



INSTITUTO FEDERAL  
GOIÁS  
Câmpus Anápolis

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS**  
**CÂMPUS ANÁPOLIS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA**  
**MOBILIDADE**

**MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE OCUPAÇÃO IRREGULAR NO RIO DAS ANTAS**  
**E SEUS IMPACTOS NA INFRAESTRUTURA URBANA EM ÁREA DE**  
**PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPs) NO MUNICÍPIO DE ANÁPOLIS/GO.**

**EDUARDO BATISTA ARAÚJO**

**ORIENTADORA: Prof. Me. PATRÍCIA AZEVEDO DOS SANTOS**

**PUBLICAÇÃO:**

**ANÁPOLIS - GO**

**2026**

**EDUARDO BATISTA ARAÚJO**

**MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE OCUPAÇÃO IRREGULAR NO RIO DAS ANTAS  
E SEUS IMPACTOS NA INFRAESTRUTURA URBANA EM ÁREA DE  
PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPs) NO MUNICÍPIO DE ANÁPOLIS/GO.**

Trabalho de Conclusão do Curso II de Engenharia Civil da Mobilidade do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Anápolis, como requisito parcial para conclusão de curso.

Orientadora: Prof. Me. Patrícia Azevedo dos Santos

**ANÁPOLIS, 2026**

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

A663m    Araújo, Eduardo Batista.

Mapeamento das áreas de ocupação irregular no rio das antas e seus impactos na infraestrutura urbana em área de preservação permanente (apps) no município de Anápolis/GO / Eduardo Batista Araújo. – Anápolis: IFG, 2026.

36 f. il. color.

Orientadora: Prof. Me. Patrícia Azevedo dos Santos

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Anápolis – Bacharelado em Engenharia Civil da Mobilidade, 2026.

1. Geoprocessamento. 2. QGIS. 3. Recursos hídricos. 4. Mata ciliar. 5. Uso do solo.

I. Santos, Patrícia Azevedo dos (orient.).

II. Título.

CDD 711.4

## ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Na presente data realizou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE OCUPAÇÃO IRREGULAR NO RIO DAS ANTAS E SEUS IMPACTOS NA INFRAESTRUTURA URBANA EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPs) NO MUNICÍPIO DE ANÁPOLIS/GO.**, sob orientação de Patricia Azevedo dos Santos, apresentado pelo aluno **Eduardo Batista Araujo (20211060130129)** do Curso **Bacharelado em Engenharia Civil da Mobilidade (Câmpus Anápolis)**. Os trabalhos foram iniciados às **14:00** do dia **03/07/2026** pela Professora presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

- **Patricia Azevedo dos Santos** (Presidente)
- **Frederico de Souza Aleixo** (Examinador Interno)
- **Tatiane Guedert Moreira** (Examinadora Externa)

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso, passou à arguição do candidato. Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo aluno, tendo sido atribuído o seguinte resultado:

[ X ] Aprovado

[ ] Reprovado

Nota : 9,0

**Observação / Apreciações:**

Proclamados os resultados pelo presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu **Patricia Azevedo dos Santos** lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Patricia Azevedo dos Santos**, em **03/07/2026 15:21:58** com chave **14344376770c11f196cd005056a537a4**.
- **Frederico de Souza Aleixo**, em **03/07/2026 15:40:13** com chave **a080d4a0770e11f182f4005056a537a4**.
- **Tatiane Guedert Moreira**, em **06/07/2026 13:28:06** com chave **ab064536795711f1a4da005056a537a4**.

Este documento foi emitido pelo SUAP. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse [https://suap.ifg.edu.br/comum/autenticar\\_documento/](https://suap.ifg.edu.br/comum/autenticar_documento/) e informe os dados a seguir.

**Tipo de Documento:** Ata de Projeto Final

**Data da Emissão:** 07/07/2026

**Código de Autenticação:** 35d76a





**INSTITUTO FEDERAL**  
Goiás

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS**

### **TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

#### **Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |                                                                      |                                                         |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Tese                                        | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação                                 | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação                  | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |                                                         |

Nome Completo do Autor: Eduardo Batista Araújo

Matrícula: 20211060130129

Título do Trabalho: MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE OCUPAÇÃO IRREGULAR NO RIO DAS ANTAS E SEUS IMPACTOS NA INFRAESTRUTURA URBANA EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPS) NO MUNICÍPIO DE ANÁPOLIS/GO.

#### **Autorização - Marque uma das opções**

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.  
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.  
☐ Outra justificativa: \_\_\_\_\_

#### **DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Anápolis

, 02 / 08 / 2026.

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS**



Documento assinado digitalmente

EDUARDO BATISTA ARAUJO

Data: 10/08/2026 22:19:05-0300

Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

---

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Dedico a todos que fizeram e fazem parte da minha caminhada, em especial à minha família que sempre me apoiou em todos os momentos, aos meus colegas do curso de Engenharia Civil da Mobilidade, que trilharam essa jornada comigo, e à minha orientadora pelo auxílio na elaboração deste trabalho.

## RESUMO

Este estudo tem como objetivo mapear o Rio das Antas no município de Anápolis, com enfoque nas Áreas de Preservação Permanente (APPs), e observar como essas interagem com seu entorno urbano, especialmente no quesito da proteção de córregos e rios. A pesquisa aponta os impactos decorrentes da supressão e retirada das matas ciliares, os quais incluem processos erosivos, desbarrancamentos, aumento da suscetibilidade a deslizamentos de encostas e maior incidência de enchentes.

A metodologia utilizada fundamenta-se no uso do geoprocessamento. O *software* QGIS foi utilizado para construção da base cartográfica e processamento dos dados a partir de arquivos fornecidos pelo IBGE e Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) no embasamento para delimitação das APPs. Foram realizadas vistorias *in loco* em pontos estratégicos, utilizando uma ficha de inspeção técnica para validar o diagnóstico digital e registrar evidências de processos erosivos, supressão de mata ciliar e descarte de resíduos.

Por fim, esse trabalho tem o intuito de discutir como a área da Engenharia Civil pode contribuir para a resolução e mitigação dessas problemáticas, seja por meio de técnicas como drenagem sustentável, projetos de restauração ambiental, planejamento urbano integrado, e auxílio no desenvolvimento de soluções de infraestrutura que conciliam o crescimento urbano com a preservação e manutenção dos recursos ambientais.

Os resultados confirmaram a presença de ocupações irregulares, o que potencializa os impactos negativos na infraestrutura urbana e intensifica a degradação hídrica e ambiental desses espaços. Concluiu-se que o geoprocessamento é uma ferramenta vital para a gestão pública, e este estudo propôs soluções de Engenharia Civil, como técnicas de drenagem sustentável e projetos de restauração ambiental, visando conciliar o desenvolvimento urbano com a preservação dos mananciais e a segurança da infraestrutura da cidade.

Palavras-chave: Geoprocessamento, QGIS, Recursos Hídricos, Mata Ciliar, Uso do Solo

## ABSTRACT

This study aims to map sections of the Antas River in the municipality of Anápolis, with a focus on Permanent Preservation Areas (PPAs), and to examine how these areas interact with their urban surroundings, particularly regarding the protection of streams and rivers. The research evaluates the impacts resulting from the removal and suppression of riparian vegetation, including erosion processes, riverbank collapse, increased susceptibility to slope failures, and a higher incidence of flooding.

The methodology is based on the use of geoprocessing techniques. The QGIS *software* was employed to build the database using data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), while the Brazilian Forest Code (Law No. 12,651/2012) provided the legal framework for the delimitation of PPAs. Field inspections were conducted at strategic locations using a technical inspection form to validate the digital assessment and document evidence of erosion processes, riparian vegetation suppression, and waste disposal.

Finally, this study seeks to discuss how the field of Civil Engineering can contribute to the resolution and mitigation of these issues through sustainable drainage techniques, environmental restoration projects, integrated urban planning, and the development of infrastructure solutions that reconcile urban growth with the preservation and maintenance of environmental resources.

The results confirmed the presence of irregular occupations, which intensify negative impacts on urban infrastructure and accelerate the hydrological and environmental degradation of these areas. It was concluded that geoprocessing is a vital tool for public management, and this study proposed Civil Engineering solutions, such as sustainable drainage techniques and environmental restoration projects, aimed at reconciling urban development with the preservation of water resources and the safety of the city's infrastructure.

Keywords: Geoprocessing, GIS, Water Resources, Riparian Vegetation, Soil Use

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

|        |                                                    |
|--------|----------------------------------------------------|
| APP    | Área de Preservação Permanente                     |
| IBGE   | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística    |
| LC     | Lei Complementar                                   |
| ARP    | Aeronave Remotamente Pilotada                      |
| SIG    | Sistema de Informação Geográfica                   |
| UTM    | Universal Transverso de Mercator                   |
| SIRGAS | Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas |

## LISTA DE FIGURAS

### FIGURAS

|                    |                                                                                         |    |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1 -</b>  | Localização da bacia do rio das Antas.....                                              | 13 |
| <b>Figura 2 -</b>  | Rio das Antas no Bairro Santa Maria.....                                                | 14 |
| <b>Figura 3 -</b>  | Imagem de Satélite do curso do Rio das Antas, St. Sul Miguel.....                       | 15 |
| <b>Figura 4 -</b>  | Discrepância do traçado da hidrografia do Rio das Antas.....                            | 16 |
| <b>Figura 5 -</b>  | Compatibilização Manual do traçado da hidrografia.....                                  | 16 |
| <b>Figura 6 -</b>  | Recorte Espacial.....                                                                   | 17 |
| <b>Figura 7 -</b>  | Recorte Espacial da área canalizada abaixo do Teatro Municipal e Fórum de Anápolis..... | 18 |
| <b>Figura 8 -</b>  | Recorte Espacial da nascente do Rio das Antas.....                                      | 18 |
| <b>Figura 9 -</b>  | Recorte Espacial em área rural do Rio das Antas.....                                    | 19 |
| <b>Figura 10 -</b> | Recorte Espacial na área urbana do Rio das Antas.....                                   | 19 |
| <b>Figura 11 -</b> | Área de estudo total.....                                                               | 20 |
| <b>Figura 12 -</b> | Ponto de Interesse P 01.....                                                            | 22 |
| <b>Figura 13 -</b> | Ponto de Interesse P 01.....                                                            | 23 |
| <b>Figura 14 -</b> | Pontos de Interesse P 02 e P 03.....                                                    | 23 |
| <b>Figura 15 -</b> | Ponto de Interesse P 02.....                                                            | 24 |
| <b>Figura 16 -</b> | Ponto de Interesse P 03.....                                                            | 24 |
| <b>Figura 17 -</b> | Pontos de Interesse P 04 e P 05.....                                                    | 25 |
| <b>Figura 18 -</b> | Ponto de Interesse P 04.....                                                            | 26 |
| <b>Figura 19 -</b> | Ponto de Interesse P 05.....                                                            | 26 |
| <b>Figura 20 -</b> | Pontos de Interesse P 06 e P 07.....                                                    | 27 |
| <b>Figura 21 -</b> | Ponto de Interesse P 06.....                                                            | 27 |
| <b>Figura 22 -</b> | Ponto de Interesse P 07.....                                                            | 28 |
| <b>Figura 23 -</b> | Pontos de Interesse P 08 e P 09.....                                                    | 28 |
| <b>Figura 24 -</b> | Ponto P 08.....                                                                         | 29 |
| <b>Figura 25 -</b> | Ponto P 09.....                                                                         | 29 |
| <b>Figura 26 -</b> | Fluxograma do trabalho.....                                                             | 30 |

