UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS CURSO DE ENGENHARIA DE AGRIMENSURA

GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO CONTROLE DE DEMOLIÇÕES DE ESTRUTURAS EDIFICADAS - CASO BOM PARTO, MACEIÓ/AL

KELLY KALINE AUGUSTINHO DOS SANTOS

Rio Largo, AL
Maio - 2025

KELLY KALINE AUGUSTINHO DOS SANTOS

GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO CONTROLE DE DEMOLIÇÕES DE ESTRUTURAS EDIFICADAS - CASO BOM PARTO, MACEIÓ/AL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão Examinadora do Curso de Engenharia de Agrimensura da Universidade Federal de Alagoas,sob orientação do Prof. Dr. Henrique Ravi Rocha De Carvalho Almeida.

Rio Largo, AL
Maio - 2025

Catalogação na Fonte Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

S237g Santos, Kelly Kaline Augustinho dos.

Geoprocessamento aplicado ao controle de demolições de estruturas edificadas - caso
bom parto, Maceió/AL. / Kelly Kaline Augustinho dos Santos. – 2025.

82 f.: il.

Orientador(a): Henrique Ravi Rocha De Carvalho Almeida.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Agrimensura) – Graduação em Engenharia de Agrimensura, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2025.

Inclui bibliografia

1. Geoprocessamento. 2. Demolições. 3. Planejamento Urbano. 4. Maceió. 5. Bom parto. I. Título.

CDU: 528.8

FOLHA DE APROVAÇÃO

KELLY KALINE AUGUSTINHO DOS SANTOS

GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO CONTROLE DE DEMOLIÇÕES DE ESTRUTURAS EDIFICADAS - CASO BOM PARTO, MACEIÓ/AL

Monografia apresentada ao Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheira Agrimensora. Aprovado em: 27 de Maio de 2025.

gov.br Documento assinado digitalmente
HENRIQUE RAVI ROCHA DE CARVALHO ALMEIDA
Data: 05/06/2025 15:54:07-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Henrique Ravi Rocha de Carvalho Almeida (CECA/UFAL)

Orientador

gov.br Documento assinado digitalmente
LUCIANA LIMA ARAUJO
Data: 05/06/2025 15:40:11-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Drª. Luciana Lima Araujo (CECA/UFAL)

Examinador

gov.br Documento assinado digitalmente
ROSILENE MENDONCA NICACIO JIMENEZ
Data: 06/06/2025 09:52:29-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Drª. Rosilene Mendonça Nicácio Jiménez (CECA/UFAL)

Examinador

"*Porque Dele e por Ele, são todas as coisas; glória, pois, a Ele eternamente".*

"(Romanos 11:36)"

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, a minha mãe, minha avó e a minha irmã, pelo carinho e apoio contínuo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado forças durante todo o processo vivido nesse período de faculdade até o presente momento, por estar me guiando e protegendo todo esse tempo, sempre me mostrando através da fé que tudo é possível.

À minha mãe, Maria Cícera, por ser uma mulher sábia, que sempre acreditou em mim, me guiou, deu os melhores conselhos e suporte de diversas maneiras que estava ao alcance. mesmo abdicando de algumas coisas para me acolher e acreditar no meu sonho.

À minha avó Iracema Pereira, que não sabe ler e escrever, mas estava em cada passo que eu dei, acompanhando tudo, dizendo: "Meu pai não me deixou ir à escola para não escrever bilhete para namorado. Quero ver você conquistando o mundo, minha neta, eu tenho muito orgulho de você." Ela é minha força e determinação, meu maior exemplo. Sempre me ensinou os princípios e valores para me tornar a mulher que sou hoje, me mostrando que nem sempre vai ser fácil, mas é necessário passar por todas as dificuldades que a vida nos proporciona.

A minha irmã, Aline Augustinho, que sempre me motivou e sempre me dizia "foi o curso que você escolheu, faz o seu melhor". Muitas vezes deixei de sair com ela para estudar para as provas, tempo que não se volta e hoje está vibrando a cada conquista minha.

Aos meus sobrinhos, Anny e Anthony, que com a alegria deles fizeram a casa ainda mais especial desde o começo da graduação. Meus meninos que a titia ama. Um amor tão puro e genuíno. Muitas vezes precisei estudar e Anny ficava no meu colo porque sentia saudades da tia e não podia brincar com ela quando eu precisava estudar para as provas. Me ensinaram que tempo é a coisa mais preciosa e que não volta atrás. Com eles, pude aprender que eu sou uma manteiga derretida, mas viro uma leoa quando alguém mexe com eles.

As minhas amigas, Ingredy Silva, Catherinne Passos e Beatriz Zeferino, que me deram todo o suporte necessário para que tudo isso acontecesse. Por estar sempre me motivando. Quero demonstrar minha gratidão às instituições de ensino que me guiaram bastante ao longo da minha jornada: Instituto Federal de Alagoas e Universidade Federal de Alagoas - UFAL, que, através de seus colaboradores, me proporcionaram diversos momentos de alegria e conhecimento durante a graduação superior.

A minha amiga, Dayane Jhoany, obrigada por ter sanado minhas dúvidas e sempre me socorrer nos momentos mais difíceis da minha jornada no ambiente de trabalho. Você é uma das melhores pessoas que eu pude conhecer e adquirir conhecimento.

Ao Dr. Henrique Ravi, meu orientador, pela dedicação, pelo empenho.

Comprometimento notável na transmissão do conhecimento.

A Dra. Luciana Lima, que me guiou pelo zelo, compreensão e dedicação, e me ensinou a ser uma profissional, um ser humano ético e generoso.

Aos meus amigos de graduação e de vida, Gabriel Nicácio e Givaldo Gonçalves, sou extremamente grata por todo esse tempo, por sermos tão parceiros e ter ajudado a deixar a jornada da graduação leve. Com vocês, meus dias cinzas se tornaram coloridos.

Agradeço ao Luiz Batista, uma pessoa extraordinária que sempre me incentivou a seguir a carreira de Agrimensura. Foi paixão à primeira vista. Ele foi um mentor extraordinário, comprometido e me auxiliou a esclarecer todas as incertezas que eu possuía. Por ser esse pai maravilhoso.

À Defesa Civil Municipal de Maceió, que me deu oportunidade de estágio onde obtive meu crescimento profissional, técnico, organizacional e emocional, sempre me acolheram muito bem. Aos que de forma indireta contribuíram ao longo da jornada acadêmica, em especial ao Abelardo Nobre que sempre acreditou em mim, gratidão.

Aos meus colegas de trabalho no CIMADEC, em especial ao Hugo Carvalho, Antonio Rodrigues, Guilherme Henrique, Gabriel Rosemberg, Fernandja Campos, Clyvia Souza e Emmanuel que tornaram minha jornada no ambiente de trabalho leve e por estarem presentes nos meus momentos difíceis. Ao iniciar a carreira profissional. Agradeço por tudo que vocês simbolizam nesta jornada.

Agradeço a todos que fizeram parte da minha jornada, gratidão!

RESUMO

O presente trabalho analisa a aplicação do geoprocessamento como ferramenta de apoio à gestão e controle de demolições de estruturas edificadas no bairro Bom Parto, em Maceió/AL, região afetada pelo afundamento do solo decorrente da extração de sal-gema pela mineradora Braskem. Esse fenômeno geológico provocou a evacuação de moradores e a demolição de diversas edificações, configurando uma crise urbana e humanitária sem precedentes. Diante desse cenário, o geoprocessamento mostra-se essencial para o mapeamento, monitoramento e organização de dados geoespaciais que subsidiam a tomada de decisões por parte do poder público. O estudo investiga o potencial dos SIG na sistematização das informações relacionadas às demolições, identifica os benefícios de sua aplicação na gestão territorial e propõe melhorias para o uso dessas tecnologias em contextos semelhantes. Ao destacar o caso do Bom Parto, este trabalho contribui para o fortalecimento de estratégias de planejamento urbano mais eficazes, sustentáveis e justas.

Palavras-chave: Geoprocessamento; SIG; Demolições; Planejamento Urbano; Maceió; Bom Parto.

ABSTRACT

This paper analyzes the application of geoprocessing as a tool to support the management and control of demolitions of built structures in the Bom Parto neighborhood, in Maceió/AL, a region affected by the subsidence of the soil resulting from the extraction of rock salt by the Braskem mining company. This geological phenomenon caused the evacuation of residents and the demolition of several buildings, configuring an unprecedented urban and humanitarian crisis. In this scenario, geoprocessing has proven to be essential for mapping, monitoring and organizing geospatial data that support decision-making by public authorities. The study investigates the potential of GIS in the systematization of information related to demolitions, identifies the benefits of its application in territorial management and proposes improvements for the use of these technologies in similar contexts. By highlighting the case of Bom Parto, this paper contributes to the strengthening of more effective, sustainable and fair urban planning strategies.

Keywords: Geoprocessing; GIS; Demolitions; Urban Planning; Maceió; Bom Parto.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de geomofologia da área de estudo 24
Figura 2 - Esquema mostrando elementos comuns à exploração de sal-gema 25
Figura 3 - Mapa de geomofologia da área de estudo 26
Figura 4 - Estrutura geral de um SIG 39
Figura 5 - Recorte de mapa temático representativo de MDS e Ortomosaico 42
Figura 6 - Mapa de localização da área de estudo 44
Figura 7 - Fluxograma da Metodologia 46
Figura 8 - Tabela de atributos da camada de demolição no Bom Parto 48
Figura 9 - Fluxograma do início do processo de demolição 50
Figura 10 - Etapas da Organizada 52
Figura 11 - O ponto base do GNSS e geoprocessamento de dados 53
Figura 12 - Mapa de uso e ocupação do solo no bairro do Bom Parto 55
Figura 13 - Mapa de uso e ocupação do solo no bairro do Bom Parto 56
Figura 14 - Imagem de satélite 2017 58
Figura 15 - Imagem de satélite 2018 58
Figura 16 - Imagem de satélite 2019 59
Figura 17 - Imagem de satélite 2020 59
Figura 18 - Imagem de satélite 2021 60
Figura 19 - Imagem de satélite 2022 60
Figura 20 - Imagem de satélite 2023 61
Figura 21 - Imagem de satélite 2024 61
Figura 22 - Mapa de Localização da área de demolida 63
Figura 23 - Registro fotográfico das edificações com risco de colapso 64
Figura 24 - Comparação entre total de imóveis e imoveis demolidos no Bairro Bom Parto 65
Figura 25 - Lotes cujas edificações foram demolidas 66
Figura 26 - Mapa de Inundação 67
Figura 27 - Mapa de localização da área de estudo 68
Figura 28 - área inundada na área de estudo 79
Figura 29 - área permanente inundado 70

LISTA DE TABELAS

Quadro 1 - Classificação dos RCDs segundo a Resolução CONAMA nº 307/02 33
Quadro 2 - Levantamento da dinâmica de ocupação das margens da Laguna Mundaú nas áreas de risco iminente de inundação (leito menor do rio, com restrição total de ocupação) (2017-2019 e 2020-2024)..... 62

LISTA DE ABREVIAÇÕES

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas

APPs - Áreas de Preservação Permanente

CIMADEC – Centro Integrado de Monitoramento e Alerta da Defesa Civil

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

DCM- Defesa Civil Municipal

DGNSS - Global Navigation Satellite System

DGPS - Differential Global Positioning System

GNU - General Public License

GPS - Global Positioning System

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

MDS - Modelo digital de superfície

MTSUL – Mato Grosso do Sul Construções

NBR - Norma brasileira regulamentadora

NR - Norma regulamentadora

PNPDEC- A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil

PPP - Sistemas Globais de Navegação via Satélite

QGIS - Quantum GIS

RDC - Resíduos de Construção e Demolição

RPAs - Aeronaves Remotamente Pilotadas

RTK - Real Time Kinematic.

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SIU- Sistemas de informações Urbanas

UFAL - Universidade Federal de Alagoas

VANT - Veículo aéreo não tripulado

Sumário

1. INTRODUÇÃO **16**

2. OBJETIVOS **19**

3. REFERENCIAL TEÓRICO **20**

3.1 ÁREAS DE RISCO E IMPACTOS URBANOS **20**

3.2 POLITICAS PÚBLICAS E GESTÃO DE ÁREAS DE RISCO NO BRASIL **22**

3.3 SUBSIDÊNCIA NO BAIRRO DO BOM PARTO **23**

3.4 Demolição de edificações em áreas de risco **27**

3.4.1 Residuos de Sólidos **28**

3.4.2 Impactos sociais e ambientais das demolições **30**

3.4.3 Normas para demolição de edificações **31**

3.5 GEOTECNOLOGIAS APLICADAS Á ANÁLISE ESPACIAL **35**

3.5.1 Geoprocessamento **35**

3.5.2 Evolução da geotecnologia **36**

3.6 REPRESENTAÇÃO ESPACIAL DOS DADOS DE CONTROLE DE OBRAS E DEMOLIÇÕES **37**

3.6.1 Análise Espacial **37**

3.6.2 Banco de Dados Espaciais **38**

3.6.3 Métodos de obtenção de imagens Áreas **40**

3.6.4 Ortomosaico **42**

3.7 LEGISLAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO **43**

3.7.1 O uso e ocupação do solo em Maceió **43**

4. METODOLOGIA **45**

4.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO **45**

4.2 ETAPAS METODOLÓGICAS **46**

4.2.1 Aerolevantamento **46**

4.2.2 Análise Literária **47**

4.2.3 Sistema de Informação Geográfica (SIG) colocar na metodologia 48

4.2.4 Escolha do Software 48

4.3 SELEÇÃO DAS IMAGENS (DADOS) 49

4.3.1 Geoprocessamento 49

4.3.2 Atualização da Tabela de Atributos 49

4.4 PLANO DE DEMOLIÇÃO E MEDIDAS DE SEGURANÇA 49

4.4.1 Fases da demolição 52

4.5 TÉCNICAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS 52

4.5.1 Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) 52

4.5.2 Análise de Imagens de Satélite 53

4.5.3 Métodos de Demolição 53

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 54

5.1 Análise temporal das imagens 56

5.2 Demolições de edificações 62

5.1.2 Inundação no Bairro do Bom Parto 66

5.1.3 Solicitação Emergencial no bairro do Bom Parto 67

5.1.4 Impactos urbanos e ambientais no bairro do Bom Parto (Maceió-AL) 71

6. CONCLUSÃO 72

REFERÊNCIAS 74

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o município de Maceió, está lidando com uma das maiores catástrofes urbanas e ambientais do país, o processo de subsidência causada pela extração de sal-gema, uma atividade explorada por uma empresa global denominada Braskem do setor petroquímico que produz e comercializa resinas termoplásticas (PE, PP e PVC) e outros produtos petroquímicos, como insumos químicos básicos ao longo de décadas que afeta vários bairros, Pinheiro, Bebedouro, Mutange, Farol e Bom Parto, sendo este último área de estudo apresentada nesse trabalho.

Os efeitos ambientais decorrentes da extração de sal-gema em Maceió, particularmente na região do bairro do Bom Parto, são variados e de grande importância. Inicialmente, ressalta-se a instabilidade do solo, que resultou na formação de crateras, rachaduras e afundamentos, colocando em risco a segurança das construções e a integridade da malha urbana. Essa instabilidade geológica levou à evacuação de milhares de habitantes e ao consequente abandono de casas, comércios, escolas e equipamentos públicos, criando extensas regiões desabitadas e vulneráveis à degradação ambiental.

Ademais, o afundamento do solo afetou diretamente os lençóis freáticos e o fluxo da água subterrânea, o que pode prejudicar a qualidade da água e impactar os ecossistemas locais. Como resultado da mudança no ciclo hidrológico (COMITÊ NACIONAL EM DEFESA DOS TERRITÓRIOS FRENTE À MINERAÇÃO, 2023). O bairro do Bom Parto passou a experimentar frequentes episódios de inundações, impactando diretamente as residências e aumentando a vulnerabilidade das comunidades remanescentes. Essas inundações não apenas danificam as estruturas físicas das moradias e da infraestrutura urbana, como também ampliam os riscos sanitários e dificultam qualquer tentativa de realocação ou reurbanização da área.

A mudança nas condições do solo e a remoção forçada das comunidades também tiveram impacto na vegetação, interrompendo práticas diárias de preservação e manutenção dos espaços verdes urbanos. Esses impactos, combinados, demonstram como a atividade humana descontrolada pode provocar uma série de desequilíbrios ecológicos, com consequências duradouras para o meio ambiente e a qualidade de vida da população.

As consequências dessa tragédia são extensas e afetam diretamente a estrutura

urbana, a infraestrutura, a relação social e a funcionalidade do espaço urbano. Nesse contexto, toda ação antrópica sobre o meio ambiente gera algum tipo de impacto. De acordo com Coelho (2013), o bairro do Bom Parto passou por uma série demolições em função da instabilidade geológica, a qual inviabilizou a manutenção das edificações e a permanência da população residente.

Esse processo de degradação resultou na descaracterização do bairro, com a destruição de vias, moradias, estabelecimentos comerciais, escolas e equipamentos públicos. O ambiente urbano foi esvaziado, transformando-se em uma área de risco interditada e sem uso específico, o que compromete de maneira significativa a dinâmica urbana da capital alagoana. Além disso, a remoção forçada dos moradores provocou na desintegração de comunidades tradicionais, rompendo vínculos históricos, culturais e sociais. Muitas famílias permanecem em situação de incerteza quanto realocação e indenização, o que intensifica a vulnerabilidade social das populações atingidas.

Segundo Lima (2013), “as cidades provocam modificações profundas, e os problemas aumentam quando não se possui a preocupação de planejar os espaços urbanos com um olhar para o ambiente como um todo”. A ausência de planejamento urbano adequado, que integre aspectos sociais, econômicos e ambientais, contribuiu para o agravamento do cenário. Entre as principais consequências urbanas estão a interrupção das vias locais, o colapso da infraestrutura básica e o aumento da insegurança pública e ambiental.

