

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
ETEC VASCO ANTONIO VENCHIARUTTI**

TÉCNICO EM AGRIMENSURA

EVERTON CAMILO MORAES FERNANDES

JORGE ARMANDO CAMARGO

MATEUS FERREIRA DE SOUZA

ROBSON DE AMORES SANTOS

VANES GOMES DOS SANTOS

VINÍCIUS BAETA

**ATUAÇÃO DO TÉCNICO EM AGRIMENSURA NA UTILIZAÇÃO
DE GEOTECNOLOGIAS COMO FERRAMENTAS PARA OBTENÇÃO DE
DADOS DE LOCAIS OU ÁREAS DE RISCO.**

JUNDIAI

2025

ATUAÇÃO DO TÉCNICO EM AGRIMENSURA NA UTILIZAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS COMO FERRAMENTAS PARA OBTENÇÃO DE DADOS DE LOCAIS OU ÁREAS DE RISCO.

Everton Camilo Moraes Fernandes ¹

Jorge Armando Camargo²

Mateus Ferreira de Souza³

Robson de Amores Santos⁴

Vanes Gomes dos Santos⁵

Vinicius Baeta⁶

Professora Orientadora: Luciana Palermo dos Reis

RESUMO- O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) demonstra a eficácia da aplicação das Geotecnologias na análise e classificação do nível de risco em áreas urbanas. O estudo de caso realizado buscou responder de que forma a aplicação dessas ferramentas, no escopo de atuação do Técnico em Agrimensura, pode subsidiar a análise em áreas de riscos de alagamentos. Levantou-se a hipótese de que o uso do conjunto de Geotecnologias permite a produção de uma base cartográfica de alta precisão essencial para uma avaliação de risco eficaz e que a integração desses dados com matrizes de risco fornece a classificação necessária para a tomada de decisão. O objetivo geral do trabalho concentrou-se em demonstrar a aplicabilidade das ferramentas de geoprocessamento no diagnóstico de riscos. A metodologia consistiu em um estudo de caso exploratório, combinando pesquisa bibliográfica com pesquisa de campo, na qual se utilizou o GNSS e Drone para o levantamento planialtimétrico de um trecho de córrego em Sorocaba/SP. Os resultados confirmaram as hipóteses, pois o levantamento possibilitou a criação de um Modelo Digital de Superfície e uma peça técnica que, quando analisada em conjunto com o histórico de inundações, permitiu classificar o Nível de Risco da área como Médio, além de subsidiar a sugestão de ações mitigatórias estruturais, como a construção de bacias de retenção e obras de contenção.

PALAVRAS-CHAVE: Agrimensura. Geotecnologias. Análise de Risco. Mapeamento. GNSS.

ABSTRACT- The present Course Completion Work (TCC) demonstrates the effectiveness of applying Geotechnologies in the analysis and classification of risk levels in urban areas. The case study aimed to answer how the application of these tools, within the scope of the Surveying Technician's role, can support analysis in flood risk areas. The hypothesis was raised that using the set of Geotechnologies allows for the production of a high-precision cartographic base essential for an effective risk assessment and that the integration of this data with risk matrices provides the classification necessary for decision-making. The general objective of the work focused on demonstrating the applicability of geoprocessing tools in risk diagnosis. The methodology consisted of an exploratory case study, combining bibliographic research with field research, in which GNSS and Drone were used for the planialtimetric survey of a stream segment in Sorocaba/SP. The results confirmed the hypotheses, as the survey enabled the creation of a Digital Surface Model and a technical drawing which, when analyzed together with the history of floods, allowed the classification of the area's Risk Level as Medium, in addition to supporting the suggestion of structural mitigation actions, such as the construction of retention basins and containment works.

KEYWORD: Surveying. Geotechnologies. Risk Analysis. Mapping. GNSS.

¹E-mail: evertoncamilo2019@gmail.com

² E-mail: jorgecamargo23@hotmail.com

³E-mail: mateus041295@hotmail.com

⁴E-mail: robs.sp@hotmail.com

⁵E-mail: gsn_vanes@terra.com.br

⁶E-mail: vinnibaeta06@gmail.com

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e a rápida urbanização, frequentemente desordenada, têm levado à ocupação de áreas naturalmente vulneráveis, como encostas íngremes e planícies de inundação. Tal cenário eleva significativamente a ocorrência de acidentes e desastres, tornando a gestão e o mapeamento de Locais ou Áreas de Risco uma prioridade incontestável para a segurança pública, o planejamento territorial e a preservação do patrimônio.

Nesse contexto, a correta identificação e avaliação desses riscos exige a aplicação de conhecimentos técnicos avançados, capazes de integrar variáveis geológicas, geomorfológicas, de uso e ocupação do solo, além de dados históricos de eventos adversos. É por meio de uma análise rigorosa, que relaciona a probabilidade de ocorrência de fenômenos e a vulnerabilidade da área, que se pode determinar o nível de risco e orientar ações preventivas e mitigatórias.

Diante da necessidade de obter dados espaciais precisos para subsidiar essa gestão, o presente trabalho se propõe a responder à seguinte questão de pesquisa: De que forma a aplicação das Geotecnologias, no escopo de atuação do Técnico em Agrimensura, pode subsidiar a análise e a classificação do nível de risco em áreas urbanas sujeitas a alagamentos ou inundações?

A partir dessa problemática, levantam-se as seguintes hipóteses: a) O domínio e a aplicação do conjunto de Geotecnologias (GNSS, Sensoriamento Remoto e SIG) permitem ao Técnico em Agrimensura a produção de uma base cartográfica de alta precisão (Modelo Digital de Superfície e curvas de nível) necessária para uma avaliação de risco eficaz; b) A integração dos dados geoespaciais obtidos com as metodologias de matriz de risco resulta na classificação do Nível de Risco da área de estudo, fornecendo a base técnica para a tomada de decisão sobre prioridades e ações mitigatórias.

O **Objetivo Geral** deste TCC é demonstrar a aplicabilidade das Geotecnologias, nas atribuições do Técnico em Agrimensura, na análise e classificação do nível de risco

em uma área de estudo. Como **Objetivos Específicos**, propõe-se: a) Apresentar os conceitos de local de risco, fatores de avaliação e métodos de classificação de risco; b) Mapear um trecho de córrego na cidade de Sorocaba/SP utilizando GNSS e Drone para coleta de dados; e c) Analisar e classificar o nível de risco da área mapeada e sugerir ações de mitigação.

A **relevância** deste estudo reside em sua contribuição prática para a área de Defesa Civil e Planejamento Urbano. Ao validar o uso de ferramentas de Geotecnologia pelo profissional de Agrimensura, o trabalho fornece um modelo técnico replicável para prefeituras e órgãos gestores. Além disso, reforça a importância da formação técnica especializada na produção de dados geoespaciais, essenciais para a segurança e a resiliência das comunidades que vivem em áreas de risco.

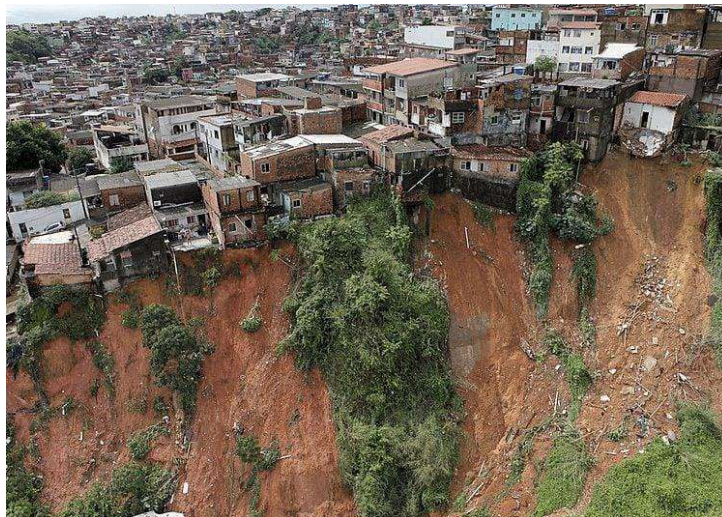
A **metodologia** adotada consistiu em uma pesquisa bibliográfica aprofundada para o embasamento teórico e, principalmente, em um **Estudo de Caso** de caráter exploratório na cidade de Sorocaba/SP. O procedimento incluiu a Pesquisa de Campo, utilizando-se de equipamentos como o GNSS e o Drone para o levantamento planialtimétrico da área de interesse, o processamento dos dados em *softwares* específicos de geoprocessamento (fotogrametria e CAD) e a análise qualitativa do risco com base em matrizes de probabilidade e gravidade.

1. DEFINIÇÕES

1.1 Local de risco

Segundo NASCIMENTO (s.d.) um local de risco é um espaço que pode ser afetado por fenômenos naturais ou induzidos, que causem danos. Pode, também, ser um local que apresenta uma condição potencial de ocorrência de um acidente, ou efeitos adversos à segurança das pessoas.

Figura 1 – Local ou área de risco



Fonte: Guimarães (2018)

Figura 2 – Adesivo de interdição administrativa



Fonte: Rio Prefeitura (2023)

1.2 Fatores para avaliação de risco

Conforme NASCIMENTO (s.d.) são considerados três fatores essenciais na avaliação de risco: a probabilidade de ocorrência de fenômenos naturais, a vulnerabilidade do uso e ocupação do solo e o dano potencial.

Na contextualização dos fatores para avaliação de risco, como exemplificação, em dezembro 2023, uma área de mina situada em Maceió (AL) gerou alerta de risco de colapso em regiões próximas. Segundo G1 (2023), o local utilizado para extração de sal-gema, minério utilizado na fabricação de soda cáustica e PVC, foi identificado como área de afundamento de solo, por conta da instabilidade provocada pela mineração.

Figuras 3 e 4 – Exemplificação de ocorrência - Afundamento de mina em Maceió passa de 2m.
Afundamento do solo em Maceió passa de 2 metros

Defesa Civil diz que velocidade da movimentação da terra é de 0,21 cm por hora; mina segue com risco de colapso



Bairros na capital de Alagoas afundaram por causa de mineração



Fonte: Poder 360 (2023) e Folha – UOL (2023) respectivamente (esq. p/dir.).

Outrossim, ainda conforme G1 (2023), desde que a instabilidade no solo provocada pela mineração abriu rachaduras em imóveis e ruas, mais de 14 mil imóveis foram desocupados em cinco bairros. Além disso, o possível colapso da mina poderia abrir uma cratera nas regiões próximas a ela.

Portanto, ao observar o exemplo acima e considerando os dizeres de NASCIMENTO (s.d.), verifica-se a possibilidade da presença dos fatores para a avaliação de riscos como, a probabilidade de ocorrência de fenômenos naturais (geológico - instabilidade do solo), a vulnerabilidade do uso e ocupação do solo

(construção de imóveis circundantes a área de extração) e dano potencial (colapso da mina poderia abrir uma cratera nas regiões próximas a ela etc.).

Consequentemente, de acordo com CANPAT (2019) perigo é a possibilidade que um produto, processo ou situação tem de provocar danos à saúde, à integridade física ou causar perdas materiais.

Ainda, conforme CANPAT (2019) risco é a chance de que um dano ocorra devido à exposição a um perigo, resultando em ferimentos, doenças ou prejuízos materiais.

Figura 5 – A diferença entre perigo e risco.



Fonte: LEÃO (2023)

Segundo NASCIMENTO (s.d.) a análise de risco, também chamada por alguns de avaliação de risco, tem como objetivo medir a probabilidade de um evento natural perigoso acontecer e os impactos socioeconômicos negativos que ele pode causar.