## LISTA DE TABELAS

|                   |                                                                                                           |    |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1 -</b> | Largura mínima .....                                                                                      | 11 |
| <b>Tabela 2 -</b> | Modelo Tabela Parâmetros de diagnóstico ambiental e de infraestrutura urbana nos Pontos de Interesse..... | 21 |
| <b>Tabela 3 -</b> | Tabela Parâmetros de diagnóstico ambiental e de infraestrutura urbana nos Pontos de Interesse.....        | 32 |

## SUMÁRIO

|                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                                                           | <b>6</b>  |
| <b>2. OBJETIVOS .....</b>                                                            | <b>8</b>  |
| 2.1. OBJETIVO GERAL.....                                                             | 8         |
| 2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO .....                                                       | 8         |
| <b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>                                                 | <b>8</b>  |
| 3.1. GEOPROCESSAMENTO .....                                                          | 8         |
| 3.2. SISTEMAS DE COORDENADAS E TRANSFORMAÇÃO DE <i>DATUM</i> .....                   | 10        |
| 3.3. LEGISLAÇÃO .....                                                                | 11        |
| 3.4. IMPORTÂNCIA DAS NASCENTES, APPs E SUA INTERAÇÃO COM O<br>PERÍMETRO URBANO ..... | 12        |
| <b>4. METODOLOGIA .....</b>                                                          | <b>13</b> |
| 4.1. ÁREA DE ESTUDO .....                                                            | 13        |
| 4.2. RIO DAS ANTAS.....                                                              | 14        |
| 4.3. MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE OCUPAÇÃO IRREGULAR NO RIO DAS ANTAS<br>15               |           |
| 4.3.1. <i>Levantamento e Elaboração da Base Cartográfica</i> .....                   | 15        |
| 4.3.2. <i>Compatibilização de Dados para análise do uso e ocupação do solo</i> ..... | 15        |
| 4.3.3. <i>Delimitação das APPs e Identificação de Áreas de Conflito</i> .....        | 17        |
| 4.3.4. <i>Organização dos dados coletados das áreas irregulares</i> .....            | 20        |
| 4.3.5. <i>Diagnóstico in loco e Registro Fotográfico</i> .....                       | 21        |
| 4.4. FLUXOGRAMA.....                                                                 | 30        |
| <b>5. RESULTADOS.....</b>                                                            | <b>31</b> |
| <b>6. CONCLUSÕES .....</b>                                                           | <b>33</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                              | <b>34</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

Os cursos de água são ambientes naturais e culturais, estruturas vivas e, portanto, suscetíveis a transformações. Suas águas correntes têm participação no desenho da paisagem e, logo, o entendimento dos cursos de água por parte dos ocupantes daquele entorno se faz essencial. Os rios e seu complexo funcionamento são responsáveis pela manutenção de vários e diferentes ecossistemas, sendo as margens fluviais ambientes únicos e insubstituíveis tendo uma alta produtividade de matéria orgânica. As funções dos rios foram no decorrer da história, desde fornecimento de água doce para ingestão animal e humana, utilização na irrigação das culturas agrícolas, para funções de transporte e comunicação, até sua utilização como áreas verdes no perímetro urbano, funcionando como corredores e redes de preservação, parques públicos e espaços para lazer (Almeida, 2010).

Historicamente os rios se mostram atrativos para o desenvolvimento de ocupações humanas, no entanto em ambientes urbanos, especialmente naqueles cuja infraestrutura não foi totalmente desenvolvida, os entornos dos cursos d'água são caracterizados como espaços degradados, indesejados. Essa realidade resulta do fato de esses ambientes tornarem-se alternativa para acesso à terra nos centros urbanos para o conjunto cada vez mais numeroso de indivíduos em situação de vulnerabilidade (Almeida, 2010).

As margens dos cursos de água, conhecidas também como Áreas de Preservação Permanente (APPs) têm um grande peso na manutenção dos recursos hídricos, como preservação da biodiversidade, e vegetação nativa, permeabilização do solo, o que facilita a infiltração da água proveniente da chuva no lençol freático, reduzindo os casos de enxurradas que causam assoreamento das margens (Alves, O., 2025). Conforme afirma Sousa (2008), as áreas vegetadas têm papel de interceptar parte da precipitação e facilitar a infiltração da mesma, reduzindo o escoamento superficial, principal agente condicionante das enchentes no perímetro urbano.

No contexto de ocupação irregular em Áreas de Preservação Permanente no município de Anápolis/GO o trabalho realizado por Júnior (2022), aborda os impactos das ações antrópicas nesse cenário, trazendo a importância das nascentes e das APPs e como a proteção desses espaços interfere na manutenção dos nossos recursos hídricos. Foi realizada então, uma análise nesses pontos de interesse, constatando-se que há grandes áreas de ocupação irregular próximas às nascentes na microbacia do córrego Góis.

Do mesmo modo, Alves L. (2019), apresenta a importância dos recursos hídricos no meio urbano, apontando as problemáticas que são agravadas pelas ações antrópicas no espaço, especificamente nas áreas da microbacia do Rio das Antas no município de Anápolis, dentre elas foram apresentadas degradação na qualidade da água, contaminação dos aquíferos, enchentes, inundações e alagamentos. Como proposta de mitigação o autor propõe o redimensionamento de novas aduelas em um trecho crítico da Av. Isidoro Sabino Rodrigues, visando uma melhora no escoamento das águas no período chuvoso.

Apesar da ocupação das áreas que margeiam os rios nos terrenos urbanos, a proteção garantida, conforme a Lei nº 12.651 (Brasil, 2012) deve ser mantida, cujo Artigo 3º define a área de preservação permanente (APP) como área protegida coberta ou não por vegetação nativa exercendo a função de proteção de recursos hídricos, estabilidade geológica, biodiversidade.

A ocupação das APPs no âmbito urbano e rural não só descumpra a normativa do Código Florestal como também traz prejuízos desde o risco de poluição de recursos hídricos a danos na mata ciliar (Brito, 2020), e Santana (2011) também afirma que ocupação irregular em Áreas de Preservação Permanente além de prejudicar a biodiversidade e flora local, pode contribuir para processos erosivos como assoreamento e enchentes, ocasionando inclusive a proliferação de pragas e doenças provocadas pelo lançamento clandestino de resíduos sólidos e líquidos.

Bonome (2013) afirma que a retirada da mata ciliar atuante na proteção do recurso hídrico pode acarretar prejuízos ao meio como erosões, desbarrancamentos e dano a fauna e flora locais, além do descarte de materiais não degradáveis dentro e nas margens dos córregos. Isso se torna ainda mais grave quando se trata de córregos e ribeirões, os quais são utilizados na captação de água para o abastecimento urbano do Município, como é o caso do Ribeirão Piancó, no qual a empresa SANEAGO realiza a captação para posterior tratamento e distribuição de água.

Nesse contexto em que o monitoramento e gestão dos recursos hídricos se faz tão importante é onde se encontra a utilização das geotecnologias, que proporcionam uma geração, armazenamento, manipulação e divulgação de modo rápido, eficiente e preciso de informações. Fazendo-se uso de sensoriamento remoto e Sistema de Informações Geográficas (SIG) no monitoramento, simulação e análise de informações (Leite *et al.*, 2010).

Portanto, a importância deste trabalho está em fornecer embasamento técnico e prático que permita ao engenheiro e outro profissional não apenas realizar o mapeamento de uso

irregular do solo, mas também propor alternativas que mitiguem as problemáticas derivadas dessa situação, como é o caso das erosões, desbarrancamentos, enchentes e outros já mencionados. Com o objetivo final de viabilizar o desenvolvimento urbano integrado que concilie a expansão urbana com a preservação dos recursos ambientais, além de garantir a segurança e bem estar da população.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

O presente trabalho se propõe a realizar o mapeamento das condições atuais das Áreas de Preservação Permanente e casos de ocupação irregular nas margens do Rio das Antas no espaço urbano do município de Anápolis-GO com o auxílio das ferramentas de geoprocessamento, buscando também discutir como ações antrópicas podem impactar negativamente os recursos hídricos e o planejamento urbano, bem como sua influência na área da Engenharia Civil.

### **2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO**

Construir uma base cartográfica digital utilizando o *software* QGIS, com o objetivo de delimitar as faixas de proteção das APPs, de forma precisa e em conformidade com a legislação vigente.

- Identificar as áreas de conflito de uso do solo,
- Analisar se há ou não supressão da mata ciliar e como esta, impacta na infraestrutura urbana, bem como os principais prejuízos decorrentes da má utilização desse recurso.
- Articular conhecimentos da Engenharia para discutir medidas de mitigação das problemáticas identificadas.