Tais transformações, implementadas sem o devido planejamento e fiscalização, revelam falhas históricas na gestão urbana. Ainda Lima (2013), o caso do Bom Parto evidencia deficiências na supervisão ambiental e na administração do uso do solo urbano, somadas à morosidade da atuação estatal. Atualmente, a área demolida representa um território marcado por cicatrizes físicas e simbólicas, expressando os impactos da exploração econômica em detrimento da segurança e do bem-estar coletivo.

A exposição da população a riscos geológicos, associados à produção desigual do espaço urbano e à reduzida capacidade de resposta a tais eventos, configura um quadro de injustiça ambiental. Como destaca Souza (2019), essas condições refletem desequilíbrios na distribuição dos riscos e na efetivação do direito à cidade.

Portanto, as consequências urbanas do desastre no bairro do Bom Parto

ultrapassam os limites físicos da região diretamente impactada e afetam a dinâmica socioespacial de Maceió em sua totalidade. O restabelecimento desse território requer ações técnicas e institucionais, mas também um processo de reparação histórica e social, que reconheça os direitos das comunidades impactadas e valorize sua memória comum.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Mapear e quantificar os imóveis localizados no bairro do Bom Parto ou áreas de risco de subsidência e objetos de processos de demolição, visando subsidiar ações de planejamento e intervenção.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

I. Analisar os impactos ambientais da demolição;
II. Comparar as transformações temporais da paisagem no espaço urbano;
III. Analisar os impactos urbanos causados pelas demolições;
IV. Sugerir aprimoramentos e orientações para o uso dessas ferramentas em situações análogas;

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ÁREAS DE RISCO E IMPACTOS URBANOS

A avaliação de riscos geológicos tem por finalidade a identificação, delimitação e a caracterização de áreas sujeitas ou submetidas à ocorrência de processos destrutivos de movimentos de massa, enchentes de alta energia e inundações (CPRM, 2018).

Segundo o Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2019), risco geológico é a probabilidade de ocorrência de um evento geodinâmico adverso, associado à existência de elementos expostos suscetíveis a danos, podendo gerar perdas humanas, materiais, ambientais ou econômicas.

De acordo com Silva et al. (2020), os riscos geológicos são condicionados por fatores naturais, como características litológicas, topográficas e climáticas, mas também podem ser potencializados por ações antrópicas inadequadas, como ocupação desordenada, desmatamento e intervenções em áreas instáveis. Além disso, Fell et al. (2008) destacam que a gestão de risco geológico envolve etapas de identificação, análise, avaliação e controle, além da implementação de medidas preventivas e corretivas, visando reduzir os danos potenciais.

O risco não deve ser visto apenas como uma contingência. Ele é resultado de uma construção social, sendo gerado a partir das ações da própria sociedade. Um exemplo disso são as cheias em planícies de inundação, que, embora sejam fenômenos naturais, tornam-se riscos em função da ocupação e uso humano desses espaços. No entanto, em áreas urbanizadas, podem se manifestar em forma de risco para a população, que a busca por espaços, sobretudo os destinados à moradia (SANTOS, 2014).

Coelho (2001) destaca que os problemas ambientais não atingem igualmente todo o espaço urbano e alcançam muito mais os espaços ocupados por população de baixa renda, que não pode pagar por terrenos mais seguros do ponto de vista ambiental. ressalta, ainda, que a distribuição espacial dessa população está associada à desvalorização do espaço pela proximidade de áreas inundáveis, de indústrias poluidoras, insalubridade dos terrenos, ou pela ocorrência de riscos ambientais e catástrofes naturais.

Os riscos urbanos e suas consequências constituem um dos maiores desafios para a gestão e o planejamento das cidades, especialmente em um cenário de crescimento urbano acelerado. O conceito de risco está intimamente relacionado à vulnerabilidade e exposição

da população a eventos naturais e antrópicos, que, quando combinados, geram impactos sobre a demolição. Essas áreas podem ser definidas como zonas geográficas nas quais a probabilidade de ocorrência de desastres naturais ou provocados pelo homem é significativa, devido a fatores como condições geológicas, hidrológicas, interferências e a configuração das infraestruturas urbanas (NOBRE *et al*., 2010).

Outro conceito relevante é a percepção de risco, que pode variar entre cada indivíduo ou sociedade, levando à interpretação dos perigos e da vulnerabilidade às quais estão expostas. Logo, a percepção de risco varia dependendo de sua vivência no bairro fornece subsídios para analisar o grau de conhecimento, o sentimento de pertencimento, interesses e valores em relação ao grau de aceitação ou intolerância, assim como sua capacidade de resiliência, resistência e adaptação aos riscos (TUAN, 2012; FREIRE, 2018).

A inundação representa o transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea. O alagamento é um acúmulo momentâneo de águas em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem. A enxurrada é escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode ou não estar associado à área de domínio dos processos fluviais (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007).

Além da intensidade dos fenômenos naturais, o acelerado processo de urbanização verificado nas últimas décadas, em várias partes do mundo, inclusive no Brasil, levou ao crescimento das cidades, muitas vezes em áreas impróprias à ocupação, aumentando as situações de perigo e de risco a desastres naturais (TOMINAGA, 2009).

Na cidade de Maceió, as inundações e alagamentos têm sido recorrentes nos últimos anos, especialmente durante períodos de chuvas intensas. Essa situação decorre em parte da geografia local e do processo de urbanização acelerada. Além disso, as margens de rios e áreas baixas são particularmente vulneráveis, o que agrava a situação. Esses eventos não afetam apenas a infraestrutura urbana, como ruas e imóveis, mas também prejudicam diretamente a população, exigindo intervenções constantes da Defesa Civil Municipal e de outras autoridades para minimizar seus impactos. (DEFESA CIVIL MUNICIPAL DE MACEIÓ, 2025).

As construções irregulares, muitas vezes edificadas à margem das legislações urbanísticas, e a ocupação indevida de espaços públicos e áreas de preservação permanente

(APPs), têm se tornado desafios recorrentes nos centros urbanos brasileiros. Em conjunto com esses fatores, destaca-se a impermeabilização excessiva do solo urbano, que contribui significativamente para o agravamento de eventos como inundações e alagamentos (JAPIASSÚ, 2015).

Segundo Tucci (2006), grande parte dos problemas associados às inundações urbanas decorre da abordagem limitada adotada por especialistas, que priorizam intervenções pontuais e desconsideram a complexidade social, institucional e ambiental das bacias hidrográficas. Esse problema é agravado em países em desenvolvimento, que frequentemente optam por ações estruturais de alto custo, muitas vezes inviáveis economicamente (UN-HABITAT, 2012).

3.2 POLITICAS PÚBLICAS E GESTÃO DE ÁREAS DE RISCO NO BRASIL

No Brasil, a gestão de áreas de risco tem sido historicamente reativa, com políticas públicas frequentemente implementadas após a ocorrência de desastres naturais de grande magnitude. Estudos indicam que as principais ações governamentais para mitigar enchentes e deslizamentos foram estabelecidas em resposta a eventos catastróficos, evidenciando uma abordagem pós-desastre predominante no país (SOUZA, 2014).

A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), instituída pela Lei nº 12.608/2012, representa um marco significativo na tentativa de estruturar uma gestão preventiva de riscos no Brasil. Essa legislação estabelece diretrizes para a integração das políticas de defesa civil com outras áreas, como ordenamento territorial, desenvolvimento urbano e meio ambiente, visando à promoção do desenvolvimento sustentável e à redução de desastres.

De acordo com o Primeiro Relatório de Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas (2014), o Brasil é suscetível a diversos tipos de desastres naturais devido às suas dimensões continentais e diversidade ambiental, climática e geológica. Esses desastres estão frequentemente relacionados a eventos hidrometeorológicos e climatológicos, nos quais a pluviosidade (por excesso ou escassez) é o principal responsável por deflagrar os processos físicos que colocam em risco as populações e suas atividades econômicas.

Na última década do século XX pode-se observar a evolução para uma abordagem mais integrada dos eixos que consideram o conhecimento dos riscos, as ações prospectivas

e corretivas para redução dos riscos e a preparação para manejo dos desastres, denominada por Grande (2011) como uma "governança preventiva" (MEDD E SIMON, 2005).

A integração das políticas públicas de gestão de riscos com o planejamento urbano é essencial para mitigar com obras estruturais e não estruturais os impactos de desastres naturais. Instrumentos como os Planos Diretores Municipais devem incorporar mapeamentos de áreas suscetíveis a deslizamentos e inundações, estabelecendo diretrizes claras para o uso e ocupação do solo. Essa abordagem preventiva pode reduzir significativamente a vulnerabilidade das comunidades locais (NARVÁEZ *et al*., 2009).

3.3 SUBSIDÊNCIA NO BAIRRO DO BOM PARTO

O termo "subsidência" refere-se ao rebaixamento do solo causado por diversos fenômenos, classificados por Prokopovich (1978) como endógenos e exógenos. Fenômenos endógenos incluem falhas geológicas e vulcanismo, enquanto os exógenos são causados por forças externas, principalmente a intervenção humana. Existem várias formas de rebaixamento do solo também denominados por colapso, e recalque. A subsidência é um rebaixamento gradual devido à remoção do suporte subterrâneo; o colapso é um movimento súbito; e o recalque refere-se a movimentos verticais descendentes (Luna, 2017).

Após o sísmo de 2,4 mR, surgiram a hipóteses de que as fissuras observadas nas residências dos bairros afetados, não ocorriam de forma isolada em cada estrutura, mas que poderiam estar associadas a uma causa comum. Em razão disso, diversos estudos foram realizados na região, com o objetivo de identificar a origem dessas patologias construtivas, que há anos vinham se manifestando no bairro (CPRM, 2019). Com base em todos os estudos e análises realizadas, a CPRM chegou as seguintes conclusões:

O sal-gema é uma rocha sedimentar composta por cloreto de sódio, acompanhado por cloretos de potássio e magnésio, que tem por propriedades marcantes, em relação a outras rochas: Densidade muito baixa e alta fluidez. Em alguns casos, essas propriedades favorecem a formação de domos salinos, que são resultantes da migração do sal das camadas estratificadas para cima, em direção à superfície. Eventualmente, a extração de sal-gema é feita em depósitos associados tanto aos estratos quanto aos domos salinos. No caso das extrações de sal-gema nas estruturas dômicas, a pesquisa bibliográfica realizada

retornou inúmeras ocorrências de áreas colapsadas (sinkhole) direta ou indiretamente associadas à mineração.

No entanto, sempre em casos em que a mineração foi feita em uma profundidade média de 200 metros. A figura 1 apresenta o mapa de Linhas de Ações Prioritárias — Versão 5, indicando as áreas de **criticidade 00** correspondem às zonas de realocação imediata, e as de **criticidade 01** são classificadas como zonas de monitoramento constante, sob responsabilidade da Defesa Civil de Maceió. Também são mostradas as localizações das minas de sal-gema cujas atividades de extração resultaram nos problemas geotécnicos que afetam essas áreas.

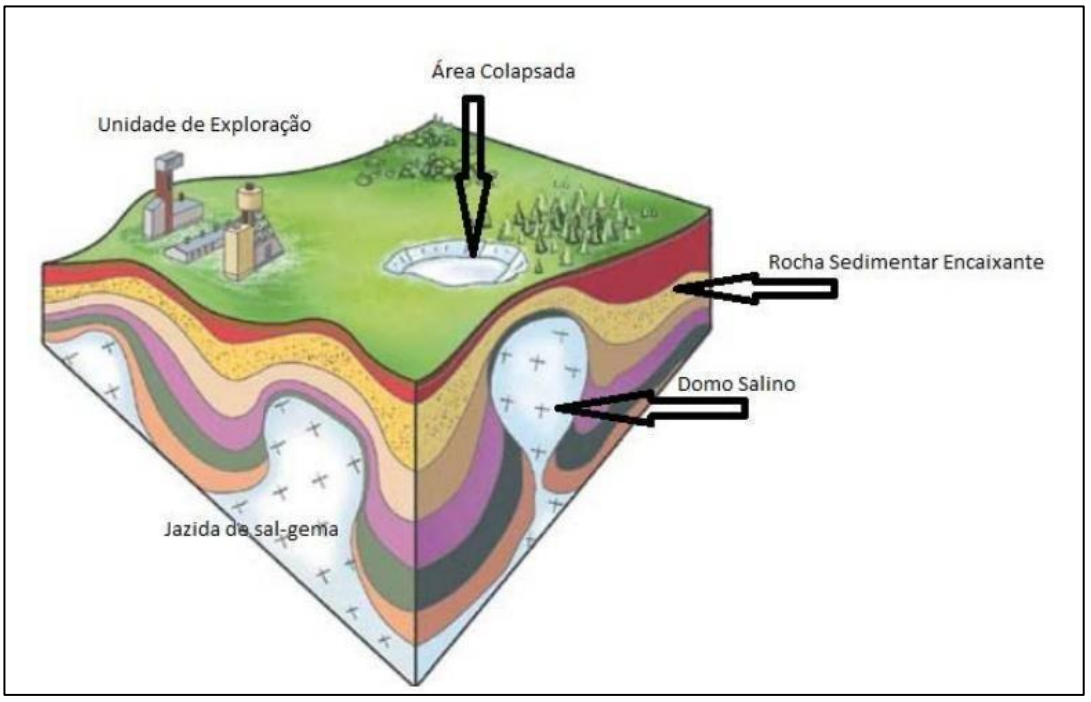
Figura 1 - Mapa de geomofologia da área de estudo



Fonte: (Autora, 2025)

A figura 2, representa um esquema com os principais elementos observados na exploração do sal-gema, que normalmente estão presentes e contribuem para a ocorrência de áreas colapsadas.

Figura 2 - Esquema mostrando elementos comuns à exploração de sal-gema



Fonte: adaptado de Feuga (2009).

Além da formação de domos que podem contribuir para o colapso do terreno em superfície, a extração através de uma malha de poços regulares, produz ao final uma grande cavidade em subsuperfície, que pode aumentar até juntar duas ou mais áreas de extração abandonadas, o que pode favorecer o colapso na superfície.

O colapso de edificações pode ocorrer em áreas sujeitas a recalque de solo, especialmente em regiões com presença de argilas moles, ou em locais com processos de rastejo de solo em encostas, entre outras situações. As deformações do terreno associadas à subsidência tendem a agravar esses processos, podendo inclusive provocar o colapso de edificações que, anteriormente, não apresentavam risco estrutural (CPRM,2022).

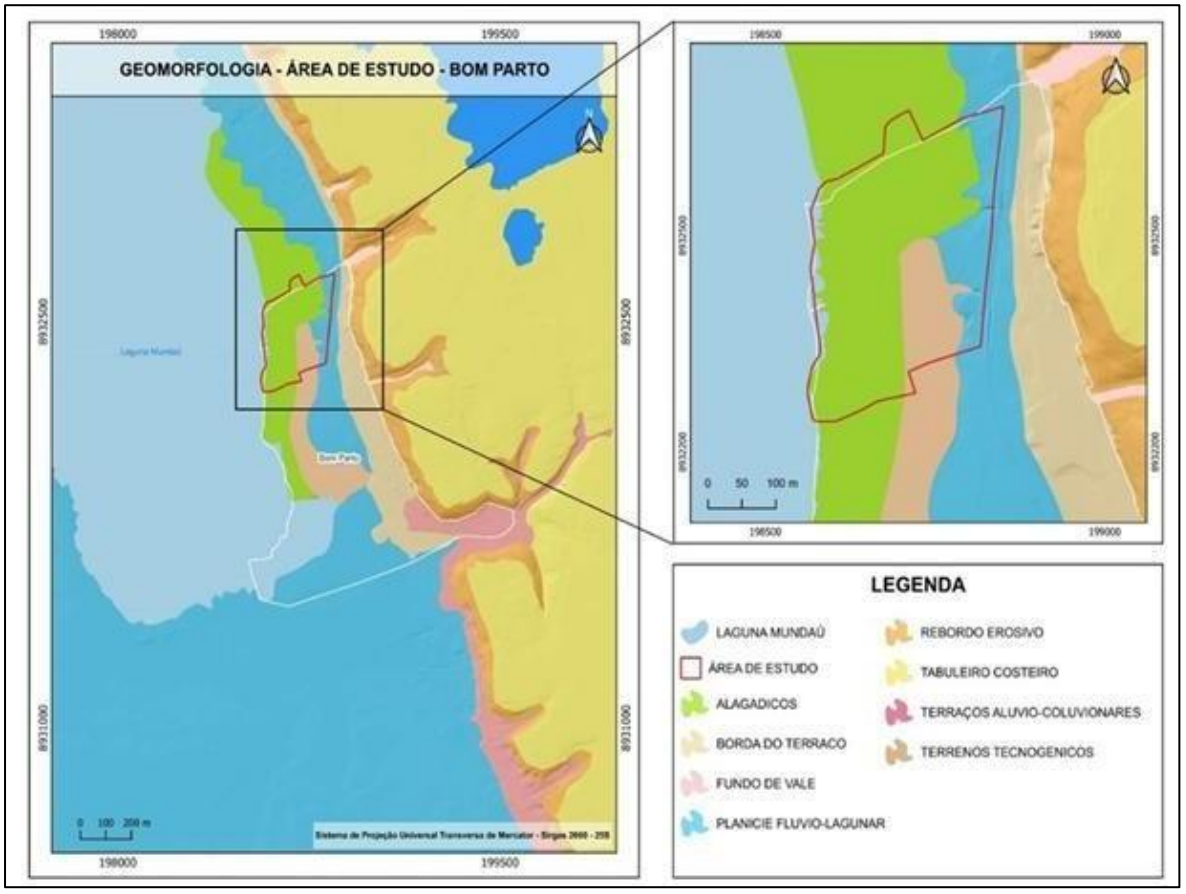
De acordo com Melo e Fontenelle (2001), o recalque de fundação é o resultado da interação entre o solo e as cargas estruturais, manifestando-se por meio do rebaixamento da estrutura, que pode comprometer a estabilidade e a integridade das edificações.