Segundo MACEDO (2021) a classificação dos riscos apresenta-se como segue:

Figura 6 – Classificação dos riscos.

R1 – BAIXO	} SETORES DE MONITORAMENTO
R2 – MÉDIO	
R3 – ALTO	
R4 – MUITO ALTO	

Fonte: MACEDO (2021).

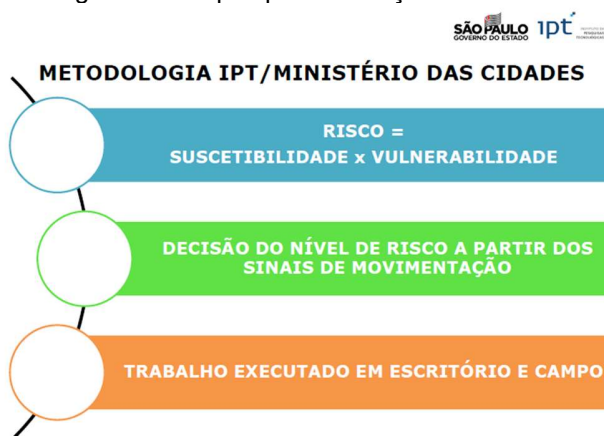
Figura 7 – Classificação dos riscos



Fonte: MACEDO (2021).

Ainda, MACEDO (2021) apresenta etapas ou metodologias para avaliação de risco, conforme a seguir, no qual a avaliação do risco é obtida como **o resultado da relação da probabilidade pela gravidade** dos efeitos, que orientará as prioridades de ações e as medidas de controle aplicáveis, além de exemplos de critérios para tomada de decisão.

Figura 8 – Etapas para avaliação dos riscos.



Fonte: MACEDO (2021).

Figura 9 – Exemplo de critérios para tomada de decisão.



Fonte: MACEDO (2021).

Os critérios são melhores ilustrados com imagens, conforme a seguir:

➤ **Suscetibilidade** (características do meio físico):

- I. **Geologia** - Ciência que estuda a "estrutura" e a "história" completa da Terra, desde o seu interior profundo até a sua superfície (exemplo: formação das rochas e minerais, estrutura interna da Terra, movimentos das placas tectônicas, localização de recursos naturais como petróleo, minerais e águas subterrâneas etc.) (Adaptado de Silva e Vaz, 2013).
- II. **Geomorfologia** - é o campo que se dedica a entender as formas do relevo e várias formas estão associadas diretamente às características e às estruturas presentes nas rochas (Adaptado de Silva e Vaz, 2013).
- III. **Comportamento geotécnico, tipo de solo e presença de água:** A interação entre eles define as propriedades mecânicas do solo (resistência) e é importante para prever sua reação a diferentes cargas (estabilidade).

Figura 10 – Suscetibilidade: Características do meio físico.



Fonte: MundoGeo (2019).

- **Vulnerabilidade** (características da ocupação): Tipos de moradia, cortes e aterros, distância da moradia ao talude etc.).

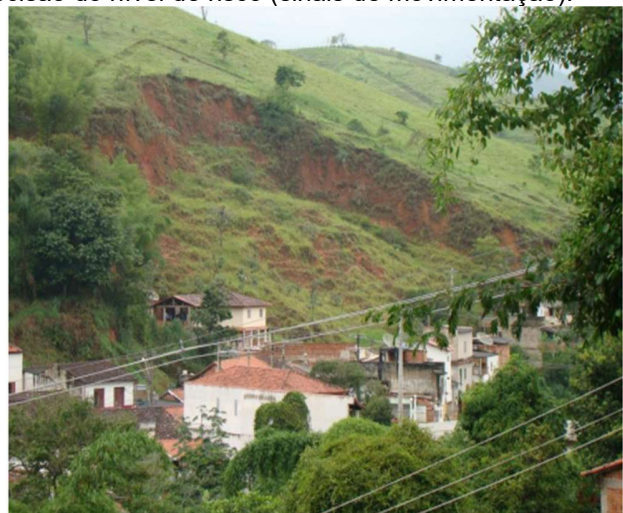
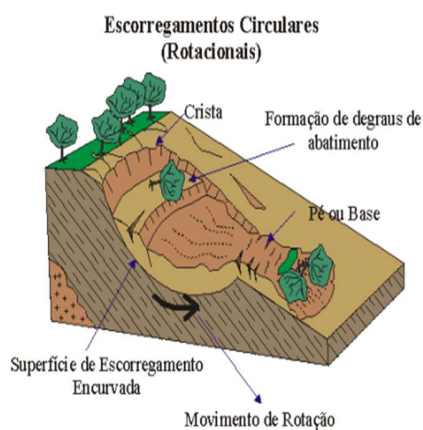
Figura 11 – Vulnerabilidade: Características da ocupação.



Fonte: Daniel Teixeira / Estadão (2022, apud Terra - UOL).

- **Parâmetros para decisão do nível de risco** (sinais de movimentação): Verificar se há trincas no terreno e edificações; inclinações de árvores, postes, muros etc.).

Figuras 12 e 13 – Parâmetros para decisão do nível de risco (sinais de movimentação).



Fonte: Campanha; Carneseca; Gramani (2025).

Conforme MACEDO (2021), a matriz probabilidade x gravidade é mostrada como segue:

Figura 14 – matriz probabilidade x gravidade como parâmetro para decisão do nível de risco.

PROBABILIDADE	GRAVIDADE			
	Negligenciável	Média	Alta	Desastre
Baixa	Baixo	Baixo	Médio	Muito Alto
Média	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Alta	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
Muito Alta	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto

Fonte: MACEDO (2021).

Figura 15 – Critérios para caracterização e enquadramento na matriz anterior

PROBABILIDADE + GRAVIDADE	
a) MUITO ALTA a partir de 2 (duas) vezes a cada 01 (um) ano	a) MUITO ALTA (DEASTRE) onde o município não tem condições de responder sem recorrer à ajuda externa.
b) ALTA 1 (uma) vez a cada 2 (dois) anos	b) ALTA é aquela com altos impactos sociais e que pode comprometer os recursos municipais
c) MÉDIA 1 (uma) vez a cada 5 (cinco) anos	c) MÉDIA é aquela que pode causar algum impacto social e ser ainda gerenciado localmente
d) BAIXA 1 (uma) vez a cada 10 (dez) anos	d) BAIXA (NEGLIGENCIAVEL) é aquela absolutamente absorvível pela municipalidade e de muito pequeno impacto social

Fonte: MACEDO (2021).

Figura 16 – Exemplificação de como é obtida a relação probabilidade x gravidade.

PROBABILIDADE	GRAVIDADE			
	Negligenciável	Média	Alta	Desastre
Baixa	Baixo	Baixo	Médio	Muito Alto
Média	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Alta	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
Muito Alta	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto

Fonte: Adaptado de MACEDO (2021).

Conforme adaptado de MACEDO (2021), o nível de risco é obtido da relação probabilidade pela gravidade dos efeitos. Logo, se a probabilidade for média, conforme critérios da Figura 15 e a gravidade for alta, também extraído da figura 15, o resultado

obtido na matriz será alto, conforme figura 16 (interceptação do cruzamento das linhas de probabilidade média e gravidade alta).

Exemplificando, a figura 11 apresenta uma ocupação irregular em um terreno com declividade, aparentemente, entre 30° e 45°. Logo, dever-se-ia ter a sua ocupação evitada, nos termos da Comunicação Técnica nº 171029, do IPT. Na parte superior há a presença de, aproximadamente, vinte residências e, logo abaixo, o resultado do deslizamento de terra provocado, provavelmente, pela saturação/erosão do solo. Neste cenário, conforme a figura 15, pode-se concluir que a probabilidade de novos deslizamentos é muito alta, ou seja, pode ocorrer mais de uma vez por ano, e a gravidade é alta, isto é, com impactos sociais significativos. Nesse sentido:

Figura 17 – Exemplificação de como é obtida da relação probabilidade x gravidade.

PROBABILIDADE	GRAVIDADE			
	Negligenciável	Média	Alta	Desastre
Baixa	Baixo	Baixo	Médio	Muito Alto
Média	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Alta	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
Muito Alta	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto

Fonte: Adaptado de MACEDO (2021).

Outro modelo de matriz de risco é o utilizado pela Controladoria Geral da União. Nele é apresentado um “mapa de calor” relacionando a combinação da probabilidade e do impacto de um evento. Vejamos:

Figura 18 – matriz probabilidade x impacto como parâmetro para decisão do nível de risco.

Legenda Nível de Risco Extremo Alto Médio Baixo		Probabilidade				
		1 Muito Baixa	2 Baixa	3 Média	4 Alta	5 Muito Alta
Impacto	5 Muito Alto	5	10	15	20	25
	4 Alto	4	8	12	16	20
	3 Médio	3	6	9	12	15
	2 Baixo	2	4	6	8	10
	1 Muito Baixo	1	2	3	4	5

Fonte: BRASIL (2022)

Ainda sobre o exemplo da figura 11 podemos encontrar o nível de risco por meio do produto do impacto e da probabilidade que, neste caso, será o seguinte: $4 \times 5 = 20$

Onde:

- 4 representa o nível de impacto e o 5, o da probabilidade, obtendo o resultado 20, **extremo**. Para melhor entendimento do “mapa de calor”, analise o quadro abaixo:

Figura 19 – Critérios para caracterização e enquadramento na matriz anterior

Severidade	
Impacto	Descrição
Extremo	Morte, lesão incapacitante
Alto	Danos graves, incapacitação temporária
Médio	Lesões menores
Baixo	Lesões de primeiros socorros

Fonte: Adaptado de BARBOSA (2016).

O resultado obtido entre o produto do impacto e da probabilidade, no exemplo supracitado, requer a aplicação de um plano de ação imediato, para evitar a ocorrência da severidade relacionada.

1.3 O que são geotecnologias e a utilização em locais ou áreas de risco

Conforme Rosa (2011), as geotecnologias são um conjunto de ferramentas utilizadas para a coleta, processamento, análise e disponibilização de informações com base em localização geográfica.

A seguir, como exemplo de disponibilização de informações com base em localização geográfica, encontra-se o S2iD – Sistema Integrado de informações sobre desastres.

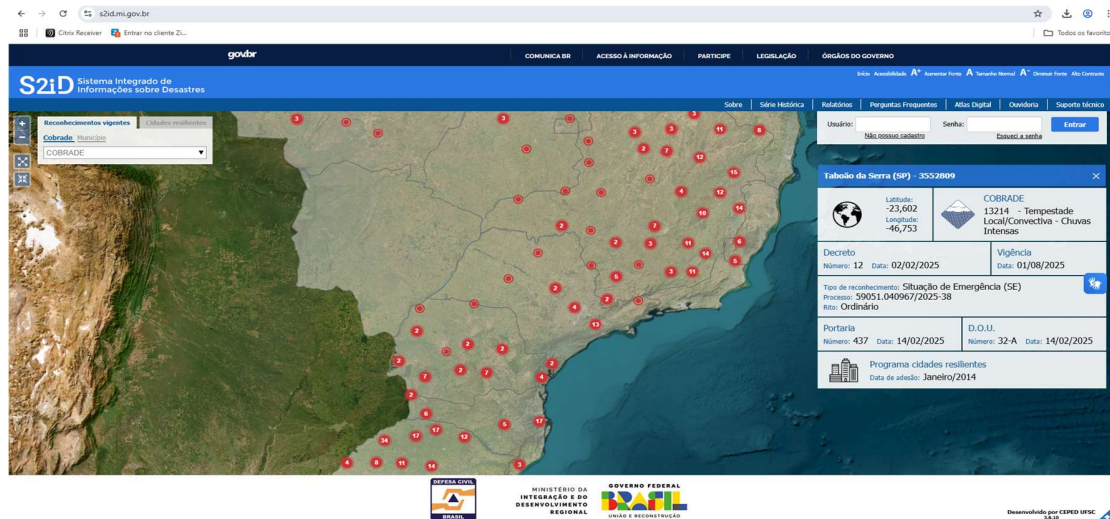
Segundo BRASIL (2025), tal sistema é uma plataforma online utilizada pelo governo brasileiro para gerenciar informações relacionadas a desastres naturais e outros eventos adversos. Ele integra dados de diversas fontes, facilitando a comunicação e a tomada de decisões durante situações de emergência e recuperação.