## **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1. GEOPROCESSAMENTO**

De acordo com Câmara (2001) o geoprocessamento é compreendido como uma disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o

tratamento de informações geográficas, tecnologia essa que permitiu o armazenamento e representação de dados espaciais que antes eram restritos a documentos e mapas em papel. De forma complementar, Rocha (2000) considera o geoprocessamento como sendo uma tecnologia transdisciplinar a qual utiliza a localização e o processamento dos dados geográficos através da integração de várias disciplinas, equipamentos, programas, dados, metodologias e pessoas para obtenção, tratamento, análise e exibição de informações associadas a mapas digitais georreferenciados.

Sob uma ótica mais atual, Zaidan (2017) situa o geoprocessamento como ramo de atividades integrante da geotecnologia voltada para coleta, entrada, armazenamento, tratamento e processamento de dados. Cujas principais finalidades são a geração de dados georreferenciados, com sua localização na superfície terrestre representada por meio das suas coordenadas.

Diante dessas definições, observa-se que o geoprocessamento possui ampla aplicação em diferentes áreas. Entre seus principais usos, destacam-se os estudos de fenômenos ambientais, como desmatamento, erosão, inundação; estudo de ambientes alterados por ações antrópicas (Florenzano, 2002). Gestão ambiental, planejamento urbano a nível municipal; estudo ambiental, na detecção de focos de queimadas/incêndios, planejamento estratégico de negócios, agronegócio e serviços públicos de saneamento, energia elétrica e telecomunicações (Rosa, 2013). Em todas essas áreas se faz necessária a utilização do Geoprocessamento no mapeamento, monitoramento, planejamento, organização de dados e processamento de informações, etapas que não só facilitam o objetivo da tarefa como também proporcionam uma maior facilidade e precisão.

É possível então notar sua utilização em análises de Áreas de Preservação Permanente, como foi o caso dos trabalhos de Silveira B. (2021) que utiliza a ferramenta ARP (Aeronave Remotamente Pilotada) juntamente com ferramentas de geoprocessamento no estudo dos dados e análise de uso e ocupação de solo constatou-se um grande índice de edificações e prédios públicos dentro de APPs, cujo impacto negativo no ambiente pode ser também observado. Já no trabalho de Vieira (2025) foram utilizadas tecnologias aliadas ao sensoriamento remoto e SIG para análise, constatando-se conflitos nas áreas de interesse. Júnior (2022) também tratou e processou com auxílio do *software* QGIS, imagens de satélite das nascentes do córrego Góis, e mapas georreferenciados, para então realizar uma análise das regiões em torno das nascentes e APPs.

### 3.2. SISTEMAS DE COORDENADAS E TRANSFORMAÇÃO DE *DATUM*

A localização precisa de pontos sobre a superfície terrestre fundamenta-se nos sistemas de coordenadas, os quais são tradicionalmente definidos pelas grandezas angulares de latitude e longitude. Segundo Fitz (2008) referência a latitude representa a distância angular em relação ao plano do equador, a longitude refere-se ao ângulo formado entre o ponto analisado e um meridiano de origem, geralmente o de Greenwich.

No contexto do geoprocessamento essa representação busca minimizar erros decorrentes da esfericidade da Terra ao projetar dados em uma superfície plana, tornando indispensável o uso de superfícies de referência, conhecidas como *Datum*, e sistemas de projeção como o UTM.

Em algumas situações se faz necessária a conversão de coordenadas geodésicas para planas, sendo essencial para alinhar camadas de mapas, garantindo uma maior precisão. Essas transformações são realizadas através de *softwares* e ferramentas de geoprocessamento.

Em busca de representar a forma terrestre em uma superfície plana que Silva (1997 *apud* Rocha, 2000) propôs uma solução em três etapas.

- Primeiro adota-se uma superfície esférica como referência (*Datum*), na qual serão projetados os pontos medidos na superfície terrestre.
- Após esse procedimento cria-se uma relação matemática que permite transformar a superfície de referência esférica em plana.
- Por fim é estabelecido um sistema de coordenadas plano, e selecionada uma escala que permita a representação da superfície em dimensões reduzidas.

Sendo o Sistema de Projeção UTM o mais utilizado no Brasil, em trabalhos e levantamentos.

Rubira (2016) também aborda este tópico, discutindo a importância dos sistemas na execução bem sucedida do cadastramento de trabalhos que utilizam do geoprocessamento no objetivo de mapear, demarcar unidades político administrativas, obras de engenharia, regulamentação fundiária, limitação territorial de imóveis urbanos dentre outros. Evitando várias problemáticas como a sobreposição de áreas, trazendo assim benefícios como compatibilidade de informações e maior confiabilidade dos resultados.

### 3.3. LEGISLAÇÃO

O Código Florestal ([Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012](#)) institui as Áreas de Preservação Permanente como áreas sensíveis a ações antrópicas, legalmente protegidas sendo em ambientes urbanos, rurais cobertos ou não pela vegetação nativa.

A aludida Lei de 2012, em seu artigo 3º, inciso II, define APP como: (Brasil, 2012, n.p.):

[...] área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Quanto à largura das APPs o artigo 4º da Lei de 2012 - Código Florestal apresenta medidas padrão a depender da largura do curso de água em questão, assim como apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1** - Largura mínima das APPs.

| Largura curso de água (m) | Largura mínima a ser preservada (m) |
|---------------------------|-------------------------------------|
| < 10                      | 30                                  |
| 10 a 50                   | 50                                  |
| 50 a 200                  | 100                                 |
| 200 a 600                 | 200                                 |
| > 600                     | 500                                 |

Fonte: Lei nº 12.727

A largura mínima para as APPs também é abordada na Lei Complementar (LC Nº 349 Anápolis, 2016. Art.147).

Largura mínima para faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente:

30 m (trinta metros) para cursos d'água com largura menor que 10 m (dez metros).

50 m (cinquenta metros) para cursos d'água com largura maior que 10 m (dez metros).

50 m (cinquenta metros) no entorno das nascentes e nos chamados olhos d'água.

Estes valores foram utilizados em trabalhos como o de Júnior (2022), que os considerou a metragem indicada na lei de zoneamento urbano do município de Anápolis, como critério de medida para confecção dos buffers, cujos valores estão em conformidade com a Lei Federal nº

12.651/2012 (Código Florestal) e Lei Municipal nº 349, estabelecendo raios de proteção mínimos de 30 metros para os cursos d'água e 50 metros para nascentes em perímetro urbano. Já o trabalho de Silveira D. (2015) utilizou da Lei Complementar nº 128, art.35 de 2006 que delimita ainda a faixa mínima a ser considerada em trechos canalizados como sendo de 15 metros.

### 3.4. IMPORTÂNCIA DAS NASCENTES, APPs E SUA INTERAÇÃO COM O PERÍMETRO URBANO

As nascentes são elementos muito importantes para a manutenção da dinâmica fluvial, visto que marcam a passagem da água subterrânea para a superfície, processo de exfiltração. Contudo essa água subterrânea tem uma movimentação mais lenta que a superficial sendo assim, melhor distribuída no tempo. Ao atingirem os aquíferos esse volume de água é redistribuído à superfície por fluxos subterrâneos, cujo trânsito não é interrompido mesmo diante de estiagens prolongadas, uma vez que tem uma alimentação constante proporcionada pelos aquíferos. Originando assim os rios perenes, sendo esse o papel de maior importância das nascentes para com os sistemas fluviais, a manutenção dos fluxos dos rios e córregos, inclusive durante períodos de seca (Felippe, 2009).

Assim é de suma importância analisar e evitar possíveis agentes degradadores das nascentes e suas respectivas APPs. Como abordado por Silva (2024), que identifica a urbanização não planejada e consequente ocupação das APPs de nascentes como responsáveis pela degradação desses ambientes sensíveis. Cabendo aos gestores públicos o papel de proteger, fiscalizar e restaurar caso necessário as áreas de nascentes para garantir a manutenção dos serviços de oferta de água, bem como a regulação do ciclo hidrológico e do clima local.

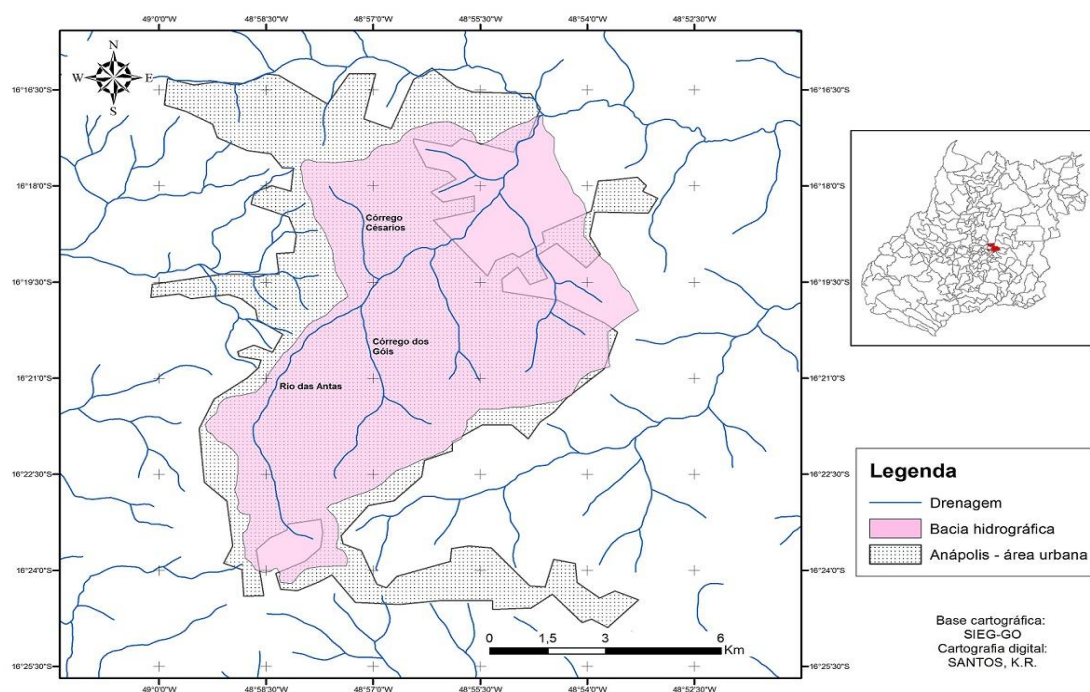
Segundo Gomes *et al.* (2006) a proximidade com edificações é um dos principais agentes influenciadores de impactos negativos nas nascentes, visto que a presença de muitos efeitos negativos como retirada da vegetação nativa, deposição de lixo e entulho, presença de materiais flutuantes, óleos e espumas tem como pré-requisito presença humana próxima do local.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1. ÁREA DE ESTUDO

De acordo com Silveira D. (2015), o município de Anápolis está situado numa região com extensa rede de canais naturais e nascentes, que integram a região hidrográfica das Bacias Araguaia-Tocantins e Paraná. Território favorecido por solos com elevada qualidade agrícola e uma extensa quantidade de ribeirões e córregos formadores dos pontos iniciais de drenagem e nascentes dos rios pertencentes às bacias do Rio Piancó, Caldas, João Leite, Rio Padre Souza e Rio das Antas. Dentre os quais o Rio das Antas (Figura 1) se destaca como o maior contribuinte para o surgimento da cidade.