A cidade de Maceió apresenta um relevo predominantemente plano a suavemente

ondulado, com presença de tabuleiros costeiros e áreas de planície litorânea, o que influencia diretamente sua drenagem e vulnerabilidade a processos de inundação e subsidência. Do ponto de vista geológico, a região é composta por sedimentos terciários e quaternários, com aquíferos e formações salinas profundas, onde a extração de sal-gema contribuiu para instabilidades no subsolo (CPRM, 2019).

O Mapa Geomorfológico representa os eventos morfológicos identificados durante a investigação de campo, organizados conforme as possibilidades detectadas na área de estudo. Esses eventos compreendem feições do relevo associadas à subsidência do solo, como depressões, rebaixamentos topográficos, rachaduras superficiais e alterações na drenagem natural, resultantes da instabilidade geológica provocada pela extração de sal-gema. Na Figura 3, apresentada a seguir, observa-se a representação cartográfica da geomorfologia local.

Figura 3 - Mapa de geomofologia da área de estudo



Fonte: Adptado por Gama e Santos (2020)

A investigação desses elementos foi fundamental para compreender a dinâmica de

colapso da superfície e seus efeitos sobre a ocupação urbana, possibilitando a delimitação de áreas de risco e o planejamento de futuras intervenções. De acordo com Ross (1992), a análise geomorfológica permite interpretar o espaço a partir da morfogênese, funcionalidade e estrutura das formas de relevo, sendo essencial para diagnósticos ambientais e ordenamento territorial. Esse tipo de mapeamento, segundo a CPRM (2019), é imprescindível para subsidiar decisões técnicas e políticas em áreas afetadas por instabilidades geológicas, como ocorre nos bairros impactados pela subsidência em Maceió.

3.4 Demolição de edificações em áreas de risco

Os estudos sobre vulnerabilidade da população a desastres têm avançado paulatinamente no Brasil, em especial nos últimos dez anos. Do ponto de vista teórico, em muitos deles, têm sido destacadas a necessidade de se entender a vulnerabilidade resultante de processos de desigualdades (CARMO, 2014).

Para atenuar os prejuízos causados por desastres, torna-se imprescindível conhecer as ameaças e as vulnerabilidades, uma vez que a partir da identificação dos indivíduos e comunidades expostas é que se pode definir medidas estruturais e não estruturais.

Além disso, pode-se melhor compreender como uma mesma ameaça produz diferentes graus de impactos para os sistemas sociais. Neste sentido, dados da exposição ao risco (e.g. do ambiente construído) e dados socioeconômicos e demográficos podem apoiar no conhecimento das características da população, que aumentam ou diminuem a sua capacidade de preparação para resposta e recuperação de um desastre (CUTTER, 2011).

No Brasil, a legislação ambiental e urbanística estabelece diretrizes claras para o manejo de construções em áreas de risco. A Resolução nº 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) define procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil, enfatizando a necessidade de destinação adequada desses materiais para minimizar impactos ambientais. (FERREIRA et al., 2014).

Assim, a resolução nº 001 do CONAMA, de 23 de janeiro de 1986 (BRASIL, 1986) considera impacto ambiental como:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades

humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986, Artigo

Além disso, o Código de Edificações do Distrito Federal (Lei nº 6.138/2018) autoriza a demolição imediata de edificações irregulares em áreas públicas, sem a necessidade de notificação prévia, visando à proteção do ordenamento e ambiental urbano.

Em relação à demolição, é crucial avaliar os riscos potenciais em áreas tidas como de risco, especialmente em construções irregulares. Portanto, Batloubi (2021) menciona:

> Demolir o imóvel é sempre uma decisão complexa, porque a atividade causa impactos importantes ao meio ambiente, devido à elevada quantidade de entulho gerada. Isso vai contra os conceitos de sustentabilidade, tão bem defendidos atualmente (BATLOUBI, 2021).

Contudo, o autor citado destaca ainda que em certas situações, essa decisão se torna imprescindível, principalmente quando a qualidade e a performance da construção estão seriamente afetadas, ou quando existe um dano muito sério na estrutura. Mudanças no uso do imóvel, nas propriedades ao redor ou na legislação também podem incentivar a demolição.

Dentro de um novo Plano Diretor de crescimento da cidade, um bairro que anteriormente era constituído estritamente por residências pode tornar-se uma região com maior possibilidade de adensamento da ocupação urbana, por meio da permissão da construção de edifícios com vários pavimentos. Inevitavelmente, casas serão demolidas e substituídas por novos projetos verticais, diz Batlouni (BATLOUNI, 2021).

Portanto, em situações como essa, a demolição deve ser executada com técnicas adequadas para minimizar os riscos e perturbações aos imóveis e aos vizinhos, com o objetivo de diminuir os efeitos em áreas mais sensíveis.

3.4.1 Residuos de Sólidos

A demolição é uma etapa essencial na indústria da construção, e para isso são aplicadas normas regulamentadoras que definem algumas orientações para avançar no planejamento e garantir a segurança da execução.

Segundo a Norma Regulamentadora nº 18 (NR-18), deve-se elaborar e implementar um plano de demolição, sob responsabilidade de profissional legalmente habilitado, contemplando os riscos ocupacionais potencialmente existentes em todas as etapas da demolição (Brasil, 2020). A NR-18 tem como objetivo garantir que todas as etapas da demolição sejam executadas com a máxima precaução, reduzindo os perigos e assegurando um local de trabalho seguro.Ainda, segundo Brasil (2020), o plano de demolição é um documento que define uma estrutura para a demolição segura e eficaz, devendo levar em conta as seguintes fases as linhas de fornecimento de energia elétrica, água, inflamáveis líquidos e gasosos liquefeitos, substâncias tóxicas, canalizações de esgoto e de escoamento de água e outros;

- as construções vizinhas à obra;
- a remoção de materiais e entulhos;
- as aberturas existentes no piso;
- as áreas para a circulação de emergência;
- a disposição dos materiais retirados;
- a propagação e o controle de poeira;
- o trânsito de veículos e pessoas.

A solicitação de demolição de construções deve ser regulamentada e autorizada por entidades de segurança ou pela prefeitura. As demolições são realizadas através da supervisão de obras pelo município. De acordo com a Lei Municipal n° 5.593, de 2007 a demolição total ou parcial do edifício será obrigatória nas seguintes circustancias: Quando o imóvel estiver em uma área destinada a reurbanização, regularização urbanística ou projetos públicos;

- Se o imóvel foi construído sem licenças devidas ou não segue o Código de Edificações, pode ser necessário solicitar a demolição;
- Se uma edificação apresenta risco iminente de desabamento ou perigo à segurança pública

3.4.2 Impactos sociais e ambientais das demolições

A urbanização acelerada, quando realizada sem o devido planejamento, agrava os efeitos ambientais causados pela construção civil. Essa falta de planejamento pode gerar diversas consequências sociais significativas, afetando de maneiras distintas as comunidades, o meio ambiente e a economia local (MIRANDA et al., 2018).

De acordo com Frank (2023), o âmbito dos impactos sociais vai muito além dos aspectos limitados, considerados mais frequentemente na avaliação de impacto ambiental, tais como alterações demográficas, aspectos relacionados com o emprego, segurança financeira e impactos na vida familiar. A avaliação dos resultados tem como objetivo contribuir para a criação de um ambiente mais equitativo e mais sustentável, considerando as dimensões ecologicas.

Segundo Marçal (2005), a crise ambiental é uma das questões fundamentais enfrentadas pela humanidade e exige a necessidade de uma mudança de mentalidade, em busca de novos valores e uma ética em que a natureza não seja vista apenas como fonte de lucro e passe, acima de tudo, a ser enfocada como meio de sobrevivência, para as espécies que habitam o Planeta, inclusive o homem.

De maneira geral, na medida em que as sociedades humanas se territorializaram construindo seus ambientes a partir de interações com espaços concretos de um planeta que possui grande diversidade de formas geológicas e biológicas, emergiram incontáveis exemplos de práticas materiais e percepções culturais referidas ao mundo natural. A produção de um entendimento sobre esse mundo tornou-se um componente básico da própria existência social (PÁDUA, 2010).

O aspecto ambiental pode ser entendido como o modo através do qual uma ação humana causa um impacto ambiental. Por exemplo, a geração de resíduos sólidos não é o objetivo das atividades humanas, mas esse aspecto está inseparavelmente ligado aos processos produtivos. A geração de resíduos não é um impacto ambiental, impacto é a alteração na qualidade ambiental que resulta desta geração. É a manifestação no receptor, seja este do meio físico, biótico ou antrópico (SÁNCHEZ, 2013).

Gases passaram a ser dispersos na atmosfera, resíduos começaram a ser descartados nas águas e os recursos naturais passaram a ser intensamente explorados. Os grandes centros urbanos passaram a apresentar problemas em razão da poluição gerada pelas

indústrias. Além da contaminação das águas e do ar, as cidades não possuíam sistemas de saneamento básico, o que acarretava problemas para a população, inclusive aumento nos índices de mortalidade (SOFFIATI, 2020).

Ao tratar dos impactos provocados pela disposição irregular dos resíduos sólidos de construção e demolição, não se restringem apenas aos impactos no meio físico. Também podem ocorrer impactos nas vias de trânsito, com prejuízo tanto para pedestres, como para veículos, além de impactos de econômicos (PINTO, 2005).

Segundo Zordan (1997) apud Silva (2004), os resíduos que podem ser utilizados na construção civil são os entulhos, sendo que, quase sempre, foi dispensado o mesmo tratamento dado aos resíduos sólidos urbanos, ou seja, paga-se pelo transporte sem se preocupar com a destinação final correta, o que pode acarretar grandes impactos.

Para Brasil (2002), é responsabilidade do gerador ter como objetivo principal a não geração de resíduos e, posteriormente, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada.

Segundo Torres (2015), a reciclagem é uma excelente alternativa para a redução dos impactos ambientais negativos causados por esses resíduos. Essa alternativa apresenta vantagens em várias questões, como a redução das chances de deposição em locais inadequados e a contribuição na diminuição dos aterros de inertes. Além disso, possibilita a diminuição de custos com a destinação e o emprego de agregados reciclados, em substituição a novas matérias-primas extraídas do meio ambiente.

3.4.3 Normas para demolição de edificações

A demolição de edificações, assim como a gestão dos resíduos provenientes desta atividade, é regulamentada por um conjunto de legislações e normas técnicas que visam garantir a segurança, a sustentabilidade e o cumprimento das exigências ambientais.

A NBR – 10.004 (ABNT, 2004) define resíduos sólidos como: resíduos no estado sólido ou semissólido que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Frequentemente, os resíduos sólidos de construção e demolição são classificados como Resíduos Classe II B – Inertes que, de acordo com a norma, são:

> Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a

> um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor (ABNT, 2004, p. 5).

No entanto, tintas, solventes, óleos e outros resíduos contaminados não se enquadram nessa classificação. Já a resolução nº 307 do CONAMA, de 5 de julho de 2002 (BRASIL, 2002) traz uma definição mais adequada para os Resíduos de Construção e Demolição (RCDs). De acordo com essa resolução, entende-se por RCDs os:

> "Os resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (BRASIL, 2002, Artigo2º, inciso I)".

De acordo com levantamento feito em várias cidades brasileiras, os resíduos sólidos variam entre 50% a 60% de todos os resíduos urbanos (ÂNGULO, 2005). Segundo Pinto (2005) em alguns municípios brasileiros mais de 75% dos resíduos da construção civil são provenientes de construções informais e obras não licenciadas; enquanto 15% a 30% são destinadas de obras formais, licenciadas pelo poder público.

Com as modificações introduzidas pelas Resoluções nº 348/04 (que alterou o inciso IV do art. 3º) e nº 431/11 (que alteraram os incisos II e III do art. 3º), a resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002) estabelece a classificação dos (RCDs) em quatro categorias distintas, como descritos no Quadro 1.

Quadro 1 - Classificação dos RCDs segundo a Resolução CONAMA nº 307/02

CLASSES	DEFINIÇÃO E EXEMPLOS
A	**Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados:** • Resíduos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; • Resíduos de componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; e • Resíduos de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio fio etc.) produzidas nos canteiros de obras.
B	**Resíduos recicláveis para outras destinações:** • Plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso.
C	**Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação.**
D	**Resíduos perigosos oriundos do processo de construção:** • Tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Fonte: Brasil, 2002.

Visando melhorar o gerenciamento dos RCDs, a resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002) traz em seu artigo 9º, cinco etapas que devem estar presentes nos planos de gerenciamento:

- **Caracterização:** o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;
- **Triagem:** os resíduos devem ser separados conforme sua classe;
- **Acondicionamento:** o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos até que possam ser transportados, assegurando as condições de reutilização e reciclagem;
- **Transporte:** condução dos resíduos até o local de destinação final, respeitando as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;

- **Destinação:** local onde devem ser dispostos os resíduos até seu reaproveitamento;

Entretanto, os efeitos ambientais dizem respeito às mudanças, sejam elas positivas ou negativas, que as ações humanas ou fenômenos naturais provocam no ambiente natural. Assim, a resolução nº 001 do CONAMA, de 23 de janeiro de 1986 (BRASIL, 1986) considera impacto ambiental como:

> Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:
>
> I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
>
> II - as atividades sociais e econômicas;
>
> III - a biota;
>
> IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
>
> V - a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986, Artigo 1º).

Por fim, a NBR ISO 14001 (ABNT, 2004) define impacto ambiental como qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais[2] da organização.

Portanto, de acordo com Araújo (2009), é importante conhecer os aspectos ambientais e entender suas consequências, pois desta forma, é possível compreender os impactos ambientais, priorizá-los e formular as diretrizes para eliminar ou diminuir as interferências negativas causadas ao meio ambiente.

[2]Aspectos ambientais são elementos das atividades, produtos ou serviços de uma organização que podem interagir com o meio ambiente (ABNT, 2004).

3.5 GEOTECNOLOGIAS APLICADAS Á ANÁLISE ESPACIAL

3.5.1 Geoprocessamento

O geoprocessamento é o agrupamento de tecnologias voltadaspara a coleta e processamento de dados espaciais, assim como o desenvolvimento de novos sistemas e aplicações, com diferentes níveis de sofisticação. Em termos gerais, o conceito de geoprocessamento pode ser aplicado a profissionais que trabalham com cartografia digital, processamento digital de imagens e sistemas de informação geográfica (ROSA, 2013).

A informática auxilia na automação de processos. Desde o seu advento, surgiram várias ferramentas que possibilitaram captura, armazenamento, processamento de dados geográficos e apresentação de informações espaciais. A ligação técnica e conceitual dessas ferramentas levou ao desenvolvimento do geoprocessamento (ROCHA, 2000).

Para Câmara *et al.* (2001), uma nova ciência estaria surgindo, denominada Ciência da Geoinformação. Esta teria como objetivo o estudo e a implementação de diferentes formas de representação computacional do espaço geográfico.

As aplicações de geoprocessamento geralmente necessitam de uma grande quantidade e diversidade de equipamentos. Porém, deve-se ressaltar que a aplicação que vai se fazer do geoprocessamento é o fator determinante em relação às características, quantidades e diversidades de equipamentos (LONGLEY et al., 2015).

De acordo com ROSA et al., (2009), O termo Geoprocessamento" é utilizado principalmente no Brasil, provavelmente devido a disputas intelectuais entre as correntes europeias e americanas. Os conceitos que melhor caracterizam essas tecnologias são:

I. Geotecnologias – um conjunto de tecnologias utilizadas para coletar, processar, analisar e disponibilizar informações com referência geográfica.
II. Geomática - Ciência que se utiliza de técnicas matemáticas e computacionais para a análise de informações geográficas.
III. Sistema de Informação Geográfica – Conjunto de ferramentas computacionais composta porequipamentos e programas.

No Brasil, assim como nas demais partes do mundo, os avanços tecnológicos ocorridos nos últimos anos, com o aumento do poder e velocidade de processamento dos

computadores, com as novas tecnologias de armazenamento, com a queda significativa nos preços dos equipamentos e softwares, com a maior oferta de dados de sensores remotos, aliado à diminuição nos custos de aquisição e conversão de dados, tem contribuído para a disseminação e popularização das tecnologias que possibilitam análise espacial. (ROSA, 2011).

De acordo com Zaidan (2017), o geoprocessamento pode ser considerado como um ramo de atividades, e pode ser definido como o conjunto de técnicas e métodos teóricos e computacionais relacionados com a coleta, entrada, armazenamento, tratamento e processamento de dados, a fim de gerar novos dados e/ou informações espaciais ou georreferenciadas. É importante observar que informações georreferenciadas, ou seja, estão ligadas a uma posição específica do globo terrestre por meio de suas coordenadas.

3.5.2 Evolução da geotecnologia

As geotecnologias são o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informação com referência geográfica. As geotecnologias são compostas por soluções em hardware, software e peopleware que juntas constituem poderosas ferramentas para tomada de decisão. Dentre as geotecnologias podemos destacar: sistemas de informação geográfica, cartografia digital, sensoriamento remoto, sistema de posicionamento global e a topografia georeferenciada (ROSA, 2005).

