UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CURSO ENGENHARIA DE AGRIMENSURA E CARTOGRÁFICA

VITÓRIA KAROLINE DA SILVA PEREIRA

Propensão à urbanização: Uma proposta de mapeamento frente às condições restritivas de uso e ocupação do solo - Estudo de caso para o município de Maceió - AL.

Rio Largo

2025

VITÓRIA KAROLINE DA SILVA PEREIRA

Propensão à urbanização: como uma proposta de mapeamento frente às condições restritivas de uso e ocupação do solo - Estudo de caso para o município de Maceió - AL.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharelado em Engenharia de Agrimensura.

Orientadora: Profa. Dra. Juciela Cristina dos Santos.

Rio Largo

2024

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

P436p Pereira, Vitória Karoline da Silva.

Propensão à urbanização: uma proposta de mapeamento frente às condições restritivas de uso e ocupação do solo - estudo de caso para o município de Maceió - AL. / Vitória Karoline da Silva Pereira. – 2025.

70 f.: il.

Orientador(a): Juciela Cristina dos Santos.

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. Urbanização. 2. Planejamento territorial. 3. Risco. 4. Mapeamento urbano. I. Título.

CDU: 528.28

Folha de Aprovação

VITÓRIA KAROLINE DA SILVA PEREIRA

(Propensão à Urnamização: Como uma proposta de mapeamento frente às condições restritivas de uso e ocupação do solo – estudo de caso para o município de Maceió – AL.)

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Agrimensura da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de bacharela em Engenharia de Agrimensura.

.

Aprovado em: 27/02/2025

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
gov.br JUCIELA CRISTINA DOS SANTOS
Data: 25/03/2025 19:12:41-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profª Drª Juciela Cristina dos Santos (Orientador)
Universidade Federal de A[illegible]

Documento assinado digitalmente
gov.br RAFAELA FACIOLA COELHO DE SOUZA FERREIR
Data: 25/03/2025 19:18:31-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profª Drª Rafaela Faciola Coelho de Souza Ferreira
Universidade Federal de Alagoas

Profª Drª Regina Dulce Barbosa Lins
Universidade Federal de Alagoas

Dedico essa conquista primeiramente à Deus que sempre esteve me abençoando e a Nossa Senhora Aparecida que constantemente está guiando meus passos e em seguida aos meus pais, José Pereira e Roseane, ao meu irmão, Vinícius, ao meu noivo Aguinaldo e aos meus avós Maria Luíza e Floriano que com seu amor me fez sentir mais força para continuar a jornada. Dedico também aos meus familiares e amigos que torceram por mim e em diversos momentos me apoiaram e que contribuíram para minha formação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que guiou meus passos e me deu coragem e perseverança durante toda essa jornada. Seu amor foi um alicerce em cada desafio, fortalecendo minha fé e me permitindo seguir em frente. Também sou imensamente grata a Nossa Senhora, que sempre esteve ao meu lado, como uma mãe acolhedora, protegendo-me e ouvindo minhas preces nos momentos de dificuldade. Reconheço que essa conquista só foi possível pela graça divina e pela intercessão materna de Maria.

Minha gratidão à minha família, que sempre me apoiou com amor, conselhos e incentivos. Em especial, aos meus pais, José Pereira e Roseane, que estiveram ao meu lado nos momentos mais difíceis, me ajudando a seguir em frente e a nunca desistir. Ao meu irmão, Vinícius, agradeço pelo apoio incondicional e pela torcida que tanto me motivaram. E aos meus avós, Floriano e Maria Luíza, que, mesmo sem perceber, foram uma fonte constante de inspiração.

Ao Aguinaldo, meu amor, não tenho palavras para agradecer tudo o que você fez por mim durante essa jornada. Seu apoio constante, seu carinho e a maneira como sempre esteve ao meu lado, me incentivando e acreditando em mim, foram essenciais para que eu chegasse até aqui. Em cada momento de cansaço ou dúvida, você foi a minha força, me ajudando a seguir em frente com seu amor e paciência. Sou imensamente grata por ter você ao meu lado, por ser meu companheiro incansável e meu maior apoio. Te amo com todo o meu coração!

Aos meus amigos, que tornaram essa caminhada mais leve e especial, minha eterna gratidão. Cada risada, cada palavra de apoio, cada momento compartilhado fez toda a diferença. Agradeço especialmente a Carneiro, Sandy, Camilo, Letícia, Eduardo, João Ribeiro, Nykolas e a todos que, de alguma forma, estiveram ao meu lado. O carinho e a amizade de vocês foram fundamentais para que eu chegasse até aqui, e levo comigo as memórias incríveis que construímos juntos.

Aos meus professores, meu sincero agradecimento pelo conhecimento, paciência e incentivo ao longo dessa jornada. Agradeço a Rafaela, Ayrton, Jhon, Ravi, Luciana e a todos que, com seu empenho e dedicação, contribuíram para minha formação. Cada ensinamento e cada apoio tiveram um impacto imenso na minha trajetória. E, de forma especial, meu carinho e gratidão à professora Juciela, que acreditou em mim, me apoiou e me incentivou. Para mim, ela foi mais do que uma professora; tornou-se uma verdadeira guia. Seu carinho, dedicação e apoio foram fundamentais para minha evolução, e sou profundamente grata por tudo o.

Por fim, agradeço a todos do meu trabalho pelo apoio e compreensão durante essa jornada. Cada um de vocês, com paciência e incentivo, fez com que eu fosse capaz de conciliar minhas responsabilidades e seguir em frente. Sou grata por todo o apoio e pela colaboração que encontrei em cada um de vocês.

“Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso! Não se apavore nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar.”

