS QUE ENVOLVEM A TURMA E O CONTEXTO LOCAL. CASO HAJA NECESSIDADE DE MAIORES ORIENTAÇÕES, A SEÇÃO "ATIVIDADES-BNCC" PODE SER CONSULTADA.

### O QUE É NECESSÁRIO PARA USAR O CADERNO?

- CAIXA DE SOM;
- LÁPIS DE COR;
- LÁPIS PRETO E BORRACHA OU CANETA;
- RÉGUA;
- CÓPIAS DAS ATIVIDADES;
- CÓPIAS DOS MAPAS;
- PROJETOR DE IMAGENS.



# SEQÜÊNCIA DIDÁTICA

## ATIVIDADES-BNCC

QUADRO 1 – DESCRIÇÃO DOS PRINCÍPIOS DO RACIOCÍNIO GEOGRÁFICO

PRINCÍPIO	DESCRIÇÃO
<b>Analogia</b>	Um fenômeno geográfico sempre é comparável a outros. A identificação das semelhanças entre fenômenos geográficos é o início da compreensão da unidade terrestre.
<b>Conexão</b>	Um fenômeno geográfico nunca acontece isoladamente, mas sempre em interação com outros fenômenos próximos ou distantes.
<b>Diferenciação*</b>	É a variação dos fenômenos de interesse da geografia pela superfície terrestre (por exemplo, o clima), resultando na diferença entre áreas.
<b>Distribuição</b>	Exprime como os objetos se repartem pelo espaço.
<b>Extensão</b>	Espaço finito e contínuo delimitado pela ocorrência do fenômeno geográfico.
<b>Localização</b>	Posição particular de um objeto na superfície terrestre. A localização pode ser absoluta (definida por um sistema de coordenadas geográficas) ou relativa (expressa por meio de relações espaciais topológicas ou por interações espaciais).
<b>Ordem**</b>	Ordem ou arranjo espacial é o princípio geográfico de maior complexidade. Refere-se ao modo de estruturação do espaço de acordo com as regras da própria sociedade que o produziu.

Fontes: FERNANDES, José Alberto Rio; TRIGAL, Lourenzo López; SPÓSITO, Eliseu Savério. **Dicionário de Geografia aplicada**. Porto: Porto Editora, 2016.

\* MOREIRA, Ruy. A diferença e a geografia: o ardl da identidade e a representação da diferença na geografia. **GEOgraphia**, Rio de Janeiro, ano 1, n. 1, p. 41-58, 1999.

\*\* MOREIRA, Ruy. Repensando a Geografia. In: SANTOS, Milton (Org.). **Novos rumos da Geografia brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1982, p. 35-49.

AS ATIVIDADES PROPOSTAS NA SEQÜÊNCIA DIDÁTICA ESTÃO EM CONSONÂNCIA COM A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC), PERMITINDO O DESENVOLVIMENTO DO RACIOCÍNIO GEOGRÁFICO ATRAVÉS DO EXERCÍCIO DOS PRINCÍPIOS DA ANALOGIA, DA CONEXÃO, DA DIFERENCIAÇÃO, DA DISTRIBUIÇÃO, DA EXTENSÃO, DA LOCALIZAÇÃO E DA ORDEM, DESCRITOS NO QUADRO 1 (BRASIL, 2018).

PARA LEITURA AMPLIADA DOS QUADROS DESTA PÁGINA E DA PRÓXIMA, USE O QR CODE PARA ACESSAR A BNCC.



FONTE: BNCC, P.356 (BRASIL, 2018).





## SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### ATIVIDADES-BNCC

#### COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS APLICADAS PARA O ENSINO MÉDIO

1. Analisar processos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais nos âmbitos local, regional, nacional e mundial em diferentes tempos, a partir da pluralidade de procedimentos epistemológicos, científicos e tecnológicos, de modo a compreender e posicionar-se criticamente em relação a eles, considerando diferentes pontos de vista e tomando decisões baseadas em argumentos e fontes de natureza científica.
2. Analisar a formação de territórios e fronteiras em diferentes tempos e espaços, mediante a compreensão das relações de poder que determinam as territorialidades e o papel geopolítico dos Estados-nações.
3. Analisar e avaliar criticamente as relações de diferentes grupos, povos e sociedades com a natureza (produção, distribuição e consumo) e seus impactos econômicos e socioambientais, com vistas à proposição de alternativas que respeitem e promovam a consciência, a ética socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional, nacional e global.
4. Analisar as relações de produção, capital e trabalho em diferentes territórios, contextos e culturas, discutindo o papel dessas relações na construção, consolidação e transformação das sociedades.
5. Identificar e combater as diversas formas de injustiça, preconceito e violência, adotando princípios éticos, democráticos, inclusivos e solidários, e respeitando os Direitos Humanos.
6. Participar do debate público de forma crítica, respeitando diferentes posições e fazendo escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.

DESSA MANEIRA, BUSCA-SE O APRIMORAMENTO DAS COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE GEOGRAFIA PARA O ENSINO MÉDIO, SÃO ELAS AS 1, 3 E 6, CONFORME EXPOSTO NO QUADRO AO LADO (BRASIL, 2018).

FONTE: BNCC, P.362 (BRASIL, 2018).





## SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### ATIVIDADES-BNCC

SEGUIE A TABELA QUE RELACIONA ATIVIDADES E HABILIDADES DA BNCC. É IMPORTANTE LEMBRAR QUE AS ATIVIDADES PROPOSTAS SE PROPÕEM ESTAR EM UM CONTEXTO DE INCLUSÃO. POR ISSO, AQUELAS QUE PODEM PARECER POUCO COMPLEXAS OU MUITO COMPLEXAS PARA O ENSINO MÉDIO DE ESCOLARIDADE, CONSTITUEM FORMAS DE TRABALHAR A HABILIDADE COM OS ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA, TRANSTORNO OU DIFICULDADE DE APRENDIZAGEM DE ORIGEM NÃO IDENTIFICADA.

AULA	HABILIDADES	OBJETIVOS	CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO
CICLO DA ÁGUA	EF06GE03, EM13CHS202	Compreender o ciclo da água através da representação em linguagem artística	Participação, interpretação da música e uso de vocabulário científico
SUSTENTABILIDADE E ODS	EF07GE04, EM13CHS301	Relacionar o ciclo da água às metas de sustentabilidade global.	Clareza nas relações entre ODS e ações locais
LEI DAS ÁGUAS – GESTÃO HÍDRICA NO BRASIL	EF09GE06, EM13CHS301	Conhecer a Lei 9.433/1997 e seus instrumentos de gestão.	Apresentação dos grupos e qualidade das argumentações



## SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### ATIVIDADES-BNCC

SEGUIE A ÚLTIMA PARTE DA TABELA QUE RELACIONA ATIVIDADES E HABILIDADES DA BNCC.

AULA	HABILIDADES	OBJETIVOS	CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO
QUALIDADE DA ÁGUA EM MG – DADOS DO IGAM	EM13CHS401, EF07GE01	Analisar mapas e gráficos sobre qualidade da água e identificar causas e soluções.	Precisão na leitura de dados, organização de gráficos
MAPAS E GRÁFICOS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS	EF06GE06, EM13CHS401	Ler, representar e interpretar espacialmente regiões hidrográficas.	Preenchimento dos mapas e gráficos, localização correta

A SEQUÊNCIA TEM COMO PÚBLICO-ALVO PRINCIPAL OS ALUNOS DO 1º ANO DE ENSINO MÉDIO NA DISCIPLINA DE GEOGRAFIA, PORÉM, O OBJETIVO DA TABELA É FACILITAR A VIDA DOS DOCENTES, E PROPORCIONAR A POSSIBILIDADE DE UTILIZAR A SEQUÊNCIA DIDÁTICA ADAPTADA OU EM PARTES EM DIFERENTES ANOS DA ESCOLARIDADE BÁSICA. A INTENÇÃO NÃO É ALGUMA QUE O USO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SEJA TOTALMENTE DETERMINADO. DOCENTES SÃO LIVRES PARA USAREM SUA CRIATIVIDADE E ADAPTAREM AS DUAS NECESSIDADES EM SALA DE AULA.



## SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### 1ª AULA – O CICLO HIDROLÓGICO (50 MIN)

**OBJETIVO:** COMPREENDER O FUNCIONAMENTO DO CICLO DA ÁGUA E SUA IMPORTÂNCIA PARA OS ECOSISTEMAS E A VIDA HUMANA, COM BASE EM LINGUAGEM ARTÍSTICA E CIENTÍFICA.

#### **ORIENTAÇÕES PARA O(A) PROFESSOR(A):**

##### **AMBIENTAÇÃO MUSICAL:**

INICIE A AULA COM A MÚSICA "CHUVA" (JALOO), PREFERENCIALMENTE COM SOM AMBIENTE E A LETRA PROJETADA OU ENTREGUE IMPRESSA AOS ALUNOS.

CONVIDE OS ALUNOS A REALIZAR UMA ESCUTA ATIVA, IDENTIFICANDO TERMOS CIENTÍFICOS E POÉTICOS.

##### **DEBATE INICIAL:**

APÓS A ESCUTA, PROMOVA UMA RODA DE CONVERSA INCENTIVANDO QUE OS ALUNOS EXPONHAM SEUS CONHECIMENTOS PRÉVIOS E INTERPRETATIVOS: "O QUE VOCÊS ENTENDERAM DA MÚSICA?", "QUAIS PALAVRAS REMETEM À CIÊNCIA? E À ARTE?"