Referenciando essa evolução no transcorrer do tempo, Leite e Rosa (2006) assinalam que nos anos 70, com a Geografia Quantitativa, houve um grande salto técnico, com o aperfeiçoamento do geoprocessamento, com ênfase as suas inúmeras ferramentas, as quais, com o perpassar do tempo foram e estão sendo desenvolvidas. Evidenciando, ainda, a importância desse período técnico Câmara, Monteiro e Medeiros (2001, p. 87) denotam que:

> Com a escola quantitativa, os estudos geográficos passam a incorporar, de forma intrínseca, o computador como ferramenta de análise. Neste sentido, o aparecimento, em meados da década de 70, dos primeiros sistemas de informação geográfica (GIS), deu grande impulso a esta escola. Ainda hoje, em países como os Estados Unidos, em que a Geografia Quantitativa é a visão dominante, os GIS são apresentados como ferramentas fundamentais para os

> estudos geográficos, como indica o recente estudo da “National Academy of Sciences” (National Research Council, 1997).

Conforme Leite e Rosa (2006, p. 180) associam a evolução tecnológica à ciência geográfica, explicitando que:

> [...] as transformações ocorridas durante e depois da Segunda Guerra provocaram uma nova visão dessa ciência. As teorias sobre a deriva dos continentes, às várias transformações geopolíticas ocorridas no mundo, o processo de urbanização cada vez crescente em todo o planeta, a Revolução Verde, a problemática ambiental, são entre outros fatos, exemplos das mudanças ocorridas no mundo.

Contudo, as pespectivas futuras das geotecnologias indicam um crescimento na combinação de dados geoespaciais com outras tecnologias, cada vez mais acessiveis e eficazes, possibilitando o acompanhamento em tempo real na sustentabilidade, recursos naturais e outros fatores ambientais e urbanos.

3.6 REPRESENTAÇÃO ESPACIAL DOS DADOS DE CONTROLE DE OBRAS E DEMOLIÇÕES

3.6.1 Análise Espacial

Entender a distribuição espacial de dados provenientes de fenômenos que ocorreram no espaço é um grande desafio para a resolução de questões cruciais em várias áreas, seja em questões ambientais, geológicas, agrimensura, entre outras. A análise espacial consiste em avaliar propriedades e relações, considerando a posição geográfica do fenômeno em análise de forma explícita. Ou seja, a ideia central é incorporar o espaço à análise que se deseja fazer (CÂMARA et al., 2004).

Ainda de acordo com Câmara et al. (2004), além da percepção visual da localização espacial do problema, também é cruciais relacionar os padrões existentes com considerações objetivas e mensuráveis, como nos seguintes casos:

- Deseja-se investigar se existealguma concentração espacial na distribuição de roubos;
- Geólogos desejam estimar a extensão de um depósito mineral em uma região a partir de amostras;
- Deseja-se analisar uma região para fins de zoneamento agrícola;

Analisar implica fragmentar, dividir em partes ou componentes com o objetivo de identificar a estrutura e entender o funcionamento de um sistema. Em um cenário de análise espacial, a complexidade do espaço geográfico pode ser dividida em suas partes ou derivadas obtidas de uma base informativa abrangente (ROSA *et al.,* 2011).

3.6.2 Banco de Dados Espaciais

Segundo Elmasri et al. (2005), os bancos de dados orientados a objetos são definidos como aqueles que lidam com objetos, suas propriedades e operações. Os objetos, que possuem estrutura e comportamento, pertencem a uma classe, e essas classes são organizadas em hierarquias.

Os dados geográficos são a base de um banco de dados espacial, caracterizado por possuir dimensão espacial, ou uma localização, diretamente ligada ao mundo geográfico real, como as imagens de satélites de sensoriamento remoto, os dados de inventários cadastrais, os dados ambientais coletados em campo e os modelos numéricos de terreno (VINHAS, 2006).

Conforme Câmara (2004), o banco de dados geográficos é um importante componente dos sistemas de informação geográfica. São os sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos, sendo imprescindível para as atividades de geoprocessamento.

Portanto, os bancos de dados consistem em um conjuntos de dados georreferenciados que são manipulados por Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Para Silva et al. (2014), o SIG é um conjunto crucial para os estudos ambientais, por proporcionar rápida e constante integração e atualização de dados espaciais e alfanuméricos, possibilitando a análise de fenômenos territoriais em diferentes escalas. As características do SIG permitem compreender a distribuição espacial e o porquê da ocorrência de determinado evento em determinado lugar, assim como simular situações e planejar o ambiente para tomada de decisões, entre outras possibilidades, compreendendo a estrutura geral de um SIG, como pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 - Estrutura geral de um SIG.



Fonte: Serviço Geológico do Brasil. (2017)

Mundo real: Refere-se a tudo que existe fisicamente no espaço geográfico: ruas, rios, vegetação, edificações, população, infraestrutura etc.

Aquisição de dados: Com os dados organizados, é possível fazer análises espaciais e estatísticas, como: levantamento de campo, base cartográfica, dados estatísticos.

Manipulação dos Dados: Depois de adquiridos, os dados precisam ser organizados, tratados e convertidos para o formato adequado ao SIG. Como: Conversão de coordenadas, correções de erros etc.

Análises: Com os dados organizados, é possível fazer análises espaciais e estatísticas, como: Sobreposição de camadas (interseção, união), Modelagem de terrenos entre outros.

Gerência de Produtos: são organizados e distribuídos os resultados das como: Mapas temáticos impressos ou digitais. Relatórios analíticos, Dashboards geográficos.

Tomada de Decisão: Tomada de Decisão: A partir dos produtos gerados, gestores públicos, planejadores urbanos e órgãos ambientais podem embasar suas decisões de forma mais qualificada, possibilitando ações mais eficazes, como o planejamento da expansão urbana e o mapeamento de áreas de riscos.

Pesquisas que utilizam Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para análise espacial de variáveis socioeconômicas e ambientais estão se tornando cada vez mais

frequentes, devido à disponibilidade de SIG de baixo custo e com interfaces intuitivas. Estes sistemas permitem a visualização espacial de variáveis como população de indivíduos, índices de qualidade de vida ou vendas de empresa numa região através de mapas (LIMA, 2011).

3.6.3 Métodos de obtenção de imagens Áreas

Nos últimos anos, o avanço tecnológico tem proporcionado uma ampla expansão nos métodos e técnicas para obtenção e manipulação de informações territoriais. Entre essas inovações, destacam-se os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), que tornaram a aquisição de dados geográficos mais acessível e precisa (BALLESTEROS; LORDSLEEM, 2021). Embora seu uso civil tenha se popularizado apenas na última década, os VANTs foram amplamente desenvolvidos durante a Segunda Guerra Mundial para fins militares (AGOSTINHO; OLIVEIRA FILHO, 2011).

O emprego de câmeras e sensores embarcados em VANTs viabilizou, em muitos casos, a substituição de aviões tripulados e imagens de satélite na produção de dados georreferenciados, possibilitando a delimitação de áreas de reserva legal, Áreas de Preservação Permanente (APPs) e a geração de mapas topográficos e modelos de terreno para projetos de drenagem e nivelamento (MESQUITA, 2014).

Para áreas extensas, entretanto, imagens de satélite permanecem como estratégia mais apropriada, oferecendo ampla cobertura e disponibilidade. Contudo, essa alternativa apresenta desvantagens, como alto custo de operação, complexidade tecnológica e dependência de condições climáticas favoráveis para a obtenção de imagens de qualidade (SHAKHATREH et al., 2018).

A fotogrametria é uma técnica amplamente utilizada na obtenção de informações espaciais a partir de imagens, definida como a ciência de registrar e interpretar, por meio de fotografias métricas, imagens e objetos que podem ser medidos e analisados (FAGUNDES; TAVARES, 1991 apud PINTO JUNIOR, 2019). Para Marchetti e Garcia (1989), trata-se da “ciência e arte de se obterem medidas dignas de confiança por meio de fotografias”, enquanto Loch e Lapolli (1989) a descrevem como a tecnologia de adquirir informações seguras sobre objetos físicos e o meio ambiente, por meio do registro, mensuração e interpretação de imagens.

A fotogrametria aérea, realizada a partir de imagens captadas por VANTs ou aviões, é especialmente útil para mapeamentos topográficos, modelagem digital do terreno e levantamento de áreas de difícil acesso. Mais recentemente, os métodos fotogramétricos digitais ampliaram as possibilidades de processamento e análise das imagens, permitindo a geração de modelos tridimensionais e ortomosaicos de alta resolução.

A palavra fotogrametria foi criada pelo arquiteto alemão Meydenbauer, em 1867, para descrever uma técnica recente na época, que permitia realizar o levantamento de monumentos históricos (DRAP, 1997). O termo é derivado de três palavras gregas: photos (luz), gramma (descrição) e metron (medida).

Desde seus primeiros anos de desenvolvimento, os métodos fotogramétricos passaram por grandes transformações. A transição para a fotogrametria digital representou um avanço significativo ao simplificar o processo de restituição, anteriormente dependente de profissionais altamente especializados e de equipamentos.analógicos ou analíticos, com custos elevados (DA SILVA, 2015).

Segundo Albertz e Wiedemann (1995) apud Groetelaars (2004), a principal inovação trazida pela fotogrametria digital é a automação de etapas do processo de restituição. Entre os processos automatizados, destacam-se:

- A identificação de pontos homólogos em duas ou mais fotografias, por meio de técnicas digitais de correlação automática (*matching*), reduzindo o trabalho exaustivo do operador;
- A extração automática de feições, como pontos, arestas e linhas.

A fotogrametria digital representa uma alternativa promissora para lidar com a necessidade de documentação espacial rápida, precisa e de baixo custo. Conforme Landes (2000), essa tecnologia pode ser aplicada não apenas na preservação do patrimônio histórico, mas também na documentação de ambientes urbanos comuns. Tais demandas exigem soluções tecnológicas acessíveis e de fácil implementação.

3.6.4 Ortomosaico

O ortomosaico é o resultado da união digital de ortofotos, que são imagens que foram ortorretificadas, ou seja, retificadas e tiveram os pixels ortoprojetados em um plano, a partir de informações de altura obtidas em um Modelo Numérico de Elevação (MNE) (ANDRADE, 2003; BRITO e COELHO FILHO, 2007).

O ortomosaico pode ser produzido por meio de aerolevantamentos utilizando VANT's, assim como o MDS (Modelo Digital de Superfície) (TORRADO; JIMÉNEZ; DÍAZ, 2016). É importante ressaltar que o MDS possibilita a associação da altitude da superfície modelada em cada pixel da imagem resultante (SOPCHAKI et al., 2017).

Devido a essas características, os ortomosaicos permitem a restituição de feições planimétricas e, portanto, a elaboração de mapas temáticos ou plantas de situação com precisão centimétrica, rapidez e a baixo custo (TORRES e PATRIOTA, 2020). Como pode ser observado na Figura 5.

Figura 5 - Recorte de mapa temático representativo de MDS e Ortomosaico.



Fonte: Campiteli (2017).

O ortomosaico e o MDS contribuem para a coleta de medidas planimétricas e altimétricas que são úteis nas análises geoespaciais. Dentres suas aplicações, pode-se destacar a delimitação de zonas de risco (SOLOMON et al., 2002), bem como de zonas de inundação (POPESCU; ICHIM.CARAMIHALE, 2015 e BUFFON; PAZ; SAMPAIO, 2017.

3.7 LEGISLAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

3.7.1 O uso e ocupação do solo em Maceió

O uso e ocupação do solo tratam de mecanismos de planejamento urbano. Conceitualmente, uso do solo se refere à reprodução social no espaço urbano, enquanto a ocupação do solo se específica à maneira pela qual uma edificação pode ocupar o terreno em função dos índices urbanísticos incidentes sobre ele (NASCIMENTO et al., 2016).

Conforme Japiassú (2015), o uso e a ocupação do solo em Maceió espelham a dinâmica de expansão urbana, definida por um crescimento irregular e obstáculos na conservação do meio ambiente. Frequentemente, essa expansão é impulsionada por normas que não satisfazem as necessidades da cidade de maneira eficaz.

A lei federal 6.766/79 (BRASIL, 1979), que regula o uso e ocupação do solo, foi concebida com nos princípios dos anos 70, quando a cidade era vista como um objeto estritamente técnico, e a função da lei era apenas definir padrões de qualidade adequados para seu funcionamento.

O documento que regula estes mecanismos é o código de edificações e Urbanismo. Nele se encontram parâmetros e diretrizes de ocupação para macrozonas, delimitadas pelo Plano Diretor da cidade. Além das zonas, os parâmetros são diferentes para cada tipo de uso, determinam taxa de ocupação mínima, coeficiente de aproveitamento do terreno e número de vagas de estacionamento (MACEIÓ, 2007).

O Plano Diretor de Maceió, define, de maneira macro, diretrizes para o planejamento da cidade. Em seu capítulo V, que trata do uso e ocupação do solo, sugere como principais objetivos para a ordenação do uso e ocupação do solo: Promover a integração de toda a população aos benefícios decorrentes da urbanização; Garantir o desenvolvimento sustentável no uso e ocupação do solo; Distribuir as atividades no território, de modo a evitar incompatibilidades ou inconveniências para a vizinhança.

Destacando o plano diretor, há uma preocupação evidente em reduzir o avanço da cidade não formal, promovendo a inclusão da população na urbanização, garantindo a sustentabilidade e organizando as atividades para minimizar construções irregulares, invasões de áreas de preservação ou públicas e os impactos negativos da impermeabilização do solo, como poluição e degradação ambiental.

- **A adoção do macrozoneamento municipal urbano e rural,** as áreas da cidade são divididas de acordo com as atividades exercidas, infraestrutura, crescimento e desenvolvimento populacional, facilitando a adoção das políticas urbanas, além de integrar a cidade como um todo;
- **A revisão da legislação urbanística**, especialmente referente ao parcelamento do solo urbano, ao uso e ocupação do solo e às obras e edificações; e
- **Aplicação dos instrumentos da política urbana** previstos pelo Estatuto da Cidade.
- Ignora-se dessa forma qualquer dimensão que reconheça conflitos, e muito menos a realidade da desigualdade das condições de renda e sua influência sobre o funcionamento dos mercados imobiliários urbanos. Os avanços nos princípios de uso e ocupação do solo são apresentados no Estatuto das Cidades, que reforça a necessidade de revisão e/ou construção dos Planos Diretores (BRASIL, 2001).

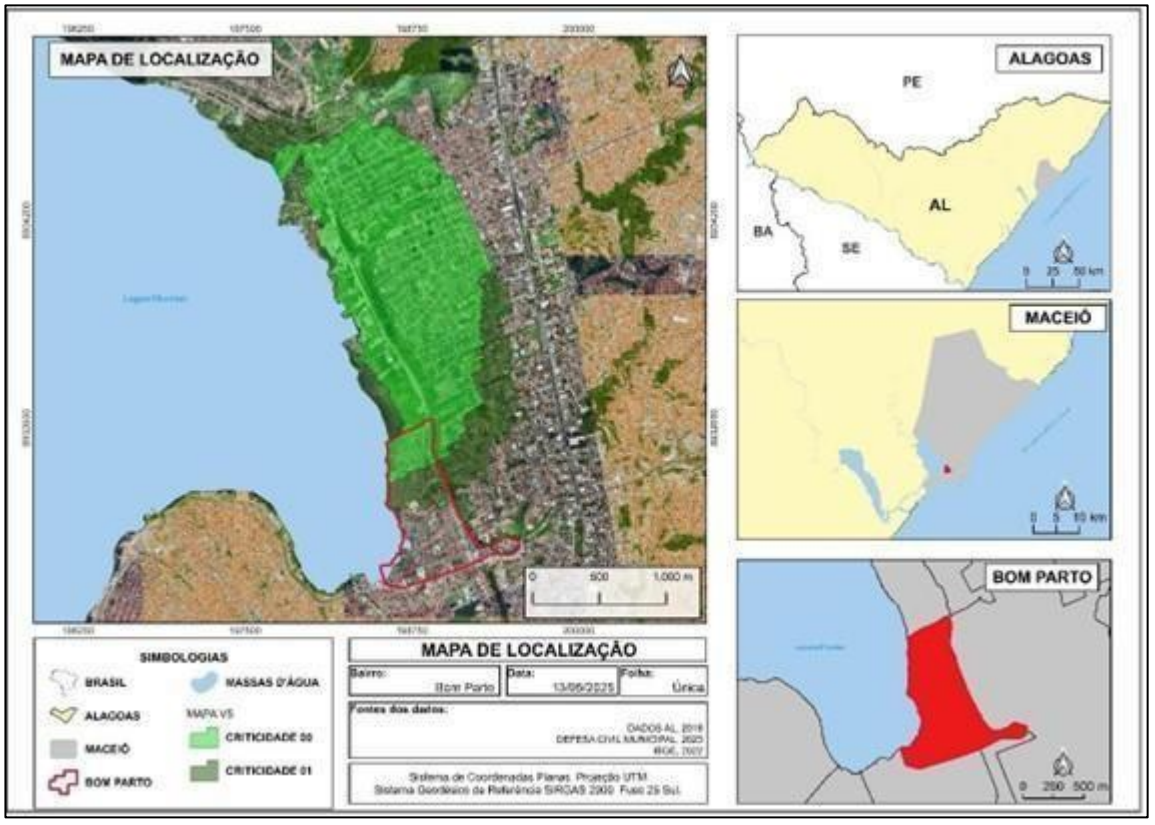
4. METODOLOGIA

4.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O bairro do Bom Parto (Figura 6) está inserido na cidade de Maceió, localizado no estado brasileiro de Alagoas, no Nordeste, e possui uma população estimada em 2010 em 12.841 habitantes e área total de 0,56Km² (IBGE, 2010).