Consoante ao tema, TCE-RS (2024) salienta o que segue:

O S2iD é uma plataforma do governo federal em que são realizados os registros de desastres e a análise do reconhecimento federal da situação de emergência ou de estado de calamidade pública.

Conforme BRASIL (2025), o objetivo é dar transparência à gestão de riscos e desastres no país e qualificação, mediante informatização de processos e disponibilização de informações sistematizadas.

Figura 20 – Exemplo de finalidade de uso de geotecnologias



Fonte: BRASIL (2025).

Nos ícones em vermelho, são elencados os tipos de reconhecimentos de situações de emergência. Quando o usuário clica em algum deles, é possível debruçar-se da interpretação de informações sobre a designação do risco, conforme classificação do COBRADE - Classificação e Codificação Brasileira de Desastres) – ver figura a seguir, informações sobre a posição geográfica, adesão do município ao programa cidades resilientes, que é uma iniciativa que visa preparar as cidades para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas e eventos adversos como, por exemplo, desastres naturais, dentre outras informações importantes.

Figura 21 – Tipos de desastres, conforme COBRADE.

1. NATURAL



Geológicos



Hidrológicos



Meteorológicos



Climatológicos



Biológicos

2. TECNOLÓGICO



Substâncias
radioativas



Produtos
perigosos



Incêndios
urbanos



Obras
cívicas

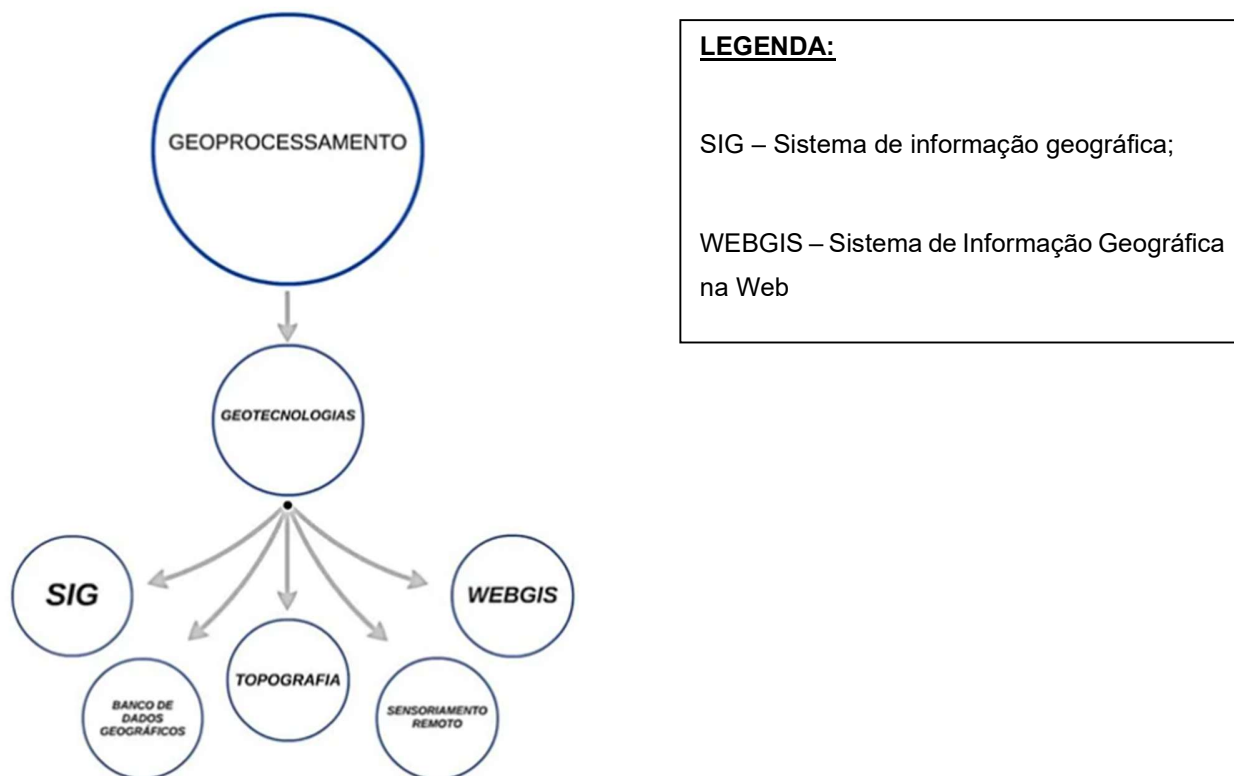


Transporte
de passageiros
e cargas não
perigosas

Fonte: EV.G/ENAP, Curso S2iD M2 – Registro e Reconhecimento (apud TCERS, 2024).

Ainda, Rosa (2011) apresenta que entre as geotecnologias, pode-se destacar os sistemas de informação geográfica (SIGs), sensoriamento remoto, cartografia digital, sistema de posicionamento global e topografia georreferenciada.

Figura 22 – Segmentos do geoprocessamento⁷.



Fonte: Mirante (2023).

Segundo Mirante Engenharia (2023), o geoprocessamento consiste no conjunto de soluções para processamento digital de dados que possuem referência geográfica, enquanto que as geotecnologias são as ferramentas como, por exemplo, SIG, Banco de Dados Geográficos, Topografia, Sensoriamento Remoto e WebGIS.

O que cada ferramenta faz será discutido a seguir. Ademais, o motivo de existirem ferramentas diferentes é porque cada uma desempenha um método de trabalho em um

⁷ Nota: *O SIG e sensoriamento remoto serão discutidos adiante.

fluxo de trabalho de geoprocessamento. A combinação delas permite realizar desde a coleta de dados brutos até a entrega do resultado final para o público.

Resumo de segmentos das geotecnologias, conforme adaptado de Mirante (2023):

- **Coleta de Dados:** O trabalho poderá começar com a **Topografia** ou com **Sensoriamento Remoto**.
- **Armazenamento:** Esses dados brutos são organizados e armazenados em um **Banco de Dados Geográficos**.
- **Análise e Tomada de Decisão:** O **SIG** entra em ação para analisar esses dados e transformá-los em informações úteis (mapas, gráficos, relatórios).
- **Disponibilização:** O resultado final pode ser disponibilizado para o público por meio do **WebGIS**.

Mirante Engenharia (2023) salienta que topografia é a técnica utilizada para realizar medições com o objetivo de descrever e representar uma área da superfície terrestre.

Conforme Clube do GIS (s.d.), WebGIS é um sistema baseado na internet que permite visualizar, analisar e compartilhar informações geográficas. É uma tecnologia que combina sistemas de informação geográfica (SIG) com a internet, permitindo a visualização, análise e manipulação de dados geoespaciais através de navegadores web. Ele permite que qualquer pessoa, usando apenas um navegador ou um aplicativo de celular, visualize, compartilhe e interaja com mapas e dados geográficos sem a necessidade de um software especializado. É a ferramenta que democratiza o acesso à informação geográfica.

Conforme Terra Magna (s.d.), um banco de dados geográficos é uma ferramenta utilizada para armazenar dados e algoritmos pertencentes a um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Em suma, ele armazena e organiza dados geográficos. Um **banco de dados geográficos** armazena informações espaciais, como coordenadas, linhas e polígonos, podendo ser acessados rapidamente por um SIG.

A seguir, verifica-se um exemplo de mapeamento de áreas de risco.

Figura 23 – Exemplo de mapeamento de áreas de risco – uso de geotecnologias

Exemplo



Ver
detalhamento na
página a seguir.

Fonte: MACEDO (2021).

Figura 24 – Detalhe do local setorizado do mapeamento de áreas de risco.



Fonte: Adaptado de MACEDO (2021).

Figura 25 – Detalhe do local setorizado do mapeamento de áreas de risco.



Fonte: Adaptado de MACEDO (2021).

2. POSSIBILIDADE DE ATUAÇÃO DO TÉCNICO EM AGRIMENSURA NA TEMÁTICA

Conforme o Conselho Federal dos Técnicos Industriais (CFT), na resolução 089, de 06 de dezembro de 2019, o técnico em agrimensura possui atribuição para atuar com a utilização de geotecnologias, como segue:

Art.3º. Os Técnicos Industriais com habilitação em Agrimensura, Geodésia e Cartografia, e Geoprocessamento, para efeito do exercício profissional, tem atribuição para:

I- Projetar, executar, fiscalizar e dirigir trabalhos de Topografia, Geodésia, Sensoriamento Remoto, Cartografia e Agrimensura.

II- Elaborar planta, memorial descritivo, orçamento e cronogramas relativos aos trabalhos executados.

III- Realizar levantamentos, coleta, processamento e análise de dados geodésicos através de equipamento GNSS — Sistema de Navegação Global por Satélite.

IV- Levantar e processar imagens e fotos obtidas através de sensores orbitais e radares imageadores, bem como Aeronave Remotamente Pilotada - RPA, atendidas as exigências da Agência Nacional de Aviação Civil — ANAC, Agência Nacional de Telecomunicações — Anatel, Ministério da Defesa e demais órgão regulamentadores.

V - Elaboração e gerenciamento de dados em Sistemas de Informações Geográficas - SIG. [...] (CFT, 2019, p. 3).

Segundo Rosa (SEMAGRI, 2023) a agrimensura constitui uma disciplina indispensável ao desenvolvimento técnico e econômico do país. Por meio de suas práticas, é possível planejar, projetar e gerir de forma eficiente os recursos naturais e as estruturas de infraestrutura.

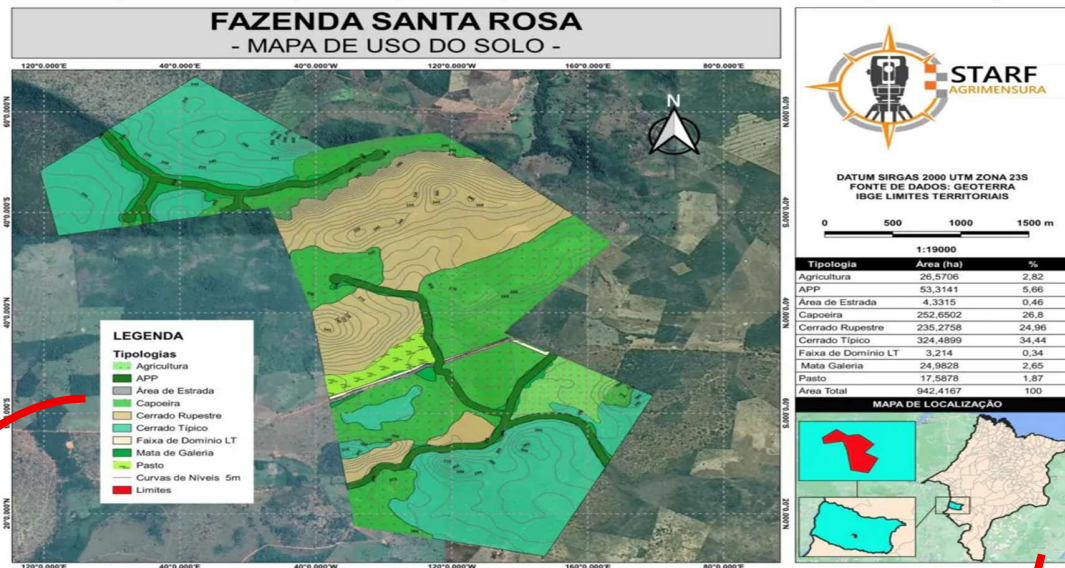
Figura 26 – Utilização de geotecnologias pelo agrimensor



Fonte: Freepik – IA (2025).