Josué 1:9

RESUMO

Inúmeros problemas que ocorrem no crescimento urbano de uma cidade estão associados à falta de planejamento urbano do poder público, pois causam a redução do desenvolvimento sustentável ligado ao meio ambiente e demandam grandes estratégias de reparos para que a cidade seja reordenada. Entretanto, as formas de reparar esses erros requer recursos financeiros elevados para o Município e, em casos extremos como as habitações presentes em áreas de risco, essa tarefa pode ser ainda mais desafiadora. O mapeamento de áreas que não são suscetíveis a urbanização, surge como uma alternativa para reduzir essa problemática, pois esse produto não apenas organiza o crescimento da cidade, mas também previne problemas socioambientais, melhora a qualidade de vida da população e promove um desenvolvimento sustentável e seguro. Apesar de já possuir estudos e uma ampla compreensão referentes à áreas de risco, ainda existem desafios como por exemplo na delimitação de áreas com potencial para edificar e caracterização de riscos e preservação ambiental em conjunto. Este trabalho propõe uma revisão legislativa e bibliográfica sistemática, a fim de identificar e mapear as áreas da cidade de Maceió sujeitas a condições restritivas devido a aspectos urbanos, riscos ambientais e naturais, e assim, constatar os domínios do município de Maceió que ainda estão propensas à urbanização com a geração de produtos cartográficos e realização de uma análise territorial sob os indicativos dessa área, para promover um crescimento urbano sustentável e resiliente. Através da revisão e coleta de dados, buscou-se por arquivos georreferenciados que continham dados geodinâmicos, dados ambientais e dados urbanos. Através do mapa de Propensão à Urbanização, concluiu-se que Maceió apresenta áreas limitadas para o crescimento urbano. Com base nisso, foi elaborado o mapa de proposta de zoneamento. Além disso, a aplicação desses produtos cartográficos pode se tornar uma ferramenta essencial para os gestores municipais e planejadores urbanos, proporcionando suporte na tomada de decisões que priorizem o desenvolvimento sustentável e a preservação dos recursos naturais.

Palavras-chave: Urbanização; Planejamento territorial; Risco; Mapeamento urbano.

ABSTRACT

Numerous problems that occur in the urban growth of a city are associated with the lack of urban planning of the public power, as they cause the reduction of sustainable development linked to the environment and demand great repair strategies for the city to be reordered. However, the ways to repair these errors require high financial resources for the Municipality and, in extreme cases such as housing present in risk areas, this task can be even more challenging. The mapping of areas that are not susceptible to urbanization emerges as an alternative to reduce this problem, because this product not only organizes the growth of the city, but also prevents socio-environmental problems, improves the quality of life of the population and promotes sustainable and safe development. Despite already having studies and a broad understanding of risk areas, there are still challenges such as the delimitation of areas with potential to build and characterize risks and environmental preservation together. This work proposes a systematic legislative and bibliographic review, in order to identify and map the areas of the city of Maceió subject to restrictive conditions due to urban aspects, environmental and natural risks, and thus, verify the domains of the municipality of Maceió that are still prone to urbanization with the generation of cartographic products and carrying out a territorial analysis under the indications of this area, to promote sustainable and resilient urban growth. Through the review and data collection, georeferenced files containing geodynamic data, environmental data and urban data were sought. Through the Urbanization Propensity map, it was concluded that Maceió has limited areas for urban growth. Based on this, the zoning proposal map was prepared. In addition, the application of these cartographic products can become an essential tool for municipal managers and urban planners, providing support in decision-making that prioritize sustainable development and the preservation of natural resources.

Keywords: Urbanization; Territorial planning; Risk; Urban mapping.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Gráfico de população urbana e rural de Maceió (1970 - 2010).....21
Figura 2: Crescimento populacional de Maceió (1970 - 2022).....22
Figura 3: Bairros de Maceió…….23
Figura 4: Evolução da Mancha Urbana de Maceió……..24
Figura 5: Esquema de expansão urbana por ampliação do perímetro urbano……26
Figura 6: Esquema de expansão urbana por conurbação……..27
Figura 7: Esquema de expansão urbana por parcelamento de solo……27
Figura 8: Esquema de expansão vertical e horizontal……28
Figura 9: Ecossistemas urbanos e os menos afetados por seres humanos……...31
Figura 10: Etapas do processo de planejamento……32
Figura 11: Relações que devem ser consideradas em planejamentos entre os subsistemas populacional, ambiental e socioeconômico……34
Figura 12: Aplicação de um SIG……40
Figura 13: Representações vetorial e matricial……...40
Figura 14: Localização do Município de Maceió……..42
Figura 15: Fluxograma dos procedimentos metodológicos……...44
Figura 16: Árvore de dados coletados dos dados da análise e diagnóstico……...51
Figura 17: Base de dados em ambiente SIG……...….52
Figura 18: Declividade de Maceió……..56
Figura 19: Áreas com declividade superior a 30% em Maceió……..….57
Figura 20: Áreas de risco geológico e suscetibilidade à inundação em Maceió…….58
Figura 21: Aspectos geotécnicos x Aglomerados Subnormais ……59
Figura 22: Restrições Ambientais de Maceió……62
Figura 23: Restrições Urbanas de Maceió……66
Figura 24: Gráfico com a distribuição das restrições de Maceió…..……67
Figura 25: Restrições de Maceió……68
Figura 26: Áreas urbanizadas x restrições de Maceió……69
Figura 27: Vazios urbanos de Maceió……...71
Figura 28: Mapa de Propensão à Urbanização……73
Figura 29: Equipamentos Urbanos de Maceió……75
Figura 30: Distâncias dos equipamentos de saúde de Maceió……76
Figura 31: Distâncias dos equipamentos de educação de Maceió……...77

Figura 32: Distâncias dos equipamentos de lazer de Maceió.……...……...78
Figura 33: Terminais e paradas de ônibus de Maceió.……..…….79
Figura 34: Distâncias dos terminais e paradas de ônibus de Maceió…..……80
Figura 35: Sugestão da Zona de Expansão…….82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Alguns tipos de zoneamentos existentes no Brasil…….. 36
Tabela 2: Fonte dos dados…… 46
Tabela 3: Distâncias dos equipamentos de educação……. 48
Tabela 4: Distâncias dos equipamentos de saúde…… 49
Tabela 5: Distâncias dos equipamentos de lazer…….. 49
Tabela 6: Distâncias finais dos equipamentos públicos……... 49
Tabela 7: Classes de intervalo da declividade……... 54
Tabela 8: Relação de área de dados Geodinâmicos com o território de Maceió…. 55
Tabela 9: Relação de área de dados Urbanos com o território de Maceió…… 61
Tabela 10: Relação de área de dados ambientais com o território de Maceió……. 65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA	Área de Preservação Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
CPDM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
KM	Quilômetro
KV	Quilovolt
MDE	Modelo Digital de Elevação
MDT	Modelo Digital do Terreno
NBR	Norma Brasileira
PD	Plano Diretor
PNDU	Política Nacional de Desenvolvimento Urbano
QGIS	Quantum GIS
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
SIG	Sistema de Informações Geográficas
UC	Unidade de Conservação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO..... 15
1.1 Objetivo geral:.....16
1.2 Objetivos Específicos:.....17
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....18
2.1 Expansão urbana.....18
2.1.1 Expansão urbana no Brasil.....18
2.1.2 Tipos de expansão urbana.....20
2.2 Ecossistema urbano..... 23
2.3 Planejamento urbano.....25
2.4 Políticas Públicas Defasadas de Maceió.....29
2.5 Zoneamento.....30
2.6 Mapeamento Territorial: Referências e Estudos de Caso..... 31
2.7 Sistema de Informações Geográficas.....33
2.7.1 Definição de SIG.....33
2.7.2 Estrutura do SIG..... 34
2.8 Cartografia para planejamento urbano..... 36
2.9 Contextualização da área de estudo, município de Maceió..... 36
2.9.1 Expansão urbana em Maceió..... 38
3 METODOLOGIA.....43
3.1 Coleta de dados legais e cartográficos de restrição.....44
3.2 Criação da base de dados.....46
3.3 Análise dos dados Integrados das Restrições à Ocupação..... 47
3.4 Coleta de dados de equipamentos públicos e infraestrutura.....48
3.5 Proposta de Zona de Expansão Urbana..... 50
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....51
4.2 Resultado dos dados legais e cartográficos de restrição:..... 53
4.2.1 Inventário Legal para dados geodinâmicos para uso e ocupação do solo..... 53
4.2.1.1 Mapeamento das Restrições dos Aspectos Geotécnicos.....54
4.2.2 Inventário Legal de dados urbanos para uso e ocupação do solo urbano..... 60
4.2.2.1 Mapeamento das Restrições Urbanas.....61
4.2.3 Leis dos dados ambientais para uso e ocupação do solo urbano.....63
4.2.3.1 Mapeamento das Restrições Ambientais.....64
4.3 Mapeamento Integrado das Restrições à Ocupação..... 67
4.3.1 Dos vazios urbanos..... 70
4.3.2 Mapa de Propensão à Urbanização..... 72
4.4 Proposta de Zona de Expansão..... 74
4.4.1 Mapeamento de Equipamentos públicos e Infraestrutura existente..... 74
4.4.2 Cruzamento de dados de equipamentos e de restrições para a proposição.....81
6 REFERÊNCIAS..... 85