O nome do bairro Bom Parto tem origem na Igreja Nossa Senhora do Bom Parto, localizada na região. Em 2000, por meio da Lei Municipal nº 4.952, a área anteriormente conhecida como Cambona foi oficialmente integrada ao bairro. É um dos bairros mais populosos e menos extensos de Maceió, situado entre o Farol e a Lagoa do Mundaú, fazendo divisa também com Mutange e Levada. Além disso, possui uma estação ferroviária urbana a Estação Bom Parto cujo prédio atual foi inaugurado em 1º de dezembro de 2017 (BARROS FILHO, 2022).

Figura 6 - Mapa de localização da área de estudo

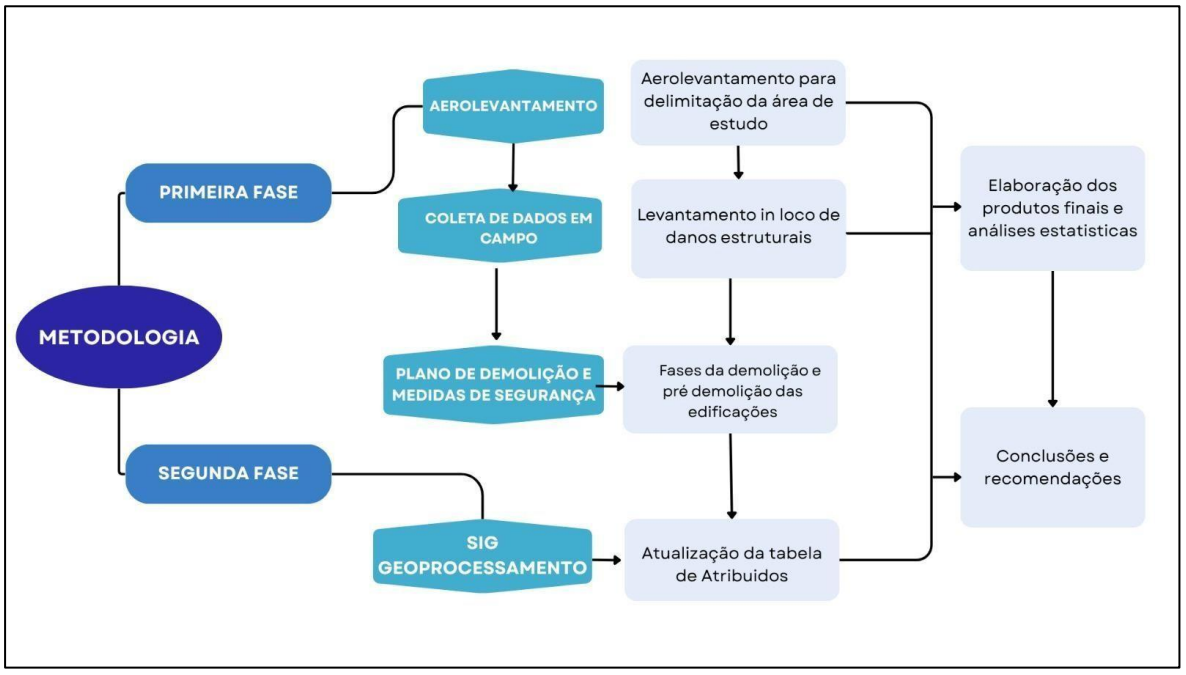


Fonte: Google Earth (2024), adaptado pela autora (2024).

4.2 ETAPAS METODOLÓGICAS

Este estudo foi conduzido a partir de uma metodologia estruturada em duas fases principais, conforme o fluxograma apresentado na Figura 7. Cada etapa foi cuidadosamente planejada para garantir a coleta, análise e organização eficiente dos dados sobre as demolições no bairro do Bom Parto.

Figura 7 - Fluxograma da Metodologia



Fonte: (Autora, 2025).

4.2.1 Aerolevantamento

Realizou-se a aquisição direta de informações no local de estudo, utilizando tecnologias avançadas de aerolevantamentos com drones e sensores remoto para captação de imagens aéreas recentes, além de georreferenciamento por receptores GNSS, assegurando a exatidão das localizações mapeadas.

Para isso, realizou-se o rastreio de duas horas com GNSS de um ponto no bairro do Bom Parto no modo estatico, em seguinda foi feito o pós processamento dessa coordenada utilizando o serviço fornecido pelo IBGE (PPP- IBGE). Feito o pós processamento a coordenada corrigida foi inserida na base GNSS que acompanha o drone Matrice 350 RTK. Assim, o aerolevantamento pode ser realizado de forma georreferenciada.

Na etapa do levantamento aerofotogrametrico foi configurado uma altura de voo de 100 metros com sobreposição lateral de 70% e sobreposição frontal de 80%. Alem disso foi configurado a velocidade de 7,5 metros por segundos. O voo resultou em 468 imagens que foram processadas no *software* Pix4d obtendo assim o ortomosaico georregerenciado.

4.2.2 Análise Literária

Esta fase consistiu em uma revisão bibliográfica e documental, com ênfase nos fundamentos teóricos e técnicos relacionados à supervisão de edificações e processos de demolição. A análise documental envolveu diferentes tipos de materiais, incluindo: Normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), tais como:

4.2.1.1 ABNT NBR 10006: Resíduos sólidos

4.2.1.2 ABNT NBR 10007: 2004 – Amostragem de resíduos;

4.2.1.3 Laudos e relatórios técnicos obtidos junto a órgãos públicos e empresas privadas, contendo:

4.2.1.4 Vistorias técnicas pré-demolição;

4.2.1.5 Avaliações de danos estruturais em edificações antigas;

4.2.1.6 Registros fotográficos e diagramas estruturais.

Além de pesquisas científicas extraidas de dissertação, tccs, que abordam projetos de demolição, seleção de equipamentos e avaliações estruturais tratando de :

4.2.1.7 Critérios para escolha de métodos e equipamentos de demolição;

4.2.1.8 Estudos de caso sobre colapsos estruturais;

4.2.1.9 Modelagens preditivas de riscos durante a demolição;

4.2.1.10 Avaliações econômicas e ambientais de diferentes técnicas demolidoras.

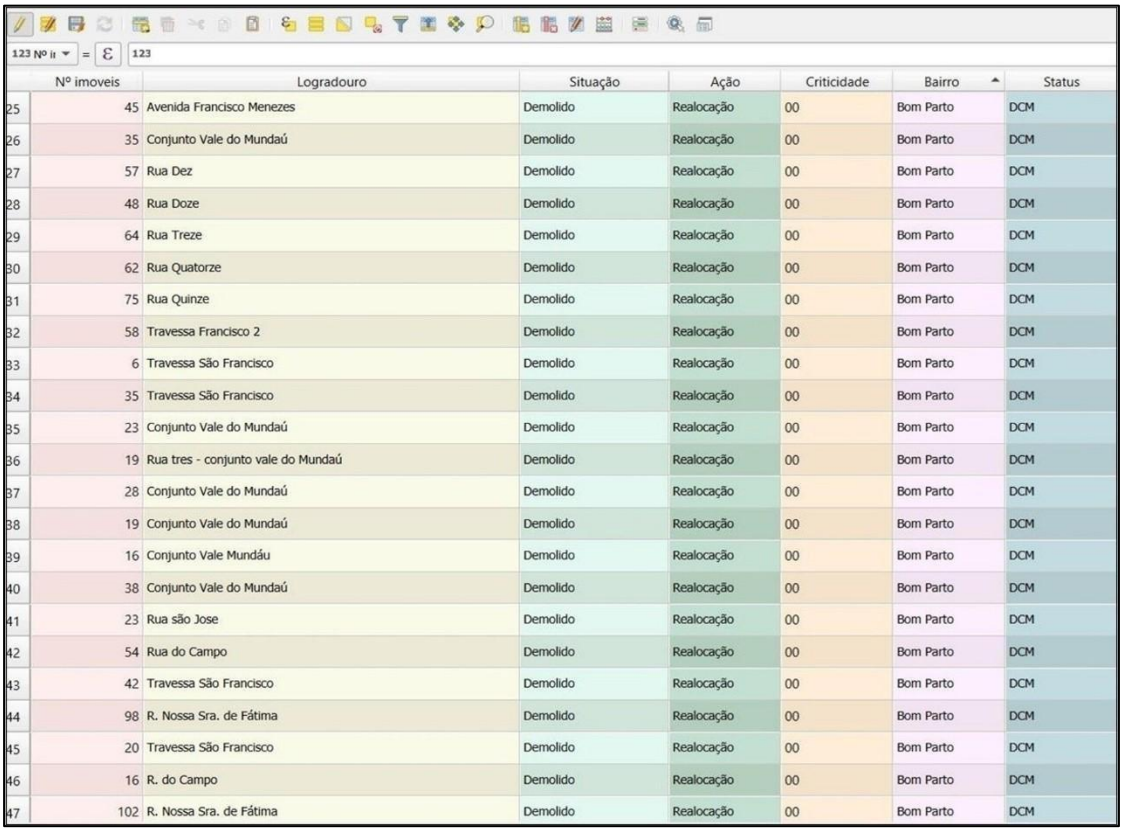
Estes tipos de documentações foram fundamentais para entender os critérios técnicos e normativos que orientam o planejamento e a realização de demolições urbanas. Isso foi particularmente importante em áreas com infraestrutura estabelecida, como é o caso do bairro Bom Parto, em Maceió/AL, no período de 2022 até 2024.

4.2.3 Sistema de Informação Geográfica (SIG) colocar na metodologia

Foi desenvolvido um banco de dados georreferenciado para integrar todas as informações relacionadas às demolições. O SIG permitiu: Registro de atributos como área do polígono, quantidade de imóveis, criticidade da área, logradouro, status do processo (demolido ou em trâmite), e data da solicitação;

-Visualização espacial eficiente, apoiando decisões mais ágeis e confiáveis. A Figura 8 exibe a tabela de atributos associada à camada de demolição do bairro do Bom Parto.

Figura 8 - Tabela de atributos da camada de demolição no Bom Parto



	Nº imoveis	Logradouro	Situação	Ação	Criticidade	Bairro	Status
25	45	Avenida Francisco Menezes	Demolido	Realocação	00	Bom Parto	DCM
26	35	Conjunto Vale do Mundaú	Demolido	Realocação	00	Bom Parto	DCM
27	57	Rua Dez	Demolido	Realocação	00	Bom Parto	DCM
28	48	Rua Doze	Demolido	Realocação	00	Bom Parto	DCM
29	64	Rua Treze	Demolido	Realocação	00	Bom Parto	DCM
30	62	Rua Quatorze	Demolido	Realocação	00	Bom Parto	DCM
31	75	Rua Quinze	Demolido	Realocação	00	Bom Parto	DCM
32	58	Travessa Francisco 2	Demolido	Realocação	00	Bom Parto	DCM
33	6	Travessa São Francisco	Demolido	Realocação	00	Bom Parto	DCM
34	35	Travessa São Francisco	Demolido	Realocação	00	Bom Parto	DCM
35	23	Conjunto Vale do Mundaú	Demolido	Realocação	00	Bom Parto	DCM
36	19	Rua tres - conjunto vale do Mundaú	Demolido	Realocação	00	Bom Parto	DCM
37	28	Conjunto Vale do Mundaú	Demolido	Realocação	00	Bom Parto	DCM
38	19	Conjunto Vale do Mundaú	Demolido	Realocação	00	Bom Parto	DCM
39	16	Conjunto Vale Mundáu	Demolido	Realocação	00	Bom Parto	DCM
40	38	Conjunto Vale do Mundaú	Demolido	Realocação	00	Bom Parto	DCM
41	23	Rua são Jose	Demolido	Realocação	00	Bom Parto	DCM
42	54	Rua do Campo	Demolido	Realocação	00	Bom Parto	DCM
43	42	Travessa São Francisco	Demolido	Realocação	00	Bom Parto	DCM
44	98	R. Nossa Sra. de Fátima	Demolido	Realocação	00	Bom Parto	DCM
45	20	Travessa São Francisco	Demolido	Realocação	00	Bom Parto	DCM
46	16	R. do Campo	Demolido	Realocação	00	Bom Parto	DCM
47	102	R. Nossa Sra. de Fátima	Demolido	Realocação	00	Bom Parto	DCM

Fonte: Autora (2025).

4.2.4 Escolha do Software

O software escolhido para o processamento foi o QGIS, na versão 3.34.11, utilizado como sistema de informações geográficas (SIG). Trata-se de uma plataforma de código aberto, licenciada sob a General Public License (GNU), amplamente adotada por diversos motivos, como sua gratuidade, constante atualização, grande comunidade de usuários e

desenvolvedores, além da compatibilidade com múltiplos formatos de dados espaciais.

O QGIS oferece uma interface intuitiva e uma ampla gama de funcionalidades para análise espacial, visualização, verificação e manipulação de dados geográficos. Seu uso tem sido amplamente citado em publicações acadêmicas, como no trabalho de Fonseca Filho (2017), que destacam os bons resultados obtidos com a ferramenta.

4.3 SELEÇÃO DAS IMAGENS (DADOS)

Para selecionar as imagens, foi realizada uma pesquisa no Google Earth, no qual reuniu as imagens dos anos de 2017 até 2024, que reúne diversas imagens orbitais gratuitas e com resoluções temporais que atendem ao objetivo proposto no trabalho, visto já serem utilizadas em estudos similares, como visto no trabalho de (FRANCO et al., 2015).

4.3.1 Geoprocessamento

Com o objetivo de compreender as transformações espaciais e temporais da área de estudo, mapas urbanos antigos, imagens de satélite google earth e ortofoto dos ano de 2022, permitindo a avaliação comparativa de dados em diferentes períodos.

4.3.2 Atualização da Tabela de Atributos

Com os dados coletados, procedeu-se à organização e análise em ambiente de geoprocessamento. Nesta etapa, atualizaram-se as tabelas de atributos com novas informações e correções, além da geração de mapas temáticos, gráficos estatísticos e tabelas explicativas, visando facilitar a visualização e interpretação dos resultados obtidos.

4.4 PLANO DE DEMOLIÇÃO E MEDIDAS DE SEGURANÇA

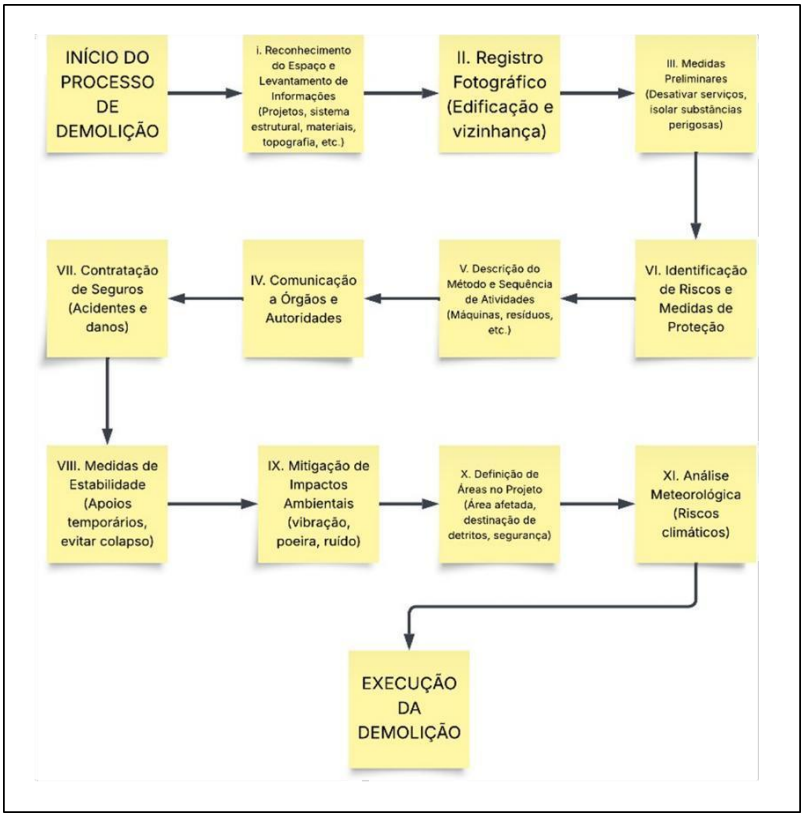
A empresa MTSUL elaborou um plano de demolição para representar as etapas contemplando ações realizadas antes, durante e após a intervenção. Durante visita técnica, verificou-se a adoção de todas as medidas de segurança previstas nas normas vigentes:

- Disponibilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e Coletiva (EPCs);
- Instalação de barreiras físicas (tapumes, telas e portões) no entorno da obra;

- Organização das instalações auxiliares para apoio aos trabalhadores;
- Desativação prévia das redes de energia elétrica, telefonia, internet, água e esgoto;
- Isolamento completo da área conforme o plano de demolição elaborado pela empresa Projetar Projetos e Consultorias.

Todo o processo foi supervisionado por um engenheiro civil e um engenheiro de segurança do trabalho, responsáveis por autorizar a execução e liberar a área para início das atividades. Conforme a Figura 9 fluxograma do inicio do processo de demolição.

Figura 9 - Fluxograma do início do processo de demolição



Fonte: (Autora, 2025).

O plano de demolições deve incluir as atividades na preparação para a demolição, enquanto ela acontece, por fim, após a completa remoção da estrutura. As etapas são divididas em:

I. Reconhecer o espaço a ser demolido, levantar e reunir o maior número de informações dos projetos, identificando o sistema estrutural empregado, estruturas de apoio, materiais utilizados, detalhes topográficos e a distância das

edificações adjacentes.

II. Reconhecer o espaço a ser demolido, levantar e reunir o maior número de informações dos projetos, identificando o sistema estrutural empregado, estruturas de apoio, materiais utilizados, detalhes topográficos e a distância das edificações adjacentes.

III. Realizar o registro fotográfico tanto da edificação a se demolir quanto das construções vizinhas.

IV. Tomar medidas preliminares referentes à desativação dos serviços de gás, energia e água e isolar substâncias tóxicas e inflamáveis.