**Figura 1** - Localização da bacia do rio das Antas até sua confluência com o córrego Reboleiras.



**Fonte:** SIEG-GO (2016)

#### 4.2. RIO DAS ANTAS

O Rio das Antas (Figura 2), objeto de estudo, se encontra dentro do bioma Cerrado na região Centro-Oeste, cuja nascente está localizada na parte sul da cidade percorrendo o município em quase toda sua extensão, havendo vários córregos tributários como Góis, João Cesário e Água Fria. Tendo grande contribuição na história e formação do município (Ferreira, 2009).

**Figura 2** - Rio das Antas no Bairro Santa Maria.



Fonte: Autor, 2026

Segundo Corrêa (2005) inúmeros bairros foram implantados ao longo do Rio das Antas sem a infraestrutura básica de rede de esgoto doméstica, contribuindo para um aumento nas ligações clandestinas ao esgotamento público de águas pluviais e fossas negras, fatores que colaboram com a degradação das águas do curso de água. Sendo importante também pontuar a participação do crescimento das edificações no assoreamento de vários trechos, potencializados pela retirada das matas ciliares comprometendo a qualidade, volume e profundidade das águas.

### 4.3. MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE OCUPAÇÃO IRREGULAR NO RIO DAS ANTAS

O mapeamento das áreas de ocupação irregular nas áreas de preservação permanente do Rio das Antas fundamentou-se no uso do geoprocessamento e posterior análise. A metodologia foi estruturada para identificar o descumprimento dos limites das APPs e diagnosticar os impactos dessa ocupação na infraestrutura da cidade. O processo foi dividido em quatro etapas operacionais, interligadas pela análise com o SIG (Sistema de Informação Geográfica), conforme detalhado nos tópicos subsequentes.

#### 4.3.1. Levantamento e Elaboração da Base Cartográfica

Com o auxílio do *software* QGIS a base de dados do trabalho foi montada pela combinação de camadas vetoriais município e hidrografia, fornecidas pelo IBGE (2022). Já os dados cadastrais, quadras e rede hidrográfica detalhada disponibilizados pelo arquivo digital da Prefeitura de Anápolis (2016) não estavam georreferenciados e, portanto, não puderam ser utilizados. Para obedecer ao sistema de referência utilizado no Brasil, os dados foram transformados do sistema de coordenadas geodésicas para o sistema de projeção UTM e *Datum* SIRGAS 2000, permitindo a aplicação precisa da ferramenta de *buffer* para a delimitação das faixas de proteção em metros.

#### 4.3.2. Compatibilização de Dados para análise do uso e ocupação do solo

Com o auxílio de complementos como o *QuickMapServices* e Google Satélite, obtemos acesso a imagens de satélite de alta resolução espacial assim como destacado na Figura 3.

**Figura 3** – Imagem de Satélite do curso do Rio das Antas, St. Sul Jamil Miguel.



Fonte: (Autor, 2026)

Ocorreram discrepâncias entre a feição da hidrografia e a situação real observada nas imagens, em razão da escala dos arquivos do IBGE ser 1:100.000, como demonstra a Figura 4.

**Figura 4** – Discrepância do traçado da hidrografia do Rio das Antas.



Fonte: (Autor, 2026)

Foi então realizada a compatibilização manual das feições com ferramenta de edição de vértices do QGIS, como apresentado na Figura 5, garantindo a maior coerência com o traçado real do Rio das Antas e as possíveis ocupações urbanas no local.

**Figura 5** – Compatibilização manual do traçado da hidrografia.

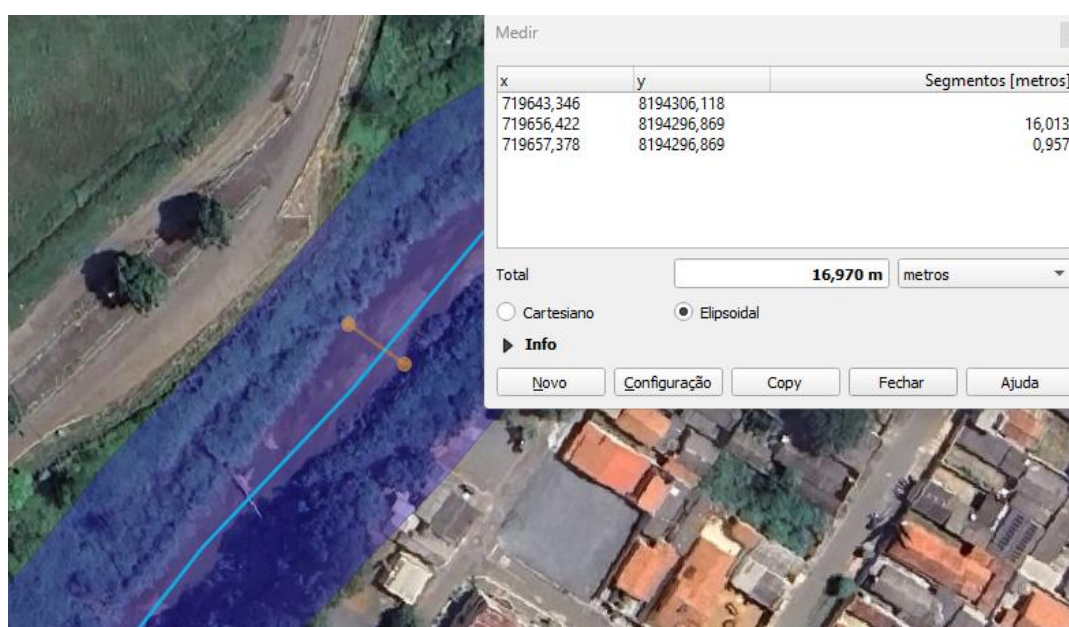


Fonte: (Autor, 2026)

### 4.3.3. Delimitação das APPS e Identificação de Áreas de Conflito

As APPs foram criadas mediante geração de *buffers*, utilizando a distância de 30 m, em conformidade com a Lei Federal nº 12.651/2012 (Código Florestal) e a Lei Municipal nº 349, estabelecendo que a média da largura do rio é de 10 metros, visto que quando foi realizada a medição este teve dimensões que variaram de 5m para 20m em alguns pontos escolhidos do curso d'água em perímetro urbano, conforme demonstrado na Figura 6.

**Figura 6** – Recortes Espaciais.



Fonte: (Autor, 2026)

Já em trechos canalizados foi considerada a faixa mínima de 15 metros, critério segundo a Lei Complementar nº 128, art.35, Figura 7, que se encontra ao lado da Avenida Brasil Sul, e cujo trecho específico passa abaixo do Teatro Municipal e Fórum de Anápolis.

**Figura 7** – Recorte Espacial da área canalizada abaixo do Teatro Municipal e Fórum de Anápolis.



Fonte: (Autor, 2026)

Foi também identificado, assim, como ilustra a Figura 8 a nascente do Rio das Antas com sua respectiva Área de Preservação Permanente de raio equivalente a 50 metros.

**Figura 8** – Recorte Espacial da nascente do Rio das Antas.



Fonte: (Autor, 2026)

A identificação das áreas de conflito foi realizada pela observação das áreas delimitadas pelo buffer da APP, sendo esses Recortes Espaciais ao longo do traçado do Rio das Antas com dimensões de áreas correspondentes as Áreas de Preservação previamente definidas.

Com a camada de referência do Google Satélite, possibilitando o diagnóstico visual da ocorrência de ações antrópicas, como a presença de edificações, descarte irregular de resíduos e a supressão da vegetação nativa dentro dos limites protegidos. Assim como demonstrado nas Figuras 9 e 10.

**Figura 9** – Recorte Espacial em área rural do Rio das Antas.



Fonte: (Autor, 2026)

**Figura 10** – Recorte Espacial na área urbana do Rio das Antas.



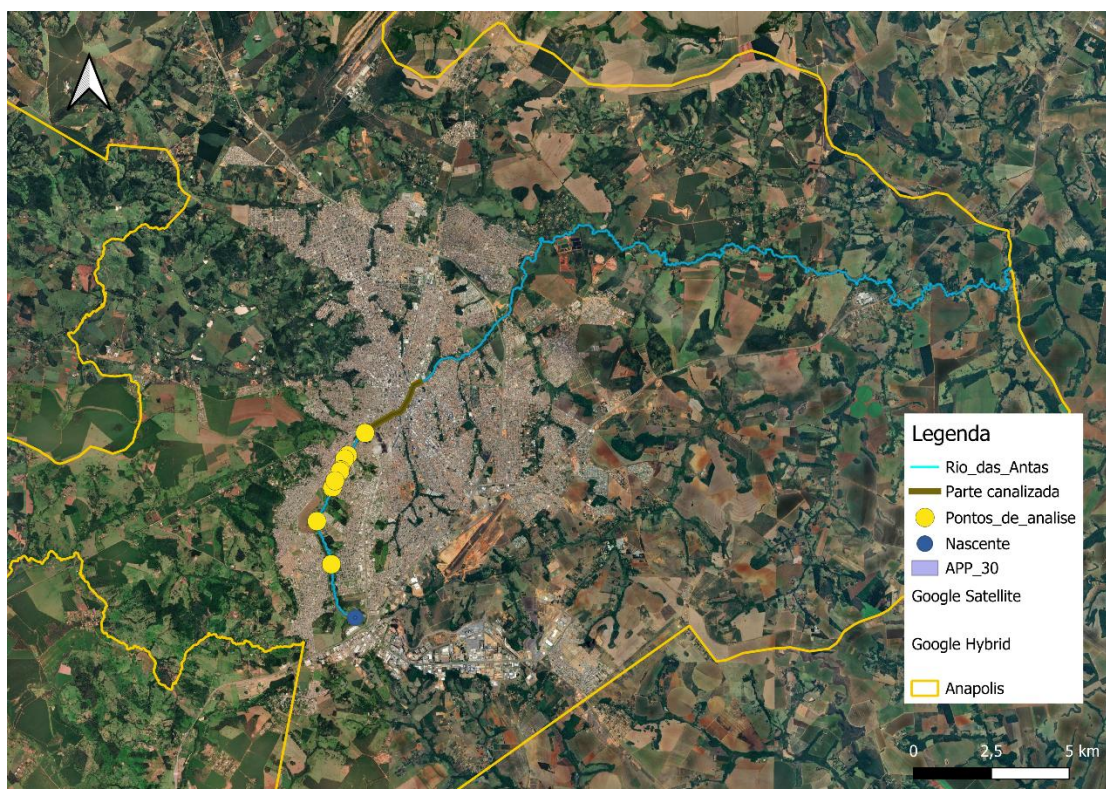
Fonte: (Autor, 2026)