1 INTRODUÇÃO

O município de Maceió, como muitas outras capitais brasileiras, enfrenta grandes desafios relacionados ao seu crescimento urbano desordenado, que são agravados pela inexistência ou desatualização de instrumentos de gestão territorial, como o Plano Diretor Municipal. Este crescimento descontrolado se reflete na ocupação inadequada de áreas de risco geológico, como encostas sujeitas a deslizamentos, e de áreas ambientalmente sensíveis, como áreas de preservação permanente (APPs). Além disso, observa-se uma expansão desordenada em áreas sem infraestrutura adequada, impactando diretamente a qualidade de vida dos moradores e a sustentabilidade do desenvolvimento urbano (Souza, 2010).

A ausência de um planejamento adequado, somada à falta de atualização das políticas públicas, compromete o controle do uso do solo e favorece o surgimento de problemas ambientais e sociais. A ocupação de áreas que não são apropriadas para a urbanização tem causado a degradação ambiental, pressionado os serviços urbanos e aumentado os custos de infraestrutura e manutenção (Costa, 2007). Em Maceió, a última revisão do Plano Diretor ocorreu em 2005. Desde então, a cidade tem enfrentado um crescimento urbano acelerado, sem diretrizes claras para o uso e ocupação do solo. Com o plano atualmente em revisão, torna-se ainda mais evidente a necessidade de informações técnicas e detalhadas que possam apoiar uma atualização eficiente, considerando os aspectos geotécnicos, ambientais e legais do município.

Para que o planejamento urbano de uma cidade melhore, o uso de tecnologias de geoprocessamento e mapeamento se torna essencial, apoiando a gestão territorial e promovendo o desenvolvimento urbano sustentável. O Sistema de Informações Geográficas (SIG), permite a coleta, organização e análise de dados geoespaciais, fornecendo uma visão detalhada das áreas restritivas e propensas à urbanização. Segundo Burrough e McDonnell (1998), o SIG é uma ferramenta indispensável para a análise e interpretação de dados geográficos, pois permite a combinação de informações qualitativas e quantitativas, facilitando a tomada de decisões mais assertivas. A aplicação dessas tecnologias tem se mostrado eficaz para realizar estudos territoriais mais complexos, como o mapeamento de

declividades, zonas de risco, áreas de preservação e regiões com potencial para expansão urbana controlada.

A análise espacial com base no geoprocessamento é especialmente relevante para cidades como Maceió, onde fatores físicos, como a topografia e os aspectos geotécnicos, desempenham um papel crucial na definição de áreas adequadas para o desenvolvimento urbano. Além disso, permite a integração de diferentes camadas de dados, como imagens de satélite, informações vetoriais e arquivos raster, contribuindo para uma visão mais precisa e completa do território (Santos, 2004). Essa capacidade de integrar dados diversos é fundamental para a criação de mapas temáticos que orientam a gestão pública na formulação de políticas de ordenamento territorial.

Com isso, surge a necessidade de fornecer um embasamento técnico-científico que auxilie no planejamento urbano de Maceió, contribuindo para a definição de zonas de expansão e restrição à urbanização. Ao mapear as áreas suscetíveis à ocupação desordenada e propor uma delimitação adequada para o crescimento urbano, esta pesquisa pretende apoiar gestores públicos e planejadores urbanos na elaboração de políticas que promovam um desenvolvimento sustentável, seguro e compatível com as características físicas e ambientais do município. De acordo com Câmara et al. (2001), a organização de informações geoespaciais em bases de dados robustas é essencial para a elaboração de cenários futuros que equilibrem desenvolvimento e preservação ambiental.

Portanto, buscar integrar as ferramentas tecnológicas e métodos científicos ao processo de planejamento urbano de Maceió, com o objetivo de proporcionar uma análise detalhada e fundamentada das áreas propensas e restritivas à urbanização é essencial. Por meio da utilização do Sistema de Informações Geográficas (SIG), pretende-se contribuir com uma base sólida para a formulação de políticas públicas, de modo a garantir um crescimento urbano ordenado, que respeite as limitações ambientais e promova a segurança e o bem-estar dos moradores.

1.1 Objetivo geral:

Este estudo tem como objetivo geral identificar e mapear as áreas da cidade de Maceió sujeitas a condições restritivas devido a aspectos urbanos e ambientais,

com o auxílio da criação de uma base de dados fundamentada nas restrições legais e reconhecimento territorial, com a finalidade de constatar os domínios do município que ainda estão propensas à urbanização com a geração de produtos cartográficos e realização de uma análise territorial sob os indicativos dessa área, para promover um crescimento urbano sustentável e resiliente.

1.2 Objetivos Específicos:

1. Coletar dados e descerver as áreas da cidade de Maceió que estão sujeitas a condições restritivas devido aos aspectos urbanos, ambientais e geotécnicos;

2. Levantar as legislações ambientais e urbanas para fins de uso e ocupação do solo e respectivas restrições para a elaboração do mapa de aptidão à urbanização.