V. Comunicar aos órgãos e autoridades devidos, para resguardo legal e amparo para evacuação e segurança.

VI. Descrever o método e sequência das atividades, considerando a movimentação de máquinas e armazenagem e destinação de resíduos.

VII. Identificar riscos e prever a instalação de medidas de proteção ao público e trabalhadores envolvidos.

VIII. Contratação de Seguros que amparem acidentes e danos pessoais.

IX. Projetar medidas de estabilidade para que se evite o colapso não planejado ou prematuro, prevendo o enfraquecimento da estrutura e a necessidade de apoios temporários. Instalar medidas de transporte de materiais para evitar que sejam lançados em queda livre.

X. Mitigar os impactos ambientais que envolvem vibração, poeira e ruído. Avaliação de riscos e fornecimento de equipamentos de segurança necessários para garantir a integridade do trabalhador.

XI. Definir em projeto a área afetada, a área da construção, a área de destinação de detritos e de segurança e o local em que a estrutura será lançada.

XII. Analisar as condições meteorológicas que ofertarão riscos a atividade.

Durante a visita de campo, observeu-se que, conforme estabelecido no plano de demolição e visando à segurança dos trabalhadores e demais pessoas envolvidas na execução da atividade, a empresa MTSUL Construções realizou os registros fotográficos no local. As imagens foram capturadas para documentar o andamento e as condições da

área no momento da intervenção.

4.4.1 Fases da demolição

A seguir, as etapas que devem compor o plano de demolições, abrangendo as atividades realizadas antes, durante e após a execução da demolição. Essas etapas estão organizadas de acordo com a figura 10 da seguinte forma:

Figura 10 - Etapas da Organizada.



Fonte: (MTSUL, 2024)



Fonte: (MTSUL, 2024)

1. Pré-demolição das edificações Procedimento Prévia da Obra:
2. Fechamento com Tapume da área a ser demolida;
3. Isolamento com cerquite das vias de acesso a área de demolição;
4. Desativação de redes elétricas, inspeção identificação de fossa e sumidouros, rede de identificação de moradores na circunvizinhança, áreas, sinalização, áreas de vivência, local para resíduos;
5. Disponibilidade de Kits para fechamento de entrada de água em caso de vazamentos, antes ou durante as demolições das residências;

4.5 TÉCNICAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS

4.5.1 Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Foi utilizado o método avançado de Posicionamento Global, baseado em sinais de satélites (Sistemas Globais de Navegação por Satélite - GNSS) com ajustes precisos. Este procedimento permitiu a determinação exata de pontos na superfície terrestre. A partir desse

levantamento, foi gerado o relatório PPP e um ortomosaico da área demolida. A Figura 11 ilustra o ponto base do GNSS e geoprocessamento de dados.

Figura 11 - O ponto base do GNSS e geoprocessamento de dados.



Fonte: Autora (2024).

4.5.2 Análise de Imagens de Satélite

Com o objetivo de analisar a recente ocupação do solo no bairro do Bom Parto, foram utilizadas imagens de satélite obtidas via Google Earth Pro.

4.5.3 Métodos de Demolição

A técnica empregada para demolição foi o método mecânico, utilizando escavadeiras hidráulicas. O processo ocorreu de forma gradual e controlada, de cima para baixo e de fora para dentro das edificações. Fossos e sumidouros identificados foram devidamente fechados. O molhamento das construções antes e durante a demolição visou minimizar a dispersão de poeira.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As problemáticas observadas na área de estudo estão fortemente associadas à ocupação desordenada do solo urbano, fator que compromete o escoamento das águas pluviais, prejudica a eficiência da drenagem urbana e amplia a vulnerabilidade socioambiental, especialmente nas zonas mais densamente ocupadas.

No contexto da cidade de Maceió, estes problemas são recorrentes e resultam, em grande parte, de dois fatores principais: a deficiência na fiscalização da ocupação urbana por parte do poder público e a ausência de diretrizes claras e eficazes na legislação municipal. Essa lacuna normativa impede a definição de restrições e parâmetros técnicos adequados para o uso do solo, desconsiderando as características naturais das áreas urbanas e seus respectivos limites de suporte ambiental.

Como parte dos resultados desta pesquisa, foi gerado o mapa de uso e ocupação do solo por meio da vetorização da área de estudo, servindo como uma ferramenta essencial para o planejamento urbano e a gestão de risco na região do Bom Parto, em Maceió - AL. Apresentado na Figura 12, este produto cartográfico permite a visualização detalhada das diversas formas de ocupação existentes no bairro, incluindo áreas de ocupação consolidada, vegetação remanescente, zonas classificadas como de risco e regiões com elevado grau de impermeabilização do solo. O levantamento identificou a existência de aproximadamente 4.291 imóveis no bairro, revelando uma alta densidade de ocupação urbana.

A análise espacial evidenciou que a maior parte das áreas mapeadas é destinada ao uso residencial, caracterizado por um padrão denso e regular de edificações. Além das residências, foram identificadas áreas destinadas a atividades de comércio e serviços, hospitais, igrejas e zonas de uso misto, onde coexistem funções residenciais e comerciais, demonstrando a diversidade funcional presente no bairro e a complexidade do seu tecido urbano. A elaboração deste mapa foi essencial para a compreensão dos padrões espaciais de ocupação atualmente presentes na região.

Figura 12 - Mapa de uso e ocupação do solo no bairro do Bom Parto



Fonte: Autor (2025).

Essa análise permitiu a comparação entre diferentes períodos históricos, evidenciando padrões e tendências evolutivas no uso e ocupação do solo, nas tipologias construtivas e na degradação física das edificações. Foram identificados, por exemplo:

5.2.1.1 A substituição de residências unifamiliares por construções multifamiliares;

5.2.1.2 A expansão irregular de áreas construídas;

5.2.1.3 O crescimento de edificações com comprometimento estrutural;

5.2.1.4 O surgimento de vazios urbanos resultantes de demolições anteriores;

5.2.1.5 A sobreposição de construções sem planejamento adequado.

Esses padrões forneceram subsídios para compreender as dinâmicas de transformação urbana no bairro Bom Parto, revelando processos de deterioração do tecido urbano e pressões por renovação da malha edificada, fundamentais para justificar intervenções como a demolição de estruturas comprometidas e o planejamento de novos usos para esses espaços.

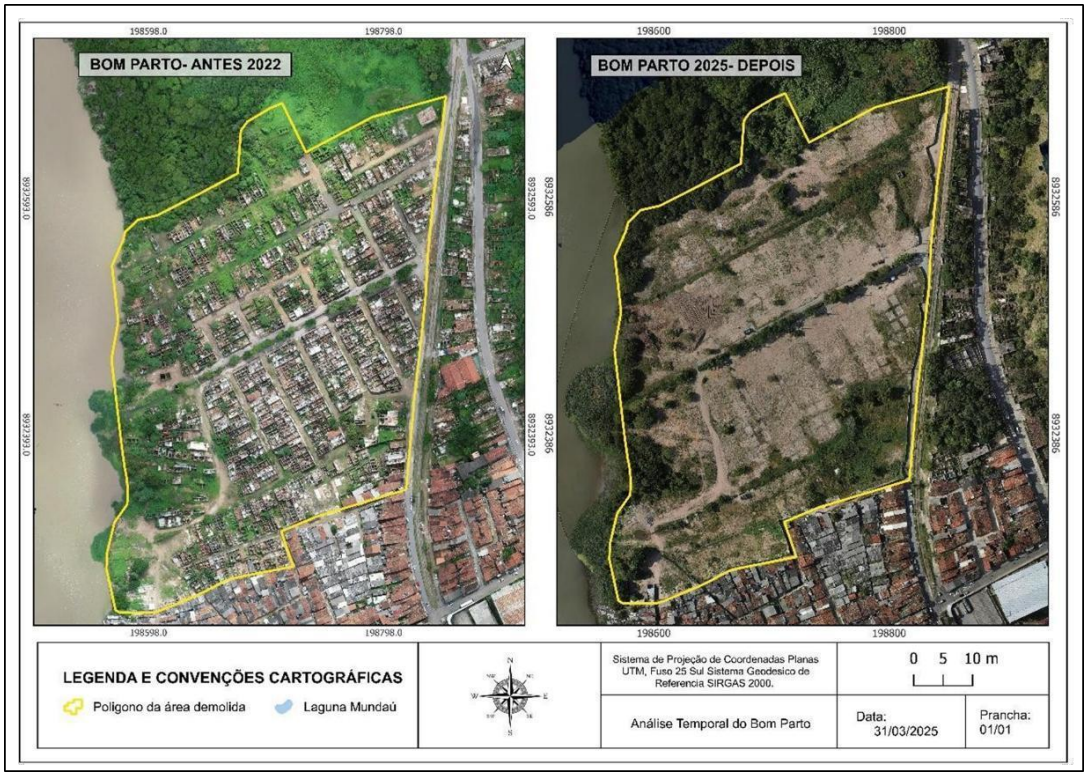
5.1 Análise temporal das imagens

A análise temporal está relacionada à ocupação desordenada referente ao risco iminente e padrões construtivos envolvendo o estudo de monitoramento de mudanças e suas características da área ao longo do tempo. Os aspectos foram analisados separadamente, porém interligando e entendendo sua evolução, como os seguintes fatores:

- Área de criticidade;
- Patologias nas estruturas do imóvel;
- Área suscetível a inundação;

Segue abaixo o mapa de análise temporal do bairro do Bom Parto localizado na figura 13, que evidência as transformações ocorridas no território ao longo do tempo, com destaque para a expansão desordenada da área ocupada, com o agravamento de problemas estruturais nas edificações em decorrência da subsidência do solo e o aumento das zonas suscetiveis a alagamento.

Figura 13 - Mapa de uso e ocupação do solo no bairro do Bom Parto



Fonte: (Autora, 2025).

Essa análise permitiu a comparação entre diferentes períodos históricos, evidenciando padrões e tendências evolutivas no uso e ocupação do solo, nas tipologias construtivas e na degradação física das edificações. Foram identificados, por exemplo:

- A substituição de residências unifamiliares por construções multifamiliares;
- A expansão irregular de áreas construídas;
- O crescimento de edificações com comprometimento estrutural;
- O surgimento de vazios urbanos resultantes de demolições anteriores;
- A sobreposição de construções sem planejamento adequado.

Esses padrões forneceram subsídios para compreender as dinâmicas de transformação urbana no bairro Bom Parto, revelando processos de deterioração do tecido urbano e pressões por renovação da malha edificada, fundamentais para justificar intervenções como a demolição de estruturas comprometidas e o planejamento de novos usos para esses espaços.

O crescimento acelerado e desordenado da cidade reflete na invasão de áreas suscetíveis a eventos naturais e, consequentemente, antrópicos, que apresentam mínimas condições de ocupação para fins de habitação, visto que famílias de baixa renda são atraídas a construírem moradias com materiais de baixo custo, comprometendo a segurança e saúde de quem habita na região. Para analisar a recente mudança na ocupação do solo no bairro do Bom Parto, foram analisadas imagens de satélite (Google Earth Pro) entre o período de 2017 a 2024, como podem ser apresentadas nas figuras 14,15,16,17,18, 19, 20 e 21.

A imagem de satélite mostra que entre 2017 e 2018, o bairro do Bom Parto passou por alterações significativas em sua configuração urbana, associadas imóveis localizadas em áreas de risco, construções nas margens da laguna e a direita, alteração na cor da vegetação.

Figura 14 - Imagem de satélite 2017



Fonte: Google Earth (2024), adaptado pela autora (2024).

Figura 15 - Imagem de satélite 2018



Fonte: Google Earth (2024), adaptado pela autora (2024).

A malha urbana permaneceu quase inalterada entre 2018 e 2019, apesar da névoa na imagem de 2019 que pode indicar demolições ou movimentações. Em 2020, não houve mudanças estruturais significativas, sugerindo que intervenções foram pontuais e iniciais.

Figura 16 - Imagem de satélite 2019



Fonte: Google Earth (2024), adaptado pela autora (2024).

Figura 17 - Imagem de satélite 2020



Fonte: Google Earth (2024), adaptado pela autora (2024).

Entre 2021 e 2022, o bairro passou de uma área densamente ocupada para um extenso espaço desocupado, transformando significativamente a paisagem urbana e impactando as dinâmicas sociais e econômicas da região.

Figura 18 - Imagem de satélite 2021



Fonte: Google Earth (2024), adaptado pela autora (2024).

Figura 19 - Imagem de satélite 2022



Fonte: Google Earth (2024), adaptado pela autora (2024).

As imagens de 2023 e 2024 há avanço do processo de desocupação. Em 2023, predominam terrenos demolidos, ruas vazias e vestígios das antigas construções. Em 2024, parte dessas áreas desocupadas já começa a ser ocupada pela vegetação.

Figura 20 - Imagem de satélite 2023



Fonte: Google Earth (2024), adaptado pela autora (2024).

Figura 21 - Imagem de satélite 2024



Fonte: Google Earth (2024), adaptado pela autora (2024).

Portanto, optou-se por examinar (Quadro 2) a dinâmica de ocupação na área do Bom Parto em uma análise espaço - temporal (2017 a 2024), onde pode ser visualizada a intensificação do crescimento urbano em zonas de risco suscetíveis a inundação.

Quadro 2 - Levantamento da dinâmica de ocupação das margens da Laguna Mundaú nas áreas de risco iminente de inundação (leito menor do rio, com restrição total de ocupação) (2017-2019 e 2020-2024).

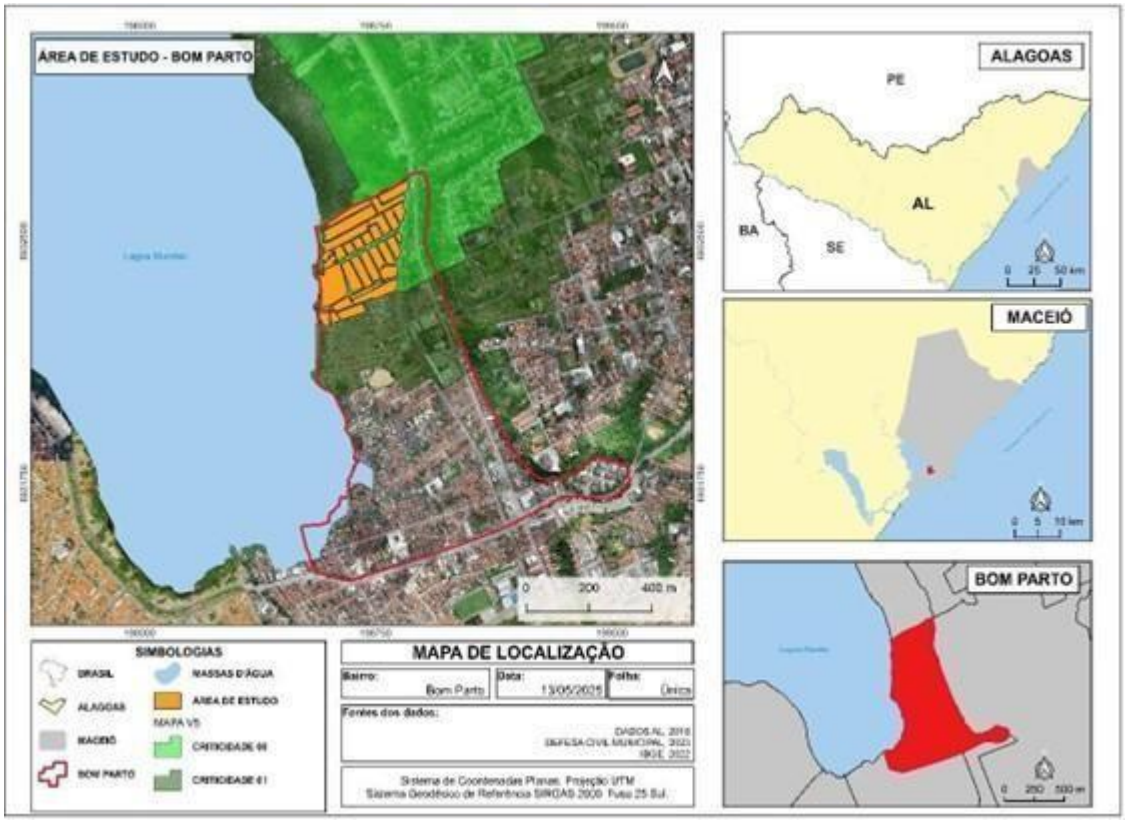
PERÍODO	
2017	**2018**
Alta densidade de vegetação na área.	Redução da vegetação na área afetada
Construções novas ou expandidas. Mostra novas áreas desflorestadas.	Muitas edificações ainda existentes na área de risco permanecem.
Novas Edificações construídas nas margens do rio e sucessível a inundação.	Aumento considerável da ocupação ao longo da margem esquerda do rio.
2019	**2020**
Obteve-se uma mudança na cobertura vegetal	Alteração de cor da cobertura vegetal na região
Expansão urbana aumentando gradativamente	Edificações ainda existente na área de risco
As construções na área permanecem intactas.	Não houve crescimento de construções na área.
2021	**2022**
Cobertura vegetal aparecendo na região	Expansão da vegetação nativa
Descaracterização dos imóveis na área de risco	Remoção considerável de grande parte das edificações da área em estudo.
Remoção das edificações nas margens do rio	Surgimento do solo exposto
2023	**2024**
Vegetação abundante na área	Expansão da Cobertura de vegetação
Começa a surgir algumas descaracterizações das construções e do solo.	Várias construções foram retiradas da zona de perigo e do solo exposto.
Intensificação nas margens da Laguna Mundaú	Eliminação de vegetação ao redor do rio Mundaú.

Fonte: (Autora, 2025).