#### 4.3.4. Organização dos dados coletados das áreas irregulares

Após a geração dos buffers das APPs, os dados foram organizados para o diagnóstico do uso e ocupação do solo na microbacia do Rio das Antas. Nesta etapa, por meio do *software* QGIS, foram realizadas análises visuais que permitiram identificar trechos em conformidade com a legislação e pontos com indícios de irregularidades, como supressão de vegetação e impermeabilização das margens.

Essa triagem digital foi fundamental para a seleção estratégica de nove locais de interesse P 01 a P 09 para a realização das vistorias de campo. A escolha desses pontos buscou abranger diferentes localidades com indícios de descumprimento das Áreas de Preservação Permanente (APPs), desde áreas com descarte de resíduos urbanos e supressão da vegetação nativa até locais com invasão física por comércios e infraestruturas públicas. Para consolidar esse planejamento, foi elaborada a Figura 11, que espacializa o traçado do Rio das Antas e a localização exata dos pontos destinados ao diagnóstico *in loco*, servindo como guia técnico para a etapa subsequente de validação.

**Figura 11** – Área de estudo total.



Fonte: (Autor, 2026)

#### 4.3.5. Diagnóstico *in loco* e Registro Fotográfico

Finalizada a fase de mapeamento digital foram então realizadas visitas *in loco* nos pontos críticos identificados. Para documentar as irregularidades foi montado um relatório fotográfico ilustrando os impactos antrópicos observados, como supressão de vegetação, ocorrência de processos erosivos ativos, presença de resíduos sólidos e entulhos de construção civil. Por fim foi elaborado um Checklist como demonstrado na Tabela 2 com intuito de sistematizar a caracterização de cada local, permitindo registrar parâmetros qualitativos como coloração da água, presença de lixo ao redor, proximidade de equipamentos urbanos, fornecendo embasamento para proposição de medidas mitigadoras voltadas para o ramo da Engenharia Civil.

**Tabela 2** – Modelo Tabela Parâmetros de diagnóstico ambiental e de infraestrutura urbana nos Pontos de Interesse.

| Parâmetro                        | P 01 | P 02 e P 03 | P 04 e P 05 | P 06 | P 07 | P 08 | P 09 |
|----------------------------------|------|-------------|-------------|------|------|------|------|
| <b>Cor de Água</b>               |      |             |             |      |      |      |      |
| <b>Lixo ao redor</b>             |      |             |             |      |      |      |      |
| <b>Usos</b>                      |      |             |             |      |      |      |      |
| <b>Cobertura Vegetal/Natural</b> |      |             |             |      |      |      |      |
| <b>Acesso</b>                    |      |             |             |      |      |      |      |
| <b>Equipamentos Urbanos</b>      |      |             |             |      |      |      |      |
| <b>Somatória</b>                 |      |             |             |      |      |      |      |

Fonte: (Autor, 2026)

**Cor de Água:** 1 – Escura, 2 – Clara, 3 – Transparente.

**Lixo:** 1 – Muito, 2 – Pouco, 3 – Não há.

**Usos:** 1 – Constante, 2 – Esporádico, 3 – Não há.

**Cobertura Vegetal:** 1 – Não há, 2 – Alterada, 3 – Presente.

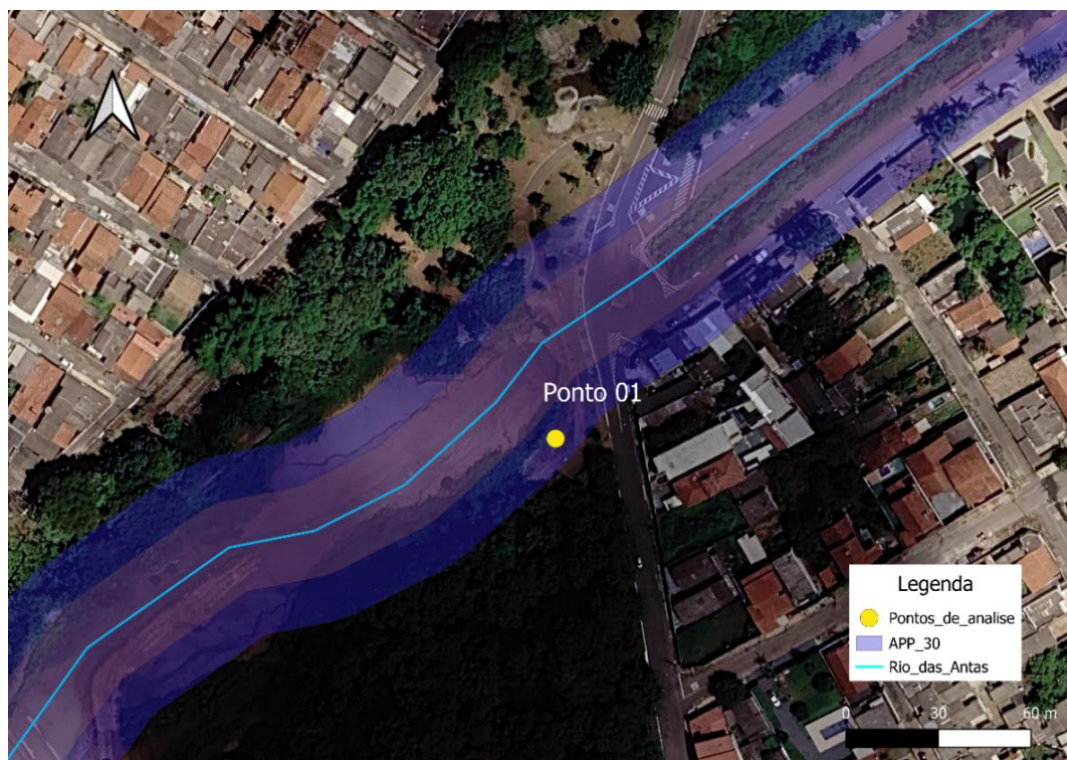
**Acesso:** 1 – Fácil, 2 – Difícil, 3 – Não há.

**Equipamentos Urbanos:** 1 - (< 30m), 2 – (30 – 50m), 3 – (> 50m)

### Ponto P 01

Foi selecionado como primeiro ponto de interesse, fazendo em vista sua proximidade e fácil acesso, além de conter pontos nas margens que apresentam ausência de vegetação nativa. Situado no Central Parque na Av. Divino Pai Eterno, Vila Góis.

**Figura 12** – Ponto de Interesse P 01.



Fonte: (Autor, 2026)

No local foi observado que se trata do Central Parque, com vegetação e gramíneas na margem, e solo no leito do rio indicando um possível processo de assoreamento como demonstrado na Figura 13.

**Figura 13** – Ponto de Interesse P 01.

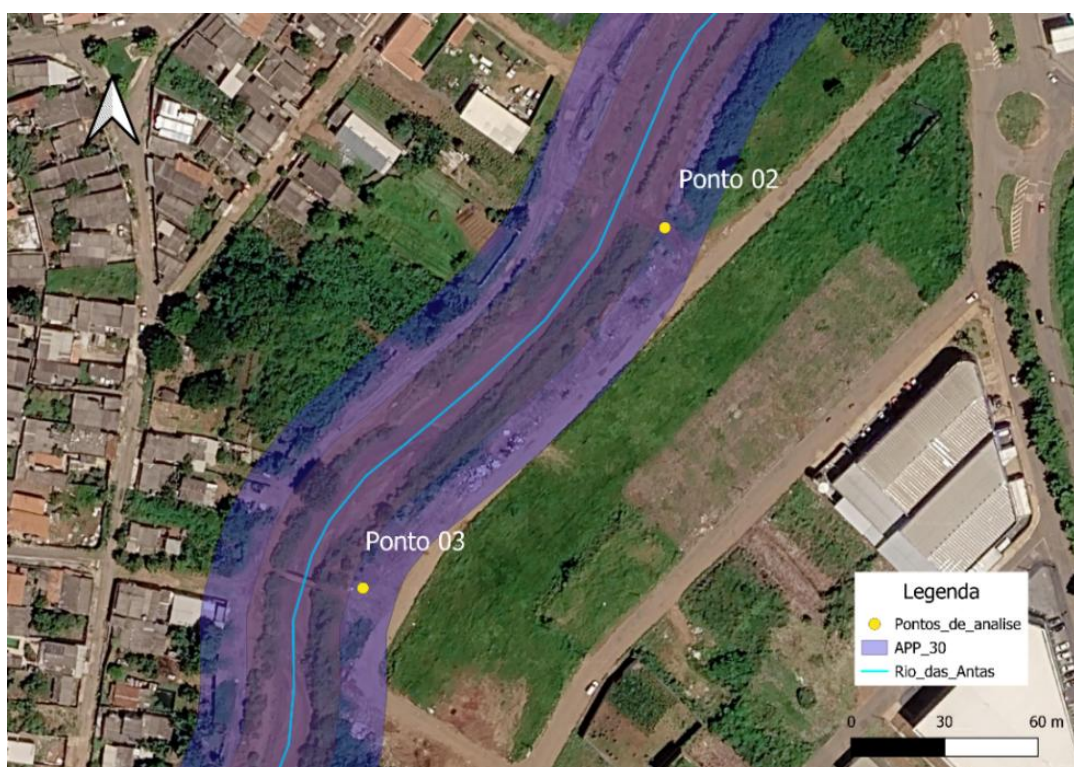


Fonte: (Autor, 2026)

### **Pontos P 02 e P 03**

Os pontos próximos à Av. Pres. José Sarney St. Sul Jamil Miguel foram selecionados como possíveis interesses devido a presença de vias de acesso ao lado e através do rio das Antas, além da clara ausência de vegetação às margens do mesmo.