3. Examinar os vazios urbanos e terrenos sem uso dentro de áreas com potencial à expansão.

4. Analisar os fatores físicos, ambientais e a infraestrutura urbana existente que influenciam a propensão para urbanização na cidade de Maceió, identificando as áreas mais propensas à urbanização para subsidiar o planejamento urbano.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Expansão urbana

A expansão urbana é um processo que abrange as dinâmicas urbanas e que promovem ou legitimam o crescimento das cidades, trata-se de um fenômeno contínuo, presente desde a gênese das cidades, manifestando-se em variadas intensidades ao longo do tempo (Japiassú; Lins, 2014).

À medida que a cidade se expande territorialmente, ocorre uma redistribuição da população pelo território urbano (Brito; Souza, 2005), e com isso, é possível abordá-la sob o ângulo territorial, referindo-se à ampliação física do espaço urbano. A análise desse crescimento pode ser realizada sob diversas perspectivas, incluindo a dimensão demográfica. Vários autores têm utilizado indicadores demográficos para examinar a expansão urbana nas cidades brasileiras (Grostein, 2001; Barcellos, 2004; Brito; Souza, 2005; Costa, 2005; Copque Et Al., 2011).

2.1.1 Expansão urbana no Brasil

Primeiro, é importante apontar como a história do crescimento urbano no Brasil vem se tornando cada vez mais complexa. Até meados do século XIX, a concessão de terras no Brasil era realizada pela Coroa, por meio das sesmarias, ou simplesmente ocupadas. Os municípios dispunham do Rócio, que consistia em áreas destinadas à construção de residências e pequenas propriedades agrícolas, sem custos associados. Nesse contexto, a terra não possuía valor comercial, embora essas práticas de apropriação já favorecessem a dominação de uma classe social privilegiada. A promulgação da Lei das Terras, em setembro de 1850, transformou a terra em um bem comercializável, nas mãos daqueles que possuíam "cartas de sesmaria" ou comprovantes de ocupação "pacífica e sem contestação", além da própria Coroa, que, como proprietária de todo o território ainda não ocupado, começou a promover leilões para a venda das terras (Ferreira, 2005).

Ao longo dos anos, houve uma concentração das terras nas mãos dos grandes latifundiários, que se apropriaram de extensas áreas pertencentes ao Estado. Nesse contexto, os imigrantes, em vez de se tornarem colonos em pequenas propriedades agrícolas, foram inseridos como mão de obra nos latifúndios, substituindo os trabalhadores escravizados. A promulgação da Lei das

Terras, em 1850, consolidou a terra como mercadoria, instituindo a propriedade privada e restringindo o acesso dos pequenos produtores, enquanto os latifúndios passaram a empregar imigrantes como trabalhadores assalariados. Essa lei também consolidou o latifúndio e redefiniu a riqueza dos proprietários, que passaram a ser medidos pela posse de terras em vez de escravos. Assim, a estrutura agrária se consolidou, exacerbando a divisão social entre proprietários de terras e a população sem acesso à propriedade, o que impactou profundamente o processo de expansão urbana no Brasil (Ferreira, 2005).

A partir das décadas de 1930 e 1940, a urbanização passou a se integrar às profundas transformações estruturais da sociedade e da economia brasileira. Esse processo adquiriu uma dimensão estrutural: não se trata apenas de um avanço territorial na urbanização, mas da própria transformação da sociedade brasileira em uma sociedade cada vez mais urbana. Essa significativa transformação urbana ocorreu em paralelo ao acelerado processo de industrialização da economia brasileira, cujo marco inicial se destaca na segunda metade da década de 1950, intensificando-se com a expansão dos sistemas de transporte e dos meios de comunicação de massa. Essa grande mudança deve ser compreendida como a construção irreversível da hegemonia do espaço urbano, não apenas como o centro privilegiado das atividades econômicas mais relevantes e da população, mas também como difusora de novos padrões de relações sociais e de estilos de vida (Brito; Souza, 2005).

O Brasil pré-moderno, intimamente associado a uma estrutura agrária em transformação, enfrentava desarticulações mesmo nas áreas de expansão da fronteira agrícola, onde a economia camponesa rapidamente cede espaço ao grande capital. Essa significativa transformação da sociedade brasileira na segunda metade do século XX incorporava, como um dos principais vetores de mudança, o denominado "grande ciclo de expansão das migrações internas". Essas migrações internas funcionavam como um elo essencial entre as mudanças estruturais que afetam a sociedade e a economia brasileiras e a aceleração do processo de urbanização (Brito; Horta, 2002).

De acordo com os dados do Censo Demográfico realizado pelo IBGE em 2022, 87% da população brasileira estava concentrada em áreas urbanas. Esse

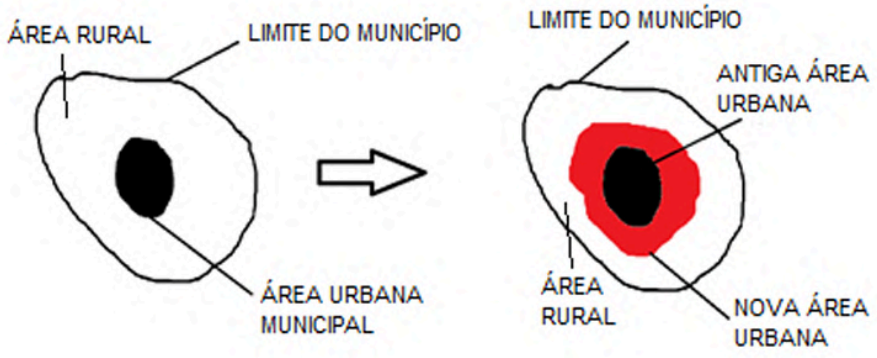
fenômeno é atribuído ao aumento da produtividade agrícola, impulsionado por um intenso processo de industrialização. Este processo foi um dos fatores determinantes para a migração da população rural para as áreas urbanas, resultando na formação de novos centros urbanos e na expansão dos já existentes (Martins e Silveira Neto, 2012). Nas últimas décadas, as cidades brasileiras com população superior a 500 mil habitantes passaram por significativas transformações socioeconômicas e geoambientais (Maricato et al., 2018; IBGE, 2020).

2.1.2 Tipos de expansão urbana

Compreender os diferentes tipos de expansão urbana é essencial para analisar como as áreas urbanas se desenvolvem e se transformam ao longo do tempo. Esses tipos de expansão variam conforme fatores como planejamento urbano, demanda habitacional e características geográficas.