##### **ANÁLISE GUIADA DA MÚSICA:**

DISTRIBUA O ROTEIRO DE ATIVIDADES PROPOSTO (COM PERGUNTAS INTERPRETATIVAS E CIENTÍFICAS).

ORIENTE OS ALUNOS A TRABALHAREM INDIVIDUALMENTE OU EM DUPLAS.

ENCORAJE A IDENTIFICAÇÃO DE PROCESSOS COMO: EVAPORAÇÃO, CONDENSAÇÃO, PRECIPITAÇÃO, INFILTRAÇÃO, RADIAÇÃO SOLAR, ETC.

##### **DISCUSSÃO COLETIVA:**

CORRIJA COLETIVAMENTE, VALORIZANDO A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO PELOS ALUNOS.

ENCERRE COM A SISTEMATIZAÇÃO DO CICLO HIDROLÓGICO NO QUADRO, DESTACANDO AS ETAPAS.

##### **MATERIAL DE APOIO:**

IMAGEM ILUSTRATIVA DO CICLO DA ÁGUA, VÍDEO CURTO OU SIMULAÇÃO DIGITAL (SE POSSÍVEL).

## MÚSICA

### CHUVA - JALOO

AR QUENTE VAI SUBIR  
AR FRIO VAI DESCER  
VAPOR QUE VEM DO MAR  
GELEIRAS VÃO DERRETER

O VENTO VAI SOPRAR  
TUDO PODE ACONTECER  
AS NUVENS VÃO SE CONDENSAR  
E, DEPOIS, VÃO DISSOLVER

PORQUE QUANDO O SOL AQUECE A TERRA  
MUITA ÁGUA SE LIBERA  
E A GRAVIDADE DA ATMOSFERA  
FAZ PRESSÃO QUE NEM PANELA

QUANDO VAI CHOVER BEM MUITO  
VOCÊ VEM PARA O MEU MUNDO  
E EU TE CONTO COMO ACONTECE A CHUVA  
E EU TE CONTO COMO ACONTECE A CHUVA

CHUVA MOLHA, MOLHA, CAI  
CHUVA CHOVE, CHOVE, SAI  
CHUVA MOLHA, MOLHA, VEM  
CHUVA, CHUVA

...  
O CICLO D'ÁGUA É UMA DANÇA ETERNA!  
O CICLO D'ÁGUA É UMA DANÇA ETERNA!

10





# O CICLO HIDROLÓGICO

## BASE: MÚSICA CHUVA – JALOO

### **OBJETIVOS:**

- COMPREENDER OS PROCESSOS DO CICLO HIDROLÓGICO.
- RELACIONAR FENÔMENOS NATURAIS À LINGUAGEM ARTÍSTICA.
- REFLETIR SOBRE A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA E DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS.
- DESENVOLVER EXPRESSÃO ORAL E ESCRITA COM BASE CIENTÍFICA E CRIATIVA.

### **PARTE 1 – COMPREENSÃO DO CICLO DA ÁGUA NA MÚSICA**

1. A MÚSICA DESCREVE O CICLO DA ÁGUA DE MANEIRA DIDÁTICA.  
► EXPLIQUE, COM SUAS PALAVRAS, O QUE É O CICLO DA ÁGUA E COMO ELE APARECE NA LETRA DA MÚSICA. CITE E EXPLIQUE DOIS PROCESSOS ATMOSFÉRICOS MENCIONADOS NA MÚSICA.
2. CITE E EXPLIQUE DOIS PROCESSOS ATMOSFÉRICOS MENCIONADOS NA MÚSICA.
3. DE QUE FORMA O SOL E A GRAVIDADE PARTICIPAM DO CICLO DA ÁGUA, SEGUNDO A LETRA?

# O CICLO HIDROLÓGICO

BASE: MÚSICA CHUVA – JALOO

## PARTE 2 – LINGUAGEM CIENTÍFICA NA LETRA DA MÚSICA

4. REESCREVA OS VERSOS DA MÚSICA QUE REPRESENTAM MELHOR OS SEGUINTE PROCESSOS DO CICLO DA ÁGUA:

- EVAPORAÇÃO: \_\_\_\_\_
- PRESSÃO ATMOSFÉRICA: \_\_\_\_\_
- MASSAS DE AR: \_\_\_\_\_
- FUSÃO: \_\_\_\_\_
- PRECIPITAÇÃO: \_\_\_\_\_
- RADIAÇÃO SOLAR: \_\_\_\_\_
- CONDENSAÇÃO: \_\_\_\_\_

5. ASSINALE OS FENÔMENOS NATURAIS DO CICLO DA ÁGUA QUE APARECEM NA MÚSICA:  
 ( ) TRANSPIRAÇÃO ( ) EVAPORAÇÃO ( ) CONDENSAÇÃO ( ) PRECIPITAÇÃO ( ) COMBUSTÃO

6. POR QUE A MÚSICA COMPARA A ATMOSFERA COM UMA "PANELA DE PRESSÃO"?

7. QUAIS PROCESSOS NATURAIS DO CICLO HIDROLÓGICO SÃO MENCIONADOS NA MÚSICA?

8. EXPLIQUE, COM SUAS PALAVRAS, O QUE SIGNIFICA OS TRECHO: "PORQUE QUANDO O SOL AQUECE A TERRA, MUITA ÁGUA SE LIBERA..." E "O CICLO DA ÁGUA É UMA DANÇA ETERNA..."



## O CICLO HIDROLÓGICO

BASE: MÚSICA CHUVA – JALOO

### PARTE 3 – INTERPRETAÇÃO POÉTICA E CRIATIVIDADE

1. NA MÚSICA, PINTE OU CIRCULE AS PALAVRAS RELACIONADAS AO CICLO DA ÁGUA:

- A EVAPORAÇÃO
- A FORMAÇÃO DAS NUVENS
- A CHUVA
- O RETORNO DA ÁGUA PARA RIOS E OCEANOS

2. NO FINAL DA MÚSICA, APARECE O TRECHO: "OH LUA LUA LUAR ME LEVA CONTIGO PRA PASSEAR."

► QUAL O TOM DESTE TRECHO EM RELAÇÃO AO RESTANTE DA MÚSICA? O QUE ELE EXPRESSA ALÉM DO CONTEÚDO CIENTÍFICO?

3. A LETRA MISTURA LINGUAGEM CIENTÍFICA COM LINGUAGEM POÉTICA E MUSICAL.

► VOCÊ ACHA QUE ISSO AJUDA NO APRENDIZADO? JUSTIFIQUE COM BASE EM SUA EXPERIÊNCIA

4. EM SUA OPINIÃO, POR QUE É IMPORTANTE COMPREENDER FENÔMENOS NATURAIS COMO O CICLO DA ÁGUA DENTRO DA REALIDADE DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E EVENTOS EXTREMOS ATUAIS?

5. CRIE UM PEQUENO VERSO OU ESTROFE (QUATRO LINHAS) QUE TAMBÉM FALE SOBRE UM FENÔMENO NATURAL (CHUVA, VENTO, CALOR, SECA, ETC.), MISTURANDO CIÊNCIA E POESIA, ASSIM COMO NA MÚSICA.

6. DIÁRIO DA GOTA D'ÁGUA

► ESCREVA UM PEQUENO TEXTO (OU DESENHE EM QUADRINHOS) CONTANDO A HISTÓRIA DE UMA GOTA D'ÁGUA QUE VIAJA PELO CICLO HIDROLÓGICO, PASSANDO PELAS ETAPAS QUE A MÚSICA MENCIONA. DÊ UM NOME PARA A GOTA E DESCREVA SUA JORNADA COM BASE NO QUE APRENDE



# SUSTENTABILIDADE

## OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

### 2ª AULA – SUSTENTABILIDADE E A ODS 6 (50 MIN)

**OBJETIVO:**

RELACIONAR O CICLO DA ÁGUA COM A AGENDA 2030 DA ONU, COM ÊNFASE NA ODS 6: ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO.

**ORIENTAÇÕES PARA O PROFESSOR:****APRESENTAÇÃO DOS ODS:**

- EXIBA UM INFOGRÁFICO COM OS 17 ODS.
- ENFATIZE O ODS 6, DESTACANDO SUAS METAS E SUB-METAS.

**DISCUSSÃO GUIADA:**

- FAÇA A PERGUNTA NORTEADORA: “A ÁGUA IMPACTA A SEGURANÇA ALIMENTAR, A SAÚDE HUMANA E AMBIENTAL?”
- INCENTIVE OS ALUNOS A DAREM EXEMPLOS REAIS (LOCAIS OU DO COTIDIANO).

**ATIVIDADE ESCRITA/REFLEXIVA:**

- PEÇA QUE OS ALUNOS EXPLIQUEM, COM SUAS PALAVRAS, POR QUE A ODS 6 É FUNDAMENTAL PARA O BRASIL.
- PROPONHA QUE CADA GRUPO PENSE EM AÇÕES LOCAIS PARA ATINGIR ESSA META.

**FECHAMENTO:**

- RELACIONE O CONTEÚDO DA ODS COM A MÚSICA “CHUVA” — A “DANÇA ETERNA DA ÁGUA” PRECISA DE EQUILÍBRIO ENTRE NATUREZA E SOCIEDADE.





# OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL





## **ODS 6 - ASSEGURAR A DISPONIBILIDADE E GESTÃO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA E SANEAMENTO PARA TODAS E TODOS**

- 6.1:** GARANTIR, ATÉ 2030, ACESSO UNIVERSAL E SEGURO À ÁGUA POTÁVEL.
- 6.2:** ASSEGURAR, ATÉ 2030, SANEAMENTO E HIGIENE ADEQUADOS PARA TODOS, COM ATENÇÃO ÀS MULHERES, MENINAS E POPULAÇÕES VULNERÁVEIS.
- 6.3:** MELHORAR, ATÉ 2030, A QUALIDADE DA ÁGUA, REDUZINDO A POLUIÇÃO E AUMENTANDO O TRATAMENTO E REUSO DE ÁGUAS RESIDUAIS.
- 6.4:** AUMENTAR, ATÉ 2030, A EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA E REDUZIR O NÚMERO DE PESSOAS AFETADAS PELA ESCASSEZ.
- 6.5:** IMPLEMENTAR, ATÉ 2030, A GESTÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS EM TODOS OS NÍVEIS, INCLUSIVE ENTRE PAÍSES.
- 6.6:** PROTEGER E RECUPERAR, ATÉ 2020, ECOSISTEMAS AQUÁTICOS COMO RIOS, LAGOS E AQUÍFEROS.
- 6.A:** AMPLIAR A COOPERAÇÃO INTERNACIONAL PARA MELHORAR O ACESSO À ÁGUA E SANEAMENTO EM PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO.
- 6.B:** FORTALECER A PARTICIPAÇÃO DAS COMUNIDADES LOCAIS NA GESTÃO DA ÁGUA E DO SANEAMENTO.

o



# RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

## 3ª AULA – RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL (LEI Nº 9.433/1997) (50 MIN)

### **OBJETIVO:**

COMPREENDER A GESTÃO DAS ÁGUAS NO BRASIL E OS DESAFIOS ENFRENTADOS PARA GARANTIR SEU USO RACIONAL E EQUITATIVO.

### **ORIENTAÇÕES PARA O PROFESSOR:**

#### **EXPOSIÇÃO DIALOGADA:**

- APRESENTE A LEI Nº 9.433/1997 E SEUS PRINCÍPIOS.
- EXPLIQUE OS INSTRUMENTOS DE GESTÃO E A FUNÇÃO DA ANA.

#### **ATIVIDADE EM GRUPOS:**

- CADA GRUPO PESQUISA UM INSTRUMENTO DE GESTÃO OU UM PRINCÍPIO DA LEI E APRESENTA BREVEMENTE PARA A TURMA (DINÂMICA DE “RELÂMPAGO” – 2MIN POR GRUPO).

#### **DEBATE:**

- QUESTIONE: “O QUE SIGNIFICA A ÁGUA SER UM BEM PÚBLICO E COM VALOR ECONÔMICO?” – LEVANTE PONTOS SOBRE PRIVATIZAÇÃO, DESPERDÍCIO, ESCASSEZ.

## **LEI Nº9.433/1997 - A LEI DAS ÁGUAS**

**A LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997, INSTITUI A POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS E CRIA O SISTEMA NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS. ELA É UM MARCO LEGAL IMPORTANTE NA GESTÃO DA ÁGUA NO BRASIL.**

### **PRINCÍPIOS BÁSICOS DA LEI**

- 1. ÁGUA É UM BEM PÚBLICO** – NÃO PERTENCE A UMA PESSOA OU EMPRESA, É DE TODOS.
- 2. ÁGUA TEM VALOR ECONÔMICO** – SEU USO DEVE SER CONSCIENTE E RESPONSÁVEL.
- 3. O USO DA ÁGUA DEVE SER SUSTENTÁVEL** – GARANTINDO QUALIDADE E QUANTIDADE PARA AS GERAÇÕES ATUAIS E FUTURAS.
- 4. O USO PRIORITÁRIO DA ÁGUA É O CONSUMO HUMANO E A DESSEDENTAÇÃO DE ANIMAIS EM SITUAÇÕES DE ESCASSEZ.**
- 5. A GESTÃO DA ÁGUA DEVE SER DESCENTRALIZADA** – COM PARTICIPAÇÃO DO GOVERNO, USUÁRIOS E COMUNIDADES.
- 6. A BACIA HIDROGRÁFICA É A UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO** – OU SEJA, A ÁGUA DEVE SER GERIDA CONSIDERANDO O TERRITÓRIO DA BACIA ONDE ELA ESTÁ.

## LEI N°9.433/1997 - A LEI DAS ÁGUAS

### INSTRUMENTOS DA POLÍTICA DE RECURSOS HÍDRICOS

- **PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS** – PLANEJAMENTO DO USO E CONSERVAÇÃO DA ÁGUA EM CADA BACIA.
- **ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA** – DEFINE A QUALIDADE DA ÁGUA NECESSÁRIA PARA CADA TIPO DE USO (ABASTECIMENTO, LAZER, IRRIGAÇÃO ETC.).
- **OUTORGA DE USO DA ÁGUA** – AUTORIZAÇÃO PARA USAR A ÁGUA DE RIOS, LAGOS E AQUÍFEROS PÚBLICOS.
- **COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA** – QUEM USA GRANDES VOLUMES (COMO INDÚSTRIAS OU IRRIGAÇÃO) PAGA PELO USO, INCENTIVANDO O USO RACIONAL.
- **SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS** – REÚNE DADOS SOBRE QUANTIDADE, QUALIDADE E USOS DA ÁGUA.

### PARA QUE SERVE ESSA LEI NA PRÁTICA?

- **PROMOVER O USO CONSCIENTE E SUSTENTÁVEL DA ÁGUA.**
- **PREVENIR CONFLITOS PELO USO DA ÁGUA.**
- **MELHORAR A QUALIDADE DA ÁGUA NOS RIOS E LAGOS.**
- **INCENTIVAR A PARTICIPAÇÃO DA POPULAÇÃO NA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS.**

o

# EU NO MAPA: IDENTIFICANDO A GRANDE BACIA HIDROGRÁFICA ONDE ESTOU

A) LOCALIZE SEU MUNICÍPIO NO MAPA E RESPONDA:

Brasil - Regiões Hidrográficas



1- EM QUAL UNIDADE FEDERATIVA VOCÊ MORA?