**Figura 14** – Pontos de Interesse P 02 e P03.



Fonte: (Autor, 2026)

No Ponto de Interesse P 02 foi observada a presença de lixos e resíduos de construção civil, bem como restos de lixo doméstico próximos às margens, além da esparsa presença de vegetação nativa.

**Figura 15** – Ponto de Interesse P 02.



Fonte: (Autor, 2026)

No Ponto de Interesse P 03 assim como foi identificado no P 02 encontrou-se a presença de lixos e resíduos de construção civil, lixo doméstico, móveis dentre outros ainda mais próximos às margens, ainda sendo a presença de vegetação quase nula além de demonstrar um intenso tráfego de veículos e pessoas na região.

**Figura 16** – Ponto de Interesse P 03.

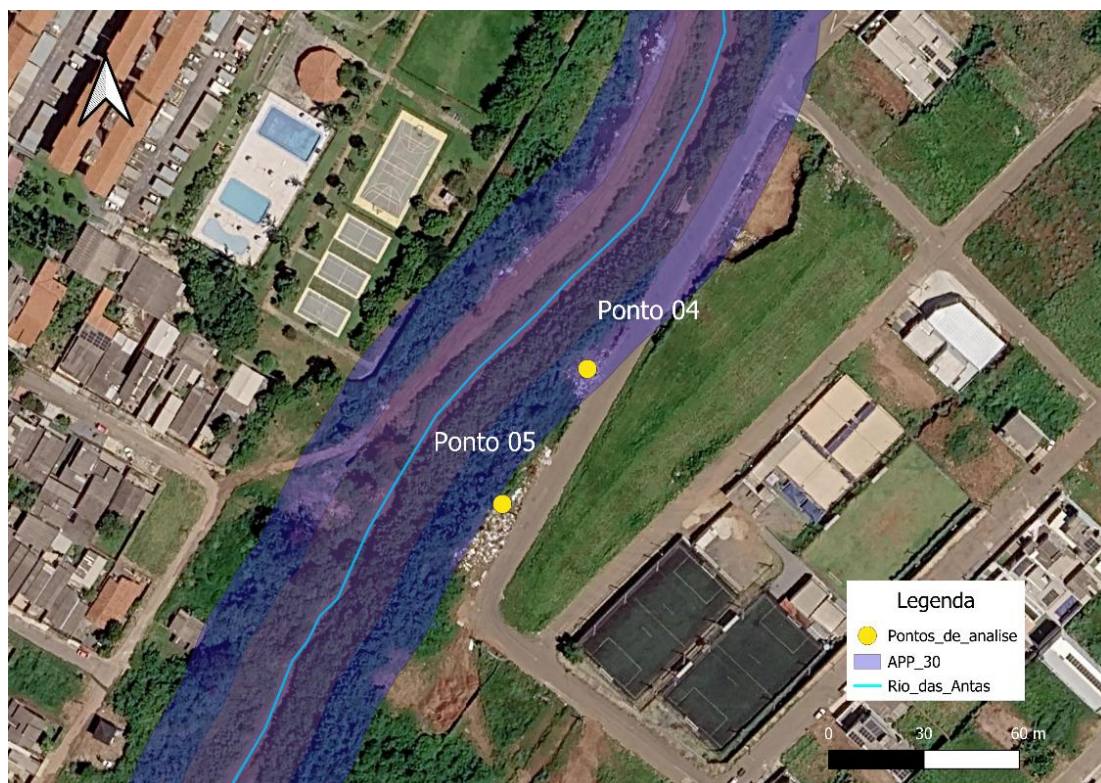


Fonte: (Autor, 2026)

### Pontos P 04 e P 05

Os pontos 04 e 05 foram escolhidos pela visível presença de lixo nas margens próximas, além do intenso tráfego nas vias de acesso. Ao lado da rua R. Jm-052, St. Sul Jamil Miguel.

**Figura 17** – Pontos de Interesse P 04 e P05.



Fonte: (Autor, 2026)

No Ponto de Interesse P 04 foi observada a presença de resíduos sólidos dentro do próprio rio, em um ponto onde o leito já se encontrava assoreado, contudo, devido à vegetação alta não foi possível uma observação mais próxima da situação e registro fotográfico.

**Figura 18** – Ponto de Interesse P 04.



Fonte: (Autor, 2026)

No Ponto de Interesse P 05 este muito próximo ao P 04 também se encontrava na mesma situação, contudo com o acúmulo de resíduos nas margens as quais deveriam ser protegidas, privando o local de sua vegetação nativa, retirando um dos elementos protetores desse recurso hídrico ao mesmo tempo em que agredem aquele ambiente.

**Figura 19** – Ponto de Interesse P 05.

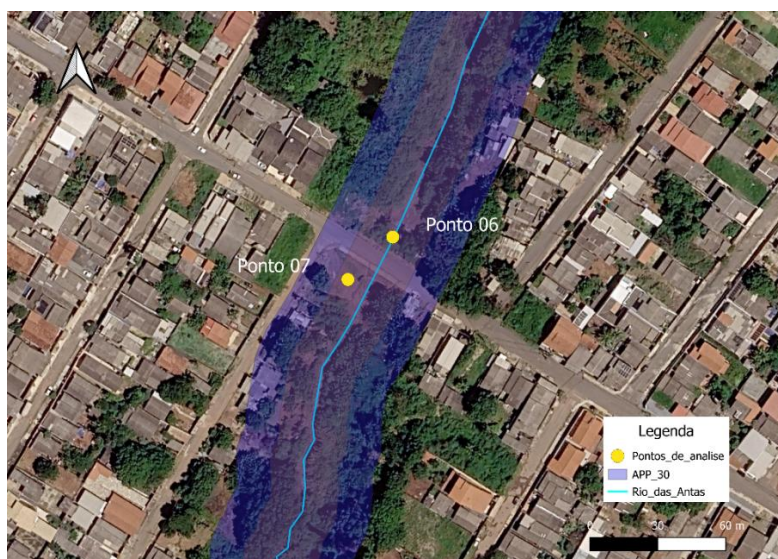


Fonte: (Autor, 2026)

### Pontos P 06 e P 07

Foram observados esses locais no trajeto do próprio autor e era visível a invasão das Áreas de Preservação por um comércio na R. José Martins de Brito, St. Res. Pedro Ludovico.

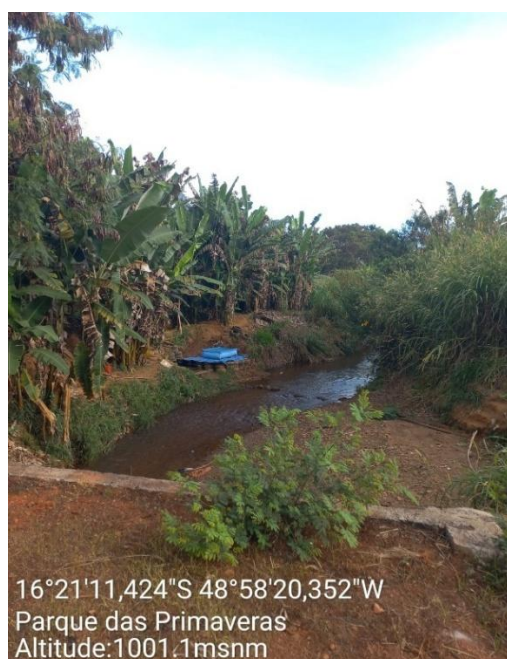
**Figura 20** – Pontos de Interesse P 06 e P07.



Fonte: (Autor, 2026)

No Ponto de Interesse P 06 há uma clara situação de invasão por parte de moradores locais, havendo modificações claras na vegetação e solo nativo, com o plantio de diferentes espécies e instalação de infraestruturas como uma piscina infantil às margens.

**Figura 21** – Ponto de Interesse P 06.



Fonte: (Autor, 2026)

No Ponto de Interesse P 07 há novamente uma situação de descarte irregular de resíduos sólidos urbanos às margens do Rio das Antas, além de uma supressão significativa da mata ciliar e compactação do solo pelo tráfego na região, o que prejudica ainda mais a capacidade de infiltração da região.

**Figura 22** – Ponto de Interesse P 07.

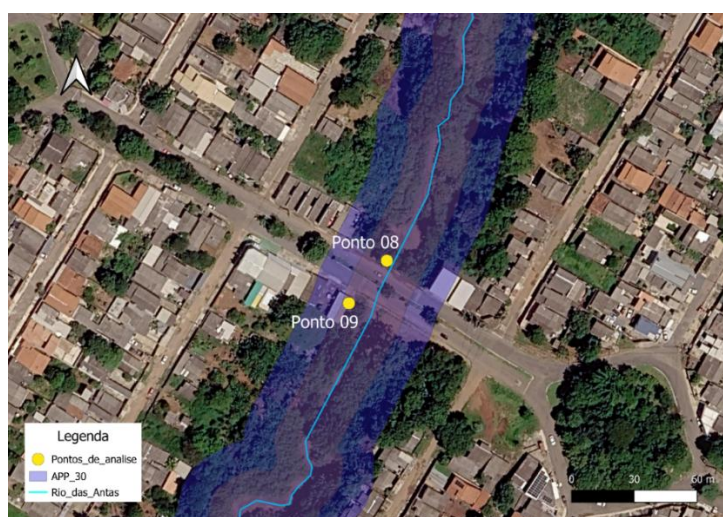


Fonte: (Autor, 2026)

### **Pontos P 08 e P 09**

Foram escolhidos dois pontos de interesse próximos na Av. Isidoro Sabino Rodrigues, devido a visível presença de edificações na Área de Preservação Permanente.