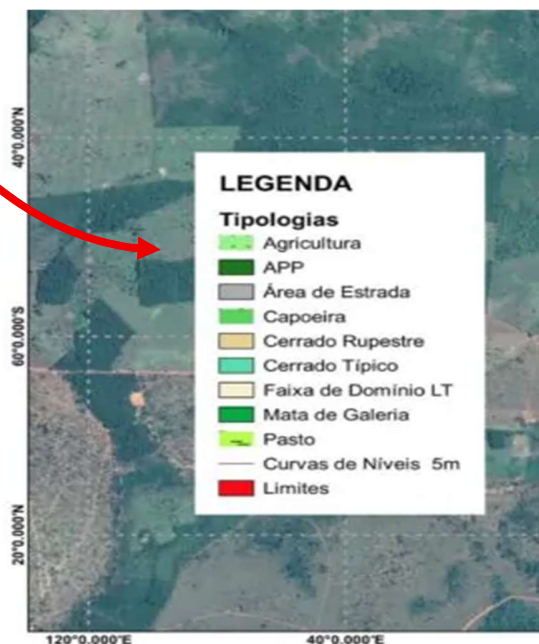
A seguir é demonstrado um exemplo de peça técnica que pode ser elaborada pelo profissional da área de agrimensura, com o uso de geotecnologias, de forma a obter dados como planialtimetria (dados de dimensões lineares e altimétricas), delimitação de áreas, planejamento urbano etc.

Figura 27 – Exemplo de representação do levantamento utilizando geotecnologias



Fonte: Giovanini (s.d.)

Figuras 28 e 29 – detalhamentos.



Fonte: Adaptado de Giovanini (s.d.)

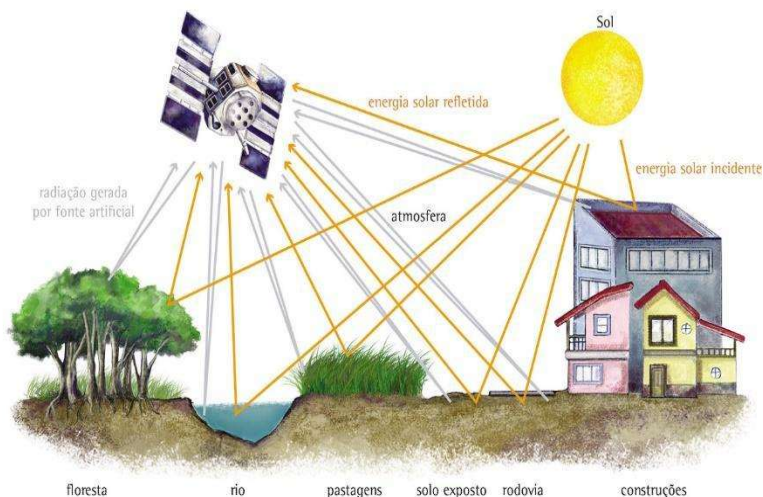
2.1 Exemplificação de geotecnologias que podem ser utilizadas para obtenção de dados de locais ou áreas de risco.

2.1.1 Sensoriamento remoto

Segundo IBGE (s.d.), no Atlas Geográfico Escolar, sensoriamento remoto é a técnica de obtenção de dados, conforme a seguir:

O sensoriamento remoto é a técnica de obtenção de informações de um objeto, área ou fenômeno localizado na Terra, sem que haja contato físico com o mesmo. Essas informações podem ser obtidas por meio de radiação eletromagnética gerada por fontes naturais (sensor passivo), como o Sol, ou por fontes artificiais (sensor ativo), como o radar. As informações são apresentadas sob a forma de imagens, sendo mais utilizadas, atualmente, aquelas captadas por sensores óticos orbitais carregados por satélites. Os sensores imageadores são as “máquinas fotográficas” dos satélites. (IBGE, s.d.).

Figura 30 – Sensoriamento Remoto

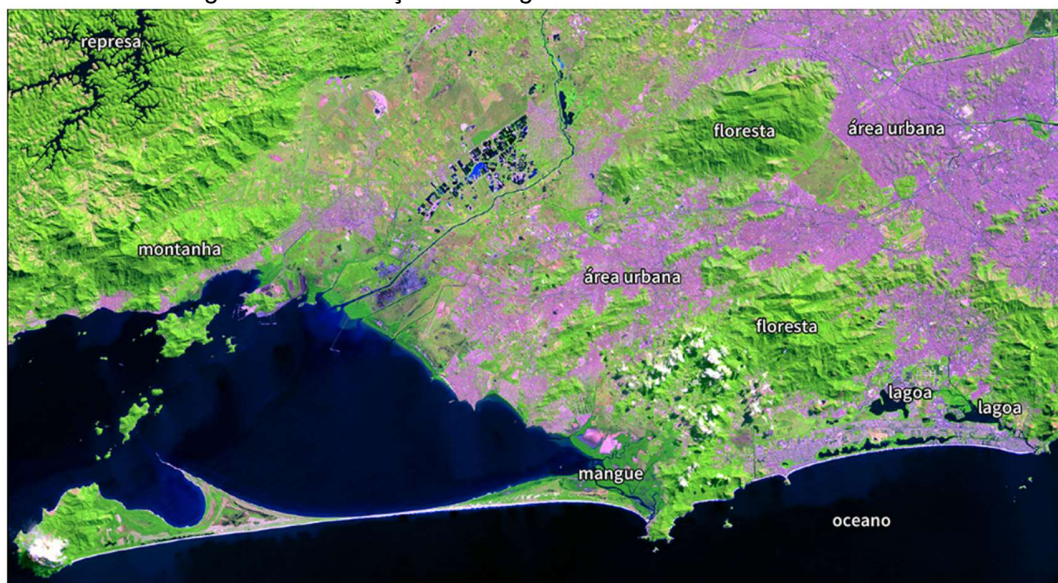


Fonte: IBGE (s.d.)

Ainda conforme IBGE (s.d.), as imagens de satélite possibilitam a identificação dos elementos nelas contidos por meio de um processo conhecido como interpretação. Esse processo faz uso das chamadas “chaves de interpretação”, que correspondem a características como cor, formato, dimensão, textura e posição.

Conforme a imagem a seguir, extraída Atlas Geográfico Escolar (IBGE, s.d.) o conceito apresentado de chaves de interpretação é demonstrado a seguir:

Figura 31 – Obtenção de imagem do satélite Landsat-9



Fonte: *Geological Survey U.S.* (2022 apud IBGE, s.d.)

Como exemplo, na imagem acima, obtida pelo satélite Landsat-9 e composta em falsa cor, é possível identificar alguns elementos geográficos de parte do Município do Rio de Janeiro. A área urbana do município é identificada pela cor roxa e textura ligeiramente rugosa; a vegetação florestal pela cor verde e forma irregular; o mangue pela cor verde, textura lisa e localização próxima da faixa litorânea; o oceano pela cor azul escura e pela extensão (ocupa quase metade da imagem); os corpos d'água (lagoa e represa) aparecem em azul escuro e têm forma irregular; as montanhas são identificadas pela textura rugosa, com o relevo dissecado pela drenagem, e cobertas, de maneira geral, por vegetação florestal (IBGE, s.d.).

CPE (2019) cita que os sensores remotos possuem a capacidade de detectar a energia emitida ou refletida por determinados alvos e convertê-la em sinais registrados em formatos apropriados para a análise e extração de informações. Esses dispositivos são aptos a captar distintos tipos de energia, incluindo a acústica, a gravitacional e a eletromagnética. São comumente acoplados a plataformas como drones, aeronaves, satélites em órbita e estações espaciais.

Figura 32 – Sensor LIDAR



Fonte: KOGUT (2025).

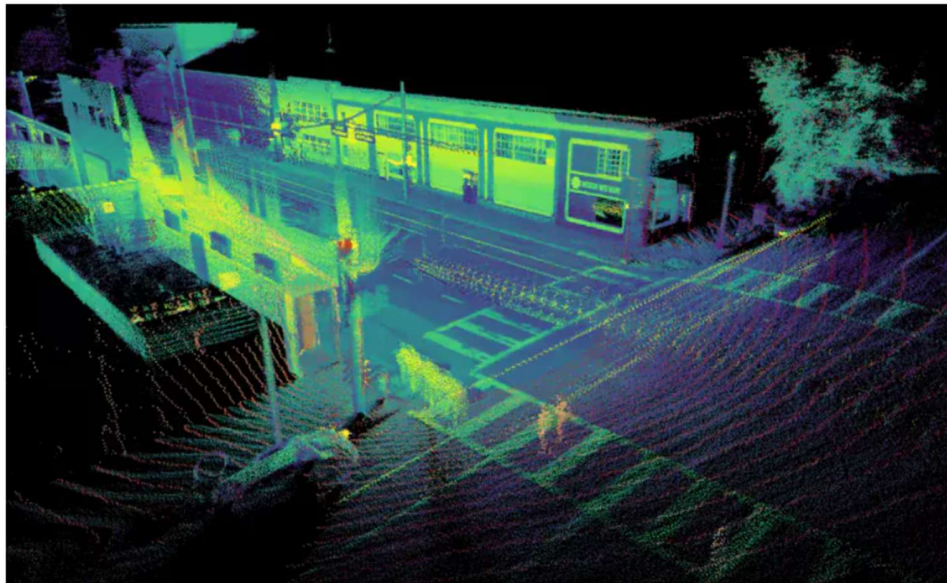
Segundo BRASIL (s.d.), O LIDAR (*Light Detection and Ranging*) é um exemplo de sensor remoto ativo embarcado em plataformas tripuladas ou não tripuladas⁸, sendo um método direto de aquisição de dados. Por dispor de uma fonte própria de energia — no caso, um feixe de luz laser — o sistema emite pulsos na faixa do infravermelho próximo (IV), permitindo a modelagem tridimensional da superfície terrestre.

O LIDAR permite gerar produtos como o Modelo Digital de Terreno e o Modelo Digital de Superfície que representam o terreno (sem nenhuma cobertura) e a superfície (edifícios, árvores, etc.), respectivamente.

A técnica LIDAR é utilizada principalmente para levantamentos topográficos, para caracterizar a estrutura da vegetação, bem como a volumetria de edificações e ambientes urbanos de forma mais rápida e confiável. (BRASIL, s.d.).

⁸ plataformas tripuladas ou não tripuladas: A diferença está na presença ou ausência de um piloto a bordo do veículo (exemplo: aviões e drones - também chamados de VANTs ou Veículos Aéreos Não Tripulados, respectivamente). – Explicação adaptada de SPATIALPOST (2023).

Figura 33 – Exemplo de uso de sensores LIDAR



Fonte: Giovanini (s.d.)