5.2 Demolições de edificações

As demolições ocorrem de forma emergencial devido às suas condições estruturais estarem comprometidas e com risco iminente de um possível colapso abrupto. Vale ressaltar que todos os imóveis que tiveram a demolição solicitada estavam desocupados, com o passar do tempo, a ação das intempéries causa danos à estrutura do imóvel abandonado, comprometendo sua integridade, oferecendo risco à população e aos trabalhadores que circulavam naquela região. Todas as edificações estão dentro do mapa da área de estudo localizado na Figura 22.

Figura 22 - Mapa de Localização da área de demolida



Fonte: (Autora, 2025).

O recalque diferencial ocorre quando partes diferentes de uma fundação sofrem deslocamentos verticais distintos, resultando em deformações nas estruturas, como fissuras, rachaduras e até colapsos parciais. Esse fenômeno é frequentemente associado a solos de baixa capacidade de suporte ou instáveis, especialmente em áreas urbanas com intervenções recentes (PINTO, 2002).

Os imóveis localizados na área de estudo sofrem com recalques diferenciais, consequência direta da instabilidade do solo. Essa condição provoca oxidação de elementos estruturais, fissuras e rachaduras nas paredes, tornando as edificações estruturalmente vulneráveis (figura 23). Além dos impactos técnicos, o problema acarreta também implicações sociais e políticas: imóveis comprometidos tendem a ser estigmatizados pela comunidade e pelas autoridades, o que dificulta processos de regularização fundiária e ações de reabilitação urbana.

Figura 23 - registro fotográfico das edificações com risco de colapso



Fonte: (Defesa Civil Municipal, 2022)

A área demolida apresentava diversos imóveis que sofreram consequências diretas de eventos recorrentes de inundação, especialmente devido à proximidade com a Laguna Mundaú e à precariedade dos padrões construtivos adotados nas edificações da região.

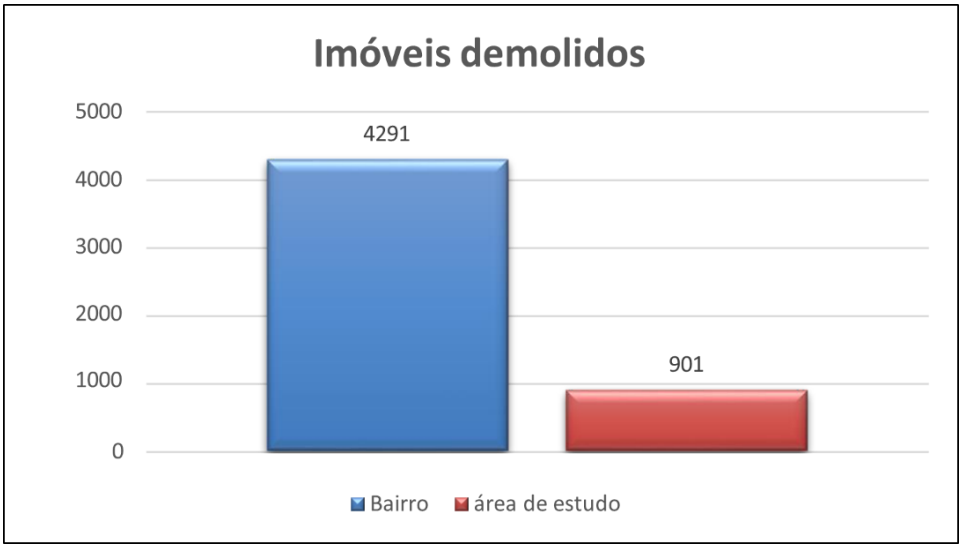
Durante a década de 2000, o bairro do Bom Parto passou por transformações urbanas com o surgimento de novas construções. Contudo, essas mudanças não foram acompanhadas de infraestrutura adequada, o que agravou os impactos das inundações. Como resultado, os moradores perderam bens materiais, como móveis e pertences pessoais, e passaram a conviver com condições sanitárias precárias, propícias à disseminação de doenças como a leptospirose.

Diante desse cenário, a Defesa Civil de Maceió, após ser firmado o termo de acordo, passou a atuar de forma mais intensiva a partir de 2018, implementando ações de monitoramento e alerta à população sobre os riscos de permanência em áreas suscetíveis a

inundações e promovendo estratégias de prevenção e relocação em áreas críticas.

A Figura 24 apresenta a quantidade de imóveis demolidos no bairro do Bom Parto, destacando a comparação entre o total de imóveis existentes e aqueles que foram demolidos na área de estudo. No total, o bairro possui 4.291 imóveis, dos quais 901 foram demolidos exclusivamente na área analisada. O gráfico da Figura 24 ilustra visualmente essa relação, evidenciando o impacto das demolições dentro do recorte estudado.

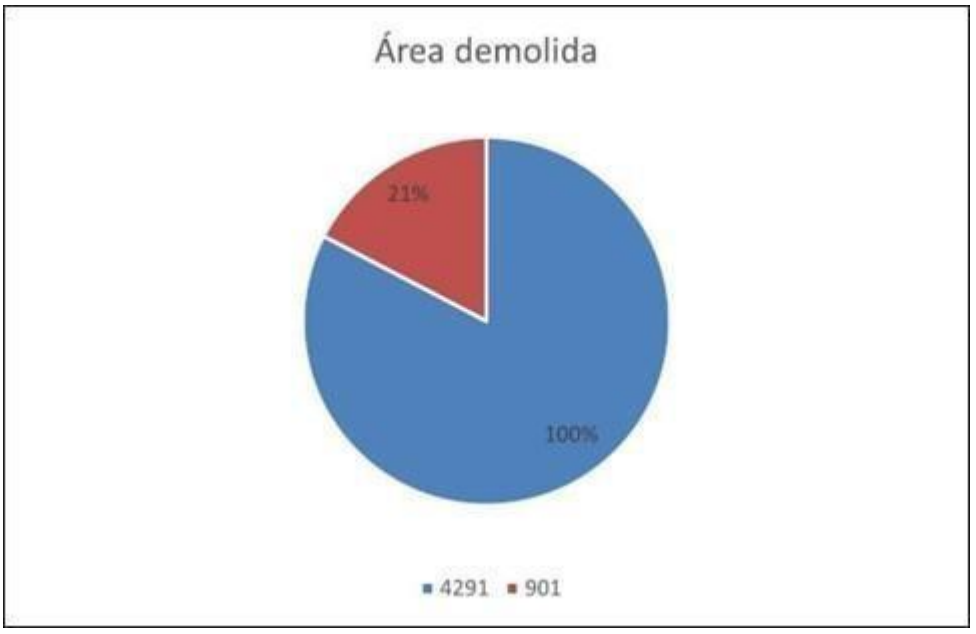
Figura 24 - Comparação entre total de imóveis e imoveis demolidos no Bairro Bom Parto



Fonte: (Autora, 2025).

Este estudo se concentra na área vermelha, onde 901 propriedades representam 21% do total da área que foi demolida. O restante, representa 79% da área que não foi demolida. Esta região em particular foi expressivamente afetada por intervenções urbanas, despejos ou processos de transformação urbana. Segue a Figura 25 com a porcentagem dos lotes demolidos.

Figura 25 - Lotes cujas edificações foram demolidas



Fonte: (Autora, 2025).

A análise espacial realizada evidenciou que o bairro Bom Parto apresenta características que o tornam uma região vulnerável a eventos de inundação. Essa suscetibilidade está associada à topografia local, à ocupação desordenada e à proximidade com cursos d'água, o que contribui para o acúmulo de água em períodos de chuvas intensas.

5.1.2 Inundação no Bairro do Bom Parto

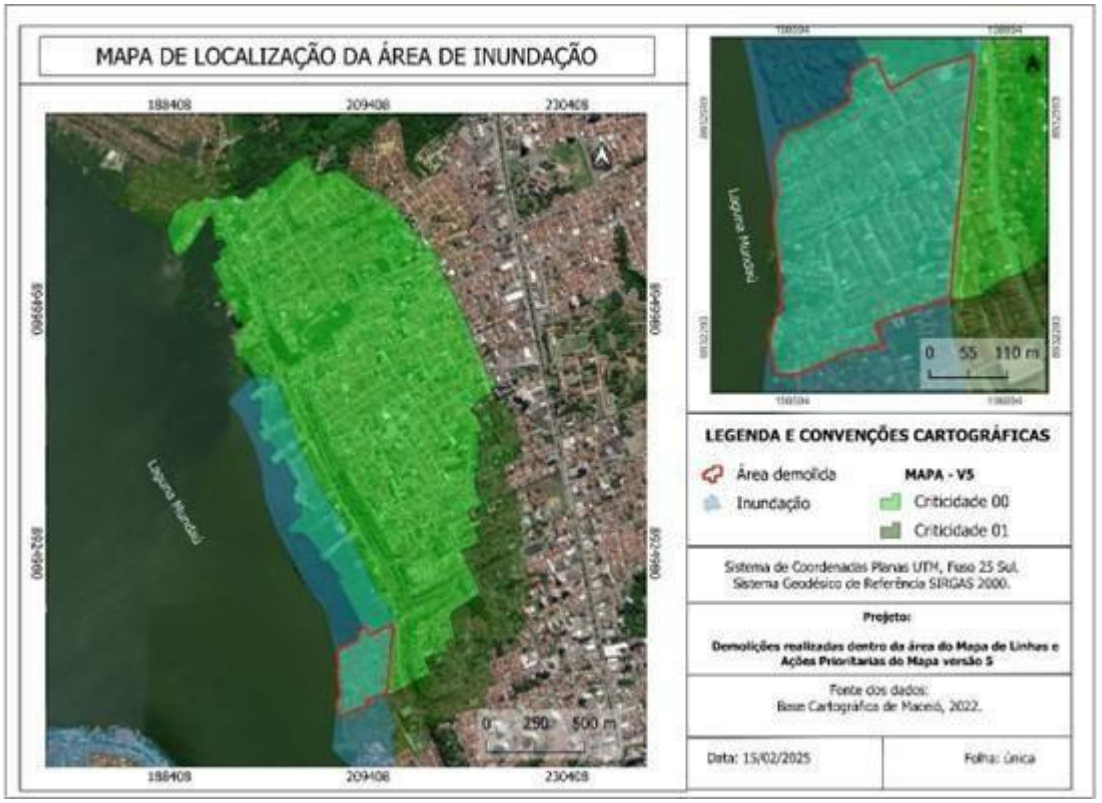
A análise espacial realizada evidenciou que o bairro Bom Parto apresenta características que o tornam uma região vulnerável a eventos de inundação. Essa suscetibilidade está associada à topografia local, à ocupação desordenada e à proximidade com cursos d'água, o que contribui para o acúmulo de água em períodos de chuvas intensas.

Diante desta realidade, a Defesa Civil Municipal de Maceió tem atuado preventivamente, implementando ações voltadas à redução de riscos, como o monitoramento constante da bacia hidrográfica local, a realização de vistorias técnicas e a interdição de residências situadas em áreas com alto risco de desabamento (Defesa Civil Municipal, 2025). Além disso, são promovidas ações educativas junto à população e

articulações com outros órgãos públicos para mitigar os impactos de possíveis desastres.

Como parte dos produtos gerados nesta pesquisa, a Figura 26 apresenta o mapa de suscetibilidade à inundação da área de estudo, permitindo uma visualização clara das zonas de maior risco no bairro Bom Parto. Este mapa representa uma importante ferramenta de apoio à gestão de riscos, contribuindo tanto para o planejamento urbano quanto para a atuação preventiva dos órgãos responsáveis.

Figura 26 - Mapa de Inundação



Fonte: (Autora, 2025).

5.1.3 Solicitação Emergencial no bairro do Bom Parto

A Defesa Civil emitiu uma demolição emergencial para os imóveis situados na poligonal do Bom Parto. Estes imóveis, atualmente vagos, estão em estado de descaracterização, evidenciada pela falta de elementos de cobertura e esquadrias. Isso os deixa diretamente expostos às condições climáticas e causa infiltrações excessivas, prejudicando sua estrutura e integridade.

Esta circunstância indica um perigo iminente de desmoronamento, criando um cenário ideal para a disseminação de vetores de doenças. Esta situação constitui um perigo

direto para a segurança de crianças e adultos, elevando consideravelmente a probabilidade de lesões sérias ou até mesmo mortais em caso de colapso (DCM, 2025).

Ressalta-se que os pedidos de demolição estão fundamentados em estudo técnico específico pela defesa civil municipal de maceió, o qual identificou que todos os imóveis a serem demolidos apresentam risco iminente de colapso e encontram-se atualmente desocupados. Esses imóveis foram descaracterizados de forma irregular, representando risco à segurança de transeuntes e veiculos que circulam pela região.

As edificações em questão estão localizadas na zona de criticidade 00, conforme o Mapa de Linhas e Ações Prioritárias – Versão 05. A Figura 27, apresentada a seguir, exibe o polígono da área demolida no bairro do Bom Parto. O contorno em vermelho delimita a área de estudo.

Figura 27 - Mapa de localização da área de estudo



Fonte: (Autor, 2025)

A área solicitada as demolições emergenciais com risco de colapso no bairro do Bom Parto- Maceió/AL, ocorreu devido as condições estruturais estarem comprometidas e com risco iminente de eventual colapso abrupto. Vale salientar que todos os edifícios que serão demolidos estão desabitados no qual foram descaracterizados, representando perigo

para pedestres e veículos que transitam pelo local.

A seguir, são apresentadas as imagens das edificações que foram interditadas, tendo sido posteriormente solicitadas para demolição emergencial, conforme avaliação técnica realizada em campo. Segue abaixo a Figura 28 e 29 das áreas de inundação na região do Bom Parto.

Figura 28 - área inundada na área de estudo



Fonte: (Defesa Civil Municipal, 2022).

As imagens A e B evidenciam de forma clara a degradação socioespacial e ambiental nas áreas impactadas pelo colapso geológico decorrente da atividade de extração de sal-gema no município de Maceió. Ambas as cenas retratam ruas completamente alagadas, ladeadas por edificações em avançado estado de abandono e deterioração.

A ausência de infraestrutura urbana adequada especialmente no que se refere ao sistema de drenagem pluvial contribui significativamente para a configuração de um cenário de insalubridade, inviabilizando a permanência segura e digna da população nesses espaços.

Na imagem A, observa-se a presença de alguns moradores ou trabalhadores próximos às edificações, o que pode indicar a resistência de parte da população em deixar suas residências, mesmo diante das condições precárias e do risco iminente. Tal permanência, por sua vez, pode estar vinculada a fatores socioeconômicos, vínculos

afetivos com o território e à insuficiência de políticas públicas eficazes de reassentamento, indenização e assistência social.

A imagem B, por outro lado, revela não apenas a inundação da via pública, mas também o comprometimento da infraestrutura urbana, com calçadas destruídas e vias obstruídas por lama e vegetação, o que dificulta a mobilidade e agrava os riscos sanitários. A presença de vegetação sobre a via pública é indicativa de um processo de abandono gradual e da transformação do espaço urbano em área de risco ambiental.

Essas imagens são representativas do processo de produção de espaços vulneráveis e da perpetuação de injustiças socioambientais que atingem, sobretudo, áreas periféricas e economicamente empobrecidas. A atividade de retirada de sal-gema não apenas desestabilizou a geologia local, como também provocou graves impactos urbanísticos e sociais, impondo a desocupação compulsória e a fragmentação das dinâmicas urbanas e comunitárias nesses territórios.

Figura 29 - área permanente inundado



Fonte: (Defesa Civil Municipal, 2022).

5.1.4 Impactos urbanos e ambientais no bairro do Bom Parto (Maceió-AL)

A atividade de mineração, ao longo do tempo, resultou no colapso de cavernas subterrâneas, ocasionando o afundamento do solo e desencadeando uma série de problemas para a infraestrutura urbana e para a população local. No bairro do Bom Parto, esse processo levou à demolição de imóveis e provocou consequências diretas e indiretas para os habitantes da região.

Entre os principais impactos, destacam-se as descaracterizações de residências, que modificaram profundamente a paisagem urbana e provocaram significativos efeitos sociais e econômicos na comunidade. Os impactos urbanos tornaram-se evidentes na deterioração dos imóveis, manifestada por rachaduras, desabamentos parciais e comprometimento estrutural, forçando a evacuação de moradores e a desocupação de áreas inteiras. A infraestrutura urbana, incluindo ruas, calçadas e redes de água e esgoto, também foi severamente danificada, gerando transtornos cotidianos e riscos à saúde pública.

O tecido social do bairro foi profundamente afetado, marcado pelo deslocamento de famílias, pela perda de laços comunitários e pelo aumento da sensação de insegurança entre os moradores remanescentes.

No âmbito ambiental, a subsidência alterou a paisagem local, com o surgimento de áreas alagadas e a modificação do escoamento das águas. Além disso, houve a destruição da vegetação, o comprometimento da fauna e o aumento do risco de contaminação do solo e das águas subterrâneas.

Diante desse cenário, torna-se imprescindível a adoção de medidas de remediação e prevenção, voltadas à garantia da segurança da população, à recuperação das áreas afetadas e à busca por alternativas de desenvolvimento sustentável para o município de Maceió.

6. CONCLUSÃO

O presente trabalho evidenciou como o geoprocessamento, por meio dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), constitui uma ferramenta essencial para a gestão e controle de demolições em áreas urbanas afetadas por desastres ambientais, como no caso do bairro Bom Parto, em Maceió. A aplicação dessa tecnologia permitiu mapear e quantificar os imóveis demolidos, monitorar a evolução da ocupação do solo e compreender, de forma detalhada, as consequências da extração de sal-gema pela Braskem sobre o território urbano.