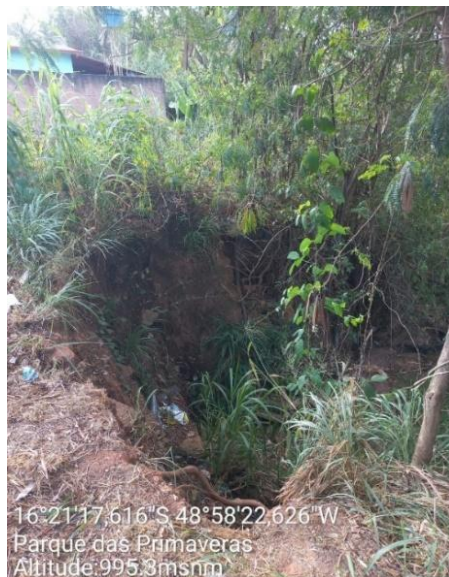
**Figura 23** – Pontos de Interesse P 08 e P 09.



Fonte: (Autor, 2026)

No Ponto de Interesse P 08 foi observada pouca presença de lixo e resíduos urbanos, contudo houve uma situação preocupante de desbarrancamento das margens onde houve modificação na vegetação nativa, além de movimentação de pessoas na região.

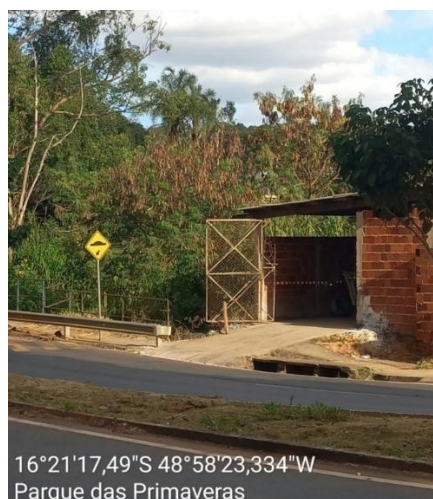
**Figura 24** – Ponto P 08.



Fonte: (Autor, 2026)

No último Ponto de Interesse analisado, P 09, foi observada a presença de uma edificação comercial instalada dentro da Área de Preservação Permanente.

**Figura 25** – Ponto P 09.

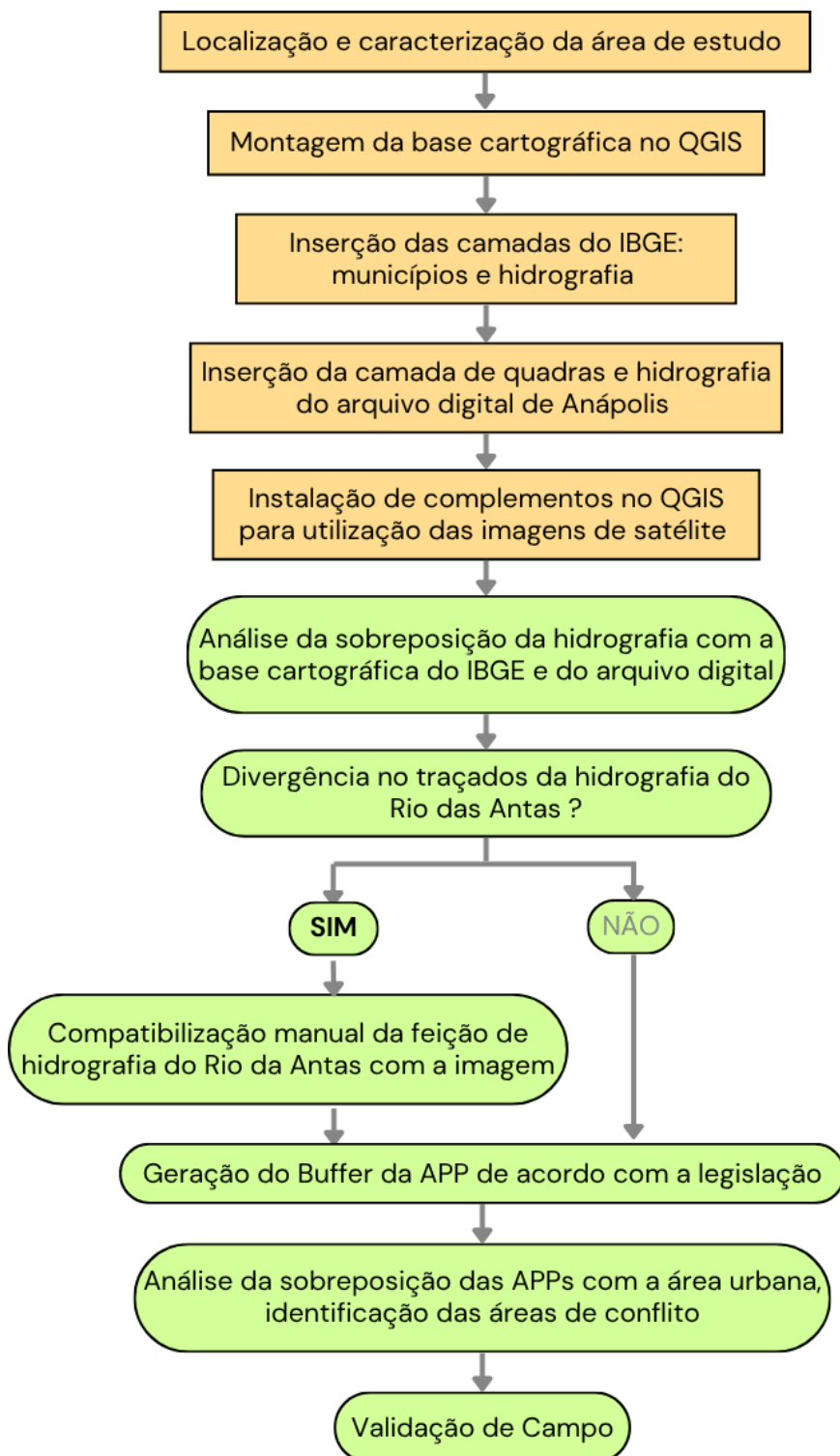


Fonte: (Autor, 2026)

#### 4.4. FLUXOGRAMA

O Fluxograma abaixo mostra as etapas do trabalho, indicando a ordem de execução de cada segmento, facilitando a organização do mesmo.

**Figura 26** - Fluxograma do trabalho.



Fonte: Autor 2026

## 5. RESULTADOS

A análise geoespacial realizada no *software* QGIS, integrada às vistorias de campo, confirmou que o crescimento urbano acelerado do município de Anápolis ocorreu em descompasso com as limitações ambientais do Rio das Antas. Identificou-se pontos de ocupação antrópica nas Áreas de Preservação Permanente (APPs), onde a supressão da mata ciliar e a impermeabilização do solo elevaram criticamente o escoamento superficial, sobrecarregando os sistemas de drenagem urbana.

Os dados obtidos através das visitas *in loco* e elaboração das Fichas de Inspeção Tabela 3 revelaram padrões de degradação distintos.

**Tabela 3** – Parâmetros de diagnóstico ambiental e de infraestrutura urbana nos Pontos de Interesse.

| Parâmetro                        | P 01 | P 02 e P 03 | P 04 e P 05 | P 06 | P 07 | P 08 | P 09 |
|----------------------------------|------|-------------|-------------|------|------|------|------|
| <b>Cor de Água</b>               | 2    | 2           | 2           | 2    | 2    | 2    | 2    |
| <b>Lixo ao redor</b>             | 3    | 1           | 1           | 2    | 1    | 2    | 2    |
| <b>Usos</b>                      | 1    | 1           | 1           | 1    | 1    | 2    | 1    |
| <b>Cobertura Vegetal/Natural</b> | 2    | 1           | 2           | 2    | 2    | 2    | 1    |
| <b>Acesso</b>                    | 1    | 1           | 1           | 1    | 1    | 1    | 1    |
| <b>Equipamentos Urbanos</b>      | 2    | 1           | 1           | 1    | 1    | 1    | 1    |
| <b>Somatória</b>                 | 11   | 7           | 8           | 8    | 8    | 8    | 7    |

Fonte: (Autor, 2026)

**Cor de Água:** 1 – Escura, 2 – Clara, 3 – Transparente.

**Lixo:** 1 – Muito, 2 – Pouco, 3 – Não há.

**Usos:** 1 – Constante, 2 – Esporádico, 3 – Não há.

**Cobertura Vegetal:** 1 – Não há, 2 – Alterada, 3 – Presente.

**Acesso:** 1 – Fácil, 2 – Difícil, 3 – Não há.

**Equipamentos Urbanos:** 1 - (< 30m), 2 – (30 – 50m), 3 – (> 50m)

No ponto P 01 (Central Parque), embora haja presença de gramíneas, observou-se o acúmulo de sedimentos no leito, indicando processos de assoreamento. Já nos pontos P 02, P 03, P 04, P 05 e P 07 a situação é mais severa, com o descarte irregular de resíduos sólidos e de construção civil diretamente nas margens, o que obstrui o fluxo natural e pode comprometer a qualidade da água. Já a análise dos pontos P 06 e P 09 evidenciou a invasão física da APP por edificações e no ponto P 08 (Av. Isidoro Sabino Rodrigues), identificou-se um cenário de desbarrancamento das margens, situação essa que pode futuramente se agravar. Os dados então obtidos subsidiaram a proposta de medidas corretivas de engenharia para mitigação dos impactos observados.

O uso de geotecnologias foi indispensável para a realização deste diagnóstico. Conforme demonstrado por Pereira (2019) e Júnior (2022), o emprego de imagens de satélite de alta resolução *Google Satellite* permite a identificação de conflitos que seriam imperceptíveis apenas com levantamentos terrestres. A utilização de *buffers* no QGIS possibilitou espacializar com rigor métrico as faixas de proteção legal, evidenciando onde a urbanização ignorou os limites de 30 metros estabelecidos pela Lei nº 12.651 (Brasil, 2012). Além disso, a ferramenta permitiu a compatibilização manual das feições, corrigindo discrepâncias entre os traçados oficiais do IBGE e a realidade observada em campo, garantindo a confiabilidade dos cálculos de área invadida.