2- REGIÕES HIDROGRÁFICAS LOCALIZADAS NA SUA UF

3- EM QUAL REGIÃO HIDROGRÁFICA VOCÊ ESTÁ

4- CONSEGUIU SE LOCALIZAR FACILMENTE

( ) SIM	( ) NÃO
------------	------------

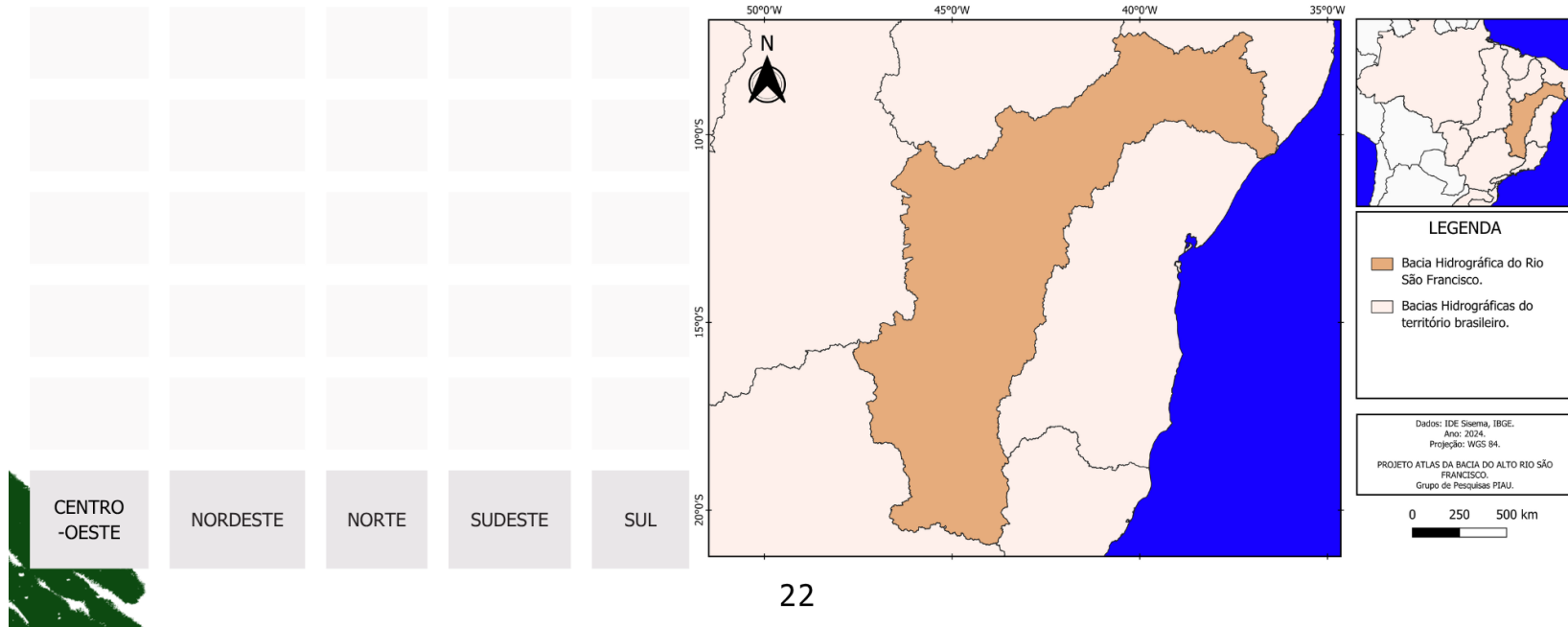
5- QUAIS OUTRAS UF's ESTÃO NA MESMA REGIÃO HIDROGRÁFICA QUE A SUA



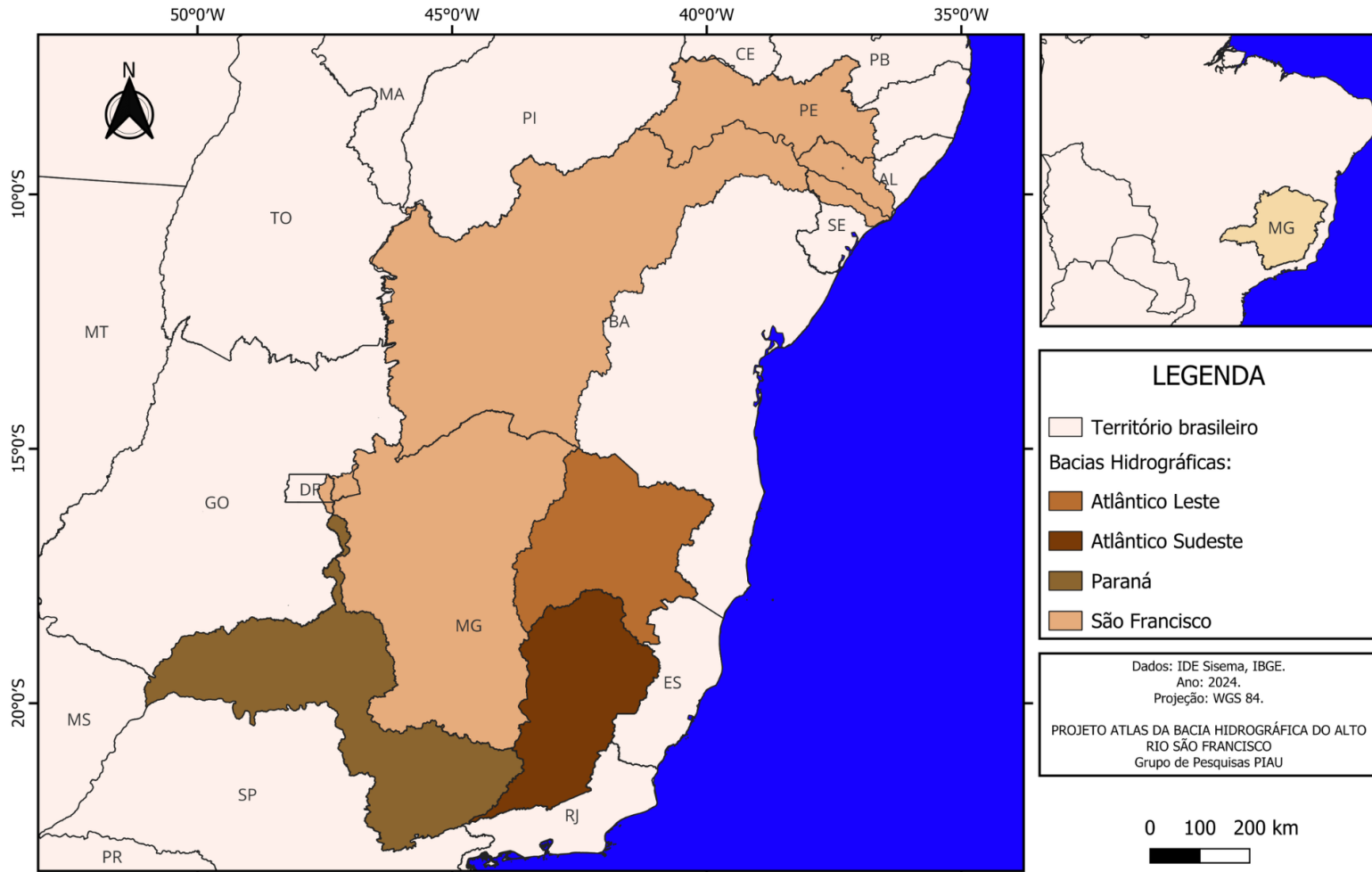
## CONSTRUINDO O GRÁFICO "REGIÕES"

A) ESCOLHA AS REGIÕES BRASILEIRAS DO IBGE E OS ESTADOS PERTENCENTES A ELAS E QUE SÃO BANHADOS PELO MESMO RIO QUE SEU MUNICÍPIO. COMPLETE TABELA DE ACORDO COM O NÚMERO DE ESTADOS DE CADA REGIÃO SÃO BANHADOS PELA MESMA BACIA. PINTE UM RETÂNGULO PARA CADA ESTADO.

REGIÃO HIDROGRÁFICA: \_\_\_\_\_



## CONTEXTO HIDROGRÁFICO DE MINAS GERAIS E BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO





## MONITORAMENTO E GESTÃO DA ÁGUA

### 4ª AULA – QUALIDADE DA ÁGUA EM MINAS GERAIS (50 MIN)

#### **OBJETIVO:**

ANALISAR A QUALIDADE DA ÁGUA EM MINAS GERAIS COM BASE EM DADOS DO IGAM, INTERPRETANDO MAPAS E RELACIONANDO-OS COM AÇÕES HUMANAS.

#### **ORIENTAÇÕES PARA PROFESSOR:**

##### **LEITURA E ANÁLISE DE MAPAS:**

- APRESENTE OS MAPAS DE PONTOS DE MONITORAMENTO E OUTORGAS EM MINAS.
- ORIENTE OS ALUNOS A OBSERVAREM A DISTRIBUIÇÃO E EVOLUÇÃO DESSES PONTOS.
- 

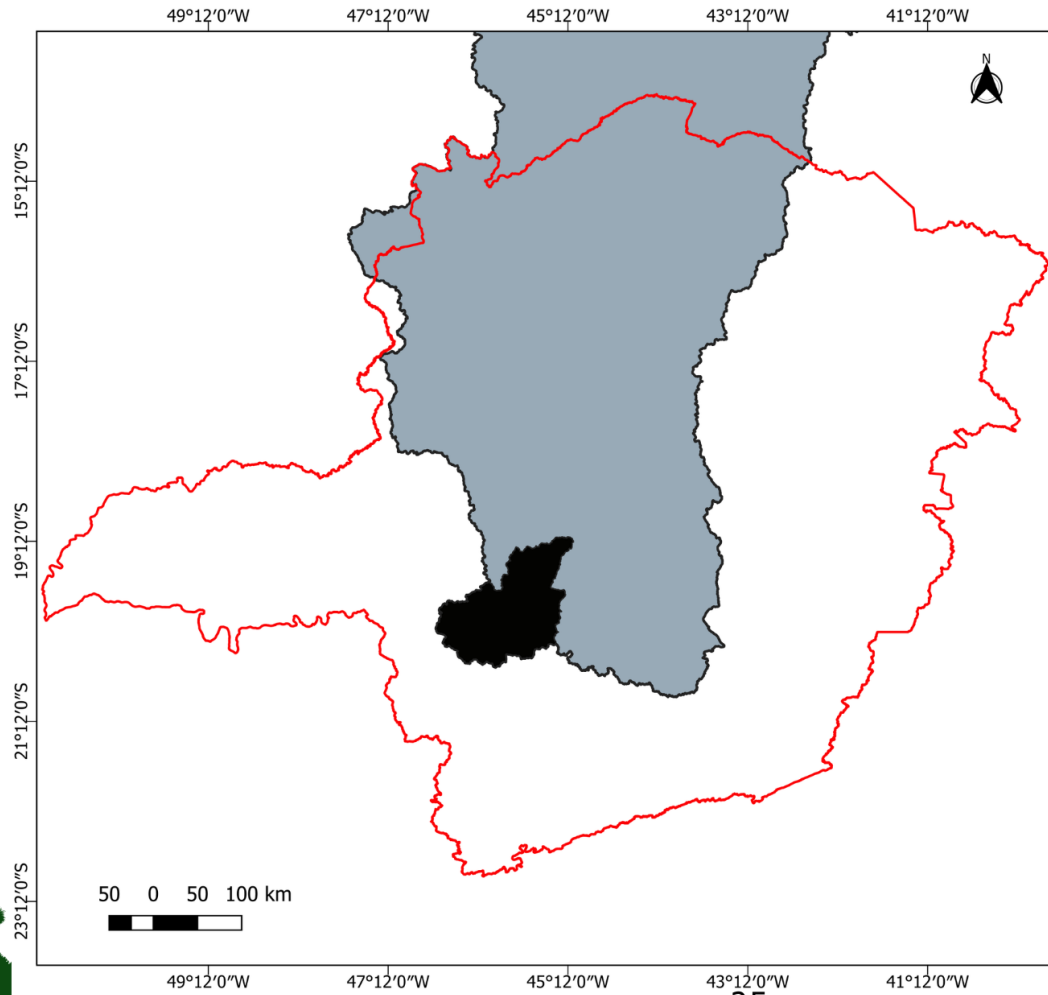
##### **ATIVIDADE PRÁTICA COM FICHA DE ANÁLISE:**

- PREENCHA COM OS ALUNOS A TABELA COM NOME DO RIO, QUALIDADE DA ÁGUA, POSSÍVEIS FONTES DE POLUIÇÃO E SUGESTÕES DE MELHORIA.
- IDENTIFIQUE LOCAIS COM MAIORES PROBLEMAS E DISCUTA CAUSAS E SOLUÇÕES.
- 

##### **GRÁFICO EM GRUPO:**

- EM DUPLAS OU TRIOS, MONTAR GRÁFICO DE BARRAS SOBRE QUALIDADE DA ÁGUA NOS RIOS ANALISADOS.