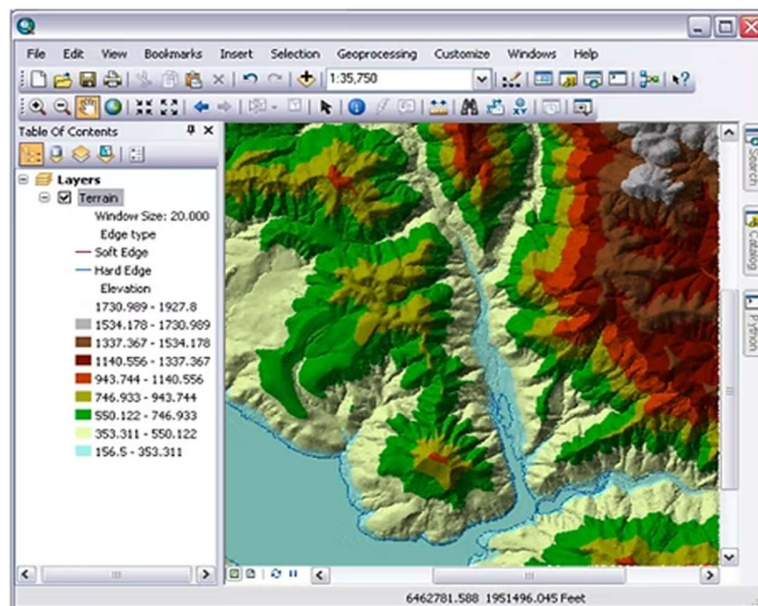
2.1.2 Sistema de Informação Geográfica (SIG)

CPE (2019) cita que um Sistema de Informação Geográfica (SIG), do inglês *Geographic Information System* (GIS), consiste na integração de hardware e software voltada ao armazenamento, processamento e análise de dados georreferenciados. Esses sistemas podem incorporar tanto arquivos *raster*⁹, como imagens de satélite e fotografias aéreas, quanto arquivos vetoriais, representados por pontos, linhas e polígonos.

Ainda de acordo com CPE (2019), embora o termo possa parecer complexo, a análise das informações contidas em um Sistema de Informação Geográfica permite a geração de mapas, gráficos, tabelas e relatórios que representam digitalmente o mundo real. Dessa forma, cada elemento dos dados armazenados é vinculado a coordenadas espaciais em duas ou três dimensões, correspondendo a uma localização específica na superfície terrestre.

⁹ *Raster*: tipo de imagem digital composta por uma matriz de pixels - células. (QGIS, 2025).

Figura 34 – Exemplo de gráfico de relevo com visualização 3D - SIG



Fonte: SOUZA (2022)

2.1.3 Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS)

Segundo IBGE (s.d.), no Atlas Geográfico Escolar, trata-se de uma constelação de satélites que viabiliza a determinação da localização em tempo real de objetos, além de permitir a navegação em ambientes terrestres e marítimos. Esses sistemas têm ampla aplicação em diferentes áreas, como levantamentos topográficos e geodésicos, aviação, transporte marítimo e terrestre, gestão de frotas, delimitação de fronteiras, agricultura de precisão, entre outras finalidades.

Figura 35 – GPS versus GNSS



Fonte: JOUAV (2024)

Conforme observa-se na figura 35 e apresentado por JOUAV (2024) adaptado, a principal diferença é que **GNSS** (*Global Navigation Satellite System*) é o termo genérico para a constelação dos sistemas de navegação por satélite, enquanto **GPS** é o nome de um sistema específico, operado pelos Estados Unidos. Um receptor GNSS (exemplo figuras 36 e 37) tem a capacidade de se conectar a várias constelações (como o GPS - Americano, GLONASS – Rússia, Beidou - China e Galileo – União Europeia) simultaneamente. Isso garante maior precisão, disponibilidade e confiabilidade do sinal de localização, pois ele não depende de apenas um único sistema.

Figuras 36 e 37 – Receptor em campo do sinal da constelação de satélites - GNSS

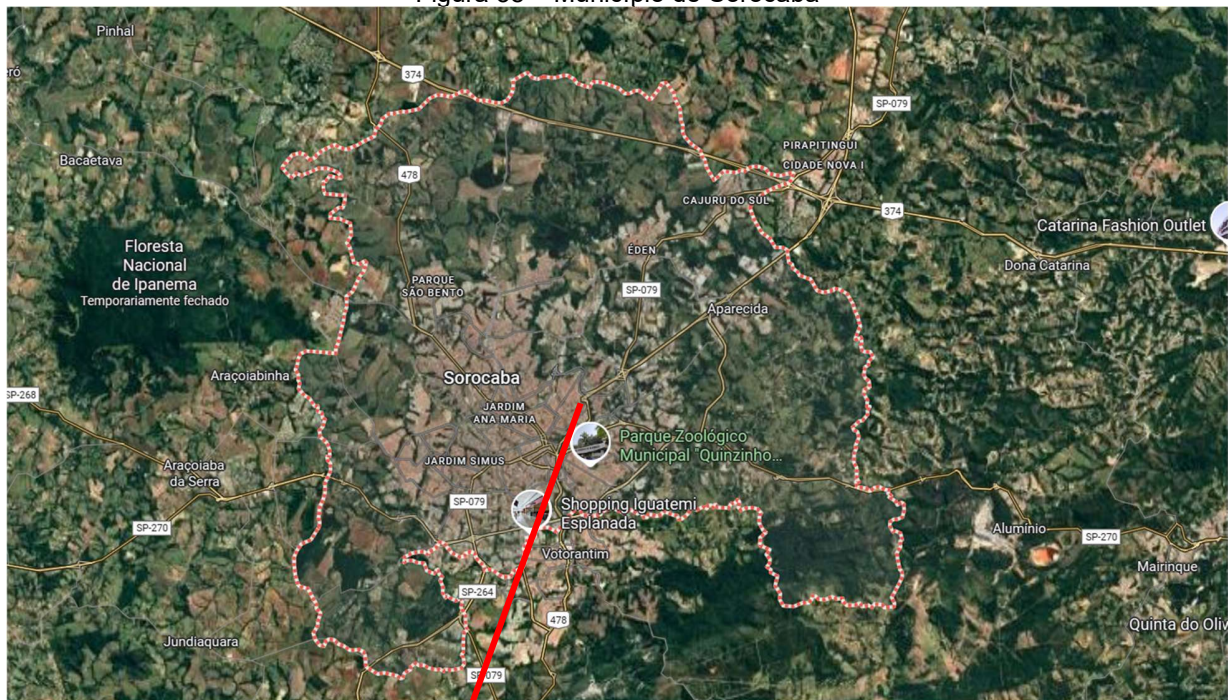


Fonte: Alves (s.d) e Giovannini (s.d) respectivamente (esq. p/dir.).

3. DESENVOLVIMENTO

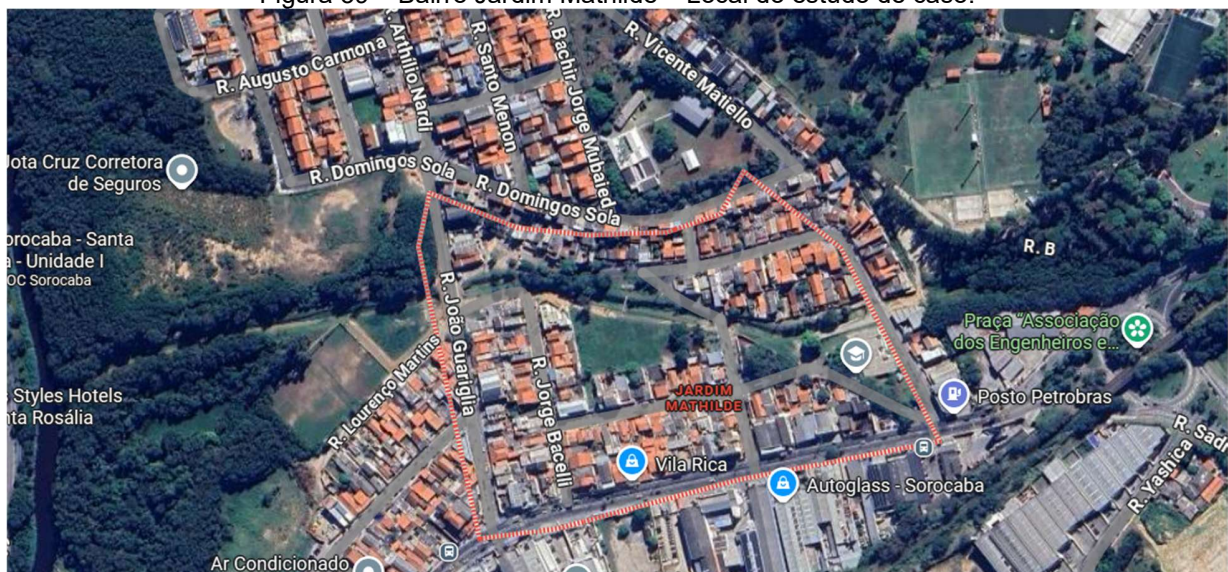
O local escolhido para o desenvolvimento das atividades foi o córrego que fica situado na cidade de Sorocaba, próximo à rua Elza Salvestro Bonilha – Vila Rica/Vila Mathilde.

Figura 38 – Município de Sorocaba



Fonte: Adaptado do Google Earth.

Figura 39 – Bairro Jardim Mathilde – Local do estudo de caso.



Fonte: Adaptado do Google Earth.

Figura 40 – Perfil longitudinal do córrego estimado e extensão.



Fonte: Adaptado do Google Earth.

Figura 41 – Trecho do local atribuído para o estudo de caso.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 42 – Trecho do local atribuído para o estudo de caso.



Adaptado do Google Earth.

✓ **Condicionantes e histórico:**

- ☐ O córrego, com **extensão de quase 1 km**, não possui nome oficial, desaguando no rio Sorocaba, de forma a transpor pelos bairros Vila Rica e Vila Mathilde, sito Zona Leste de Sorocaba.
- ☐ Periodicamente **ocorrem inundações** devido a planicidade da área e a proximidade das construções com o leito do córrego.
- ☐ **Segundo relato de moradores**, a região obteve seu **crescimento** de forma **irregular e precária**, de forma a sofrer com o crescimento desordenado. Conforme relato dos locais, a área, **por estar em uma zona de planície de inundação (várzea) do Córrego, era de menor valor imobiliário** e, por isso, tornou-se atrativa. Muitos terrenos foram vendidos ou ocupados sem a devida aprovação da prefeitura, além de infraestrutura básica como saneamento e drenagem urbana.

- ❑ O histórico da região reflete um desafio comum em muitas cidades brasileiras: a urbanização rápida e a necessidade de regularização fundiária e infraestrutura para áreas que cresceram de maneira desordenada.
- ❑ Região é noticiada de forma corriqueira em veículos de comunicação locais.
- ❑ Segundo jornal Cruzeiro do Sul (2023) na Vila Rica, região do desenvolvimento do tema, é comum o transbordamento do córrego que fica ao lado do Canil da Guarda Civil - e, em consequência, o alagamento de casas.

Figura 43 – Local atribuído para o estudo de caso.

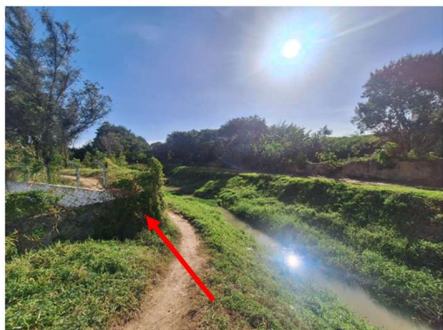


Fonte: Thais Marcolin – Jornal Cruzeiro do Sul (2023)

✓ **Agravantes:**

- ❑ Conforme citado, é comum o transbordamento do córrego. Em virtude disso, os imóveis lindeiros e, até mesmo, imóveis em um raio de quase 100m em períodos de fortes chuvas são afetados, conforme relato de moradores.