No âmbito territorial, a cidade se expande com o objetivo de incrementar sua área urbana, ou seja, seu perímetro urbano como mostra a Figura 5; por meio da divisão do solo em áreas ainda não ocupadas; ou, alternativamente, expandindo sua área construída. A ampliação do perímetro urbano ocorre por meio da incorporação de novas áreas à malha urbana preexistente (Peixoto, 2005), o que implica na transformação de zonas de uso rural situadas nas proximidades do perímetro urbano original em novas áreas destinadas ao uso urbano (Nascimento E Matias, 2011).

Figura 5: Esquema de expansão urbana por ampliação do perímetro urbano.

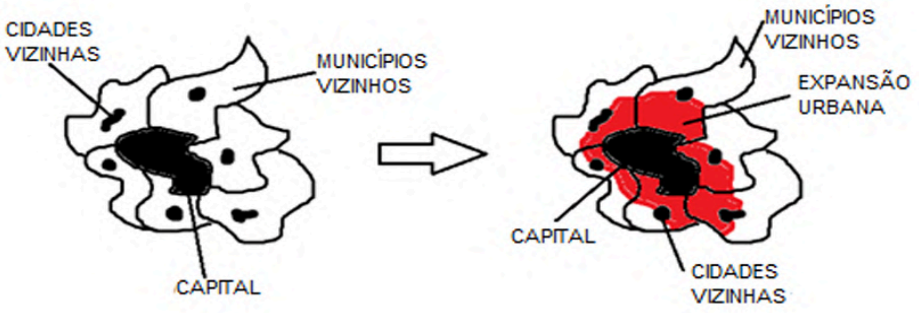


Fonte: Adaptado de Japiassú, 2015.

Outro tipo de expansão urbana se origina quando a área rural é extinta e a cidade (área urbana municipal) continua a expandir seu tecido físico, inicia-se um processo de conurbação entre municípios adjacentes, como pode ser observado na

Figura 6. A expansão urbana transcende os limites oficiais do município e se propaga para áreas vizinhas, promovendo um processo de metropolização, junto com suas consequências, como a fragmentação socioespacial (Brito; Souza, 2005). Nesse contexto, a capital é reconhecida como a área urbana central consolidada, enquanto as cidades e municípios vizinhos assumem a função de periferias, caracterizando-se, assim, como periferias metropolitanas (Grostein, 2001).

Figura 6: Esquema de expansão urbana por conurbação.



Fonte:Adaptado de Japiassú, 2015.

Além do processo de conurbação, um outro tipo de expansão urbana ocorre a partir do parcelamento do solo, que, segundo Bentes (2010), não se limita exclusivamente a fins habitacionais. Grandes empreendimentos e infraestruturas, como centros comerciais, de serviços e de lazer, atuam como catalisadores desse tipo de expansão, atraindo a população para áreas adjacentes. Essa ocupação em torno desses polos estruturantes configura uma nova forma de expansão urbana, que também altera a dinâmica territorial e urbana. Pode ser observado na Figura 7 como ocorre esse fenômeno.

Figura 7: Esquema de expansão urbana por parcelamento de solo.



Fonte: Adaptado de Japiassú, 2015.

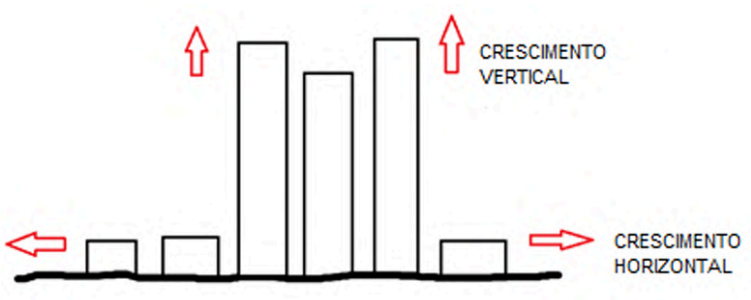
É importante afirmar que Maceió apresenta um crescimento urbano diversificado, combinando diferentes formas de expansão. A cidade se amplia ao incorporar áreas rurais, conectando-se a municípios vizinhos em um processo de conurbação e expandindo-se por meio de grandes empreendimentos e novos loteamentos. Esse desenvolvimento múltiplo reflete seu dinamismo e a transformação contínua de seu território.

De acordo com Japiassú (2015) não é imprescindível que haja edificações em uma determinada área do espaço urbano para que esta seja considerada parte do processo de expansão urbana, uma vez que o espaço urbano pode ser utilizado de diversas maneiras. Sendo possível classificar o crescimento urbano em: crescimento horizontal e crescimento vertical.

O crescimento horizontal, segundo Santoro (2012), representa uma estratégia viável para acomodar o expressivo crescimento populacional e físico experimentado pelas cidades brasileiras até a década de 1980. Este tipo de expansão é caracterizado pela formação de áreas periféricas (COPQUE, 2011). Trata-se de um processo centrífugo, ou seja, que se desenvolve de dentro para fora da cidade, visando áreas progressivamente mais distantes dos centros urbanos originais. (Abramo, 2007)

Em contraste com o crescimento horizontal, observa-se o crescimento vertical (Figura 8), que promove a expansão da cidade em altura. Este tipo de crescimento refere-se ao aumento da altura das edificações, permitindo acomodar um maior número de pessoas e/ou atividades em terrenos de dimensões reduzidas. Assim, a principal característica da verticalização é a intensificação da ocupação do solo (Corrêa, 1995).

Figura 8: Esquema de expansão vertical e horizontal.



Fonte: Adaptado de Japiassú, 2015.

Os padrões históricos e dinâmicos de uso e ocupação das áreas urbanas geram impactos profundos nas esferas sociais e ambientais, influenciando diretamente a ocorrência de situações de risco e vulnerabilidade nesses contextos. Estudos e relatórios há muito tempo alertam para as graves consequências que acompanham o crescimento e a expansão populacional nas cidades. Conforme Costa e Peixoto (2007), os grupos sociais envolvidos nas transformações urbanas contribuíram para intensificar esses problemas, refletindo interesses diversos dentro de um cenário específico e ampliando as desigualdades sociais.

Nesse contexto urbano, coexistem disparidades significativas, onde, de um lado, observam-se baixos padrões de vida, ocupações em áreas vulneráveis e conflitos, e, de outro, altos padrões de vida e desperdício de recursos. Tais dinâmicas refletem múltiplos interesses e desejos dentro de um mesmo espaço. Além disso, as atividades humanas têm desempenhado um papel central na degradação ambiental, sendo essas ações entendidas, conforme Souza (2005), como "o solapamento da qualidade de vida de uma coletividade na esteira dos impactos negativos exercidos sobre o ambiente". Em outras palavras, a deterioração da qualidade de vida ocorre como resultado direto dos danos causados ao meio ambiente.