### MUNICÍPIOS COM DISTRITO SEDE NA SF1 (1997-2021)



**LEGENDA**

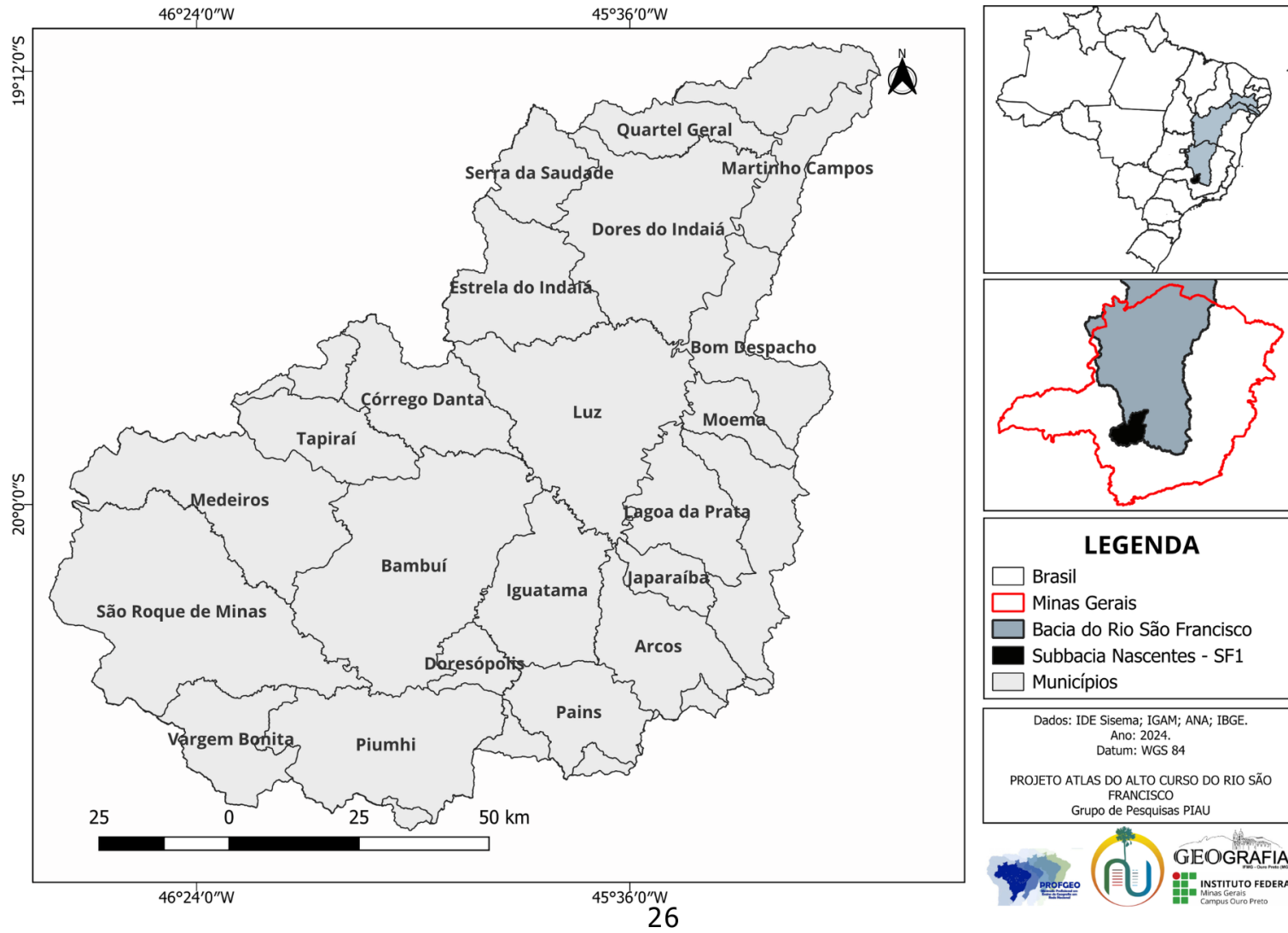
- Brasil
- Minas Gerais
- Bacia do Rio São Francisco
- Subbacia Nascentes - SF1

Dados: IDE Sisema; IGAM; ANA; IBGE.  
Ano: 2024.  
Datum: WGS 84

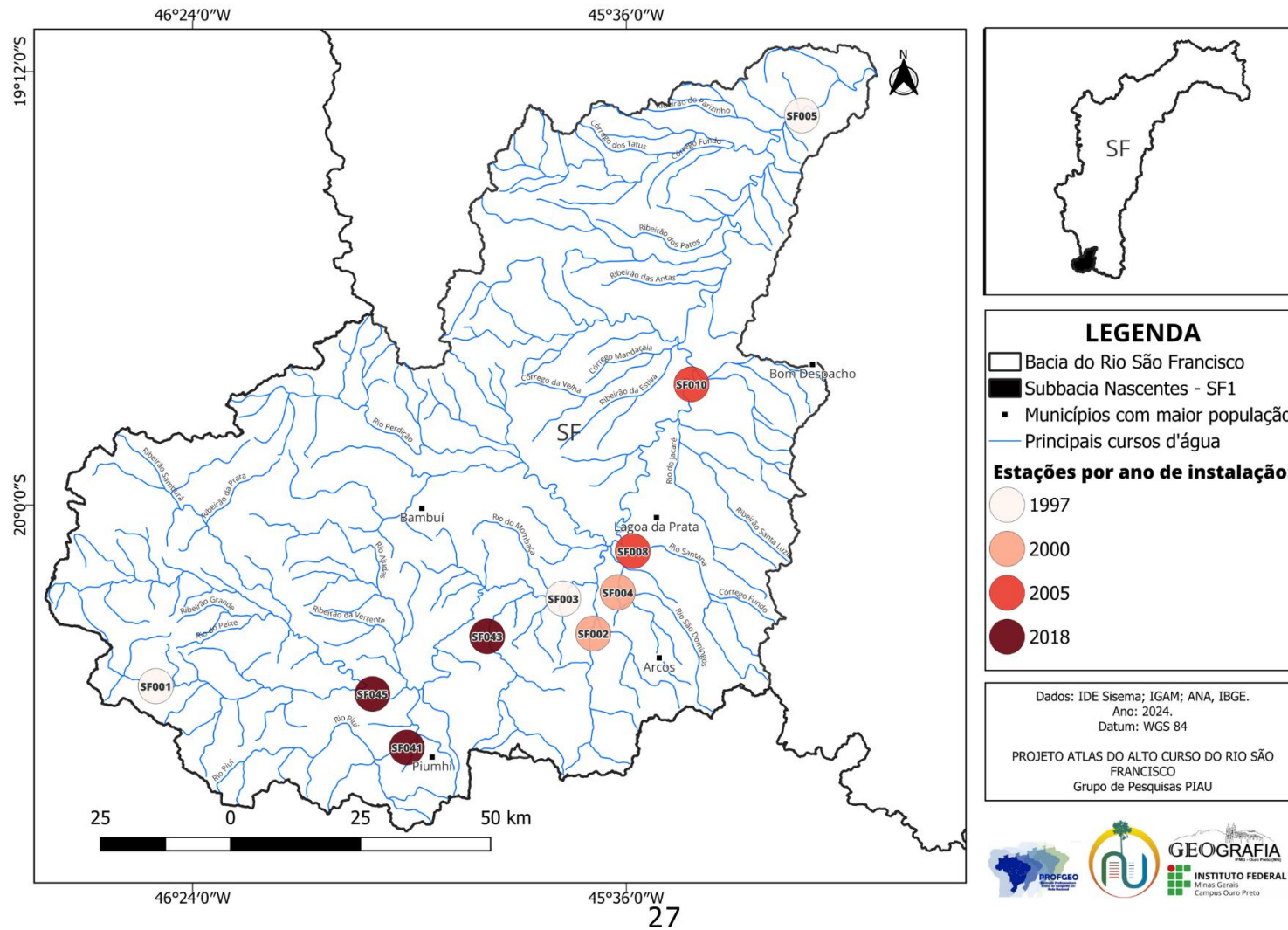
PROJETO ATLAS DO ALTO CURSO DO RIO SÃO FRANCISCO  
Grupo de Pesquisas PIAU



### MUNICÍPIOS COM DISTRITO SEDE NA SF1 (1997-2021)



## EVOLUÇÃO TEMPORAL DAS ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO (1997-2021)



## A EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO

A) OBSERVE O MAPA DAS ESTAÇÕES E OBSERVE O ANO DE INSTALAÇÃO DE CADA UMA DELAS

B) ANALISE O MAPA E PREENCHA A TABELA ABAIXO:

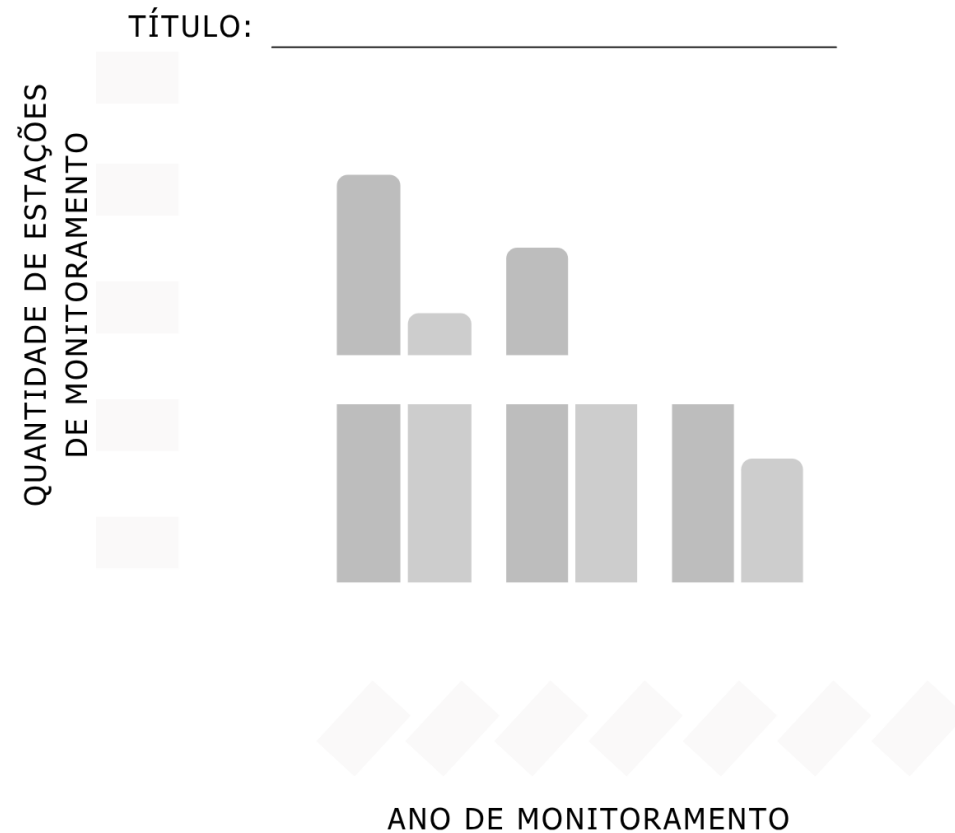
ANO	QUANTIDADE DE ESTAÇÕES
1997	
2000	
2003	
2006	
2009	
2012	
2015	
2018	
2021	

## A EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO

C) COM OS DADOS TABULADO SOBRE A EVOLUÇÃO TEMPORAL DAS ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO CONSTRUA O GRÁFICO.

D) OBSERVE OS DADOS E ESTABELEÇA OS INTERVALOS DO EIXO VERTICAL.

E) ESCREVA O TÍTULO NA LINHA ACIMA DO GRÁFICO.



## TABULANDO DADOS DE MONITORAMENTO

A) ESCOLHA AS 5 ESTAÇÕES QUE MAIS TE CHAMARAM ATENÇÃO E RELACIONE COM OS DADOS OBSERVADOS.

ESTAÇÃO	ANO	IQA	CT	USO E COBERTURA (Próximo)

## ANALISANDO OS MAPAS DAS ESTAÇÕES

A) SELECIONE TRÊS ESTAÇÕES QUE TEM MAIS TEMPO DE AMOSTRAGEM, ANALISE OS ÍNDICES ATRAVÉS DOS ANOS

1- QUAIS SÃO AS ESTAÇÕES?

--	--	--

2- PINTE O RESPECTIVO RETÂNGULO COM A COR DO IQA PREDOMINANTE

--	--	--

3- PINTE O RESPECTIVO RETÂNGULO COM A COR DO CT PREDOMINANTE

--	--	--

4- QUAL ESTAÇÃO TEVE MELHORES IQA E CT?

--	--

5- O IQA DURANTE OS ANOS:

( ) MELHOROU      ( ) ESTÁVEL      ( ) PIOROU

6- A CT DURANTE OS ANOS:

( ) MELHOROU      ( ) ESTÁVEL      ( ) PIOROU



## ANALISANDO O GRÁFICO DOS NOMES POPULARES

### B) SOBRE A ESTAÇÃO QUE ALCANÇOU PIORES IQA E CT:

1- DESCREVA A EVOLUÇÃO DO IQA E CT DESTA ESTAÇÃO AO LONGO DOS ANOS:

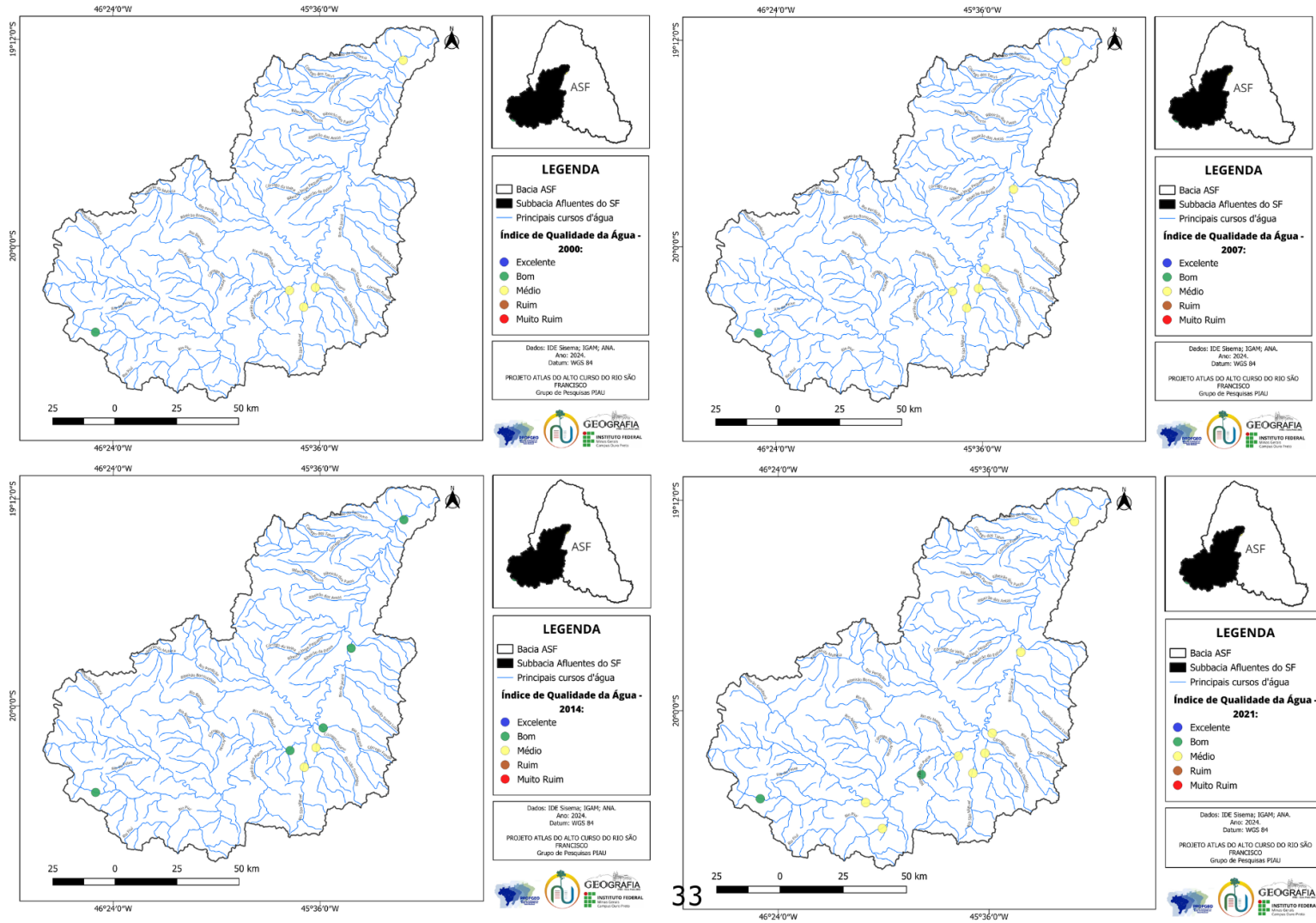
2- QUANTAS ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO ESTÃO PRÓXIMAS A VOCÊ? QUANDO FORAM INSTALADAS?