Figura 44 e 45 – Imóveis e equipamentos públicos próximos ao córrego.



Imóvel limero afetado



Imóveis /equipamentos públicos lindeiros afetados

Fonte: Acervo próprio.

Figura 46 e 47 – Imóveis e equipamentos públicos próximos ao córrego.



Imóveis lindeiros afetados



Manifestações patológicas no alambrado próximo ao córrego

Fonte: Acervo próprio.

- ❑ Nas figuras anteriores, pode-se debruçar que há equipamentos públicos, além de imóveis próximos apresentando manifestações patológicas, que a princípio, sem dados concretos de investigação ou perícia, aparentemente possuem correlação com as inundações em virtude de estarem na região de várzea do córrego. Pode-se verificar umidade ascendente na região inferior da alvenaria (fig.46) em virtude, supostamente, do alcance da água do córrego ou, até mesmo, por conta da percolação da água por capilaridade do solo úmido do local. Na figura 47, verifica-se a suposta ação de rotação/tombamento do alambrado praticamente encostado ao córrego, podendo ser originado por processo de movimentação ou empuxo de solo.
- ✓ **Equipamentos utilizados:** Utilizado GNSS para coleta e georreferenciamento de pontos, além de drone para criação do modelo digital de superfície.

Figura 48 e 49 – Equipamentos utilizados no desenvolvimento.



Base Rover GNSS RTK



Coletora GNSS RTK

Fonte: Acervo próprio.

Figura 50 e 51 – Equipamentos utilizados no desenvolvimento.



Drone Mavic



Joystick Drone Mavic

Fonte: Acervo próprio.

Conforme mencionado, foi utilizado o GNSS para coleta de posições (poços de visita, cotas, bueiros etc.) e georreferenciamento. Para a coleta, os integrantes perfizeram a área, coletando os pontos por meio da coletora (em termos simples, semelhante a um celular, onde se apertam alguns botões para o cadastramento dos pontos). Tal metodologia já fora discutida na parte da fundamentação teórica, ou seja, a intenção é que seja realizada a determinação da localização em tempo real dos pontos de interesse coletados para a posterior modelagem do projeto na ferramenta CAD, para a triangulação dos pontos (em resumo, a **triangulação** fornece a estrutura geométrica - a malha de triângulos - que permite ao software comercial calcular e traçar as **curvas de nível** que representam o relevo. Em outras palavras, curvas de nível são **linhas imaginárias** traçadas em mapas topográficos que unem todos os pontos de uma região que possuem a **mesma altitude**, ou cota, em relação a um ponto de referência, geralmente o nível médio do mar - que é a curva de nível zero¹⁰).

Basicamente, o procedimento envolve o uso de **dois receptores**: uma **Base** (estação fixa) e um **Rover** (estação móvel), que se comunicam em tempo real para obter coordenadas.

-
- ¹⁰ Imituba, em Santa Catarina, possui uma importância **fundamental** para a geodésia e a cartografia do Brasil: é lá que está localizado o ponto de origem (o "zero") para todas as medições de altitude realizadas no país.

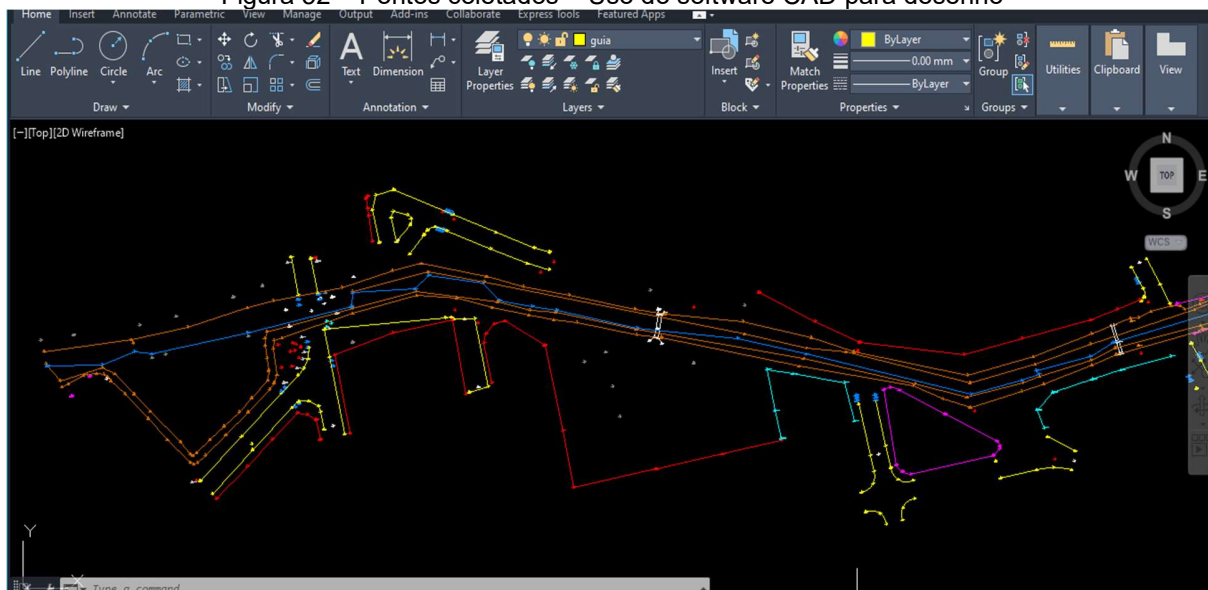
A seguir, são demonstrados rapidamente a sequência para um bom levantamento:

- I. **Planejamento e Viabilidade:** Defina os pontos, o Sistema de Referência (SIRGAS 2000/UTM) e **verifique se há vegetação fechada ou obstáculos** que possam causar perda ou degradação do sinal GNSS.
- II. **Locação da Base:** Monte e nivele o receptor **Base** em um local desobstruído.
- III. **Configuração da Base:** Inicie o rastreo e a **transmissão de correções**.
- IV. **Configuração do Rover:** Configure o receptor móvel (**Rover**) para **receber** o sinal de correção da Base.
- V. **Inicialização:** Aguarde o Rover obter a **solução fixa ("Fixed Solution")**.
- VI. **Coleta RTK:** Utilize o Rover para coletar as coordenadas X, Y e Z de cada **ponto**.
- VII. **Atenção ao Sinal:** Durante a coleta, **monitore a estabilidade do sinal RTK**. Em áreas de perda de sinal, use métodos alternativos, como estação total, ou limpe a área, se possível para garantir a solução fixa, que é a estabilidade do sinal do satélite.
- VIII. **Medição da Altura:** Meça e insira no coletor a **altura da antena do Rover**.
- IX. **Pós-processamento:** Transfira os dados e utilize algum software comercial de topografia para **verificar a qualidade** e ajustar as coordenadas.
- X. **Geração de Produtos:** Elabore as peças técnicas.

Além disso, foi utilizado um drone para reconhecimento aéreo da área e posterior criação do modelo digital de superfície. Para criação do modelo digital, foram utilizadas as fotos obtidas e juntadas no software *Metashape*. O drone, conforme citado, é equipado de um controle remoto (*Joystick*).

Resultados obtidos:

Figura 52 – Pontos coletados – Uso do software CAD para desenho



Fonte: Acervo próprio.

Figura 53 – Modelo digital criado.

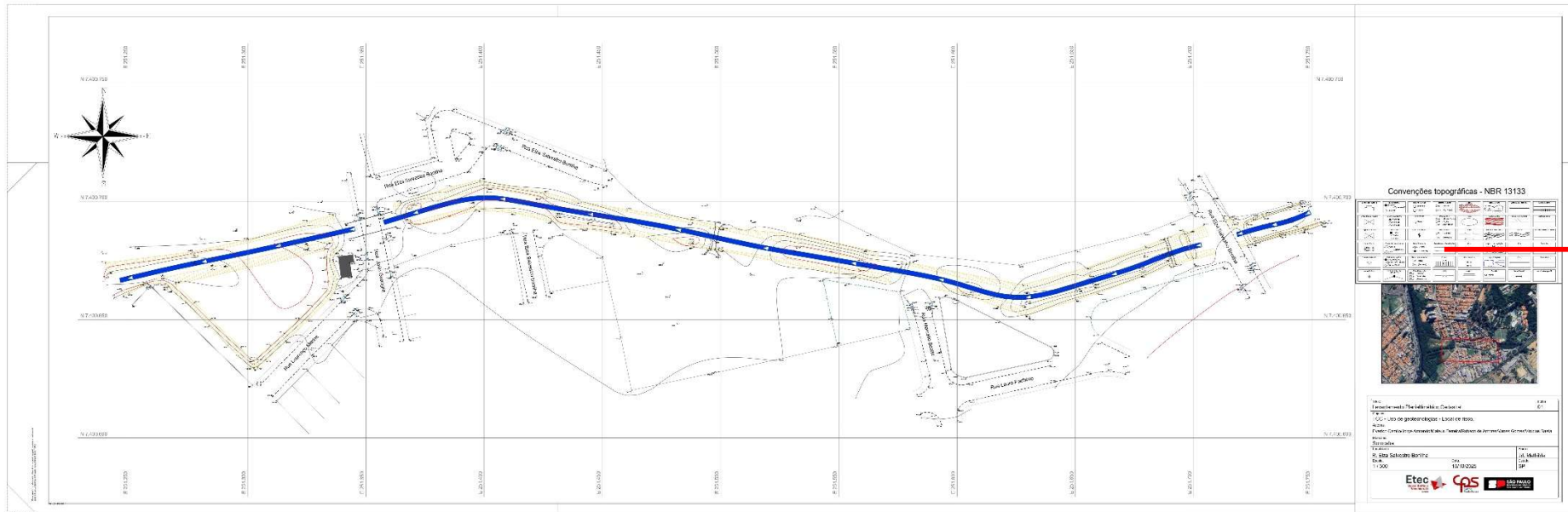


Fonte: Acervo próprio.

Na figura 53, é possível observar o modelo digital do terreno criado. Nele, pode-se visualizar a configuração do relevo, com característica de planicidade, vegetação ciliar às margens do córrego e imóveis circundantes ao corpo hídrico. Para a sua criação, foi necessário utilizar o drone para a captura das imagens e posterior criação do modelo no *software Metashape*.

Outrossim, na figura 52, pode-se ter um panorama da quantidade de pontos coletados pela coletora do GNSS. A seguir, é demonstrada a peça técnica obtida, desenhada com o auxílio do *software AutoCAD* e *software Métrica TOPO*, além das considerações acerca da temática.

Figura 54 – Peça técnica ampliada para melhor visualização.



Fonte: Acervo próprio.