A avaliação dos efeitos ambientais das demolições expôs grandes desafios, tais como o acúmulo de detritos da construção, a deterioração do solo e o risco à qualidade dos recursos hídricos adjacentes, particularmente em áreas de preservação permanente (APPs). Simultaneamente, a análise da mudança temporal na paisagem urbana entre 2017 e 2024 revelou um processo intenso de desorganização territorial, substituindo antigos bairros residenciais por vastas áreas desocupadas, caracterizadas por vulnerabilidades ambientais e sociais.

No contexto urbano, as consequências são igualmente relevantes. As demolições modificaram a dinâmica socioespacial da cidade, intensificando as desigualdades, rompendo as redes de vizinhança e impactando diretamente os estilos de vida dos indivíduos removidos. Esses impactos requerem, com urgência, políticas públicas unificadas que levem em conta a recuperação da malha urbana e a valorização do espaço como um direito coletivo.

Portanto, sugere-se que as futuras iniciativas de utilização e ocupação do solo nas áreas demolidas sejam orientadas por princípios de sustentabilidade, equidade territorial e prevenção de perigos. É crucial que o governo desenvolva um plano participativo de reestruturação urbana, fundamentado em diagnósticos técnico-científicos e na participação ativa da população impactada. Ademais, é essencial promover o uso de geotecnologias como uma política contínua de planejamento urbano, particularmente em períodos de crise, para assegurar a eficácia na administração territorial e a proteção do meio ambiente.

Diante disso, propõem-se as seguintes recomendações para o espaço demolido:

I. **Criação de um Plano Diretor Específico para a Área Afetada**, fundamentado em informações geoespaciais recentes, que defina orientações precisas para o uso e ocupação

do solo, considerando as limitações geotécnicas e ambientais da região.

II. **Estabelecimento de uma Zona de Monitoramento Constante**, com uso de tecnologias como VANTs, sensores GNSS e Sistemas de Informação Geográfica (SIG), para acompanhar a estabilidade do solo e prevenir futuras ocupações irregulares.

III. **Planejamento de Reaproveitamento do Espaço**, priorizando projetos socioambientais sustentáveis, como áreas verdes, parques públicos, hortas urbanas ou espaços culturais, que promovam a requalificação ambiental e social da área.

IV. **Implementação de um Sistema Integrado de Gestão de Resíduos da Construção e Demolição (RCDs)**, incentivando a reciclagem e a destinação adequada desses materiais, em conformidade com a Resolução CONAMA nº 307/2002.

V. **Promoção de ações educativas e de participação comunitária**, com foco na conscientização sobre riscos, direitos à moradia digna e responsabilidade compartilhada na gestão e planejamento urbano

REFERÊNCIAS

_. **Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n° 001, de 1986**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

_. **Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n° 001, de 1986**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

___. Ministério das Cidades. Ministério do Meio Ambiente. **Área de manejo de Resíduos da construção e resíduos volumosos**: orientação para o seu licenciamento e aplicação da Resolução Conama 307/2002. 2005.7, n. 2, p. 195–201. 2017.

ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Resíduos Sólidos: Classificação. NBR – 10.004. Rio de Janeiro: novembro, 2004.

ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Resíduos Sólidos: Classificação. NBR – 10.004. Rio de Janeiro: novembro, 2004.

AGOSTINHO, F; OLIVEIRA FILHO, P. C. de. **Obtenção de fotografias aéreas de pequeno formato e videografia por meio de aeromodelo artesanal adaptado**. In XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba, PR, Brasil, 2011. Anais p 8984 – 8991, 2011.

ALBERTZ, J.; WIEDEMANN, C. **Digitale Photogrammetrie**. Berlin: Wichmann Verlag, 1995.

ANDRADE, Ricardo Barbosa de. **Processamento digital de imagens orbitais**. Brasília: UnB, 2003.

ÂNGULO, S.C. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento de concretos.** Tese (Doutorado).2005,236p. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

ARAÚJO, V. M. **Práticas recomendadas para a gestão mais sustentável de canteiros de obras.** 2009. 204 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 204, 2009.

BARROS FILHO, JOSÉ R. G. et al. **Análise sobre os impactos da atividade extrativa mineral de sal-gema em Maceió/AL**. 2022.

BATLOUNI, Jorge. **Reformar ou demolir?**: veja quando optar por cada uma dessas ações. Veja quando optar por cada uma dessas ações. 2021. Disponível em: https://www.aecweb.com.br/revista/materias/reformar-ou-demolir-veja-quando-optar- por-cada-uma-dessas-acoes/20947. Acesso em: 05 março de 2025.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n° 307, de 2002.** Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em: https://erevista.unioeste.br/index.php/ambientes/article/view/24225. Acesso em: 13 março. 2025.

BRASIL. **Ministério da Economia. Secretaria Especial de Previdência e Trabalho. Norma Regulamentadora nº 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção. Brasília**, DF: Ministério da Economia, 2020, 54 p. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-18. Acesso em: 24 mar. 2025.

BRASIL. **Primeiro Relatório de Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas**. Brasília: Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, 2015. Disponível em: CARMO, R. Brasil: Cprm, 2022. 16 p.

BRITO, J. B.; COELHO FILHO, JOÃO, M. Ortoretificação e mosaico digital de fotografias aéreas convencionais. *Revista Brasileira de Cartografia*, Rio de Janeiro, v. 59, n. 1, p. 45–55, 2007.

BUFFON, G. O.; PAZ, Alan Rogério da; SAMPAIO, E. S. Geração de modelos digitais de superfície e ortomosaicos com uso de VANT para mapeamento de áreas de risco de inundação. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 69, n. 5, p. 881–897, 2017.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2001.

CÂMARA, G. et al. Análise espacial e geoprocessamento. **Análise espacial de dados geográficos. Brasília: EMBRAPA**, p. 21-54, 2004.

CÂMARA, G. et al. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, v. 345, 2001.

CARMO, R.; VALENCIO, N. **Segurança humana no contexto dos desastres**. São Carlos: Rima, 2014. 212 p.

CIVIL. **Pensar Engenharia**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, jun. 2014.

COELHO, M. C. **Impacto ambiental urbano: causas e consequências**. São Paulo: Editora Acadêmica, 2013.

COELHO, M. C. N. **Impactos ambientais em áreas urbanas – teorias, conceitos e métodos de pesquisa**. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (Orgs.). Impactos ambientais urbanos no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 19-45.

COMITÊ NACIONAL EM DEFESA DOS TERRITÓRIOS FRENTE À MINERAÇÃO.

Relatório sobre os impactos socioambientais e urbanísticos da mineração de sal-gema **em Maceió. 2023**. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/376134447_Colapso_mineral_em_Maceio_o_des

astre_da_Braskem_e_o_apagamento_das_violacoes. Acesso em: 30 maio 2025.

CPRM — Serviço Geológico do Brasil. (2018). Nota Técnica: **Procedimentos para Mapeamento de Áreas de Risco a Movimentos de Massa e Inundações.** Brasília: CPRM.

CPRM — Serviço Geológico do Brasil. (2019). **Glossário de Termos Técnicos de Geologia de Engenharia e Ambiental.** Brasília: CPRM.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Geologia, hidrogeologia e riscos geotécnicos na região de Maceió (AL**). Brasília: CPRM, 2019. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia_maceio_al.pdf. Acesso em: 28 maio 2025.

CPRM. **NOTA TÉCNICA Nº 4/2022/DIGEAP/DEGET/DHT/PR/CA**. 04. ed..

CUTTER, S. L. A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, n. 93, p. 59-69, 2011.

DEFESA CIVIL DE MACEIÓ. **Defesa Civil reforça alerta de chuvas e orienta população a evitar situações de risco.** Maceió: Prefeitura de Maceió, 2025. Disponível em: https://maceio.al.gov.br/noticias/defesacivil/defesa-civil-reforca-alerta-de-chuvas-e-orienta-populacao-a-evitar-situacoes-de-risco. Acesso em: 28 maio 2025.

DRAP – Direção Regional de Agricultura e Pescas. **Curso básico de fotogrametria. Lisboa**: DRAP, 1997.

ELMASRI, R.; NAVATHE, SHAMKANT B. **Sistemas de Banco de Dados**. 4. ed. São Paulo, Pearson Addison Wesley, 2005.

EMERGENCIAL BOM PARTO – FASE II. Maceió: Mtsul Construções Ltda, 2024. 6 p.

FAGUNDES, J. L.; TAVARES, P. **Fundamentos de fotogrametria**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1991.

FELL, R. et al. **Geotechnical risk management: principles, methods, and case histories. Londres:** Taylor & Francis, 2008.

FERREIRA, A. C. A. *et al*. **GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO.**

FRANK, João. **Avaliação dos impactos sociais na sustentabilidade ambiental**: uma abordagem integrada. São Paulo: Editora Sustentare, 2023.

FREIRE, L. M.; LIMA, J. S. de; SILVA, J. N. da. Riscos geológicos em áreas urbanas: implicações socioambientais em duas cidades paraenses. *Revista GeoAmazônia*, Belém, v. 6, n. 11, p. 273–292, 2018. Disponível em: http://www.geoamazonia.net/index.php/revista/article/view/40875. Acesso em: 30 maio 2025.

GROETELAARS, N. J**. Mapeamento topográfico urbano com uso de ortofotos digitais**. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, p. 182, 2004.

JAPIASSÚ, L. A. T. **Expansão urbana de Maceió, Alagoas: caracterização do processo de crescimento territorial urbano em face do plano de desenvolvimento –7 de 1980 a 2000**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo Mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado – Deha, Universidade Federal de Alagoas, Maceio, p. 173, 2015.

L. Urbanização e desastres: desafios para a segurança humana no Brasil. In: Carmo, R. L.; Valencio, N. (Org.). **Segurança Humana em contextos de desastres**. 1ed.São Carlos: Editora Rima, p.1-14. 2014.

LEITE, M. E.; ROSA, R.. Geografia e geotecnologias no estudo urbano. *Caminhos de geografia*, v. 17, n. 17, p. 180-186, 2006.

LIMA, F. H. S. **Geoprocessamento aplicado à análise socioeconômica: utilização de SIG na gestão pública municipal**. Curitiba: CRV, 2011.

LIMA, R. A. **Planejamento urbano e meio ambiente: desafios contemporâneos.** Rio de Janeiro: EdUERJ, 2013.

LIMA, P. E. F. de. **Índice para consultas espaciais em banco de dados**. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná –, Medianeira, p. 53. 2011.

LOCH, C.; LAPOLLI, F. R**. Fotogrametria: princípios e aplicações. Florianópolis**: Editora da UFSC, 1989.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. Geographic information systems and science. 3. ed. Chichester: Wiley, 2015.

LTDA, Mtsul Construções. **RELATÓRIO DE OBRA DE DEMOLIÇÃO.**

LUNA, K. Z. Colapsos e subsidências em áreas urbanas: conceitos, causas e metodologia de mapeamento em SIG. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

MACEIÓ, Defesa Civil Municipal de. **PLANO DE AÇÃO MUNICIPAL PREVENTIVO PARA O PERIODO CHUVOSO**. Maceió: Prefeitura Municipal de

Maceió, 2025. 107 p.

MACEIÓ. 2005. **Plano Diretor do Município de Maceió. Secretaria Municipal de Planejamento e Desenvolvimento**. Prefeitura Municipal. Maceió-Al.

MACEIÓ. **Lei municipal nº 5.593, de 08 de fevereiro de 2007**. Institui o código de ur banismo e edificações do município de Maceió.

MARÇAL, M. da P. V. **Educação ambiental e representações sociais de meio ambiente:** uma análise da prática pedagógica no ensino fundamental em Patos de Minas – MG (2003- 2004). Uberlândia, 2005.

MARCHETTI, C. P.; GARCIA, O. G**. Introdução à fotogrametria**. São Paulo: Nobel, 1989.

MEDD, Will; MARVIN, Simon. From the politics of urgency to the governance of preparedness: A research agenda on urban vulnerability. **Journal of contingencies and crisis Management**, v. 13, n. 2, p. 44-49, 2005.

MELO, C. de; FONTENELLE, J. P. Fundações: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2001.

MESQUITA, Ariosto. **O Avanço dos Drones**. Agro DBO, maio 2014 p. 20-23.

MIRANDA, Débora Thomé; DECESARO, Gabriel Dal'Maso. Os impactos e as consequências gerados pela urbanização acelerada às águas urbanas. **Revista Técnico-Científica**, n. 13, 2018.

NARVÁEZ, : L. *et al*. **La Gestión del Riesgo de Desastres**: un enfoque basado en procesos. Lima: Secretaría General de La Comunidad Andina, 2009. 106 p.

NASCIMENTO, A. A. do et al. **Avaliação dos impactos ambientais ocasionados pelo uso e ocupação do solo das áreas de preservação permanente dos córregos Redenção e Gago**, município de Redenção/PA. 2016.

NOBRE, C. A.; YOUNG, A. F.. **Vulnerabilidades das megacidades brasileiras às mudanças climáticas**. São Paulo: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2011. 186 p. 275-289, 2011.

PÁDUA, J. A. **Bases teóricas como da História Ambiental** . In: Estud. av. [online]. 2010, vol.24, n.68, pp 81-101.

PINTO J.; OSMAR R**.** *Geotecnologias: princípios e aplicações*. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

PINTO, T. F. G. Gestão ambiental de resíduos da construção civil: uma abordagem institucional e metodológica. 2. ed. São Paulo: PINI, 2005.

POPESCU, C.; ICHIM-CARAMIHALE, M. Flood risk assessment using GIS and remote sensing data. *Present Environment and Sustainable Development*, v. 9, n. 1, p. 169–180, 2015.

PROKOPOVICH, Nicholas P**.** Subsidence of organic soils. In: SCHUMM, Stanley A. (Ed.). *Fluvial geomorphology*. New York: Elsevier, 1978. p. 275–329.

ROCHA, Cézar Henrique Barra. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Ed. do autor, 2000.

ROSA, Roberto. Análise espacial em geografia. *Revista da ANPEGE*, v. 7, n. 01,

ROSA, Roberto. Geotecnologias na geografia aplicada. *Revista do departamento de geografia*, v. 16, p. 81-90, 2005.

ROSA R.; BRITO, J. L. S. **Introdução ao geoprocessamento**. UFU: Apostila Uberlândia, 20.13

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. *Geomorfologia: ambiente e planejamento*. São Paulo: Contexto, 1992.

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

SANTOS, Milton. **Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal. 2**1. ed. Rio de Janeiro: Record, 2014.

SHAKHATREH, H. et al. Unmanned aerial vehicles: A survey on civil applications and key research challenges. arXiv preprint arXiv:1805.00881, 2018.
SILVA, Daniel Moreira da**.** *Fotogrametria digital: fundamentos e aplicações*. Curitiba: CRV, 2015.

SILVA, J. A. et al. Riscos geológicos e sua gestão no ambiente urbano: uma abordagem integrada. *Revista Brasileira de Geologia Urbana*, v. 12, n. 1, p. 45–62, 2020.

SILVA, J. C. da; PEREIRA, M. L.; ALMEIDA, R. **Sistemas de Informação Geográfica aplicados aos estudos ambientais.** Rio de Janeiro: Editora Técnica, 2014.

SILVA, Luiz Ricardo Amaro da**. Utilização do entulho como agregado para a produção de concreto reciclado.** 2004. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2004.

SOFFIATI, Arthur. **História ambiental: uma introdução**. 2. ed. Niterói: Alternativa, 2020.

SOLOMON, S.; MAHMOOD, R.; SANDERS, R**.** Use of high-resolution DEMs for floodplain mapping: a case study. *Journal of the American Water Resources Association*, v. 38, n. 1, p. 123–131, 2002.

SOPCHAKI, Fabricio; KUX, Hermann Johann Heinrich; FERNANDES, Valéria Jourdan. Geração de ortomosaico e modelo digital de superfície (MDS) a partir de imagens obtidas por VANT em ambiente urbano. *Boletim de Ciências Geodésicas*, Curitiba, v. 23, n. 4, p. 812–829, 2017.

SOUSA, Leta Vieira de. **Os impactos da mudança climática na saúde e os desafios das políticas públicas atuais**. 2014. 194 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis, Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2014.

SOUZA, M. L. **Injustiça ambiental e direito à cidade**. Belo Horizonte: UFMG, 2019.

TECNOLÓGICAS – IPT – **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas** – IPT, 2007. 176 p.

TOMINAGA, L. K. et al. **Desastres Naturais**. 3. ed. São Paulo: Instituto Geológico Secretaria do Meio Ambiente, 2019. 197 p.

TORRADO, I; JIMÉNEZ, H; DÍAZ, V. Drones and photogrammetry: production of digital elevation models (DEMs) using unmanned aerial vehicles. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, v. XLI-B1, p. 125–132, 2016.

TORRES, Carlos Eduardo. **Reciclagem de resíduos da construção civil: benefícios ambientais e econômicos**. Rio de Janeiro: Interciência, 2015. Acesso em: 13 mar. 2025.

TORRES, Rodrigo Pessôa; PATRIOTA, Raquel Ribeiro. Aplicações de VANTs na

cartografia: geração de ortomosaicos e modelos digitais de superfície. *Revista Brasileira de Cartografia*, Rio de Janeiro, v. 72, n. 2, p. 357–372, 2020.

TUAN, Y.-F. Topofilia: **um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente.** 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012.

TUCCI, Carlos Eugênio Morelli. **Gestão de águas pluviais urbanas**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006.

UN-HABITAT. Estado das cidades africanas 2012: urbanização sustentável. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme, 2012.

VINHAS, Lúbia. **Um Subsistema Extensível para o Armazenamento de GeoCampos em Bancos de Dados Geográficos.** 2006. 114 f. Tese (Doutorado) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos - SP, 2006.

ZAIDAN, R. T. Geoprocessamento conceitos e definições. **Revista de Geografia**.

ZORDAN, S.E. A utilização do entulho como agregado na confecção do concreto. 1997. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas,1997.