### C) SOBRE O MAPA:

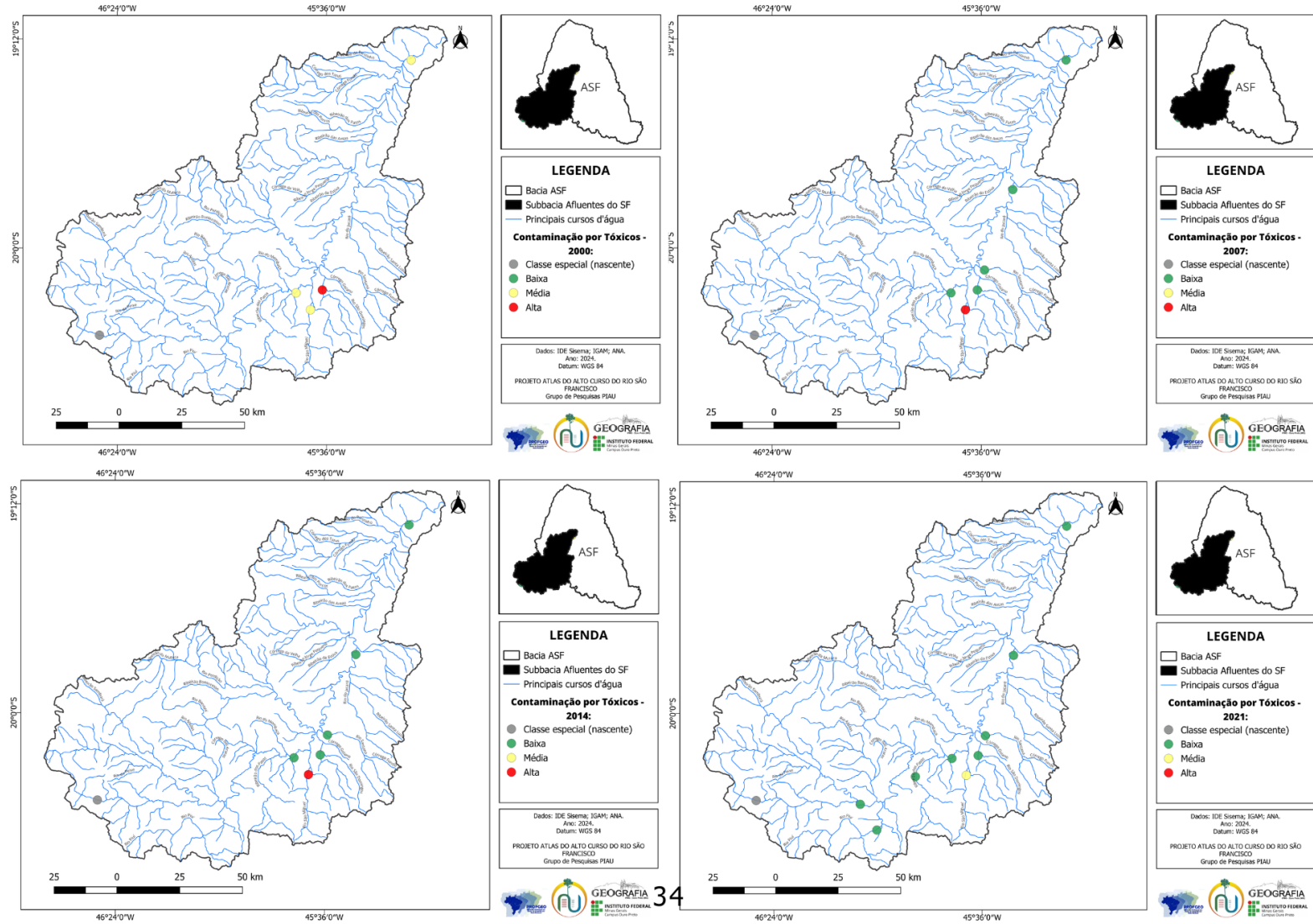
1- MARQUE O TIPO DE VETOR UTILIZADO PARA PASSAR AS INFORMAÇÕES DE IQA E CT:

		
<input type="checkbox"/> PONTOS	<input type="checkbox"/> POLÍGONOS	<input type="checkbox"/> LINHAS

## EVOLUÇÃO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)- SF1 (2000-2021)



## EVOLUÇÃO DA CONTAMINAÇÃO POR TÓXICOS (CT)- SF1 (2000-2021)



## EXPLORANDO OS DADOS

A) ESCOLHA UM ANO.

B) SELECIONE UM PONTO DE MONITORAMENTO.

C) OBSERVE O CONTEXTO LOCAL EM QUE ESTÁ INSERIDO E RESPONDA:

1- QUAL FOI O ANO ESCOLHIDO?

2- QUAL FOI O PONTO DE MONITORAMENTO ESCOLHIDO?

3- EM QUAL RIO ELE ESTÁ LOCALIZADO?

4- QUANTOS AFLUENTES DESAGUAM NELE?

<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------

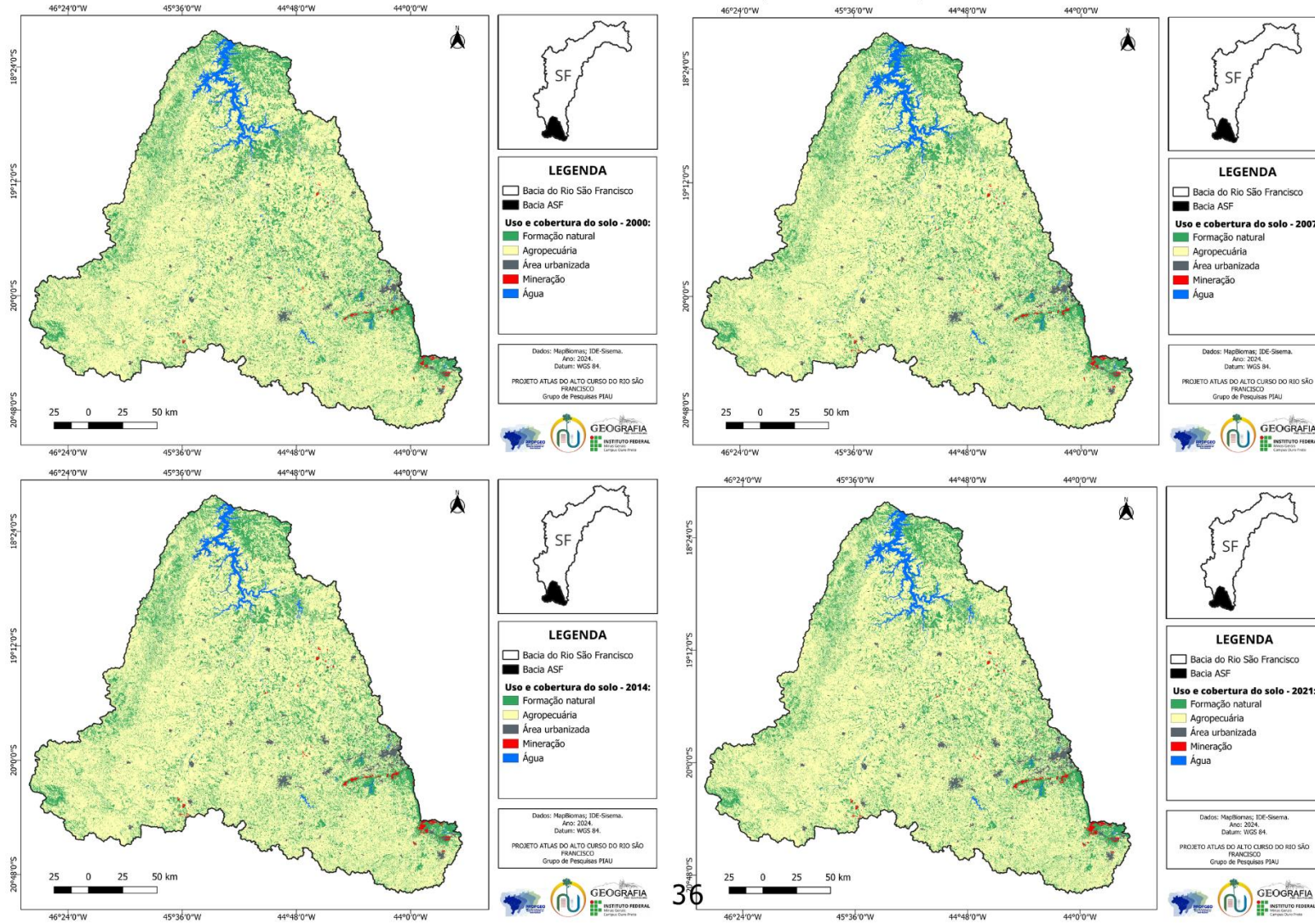
5- ESTÁ EM QUAL MUNICÍPIO?

6- QUAL ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)?

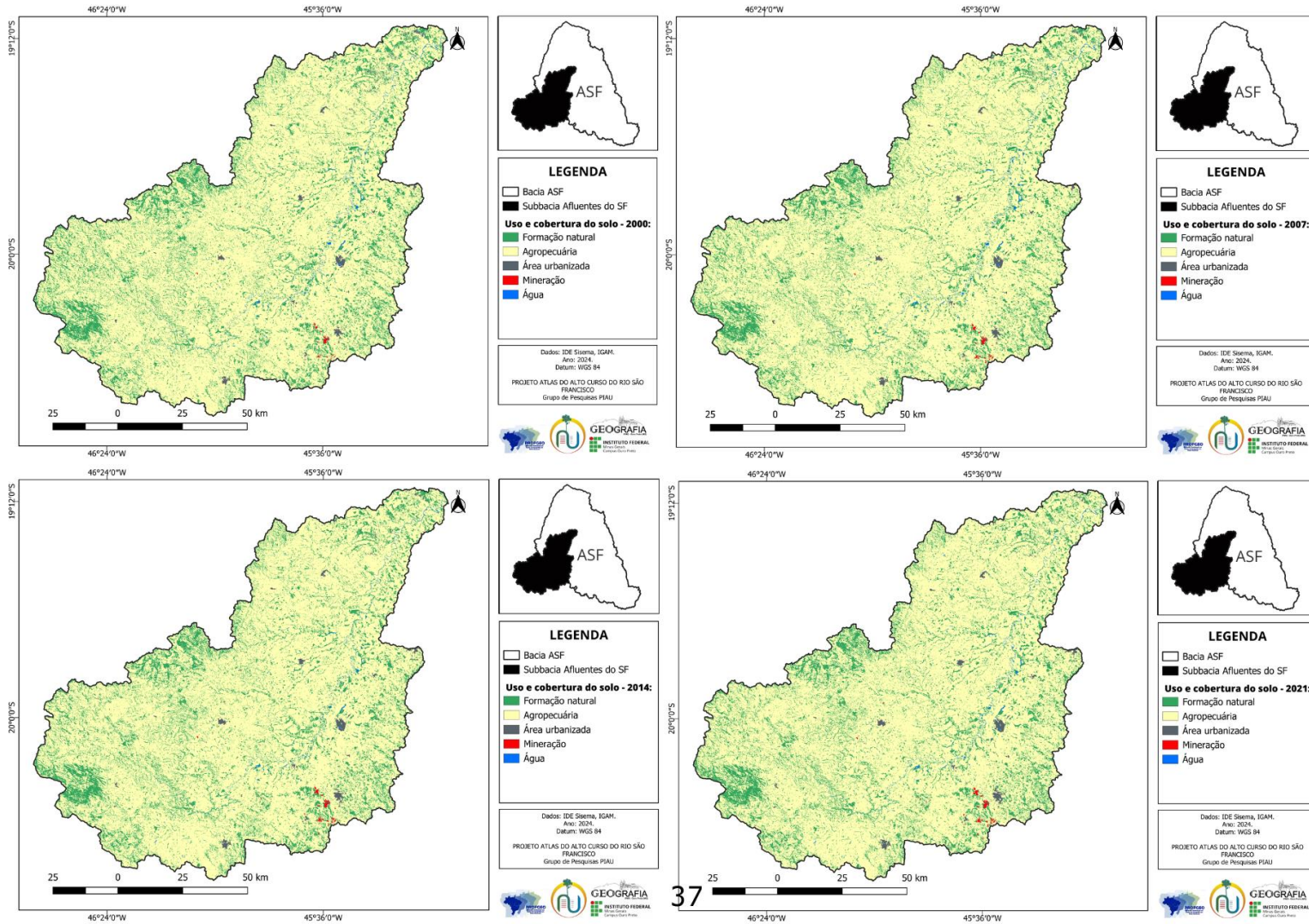
7- E DE CONTAMINAÇÃO POR TÓXICOS (CT)?