Costa e Braga (2002) também abordam os conflitos urbanos, argumentando que o campo de disputas envolvendo a questão urbano-ambiental caracteriza-se por uma complexa dinâmica de relações e jogos de poder, que geram diversas matrizes discursivas sobre a cidade e o meio ambiente. Esse cenário cria obstáculos significativos à formulação e à legitimação de diretrizes eficazes para a política ambiental (Costa; Braga, 2002). Porém, as políticas ambientais, por sua vez, surgem em resposta às pressões e tensões que permeiam a relação entre a sociedade e os gestores públicos (Costa; Braga, 2002).

2.2 Ecossistema urbano

Segundo Calvino (2003), tentar descrever uma cidade é um esforço infrutífero, pois ela não se compõe apenas de elementos físicos, mas, principalmente, das interações entre as dimensões espaciais e os acontecimentos

históricos que nela ocorreram. A tentativa de definir uma cidade inevitavelmente confronta a sua natureza ecossistêmica, que a dota de uma complexidade inerente, caracterizada por sua pluralidade e dinamismo. Essas características se manifestam em diversas esferas, sejam elas espaciais, temporais ou relacionadas à experiência humanística e fenomenológica da vida urbana.

Para conceituar cidade, Amaral (2005) define como uma "projeção da sociedade sobre um determinado território." Embora essa definição possa parecer simplista frente à complexidade e dinamicidade inerentes à cidade, ela abrange aspectos fundamentais como a cultura, representada pelo uso do espaço, e seus elementos essenciais: o meio ambiente e o ser humano, ambos com múltiplos significados e interações. Conforme Rocha (2003), "A cidade é o palco no qual o ser humano vive, atua, reage e continuamente transforma o ambiente ao seu redor, construindo, destruindo e reconstruindo seu espaço." Essa visão destaca o caráter processual e evolutivo da cidade, em que o ambiente urbano é continuamente moldado pela ação humana em um ciclo de transformação contínua.

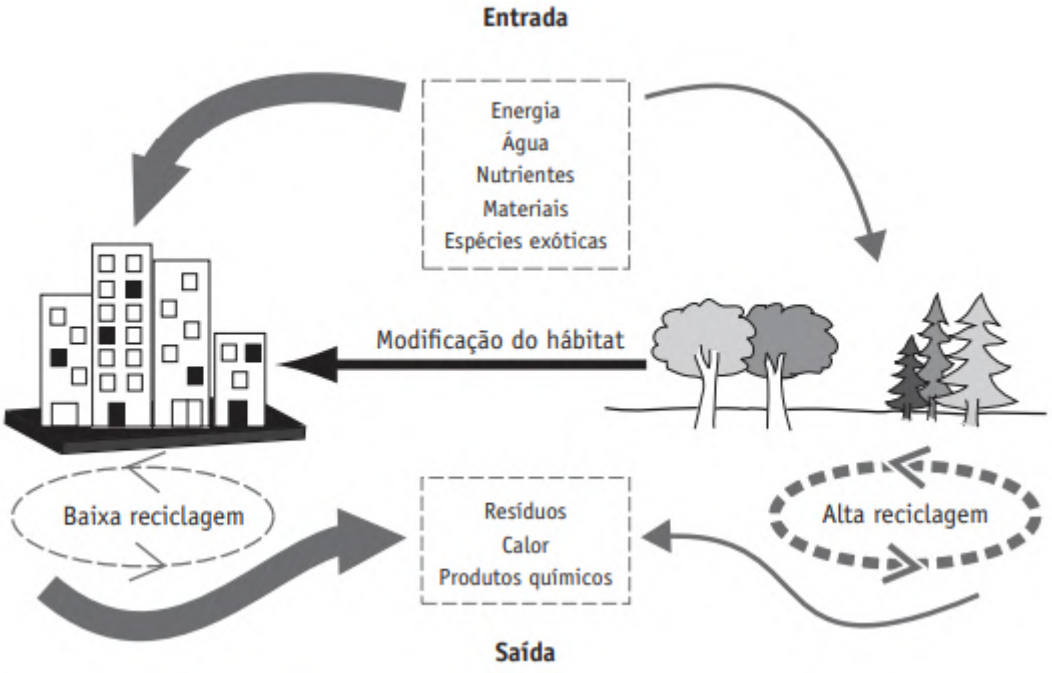
Conforme Grimm (2008), os ecossistemas urbanos são "hotspots" de inovação ecológica, onde as cidades servem tanto como desafios quanto oportunidades para melhorar a relação entre a natureza e o ambiente construído. O planejamento urbano sustentável busca incorporar princípios ecológicos que promovam a resiliência dos ecossistemas urbanos, garantindo que os processos ecológicos possam continuar a funcionar, mesmo em áreas densamente povoadas.

Dessa forma, os ecossistemas urbanos representam uma arena complexa onde questões ecológicas, sociais e econômicas convergem, exigindo soluções integradas para enfrentar os desafios do crescimento urbano e das mudanças ambientais.

Além disso, a urbanização impacta os ciclos biogeoquímicos e a biodiversidade, modificando padrões de temperatura, a qualidade do ar e da água, e alterando o fluxo de energia e nutrientes no ambiente (Alberti, 2005). Esses impactos são amplamente estudados em ecologia urbana, uma área de pesquisa que busca entender como os ecossistemas se adaptam a essas mudanças e como a cidade pode se desenvolver de forma mais sustentável.

Ecossistemas urbanos não se limitam a espaços verdes, como parques e jardins, mas englobam também áreas edificadas e pavimentadas, onde os processos ecológicos continuam a ocorrer de maneira adaptada às condições urbanas. De acordo com Pickett (2001), os ecossistemas urbanos podem ser vistos como "sistemas híbridos", nos quais as interações humanas e ecológicas são interdependentes. A ação humana transforma a paisagem e, ao mesmo tempo, é influenciada por ela.

Figura 9: Ecossistemas urbanos e os menos afetados por seres humanos.



Fonte: Adler, Frederick R., 2013.

2.3 Planejamento urbano

Para dar o pontapé inicial é necessário entender o que é o Planejamento Urbano. De acordo com Rolnik (2015), o planejamento urbano é uma ferramenta para orientar o uso do solo e o desenvolvimento urbano de forma a enfrentar os desafios das desigualdades socioespaciais, criando cidades mais inclusivas e sustentáveis. Mas esse é apenas um conceito de tantos que foram criados e aperfeiçoados ao longo dos anos devido às necessidades sociais, econômicas, políticas e culturais que moldaram as cidades em diferentes períodos.