Peça técnica - TCC - área de risco

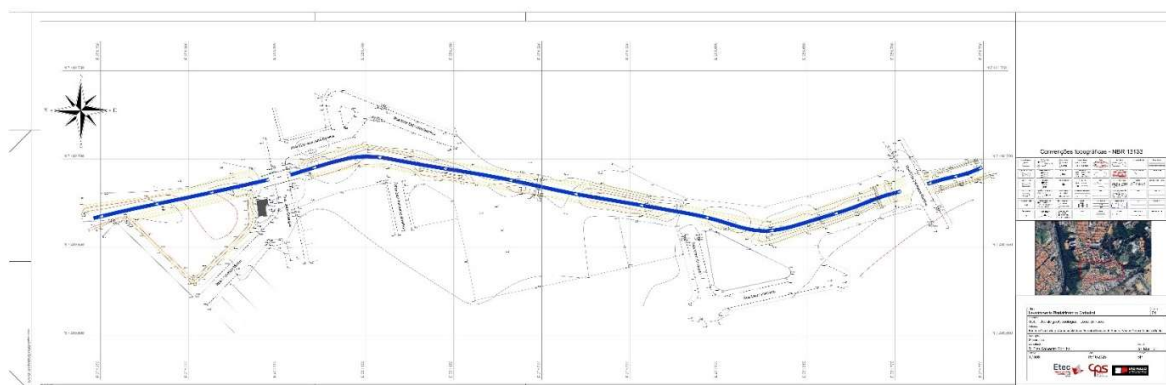
Convenções topográficas - NBR 13133									
Construção elevada	Relevo topográfico	Tronco de rio / Canal	Relevo / Registro	Água	Muro / Calçada	Arremate decorativo	Estaca de ferro		
Construção de madeira	Veredas decorativas	Ponto de vista	Ponto de vista	Água	Canal de rio	Estaca decorativa	Canal de rio		
Limite de propriedade	Limite de propriedade	Ponto de vista	Ponto de vista	Água	Canal de rio	Estaca decorativa	Canal de rio		
Ponto de vista	Veredas decorativas	Ponto de vista	Ponto de vista	Água	Canal de rio	Estaca decorativa	Canal de rio		
Torre de observação	Veredas decorativas	Ponto de vista	Ponto de vista	Água	Canal de rio	Estaca decorativa	Canal de rio		
Árvore isolada	Veredas decorativas	Ponto de vista	Ponto de vista	Água	Canal de rio	Estaca decorativa	Canal de rio		

Figura 55 – Detalhe ampliado das convenções topográficas

Fonte: Acervo próprio.

Acesse este QRCode para melhor visualização da peça técnica.

Figura 56 – Panorama geral da peça técnica para comentários seguintes



Fonte: Acervo próprio.

Com os dados obtidos da peça técnica da figura 54 ou 56 (curvas de nível com as altitudes, malha de coordenadas georreferenciadas para determinação da posição do projeto no espaço, posicionamento dos elementos de infraestrutura, como bueiros, poços de visita – PV, travessias, logradouros etc.), além dos dados observados e comentados alusivos ao modelo digital do terreno da figura 53, pode-se realizar uma análise qualitativa acerca do grau de risco do local para classificação da área e possíveis soluções mitigatórias.

Considerando os fatores descritos na fundamentação teórica, como **suscetibilidade** (características do meio físico, como planicidade – curvas de nível mais abertas nos contornos do corpo hídrico, córrego próximo aos equipamentos públicos e moradias lindeiras etc.), **vulnerabilidade** (características da ocupação, com moradias de pessoas mais humildes, deficiências nos sistemas de drenagem urbana) e **parâmetros para decisão do nível de risco** (sinais de movimentação, inclinação de alambrados), além do histórico de recorrência da região com alagamentos e manifestações patológicas nos imóveis lindeiros, pode-se concluir, qualitativamente, conforme figura 15, que a **probabilidade** de ocorrência/frequência é **muito alta** (a partir de duas vezes a cada um ano), e a **gravidade é média**, que é aquela que pode causar algum impacto social e ser ainda gerenciado localmente. Logo o nível de risco encontrado é o que segue:

Figura 57 – Nível de risco encontrado.

PROBABILIDADE	GRAVIDADE			
	Negligenciável	Média	Alta	Desastre
Baixa	Baixo	Baixo	Médio	Muito Alto
Média	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Alta	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
Muito Alta	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto

Fonte: Adaptado de MACEDO (2021).

Probabilidade: Muito Alta.
Gravidade: Média.
Resultado encontrado: Médio.

Após encontrar o resultado do nível de risco, pode-se estimar a ordem de prioridade das ações do poder público na área em comento. Em outras palavras, tal área ficaria numa fila de prioridades ou ações estruturais, não sendo tais ações de maneira imediata, emergenciais ou prioritárias, haja vista a possibilidade de haver outras áreas com maiores possibilidades de desastres.

Todavia, alguns investimentos para área, **no que concerne às atividades técnicas estruturais**, de forma a minimizar a ocorrência de inundações podem ser as seguintes:

- **Desobstrução e conservação do curso d'água**, de forma a ocorrer o desassoreamento dos leitos, limpeza, preservação de matas ciliares e a criação de áreas verdes permeáveis nas margens;
- Estudos hidrológicos para posterior construção de **alguma bacia ou reservatório para controle de cheias** (ver exemplo da figura 58);

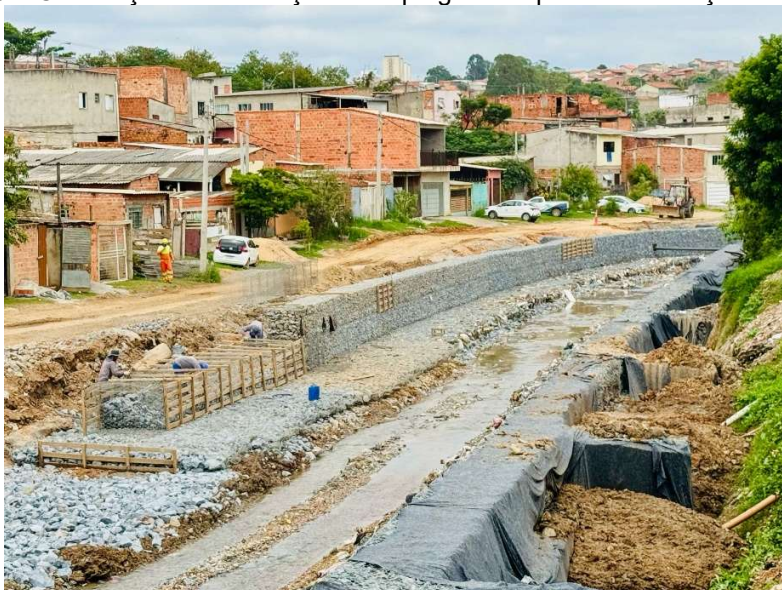
Figura 58 – Bacia de retenção em Sorocaba para filtragem de poluentes/sedimentos e controle de cheias.



Fonte: Acervo próprio.

- Investimentos em contenções como, por exemplo, gabiões (ver figura 59) para **controle da erosão das margens e estabilização de taludes**. Essas estruturas, feitas de gaiolas de malha de aço preenchidas com pedras, combinam resistência e flexibilidade, sendo uma solução prática e durável para a proteção de cursos d'água em áreas urbanas. Além da eficiência na drenagem do canal, a estrutura permeável das gaiolas de pedras permite a drenagem natural da água. Isso impede o acúmulo de pressão hidrostática no solo por trás da estrutura, o que poderia comprometer sua estabilidade e causar danos;

Figura 59 – Construção de contenções do tipo gabiões para estabilização de córregos.



Fonte: Secom – Pref. Sorocaba (2025).

- Sensores de nível de alagamento para monitoramento de inundações, com a função de medir a altura d'água na superfície durante as chuvas (ver figura 60). Conforme indicado no site da prefeitura do Rio de Janeiro (2020), o aparelho é acionado automaticamente quando começa a chover e, em seguida, dispara sinais a cada dois minutos com a finalidade de medir o nível da água.

Figura 60 – Sensor de nível de alagamento.



Fonte: Prefeitura Rio (2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na análise apresentada sobre o conceito de local de risco, os fatores para sua avaliação, a metodologia de análise (incluindo matrizes de risco) e a aplicação das geotecnologias, especialmente no estudo de caso do córrego em Sorocaba, conclui-se que o papel do Técnico em Agrimensura é fundamental na gestão de riscos e desastres.

A investigação do córrego em Sorocaba, marcada por inundações recorrentes e crescimento urbano desordenado, exemplifica a concretude dos conceitos teóricos: a combinação da **probabilidade de ocorrência** (muito alta devido ao histórico de alagamentos) e da **gravidade dos efeitos** (média, com impactos sociais gerenciáveis localmente) resultou em um **Nível de Risco Médio**. Este enquadramento, obtido por meio da matriz de risco e da análise dos condicionantes do local (susceptibilidade, vulnerabilidade e parâmetros de movimentação), fornece a base para a priorização de ações pelo poder público.

As **geotecnologias** mostraram-se indispensáveis para a produção de dados concretos e a tomada de decisão informada. A utilização do **GNSS** para coleta de pontos georreferenciados e do **Drone** para a criação do Modelo Digital de Superfície (MDS) permitiu a elaboração de uma peça técnica detalhada composta de curvas de nível para entendimento da altimetria dos pontos coletados, posicionamento de infraestrutura de drenagem urbana existente etc.). Esse produto técnico é o subsídio essencial para:

- a) **Diagnóstico:** Mapeamento da planície de inundação e identificação de áreas mais vulneráveis (estudos hidrológicos e de áreas de riscos).
- b) **Planejamento de Mitigação:** Proposição de ações estruturais como desassoreamento, construção de bacias de retenção e obras de contenção (gabiões), visando a redução do nível de risco.

- c) **Monitoramento e Prevenção:** Fornecer dados para o **SIG** e plataformas como o S2iD, qualificando a transparência e a gestão de desastres.

Em suma, o trabalho demonstra que o Técnico em Agrimensura transcende a mera medição de terras. Ao dominar o conjunto de ferramentas de geoprocessamento e aplicá-lo na análise de risco, ele se posiciona como um agente crucial na segurança urbana e ambiental. A capacidade de traduzir a complexidade do terreno (planicidade, proximidade com corpos d'água, ocupação irregular) em representações cartográficas precisas é um passo vital para transformar a ameaça de um "local de risco" em uma área com infraestrutura e planejamento resilientes.

REFERÊNCIAS

ALVES, Daniele Barroca Marra. **GNSS: Conceitos, Modelagem e Perspectivas Futuras do Posicionamento por Satélite**, UNESP. Disponível em: < https://www.fct.unesp.br/Home/Pesquisa/GEGE/daniele_barroca_reuniao_gege_12042013.pdf >. Acesso em 14 de maio de 2025.

AUTOCAD. **Software de projeto e desenho em que milhões confiam**. Disponível em: <https://www.autodesk.com/br/products/autocad/overview?mktvar002=4256074|SEM|22409097758|177058731106|kwd14891210&utm_source=GGL&utm_medium=SEM&utm_campaign=GGL_ACAD_AutoCAD_AMER_BR_eComm_SEM_BR_New_EX_ADSK_4256074_General&utm_id=4256074&utm_term=kwd14891210&mkwid=s6Jputym7|pcrid|743939141202|pkw|autocad|pmt|e|pdv|c|slid||pgrid|177058731106|ptaid|kwd14891210|pid|&utm_medium=cpc&utm_source=google&utm_campaign=GGL_AME_AutoCAD_AMER_BR_eComm_SEM_BR_New_EX_ADSK_3360535_General&utm_term=autocad&utm_content=s6Jputym7|pcrid|743939141202|pkw|autocad|pmt|e|pdv|c|slid||pgrid|177058731106|ptaid|kwd14891210|&gad_source=1&gad_campaignid=22409097758&gbraid=0AAAAADx7pE3k2aCU4PnosfH9MBcfxrp6&gclid=CjwKCAjwmNLHBhA4EiwA3ts3mRISFJCBrTosbPaezwL5cAJBYv1YAnz2Km6YxxodNEFtkZ77HpS0PxoC1VIQAvD_BwE>. Acesso em 19 de outubro de 2025.