Essa vulnerabilidade da infraestrutura urbana de Anápolis é confirmada por registros jornalísticos frequentes. De acordo com o portal Mais Goiás (2024), transbordamentos do Rio das Antas na região da Marginal Ayrton Senna já resultaram em moradores ilhados, exigindo resgates complexos pelo Corpo de Bombeiros devido à subida repentina do nível da água em mais de 1,5 metro. Tais eventos reforçam que a ocupação irregular das APPs, somada à impermeabilização das margens, coloca em risco constante o patrimônio público e privado.

A preservação das nascentes é outro ponto crítico, pois a supressão das matas ciliares adjacentes compromete os processos de filtração, retenção de sedimentos e exfiltração da água subterrânea. Conforme aponta Neves (2013), a cobertura natural é fundamental para amenizar processos erosivos e proteger a diversidade biológica local.

Para minimizar os impactos diagnosticados, a Engenharia Civil oferece soluções estruturais e sustentáveis indispensáveis. Em pontos críticos como a Av. Isidoro Sabino Rodrigues, é necessário o cálculo de novas vazões de projeto para o redimensionamento de aduelas e galerias, visando comportar o volume excedente das precipitações atuais, conforme proposto por Alves L. (2019). Complementarmente, sugere-se a implementação de técnicas de

drenagem sustentável e a recuperação da infraestrutura natural por meio do reflorestamento das margens, visando devolver ao solo sua capacidade de infiltração e reduzir os riscos de alagamentos.

## **6. CONCLUSÕES**

O presente estudo cumpriu seus objetivos ao mapear e diagnosticar as irregularidades nas APPs do Rio das Antas, demonstrando que a tecnologia de geoprocessamento (SIG) é uma ferramenta eficaz para a gestão pública e para a tomada de decisão técnica fundamentada. Os resultados evidenciaram que a degradação observada não é apenas um passivo ambiental, mas um desafio de engenharia urbana que compromete a segurança hídrica e a resiliência da infraestrutura de Anápolis contra eventos climáticos.

Conclui-se que a mitigação desses impactos requer a aplicação de técnicas de drenagem sustentável e projetos de restauração da infraestrutura natural com reflorestamento desses pontos, visando devolver ao solo sua capacidade de infiltração. Este trabalho fornece elementos capazes de auxiliar no planejamento urbano integrado para que possa conciliar o crescimento da cidade com a preservação ambiental. Ressalta-se a urgência de políticas de fiscalização rigorosas e intervenções estruturais de Engenharia Civil para garantir a integridade dos recursos hídricos e a segurança da população anapolina.

Dito isso a prefeitura também pode munida desse mapeamento tomar medidas mais incisivas e cirúrgicas a respeito desses locais, ou mesmo monitorá-los para evitar um maior prejuízo para o meio ambiente seja feito, bem como atuar nos pontos em que a infraestrutura apresente sinais de degradação, prevenindo piores cenários.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. Q. de. Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. Região metropolitana de Fortaleza, Ceará. 2010. 278 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2010.

ALVES, L. D. D. *et al.* Ações antrópicas da microbacia do rio das antas: estudo de caso do trecho da avenida isidoro sabino rodrigues em anápolis-go. RECIEC-Revista Científica de Engenharia Civil, v. 2, n. 02, p. 69-88, 2019.

ALVES, O. Rodrigues; *et al.* A importância do diagnóstico de áreas de preservação permanente urbanas para gestão dos recursos hídricos em goiás: estudo de caso em Itumbiara-Go. ARACÊ , [S. l.], v. 7, n. 5, p. 23266–23287, 2025. DOI: [10.56238/arev7n5-138](https://doi.org/10.56238/arev7n5-138). Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/4973>. Acesso em: 26 nov. 2025.

ANÁPOLIS. Lei Complementar nº 128 de 10 de outubro de 2006. Disponível em: <https://leis.org/edakc> . Acesso em 07 de dez de 2025.

ANÁPOLIS. Lei Complementar nº 349, de 07 de julho de 2016. Disponível em: <http://leismunicipa.is/flakv> . Acesso em 07 de dez de 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Disponível em: [https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com\\_sisconama&task=documento.download&id=18273](https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com_sisconama&task=documento.download&id=18273) . Acesso em: 11 dez. 2025.

BRASIL, Lei no 12.651 de 25 de Maio de 2012, Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 26 mai. 2012.

BONOME, J. R. *et al.* Políticas Públicas Sobre O Meio Ambiente Em Anápolis. Revista Raízes no Direito, v. 2, n. 1, p. 20-33, 2013. Acesso em 28 de Novembro 2025

BRITO, L. K. S. B. Avaliação do impacto das características geomorfológicas e padrões de uso e ocupação do solo urbano no Distrito Federal no manejo de águas pluviais. 2020. 201 f., il. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos)—Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (Orgs.). Introdução à ciência da geoinformação. São José dos Campos: INPE, 2001. Disponível em: Introdução à Ciência da Geoinformação - INPE . Acesso em: 03 abril 2026.

CORRÊA, F. M. Impactos antrópicos sobre a qualidade da água no Rio das Antas na área urbana da cidade de Anápolis Goiás: uma abordagem para gestão ambiental. 2005. 146 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental) - Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2005.

FELIPPE, M. F.; *et al.* Consequências da Ocupação Urbana na Dinâmica das Nascentes em Belo Horizonte - MG. In: VI Encontro Nacional Sobre Migrações. Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte: CEDEPLAR, FACE, UFMG, 2009.

FERREIRA, E. P. Caracterização socioambiental da microbacia do rio das Antas no município de Anápolis (GO) : Subsídios para gestão e conservação / Edilene Porto Ferreira. – Anápolis, 2009.

FITZ, P. R. Geoprocessamento sem complicação. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160p. Acesso em: 03 de abril de 2026.

FLORENZANO, T. G. Imagens de satélite para estudos ambientais. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 97p. Acesso em: 04 de dez. de 2025.

GOMES, P. M.; MELO, C. de; *et al.* Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia-MG: análise macroscópica. Sociedade & Natureza, [S. l.], v. 17, n. 32, 2006. DOI: 10.14393/SN-v17-2005-9169. Disponível em: [Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia-MG: análise macroscópica | Sociedade & Natureza](#). Acesso em: 11 dez. 2025.

JÚNIOR, L. N. da S.; *et al.* Uso e ocupação do solo em áreas de preservação permanentes na microbacia do córrego Góis, em seu perímetro urbano na cidade de Anápolis, GO. CIPEEX, [S. l.], v. 2, p. 329–342, 2022. Disponível em: <https://anais.unievangelica.edu.br/index.php/CIPEEX/article/view/3084> . Acesso em: 7 nov. 2025.

LEITE, M. E. *et al.* O uso do solo e o conflito por água no alto Rio Riachão – norte de Minas Gerais: Uma análise auxiliada pelas geotecnologias. Revista Geografia Acadêmica, v. 1, n. 4, p. 46-55, 2010.

MAIS GOIÁS. Policiais e bombeiros auxiliam em resgate de alagamento em Anápolis. Gôiania, 2024. Disponível em: <https://www.maisgoias.com.br/cidades/policiais-e-bombeiros-auxiliam-em-resgate-de-alagamento-em-anapolis/>. Acesso em: 27 jun. 2026.

NEVES, T. D. F. Políticas Públicas Sobre O Meio Ambiente Em Anápolis. RAÍZES NO DIREITO – ISSN2318-2288. 2013.

PEREIRA, J. B. M. Avaliação de ocupações irregulares nas áreas de preservação permanente no Município de Nísia Floresta. 2019. 22f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

ROCHA, C. H. B. Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar. Juiz de Fora: Editora do Autor, 2000, 200p.

ROSA, R.; BRITO, J. L. S. Introdução ao geoprocessamento. UFU: Apostila. Uberlândia, 2013.

RUBIRA, F. G.; MELO, G. V. de; FONSECA, G. A importância dos sistemas geodésicos de referência no cadastramento rural. *Geografia Ensino & Pesquisa*, Maringá, v. 20, n. 2, p.147-162, 14 set. 2016. Universidade Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/2236499419895> . Acesso em 02 de fev. de 2026

SANTANA, M. N. R. Identificação dos impactos ambientais da ocupação irregular na área de preservação permanente (APP) do Córrego Tamanduá em Aparecida de Goiânia, *Anais do II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*, de 06 a 09 de novembro de 2011. Londrina - PR.

SIEG-GO. Localização da Alta Bacia Hidrográfica do Rio das Antas [mapa]. Anápolis: SIEG-GO; cartografia digital: SANTOS, K.R., [s.d.] Disponível: <https://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/3/3-336-1215.html>

SILVA, M. A. P. da; *et al.* Diagnóstico e estratégias para a conservação ou restauração de nascentes em ambientes com ações antrópicas. *Ciência Florestal*, [S. l.], v. 34, n. 3, p. e71553, 2024. DOI: 10.5902/1980509871553. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/71553>. Acesso em: 11 dez. 2025.

SILVEIRA, B. D. A. *et al.* Ferramentas de geoprocessamento utilizadas na delimitação e análise de ocupações em Áreas de Proteção Permanente. *Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC*, 2021. Acesso em: 07 nov. 2025.

SILVEIRA, D. I. da. Pressão urbana sobre as áreas de preservação permanente e recursos hídricos – um estudo de caso da microbacia do Rio das Antas, Anápolis, GO. 2015. 132 f. Dissertação (Mestrado em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente) – Centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica, Anápolis, 2015. Disponível em: <http://repositorio.aee.edu.br/jspui/handle/aee/240> . Acesso em: 07 dez. 2025.

SOUSA, J. S. de et al. Áreas de preservação permanente urbanas: mapeamento, diagnósticos, índices de qualidade ambiental e influência no escoamento superficial: estudo de caso: Bacia do Córrego das Lajes, Uberaba/MG. 2008.

VIEIRA, V. da S.; et al. Análise do uso e ocupação do solo em Áreas de Preservação Permanente do município de Patos-PB. *Revista Geotemas*, Pau dos Ferros, v. 15, p. e02501, 2025. DOI: 10.33237/2236-255X.2025.6294. Disponível em: <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/GEOTemas/article/view/6294>. Acesso em: 7 dez. 2025.

ZAIDAN, R. (2017). GEOPROCESSAMENTO CONCEITOS E DEFINIÇÕES. *Revista de Geografia - PPGeo - UFJF*. 7. 10.34019/2236-837X.2017.v7.18073.