Na Figura 10, é de fácil percepção a metodologia que geralmente se utiliza para alcançar o objetivo do planejamento urbano. Cumprir tal missão é uma tarefa difícil, para isso o planejamento urbano desempenha um papel crucial ao orientar instrumentos administrativos, legislativos e de gestão para a implementação de atividades em um espaço e tempo específicos. Esse processo promove a participação ativa de instituições e cidadãos, fortalecendo a colaboração entre a sociedade e as autoridades regionais. É essencial, no âmbito do planejamento ambiental, compreender a cultura local e as práticas tradicionais de manejo dos recursos naturais pelas populações envolvidas. Além disso, uma previsão precisa e integrada dos impactos ambientais gerados por ações, projetos ou intervenções propostas é indispensável, assim como a avaliação da intensidade da pressão, direta ou indireta, exercida sobre o território em questão.

Figura 10: Etapas do processo de planejamento.



Fonte: Fidalgo (2003).

Além disso, o planejamento urbano é um processo dinâmico e adaptável, essencial para enfrentar os desafios e as transformações constantes das cidades modernas. Ele deve responder às diversas demandas sociais, econômicas e ambientais, equilibrando o crescimento urbano com a sustentabilidade, a inclusão social e o desenvolvimento econômico. Nesse sentido, Villaça (2001) enfatiza que “o planejamento urbano não pode ser um modelo fixo, mas sim um processo contínuo

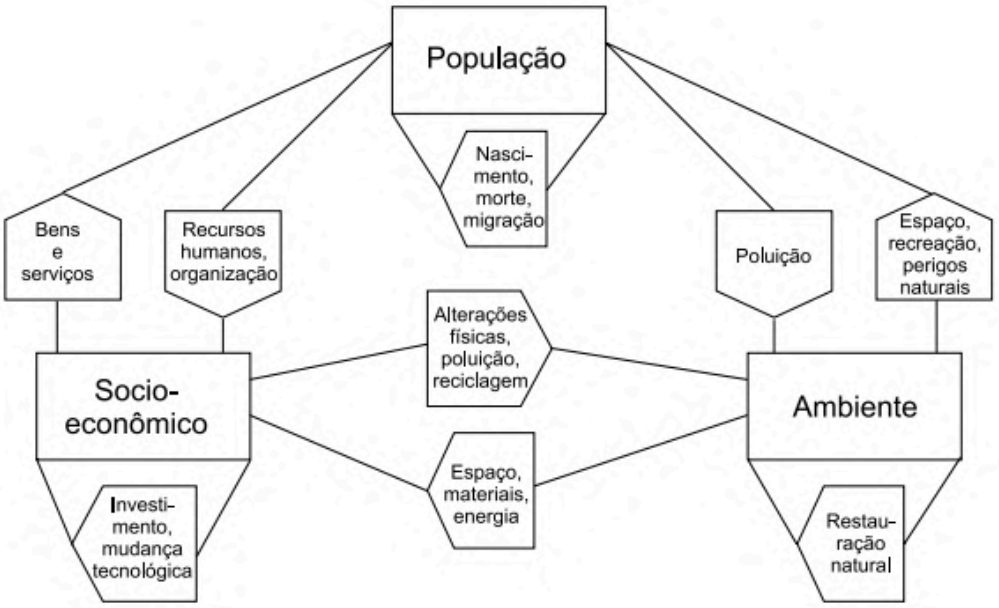
de adaptação às transformações da sociedade, considerando fatores como sustentabilidade, mobilidade, inclusão social e desenvolvimento econômico”. Essa perspectiva destaca a necessidade de uma abordagem integrada e flexível, capaz de atender às especificidades locais e promover cidades mais justas, resilientes e equilibradas.

O desenvolvimento sustentável dentro do planejamento urbano é um processo dinâmico e contínuo que compreende a coleta, organização e análise sistemática de informações, utilizando de métodos e procedimentos técnicos para embasar decisões ou selecionar as alternativas mais adequadas para o uso sustentável dos recursos disponíveis, considerando suas capacidades e limitações. O objetivo central desse processo é alcançar metas específicas a longo prazo, tanto no que se refere à preservação e manejo de recursos naturais quanto ao desenvolvimento socioeconômico.

Atuar no planejamento ambiental implica trabalhar com uma abordagem interdisciplinar, em que cada disciplina contribui com um conjunto específico de conceitos, métodos de pesquisa e formas próprias de definir e abordar os problemas, conforme estabelecido por Teixeira (1995). A integração dessas diferentes áreas do conhecimento é essencial para a construção de soluções mais abrangentes e eficazes no contexto da gestão ambiental. o autor ainda afirma que um dos principais desafios para o avanço da prática interdisciplinar é a dificuldade de integrar, de forma analítica, os processos naturais (físicos e biológicos) com os processos sociais. A convergência dessas dimensões exige a criação de metodologias que permitam uma abordagem holística, superando a fragmentação entre as ciências naturais e sociais no planejamento e na gestão ambiental.

Segundo Zanoni e Raynaut (1994), a condução de estudos interdisciplinares exige que cada integrante tenha uma compreensão clara e "multicêntrica" do conceito de "ambiente", que varia conforme o foco de cada disciplina. A interdisciplinaridade demanda uma abordagem integrada, considerando a complexidade das interações entre disciplinas e escalas diversas, desde o molecular ao ecossistêmico e do local ao global, pode ser observado na Figura 11.

Figura 11: Relações que devem ser consideradas em planejamentos entre os subsistemas populacional, ambiental e socioeconômico.



Fonte: Modificado de Bakker (1994).

Zanoni e Raynaut (1994) também ressaltam que, para garantir uma colaboração interdisciplinar eficiente, dois fatores são imprescindíveis: uma metodologia claramente estabelecida e a organização prática do trabalho. Devido à natureza complexa desse tipo de pesquisa, é vital estruturar os procedimentos de maneira rigorosa, prevendo momentos específicos para discussão, estabelecendo os níveis de abordagem para o planejamento (como a criação de fluxogramas operacionais, planos e programas) e definindo um cronograma adequado para execução. A equipe deve trabalhar de forma integrada, compartilhando objetivos e hipóteses comuns que norteiam a pesquisa, com clareza sobre o papel de cada participante e as colaborações necessárias. É igualmente importante que os pesquisadores compreendam as atividades práticas que desenvolverão no campo e como os métodos de suas respectivas disciplinas serão aplicados. A cooperação interdisciplinar frequentemente demanda ajustes nas práticas individuais, exigindo

flexibilidade para garantir uma integração eficiente entre os diversos campos do conhecimento.