BARBOSA, Juarez. **Percepção do Risco e Risco Aceitável**, 2016. Disponível em: < <https://consultoriaengenharia.com.br/confiabilidade-e-risco/percepcao-do-risco-e-risco-aceitavel/> >. Acesso em 12 de agosto de 2025

BITAR, Omar Yazbek; FREITAS, Carlos Geraldo Luz de; FERREIRA, André Luiz. **Classificação de declividade para fins de normalização geotécnica em planejamento urbano: estudo em áreas de domínio pré-cambriano na região sudeste**, Comunicação Técnica n. 171029, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2012. Disponível em: < <https://escriba.ipt.br/pdf/171029.pdf> >. Acesso em: 12 de agosto de 2025

BRASIL, Controladoria Geral da União. **Gestão de Riscos no Poder Executivo Federal**, 2022. Disponível em: < <https://www.gov.br/cgu/pt-br/assuntos/integridade-publica/gestao-de-riscos-no-poder-executivo-federal#a7> >. Acesso em 12 de agosto de 2025

BRASIL, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Sensoriamento Remoto**, s.d. Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/DSR/areas-de-atuacao/sensores-plataformas/lidar> >. Acesso em 14 de maio de 2025.

BRASIL, Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **S2iD**, 2025.

Disponível em: < <https://s2id.mi.gov.br/> >. Acesso em 14 de maio de 2025.

BRASIL, Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **S2iD**, 2025. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/sistema-integrado-de-informacoes-sobre-desastres>>. Acesso em 10 de agosto de 2025.

CAMPANHA, Luis; CARNESECA, Mariana; GRAMANI, Marcelo. **Cenários de risco em trilhas**. Comunicação Técnica N° 179578 IPT. Disponível em: <<https://escriba.ipt.br/pdf/179578.pdf>>. Acesso em 10 de agosto de 2025.

CANPAT. **O Brasil contra acidentes e doenças do trabalho**, Cartilha Canpat, 2019. Disponível em: < https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/canpat-2/canpat-2019/canpat_2019_folder.pdf >. Acesso em 14 de maio de 2025.

Cruzeiro do Sul. **Mais uma vez a lama tomou conta de ruas da Vila Rica** - Crédito: THAIS MARCOLIN. Disponível em: <<https://www.jornalcruzeiro.com.br/sorocaba/noticias/2023/02/709648-chuva-volta-a-causar-transtornos.html> >. Acesso em 15 de setembro de 2025.

Clube do GIS, s.d. **O que é: WebGIS**. Disponível em: <<https://clubedogis.com.br/glossario/o-que-e-webgis-entenda-essa-tecnologia-geoespacial/>>. Acesso em: 10 de junho de 2025.

Clube do GIS, s.d. **O que é: WebGIS**. Disponível em: < <https://clubedogis.com.br/glossario/o-que-e-webgis-entenda-essa-tecnologia-geoespacial/#:~:text=WebGIS%20%C3%A9%20uma%20tecnologia%20que,geoespaciais%20atrav%C3%A9s%20de%20navegadores%20web.> >. Acesso em: 10 de agosto de 2025.

CPE. **Geotecnologias**, Disponível em: <<https://blog.cpetecnologia.com.br/geotecnologias/> >. Acesso em 14 de maio de 2025.

FOLHA, UOL. **Braskem: afundamento de mina em Maceió passa de 2 metros – 07/12/2023 – Cotidiano – Folha**. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2023/12/afundamento-do-solo-em-mina-da-braskem-em-maceio-passa-de-2-metros.shtml> >. Acesso em 10 de agosto de 2025.

Freepik. **Geotecnologias**. Disponível em: < https://br.freepik.com/search?format=search&last_filter=query&last_value=geotecnologias&query=geotecnologias >. Acesso em 14 de maio de 2025.

G1. **Afundamento do solo na área de mina em Maceió passa de 2 metros, diz Defesa Civil**. Disponível em: < <https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2023/12/07/afundamento-do-solo-na-area-de-mina-em-maceio-ja-passa-dos-2-metros-diz-defesa-civil.ghtml> >. Acesso em 10 de agosto de 2025.

GIOVANINI, Adenilson. **Curso de QGIS**. Disponível em: < <https://adenilsongiovanini.com.br/blog/curso-de-qgis/> >. Acesso em 14 de maio de 2025.

GIOVANINI, Adenilson. **LIDAR: O que é e suas aplicações?**. Disponível em: < <https://adenilsongiovanini.com.br/blog/lidar-o-que-e-e-quais-suas-aplicacoes/> >. Acesso em 14 de maio de 2025.

GIOVANINI, Adenilson. **ComNav: Receptores GNSS Vendidos no Brasil?** Disponível em: < <https://adenilsongiovanini.com.br/blog/comnav-receptores-gnss-vendidos-no-brasil/> >. Acesso em 10 de agosto de 2025.

GUIMARÃES, Juca. Brasil tem 8,3 milhões de pessoas vivendo em áreas de risco, 2018. Disponível em: < <https://www.brasildefato.com.br/2018/07/04/brasil-tem-83-milhoes-de-pessoas-vivendo-em-areas-de-risco/> >. Acesso em 14 de maio de 2025.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Introdução à Cartografia, **Sensoriamento Remoto**, s.d. Disponível em: < <https://atlasescolar.ibge.gov.br/cartografia/21735-sensoriamento-remoto.html> >. Acesso em 14 de maio de 2025.

JOUAV. **GNSS vs. GPS: Qual é a diferença?**, 2024. Disponível em: < <https://www.jouav.com/blog/gnss-vs-gps.html> >. Acesso em 14 de maio de 2025.

KOGUT, Petro. **Radar ou Lidar: Duas Tecnologias e Usos No Mundo**, EOSDA, 2023. Disponível em: < <https://eos.com/pt/blog/lidar-ou-radar/> >. Acesso em 14 de maio de 2025.

LEÃO, Maria Eduarda. **Entenda as diferenças entre risco e perigo**, 2023. Disponível em: < <https://www.bernhoeft.com.br/risco-perigo/>>. Acesso em 14 de maio de 2025.

MACEDO, Eduardo Soares de. **Gerenciamento de áreas de risco: instrumentos de identificação de risco: setorização de áreas no estado de São Paulo**. IPT, 202. Disponível em: <<https://escriba.ipt.br/pdf/177163.pdf>>. Acesso em 14 de maio de 2025.

METASHAPE, Agisoft. **Fotogrametria inteligente com o Metashape**. Disponível em: <https://www.metashape-la.com/pt/agisoft-metashape-pt/?utm_source=adwords&utm_medium=googleads&utm_campaign=Leads-SearchBrasil&gad_source=1&gad_campaignid=13895539635&gbraid=0AAAAABh99xGIBpajFVnvUAUdnGQweoD8&gclid=Cj0KCQjw9czHBhCyARIsAFZIN8TOYJhmXauTVSTKCwwA2Vwk5IGKI5bJWxZ-ugnYELdeFQ2At0PajY0aAqlzEALw_wcB>. Acesso em 18 de outubro de 2025.

Métrica TOPO. **Software comercial para topografia**. Disponível em: <https://adquirir.metricatopo.com.br/home/ConhecaMetricaTOPO?gad_source=1&gad_campaignid=22823057888&gbraid=0AAAAADp-fcPkq5DapyLdrNsJCCEKQEBp_&gclid=CjwKCAjwmNLHBhA4EiwA3ts3mcyVLeMjOQrbkOwVPIK-kmNPI7QBtYgbzqWRR7BtKyXXNZP1lyWaixoCjroQAvD_BwE>. Acesso em 19 de outubro de 2025.

Mirante Engenharia. **O que são geotecnologias?**. Disponível em: < <https://miranteengenharia.com.br/o-que-sao-geotecnologias> >. Acesso em 14 de maio de 2025.

MundoGEO, 2019. **Estudo do IBGE mostra áreas de maior suscetibilidade a deslizamento**. Disponível em: < <https://mundogeo.com/2019/11/29/estudo-do-ibge-mostra-areas-de-maior-suscetibilidade-a-deslizamento/>>. Acesso em 10 de agosto de 2025.

NASCIMENTO, Roney Gomes. **Avaliação de Risco Geológico**. Disponível em: <https://defesacivil.es.gov.br/Media/defesacivil/Capacitacao/Material%20Did%C3%A1tico/CAR/Avalia%C3%A7%C3%A3o_de_Risco_Geol%C3%B3gico_ESESP.pdf>. Acesso em 14 de maio de 2025.

Poder 360. **Afundamento do solo em Maceió passa de 2 metros**, 2023. Disponível em: < <https://www.poder360.com.br/brasil/afundamento-do-solo-em> >

maceio- passa-de-2-metros/ >. Acesso em 14 de maio de 2025.

QGIS. **Uma breve introdução ao SIG**, QGIS Project, 2025. Disponível em: < https://docs.qgis.org/3.40/pt_BR/docs/gentle_gis_introduction/raster_data.html >. Acesso em 14 de maio de 2025.

Rio Prefeitura. **Interditar o local com risco**. Defesa Civil do Município do Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: < <https://defesacivil.prefeitura.rio/interditar-o-local-com-risco/> >. Acesso em 14 de maio de 2025.

Rio Prefeitura. **Prefeitura utilizará sensores para agilizar ações preventivas em dias de chuva forte**. Disponível em: < <https://prefeitura.rio/cidade/prefeitura-utilizara-sensores-para-agilizar-acoes-preventivas-em-dias-de-chuva-forte/> >. Acesso em 27 de outubro de 2025.

ROSA, Roberto. **Geotecnologias na Geografia aplicada**. Revista do Departamento de Geografia, v. 16, p. 81-90, 30 abr. 2011.

SECOM, Pref. de Sorocaba. **Saae/Sorocaba conclui implantação de muro de contenção em córrego na Vila Barão e Jardim Aeroporto, 2025**. Disponível em: < <https://noticias.sorocaba.sp.gov.br/saae-sorocaba-conclui-implantacao-muro-de-contencao-em-corrego-na-vila-barao-e-jardim-aeroporto/> >. Acesso em 27 de outubro de 2025.

SEMAGRI, I, 2023, Cascavel-PR. **I SEMAGRI contribui para aprofundar o conhecimento na área de agrimensura**. Conselho Regional dos Técnicos Industriais da 4ª Região, Cascavel, 2023. Disponível em: < <https://www.crt04.org.br/i-semagri-contribui-para-aprofundar-o-conhecimento-na-area-da-agrimensura/> >. Acesso em: 14 de maio de 2025.

Silva, Antonio Soares da. **Geologia Aplicada à Geografia**. v.1. / Antonio Soares da Silva, Alexssandra Juliane Vaz. - Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2013. 214 p.; 19 x 26,5cm

SOUZA, Anna Beatriz Queiroz Di, **Você sabe o que é SIG e qual a importância dele para sua propriedade?** ESALQ Junior Florestal, 2022. Disponível em: < <https://www.esalqjrflorestal.org.br/post/voc%C3%AA-sabe-o-que-%C3%A9-sig-e-qual-a-import%C3%A2ncia-dele-para-sua-propriedade> >. Acesso em 14 de maio de 2025.

SPATIALPOST, 2023. **Tipos de plataformas em sensoriamento remoto: um guia abrangente.** Disponível em: < <https://www.spatialpost.com/types-of-platforms-in-remote-sensing/>>. Acesso em: 10 de agosto de 2025.

TERRA, UOL. **Grande SP tem 132 mil imóveis em áreas de risco muito alto.** Disponível em: < <https://www.terra.com.br/noticias/brasil/cidades/grande-sp-tem-132-mil-imoveis-em-areas-de-risco-muito-alto,2fa6e90f862614707de960feb463631ft28hbouu.html>>. Acesso em: 10 de agosto de 2025.

TCERS, 2024. **Guia Prático Sobre o Sistema S2ID.** Disponível em: < https://tcers.tc.br/repo/orientacoes_gestores/GUIA%20PRATICO%20SOBRE%20O%20SISTEMA%20S2ID%20V12024.pdf>. Acesso em: 10 de agosto de 2025.