<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------

## EVOLUÇÃO TEMPORAL DO USO E COBERTURA DO SOLO - ALTO SÃO FRANCISCO(2000-2021)



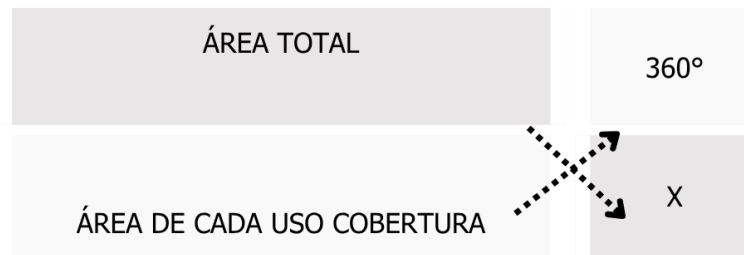
## EVOLUÇÃO TEMPORAL DO USO E COBERTURA DO SOLO - SUBBACIA AFLUENTES DO ALTO SÃO FRANCISCO(2000-2021)



**EVOLUÇÃO DO USO E COBERTURA DO SOLO (1997-2021)**

<b>Uso e Cobertura/Ano</b>	<b>1997</b>	<b>2021</b>
Formação Natural	2.670,538	2.403,541
Agropecuária	11.327,943	11.609,609
Área urbanizada	86,665	98,478
Mineração	6,745	15,008
Água	81,333	46,588

## EXPLORANDO O USO E COBERTURA DO SOLO



H) A FATIA DO GRÁFICO QUE CORRESPONDE A ÁREA URBANIZADA É DE \_\_\_\_°.

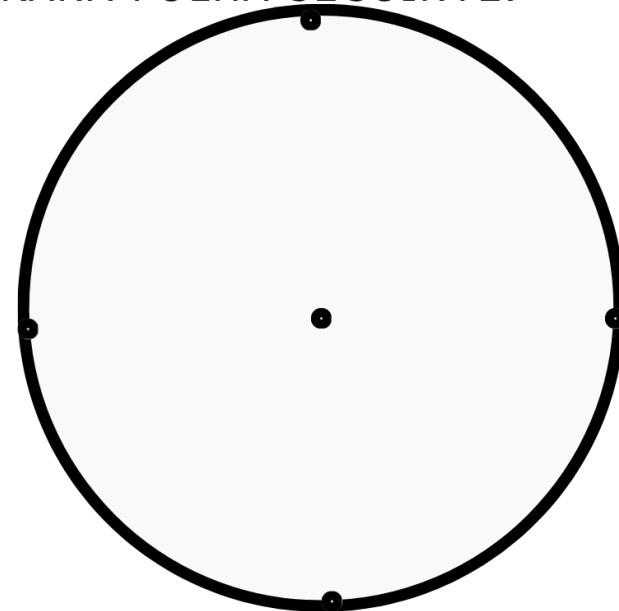
## ANALISANDO O USO E COBERTURA DO SOLO

D) OBSERVE O MAPA DE USO E COBERTURA E A TABELA, INFORMA A ÁREA TOTAL E PREENCHA O GRÁFICO DE SETORES, INDICANDO A FATIA QUE CORRESPONDE AO ESPAÇO UTILIZADO PARA CADA TIPO DE USO OU COBERTURA.

E) PREENCHA A LEGENDA COM OS NOMES DO TIPO DE USO OU COBERTURA.

F) REGISTRE RACIOCÍNIO MATEMÁTICO POR TRÁS DA PORCENTAGEM ENCONTRADA PRA CADA USO E COBERTURANA FOLHA SEGUINTE.

LEGENDA

# REVISÃO E CONCLUSÃO

## 5ª AULA: AVALIAÇÃO E SISTEMATIZAÇÃO

**OBJETIVO:** CONSOLIDAR OS CONHECIMENTOS ADQUIRIDOS NAS AULAS ANTERIORES, PROMOVER A REFLEXÃO CRÍTICA DOS ALUNOS SOBRE O CONTEÚDO ABORDADO E AVALIAR A EFICÁCIA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.

ETAPAS:

### 1. REVISÃO COLABORATIVA:

- INICIE A AULA COM UMA ATIVIDADE DE REVISÃO EM GRUPO, ONDE OS ALUNOS DISCUTEM OS PRINCIPAIS CONCEITOS APRENDIDOS.
- UTILIZE MAPAS CONCEITUAIS OU QUADROS COMPARATIVOS PARA VISUALIZAR AS CONEXÕES ENTRE OS TEMAS ABORDADOS.

### 2. ATIVIDADE AVALIATIVA:

- PROPONHA UMA TAREFA PRÁTICA QUE ENVOLVA A APLICAÇÃO DOS CONHECIMENTOS ADQUIRIDOS, COMO A RESOLUÇÃO DE UM PROBLEMA REAL OU A ELABORAÇÃO DE UM PROJETO.
- INCORPORE CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO CLAROS, ALINHADOS AOS OBJETIVOS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.

### 3. REFLEXÃO CRÍTICA:

- PROMOVA UMA DISCUSSÃO SOBRE AS APRENDIZAGENS OBTIDAS, INCENTIVANDO OS ALUNOS A EXPRESSAREM SUAS PERCEPÇÕES E SUGESTÕES.
- UTILIZE QUESTIONÁRIOS OU RODAS DE CONVERSA PARA COLETAR FEEDBACK QUALITATIVO.

### 4. AUTOAVALIAÇÃO:

- INCENTIVE OS ALUNOS A REFLETIREM SOBRE SEU PRÓPRIO DESEMPENHO E PROGRESSO AO LONGO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.
- FORNEÇA INSTRUMENTOS DE AUTOAVALIAÇÃO QUE PERMITAM IDENTIFICAR PONTOS FORTES E ÁREAS DE MELHORIA.

**TABELA SÍNTESE DOS DADOS FORNECIDOS E  
REFLEXÕES CONSTRUÍDAS.**

ESTAÇÃO	NOME DO RIO/TRECHO	IQA/CT	POSSÍVEIS FONTES POLUIDORAS	SUGESTÃO PARA MELHORIAS

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). HIDROGEOLOGIA DOS AMBIENTES CÁRSTICOS DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO PARA A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: RESUMO EXECUTIVO. BRASÍLIA: ANA, 2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR**. BRASÍLIA, 2018.



















IBGE. **MAPA MUDO-BRASIL**. BRASIL: IBGE, [2024]. DISPONÍVEL EM: [HTTP://GEOFTP.IBGE.GOV.BR/PRODUTOS\\_EDUCACIONAIS/MAPAS\\_MUDOS/MAPAS\\_DO\\_BRASIL/MAPAS\\_NACIONAIS/BRASIL.PDF](http://geoftp.ibge.gov.br/produtos_educacionais/mapas_mudos/mapas_do_brasil/mapas_nacionais/brasil.pdf). ACESSO EM: 29 MAR. 2025.

MAPBIOMAS. PROJETO MAPBIOMAS – COLEÇÃO 2022 DA SÉRIE ANUAL DE MAPAS DE COBERTURA E USO DA TERRA DO BRASIL. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://PLATAFORMA.BRASIL.MAPBIOMAS.ORG](https://plataforma.brasil.mapbiomas.org) ACESSO EM: 22 DE MARÇO DE 2024. DOI: [HTTPS://DOI.ORG/10.58053/MAPBIOMAS/VJIJCL](https://doi.org/10.58053/mapbiomas/vjiijcl)

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. 2018. DISPONÍVEL EM [HTTPS://BRASIL.UN.ORG/PT-BR/SDGS](https://brasil.un.org/pt-br/sdgs). ACESSO EM 15 MAI. 2025.

## AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

1- MARQUE COM UM "X" SUA OPINIÃO(S) SOBRE AS ATIVIDADE(S) DAS QUAIS VOCÊ PARTICIPOU:

ATIVIDADES	OPINIÃO			
				( ) NÃO PARTICIPEI
				( ) NÃO PARTICIPEI
				( ) NÃO PARTICIPEI
				( ) NÃO PARTICIPEI
				( ) NÃO PARTICIPEI
				( ) NÃO PARTICIPEI