A expressão da complexidade ambiental, a compatibilização de conceitos e escalas, a integração de disciplinas, a organização dos procedimentos, a seleção de métodos que promovam a síntese do conhecimento e a definição de critérios de avaliação são, frequentemente, os principais pontos críticos que geram desafios e controvérsias no processo de planejamento. Esses fatores constituem os elementos centrais de tensão que o grupo planejador enfrenta ao buscar uma abordagem coesa e interdisciplinar para a tomada de decisões.

2.4 Políticas Públicas Defasadas de Maceió

Da mesma forma que a maioria das metrópoles brasileiras, Maceió, a capital de Alagoas, experimentou um notável processo de urbanização nas últimas quatro décadas. Esse fenômeno está intrinsecamente ligado a desafios relacionados à infraestrutura e ao planejamento urbano (Silva et al., 2018; Santiago & Gomes, 2019; Correia Filho et al., 2019). Com isso, os documentos de políticas públicas de um município precisam evoluir em conjunto com a evolução urbana da cidade, não é o caso de Maceió.

A expansão urbana necessita de um planejamento cuidadoso, de modo a evitar surpresas na distribuição territorial. Isso é importante para reduzir os efeitos adversos e maximizar os benefícios decorrentes desse crescimento. Dentre as políticas públicas existentes, o plano diretor é um dos principais instrumentos para um município, ele tornou-se obrigatório pela lei federal, regulamentadora da Constituição Federal de 1988, 10.257/2001 denominada Estatuto da Cidade. Os Planos Diretores são fundamentais para organizar e gerir o desenvolvimento físico e territorial de uma área. Eles se apoiam no conceito de zoneamento, que consiste em dividir o espaço para controlar e separar os diferentes usos da terra (Souza, 2010).

Quando se trata do município de Maceió e suas políticas públicas, elas se encontram defasadas, a lei municipal n° 5.486 de 30 de dezembro de 2005 denominada como o Plano Diretor (PD) do Município de Maceió se encontra ultrapassado desde ano de 2015, ou seja, fazem quase 20 anos que o PD da cidade foi realizado. A mesma situação é possível ser observada com a lei municipal nº

5.593, de 08 de fevereiro de 2007, o Código de Urbanismo e Edificação do município onde é possível obter diretrizes mais específicas para o ordenamento da cidade, tendo como pressuposto o atendimento às disposições previstas no Plano Diretor do Município e à legislação federal, estadual e municipal aplicáveis.

Portanto, o atraso na renovação de leis como estas acarreta em diversos problemas, podendo ser citado como exemplo o crescimento desordenado,os impactos ambientais, oportunidades de desenvolvimentos perdidas que poderiam beneficiar o município, a má qualidade de vida para seus habitantes e dentre outras diversas problemáticas que o município pode enfrentar.

2.5 Zoneamento

De acordo com Cadavid García (1991), o zoneamento vai além da simples identificação, localização e classificação de atributos de um território. Ele deve ser compreendido como o resultado de análises dinâmicas, que envolvem a regionalização de atributos relevantes, culminando na integração dessas diferentes análises. Essa abordagem permite uma visão mais holística e articulada das características territoriais, orientando de forma mais eficiente o planejamento e a gestão do espaço.

Então pode-se afirmar que o "zoneamento" consiste na identificação e delimitação de unidades ambientais dentro de um espaço geográfico, com base nas suas aptidões, vulnerabilidades, potenciais e conflitos, definidos a partir dos elementos que constituem o meio analisado. O produto final desse processo é a definição de um conjunto de unidades territoriais, cada uma regida por diretrizes específicas, tanto para a execução de atividades quanto para a preservação dos recursos naturais quando essa for o objetivo, assegurando um uso sustentável e organizado do território.

Além disso, o zoneamento é uma atividade interdisciplinar que pode incorporar análises numéricas (quantitativas) dentro de um enfoque analítico e sistêmico, visando orientar a revisão e/ou formulação de políticas relacionadas à pesquisa, conservação e manejo integrado dos recursos naturais. O enfoque analítico concentra-se na definição da regionalização, bem como na realização de inventários e diagnósticos temáticos dos atributos mais relevantes. Por outro lado, o

enfoque sistêmico abrange a estrutura proposta para integrar diagnósticos, prognósticos e sínteses de informações, promovendo uma visão holística e integrada dos dados coletados.

Assim como o planejamento, o zoneamento é frequentemente classificado de acordo com diferentes características, resultando em várias categorias de zoneamento. Entre essas, algumas são definidas pela legislação brasileira.

Tabela 1: Alguns tipos de zoneamentos existentes no Brasil.

Previstos na legislação brasileira	Não-previstos na legislação brasileira
Urbano	Geoambiental
Industrial	Ecológico
Ruído	Agrícola
Estatuto da Terra	Agropedocliimático
Agroecológico	Climático
Unidades de conservação	Edafoclimático por cultura agrícola
Ecológico-Econômico	Locação de empreendimentos
Uso e atividade	
Ambiental	

Fonte: Silva e Santos, 2004.

Esses exemplos visam demonstrar que, independentemente das classificações atribuídas ao zoneamento, todos eles buscam um resultado comum: a definição de zonas. No entanto, a concepção de cada tipo de zoneamento pode variar significativamente, o que resulta em abordagens metodológicas distintas. Essa diversidade metodológica pode ser influenciada tanto pelos objetivos específicos do zoneamento quanto pelas características do objeto em análise.

2.6 Mapeamento Territorial: Referências e Estudos de Caso

O mapeamento territorial é uma ferramenta essencial para a compreensão das dinâmicas urbanas, onde a urbanização acelerada e a desigualdade social criam desafios para o planejamento territorial. Diversos estudos têm abordado as áreas restritas da cidade, como as favelas, zonas de risco e áreas ambientais protegidas,

utilizando tecnologias como Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e imagens de satélite.

Alguns trabalhos de pesquisa realizados por diversos autores destacam a importância do mapeamento preciso para o desenvolvimento de políticas públicas para a mitigação de riscos urbanos, seja ele geológico ou ambiental. Essas pesquisas podem contribuir para identificar as condições de moradia e a vulnerabilidade das populações, proporcionando uma análise e um plano de prevenção dos riscos com mais precisão.

Alguns trabalhos podem ser citados em que ferramentas de geoprocessamento e SIG foram utilizadas como ferramenta para demonstrar ações que auxiliem na tomada de decisões territoriais, como o trabalho de Amorim e Oliveira (2013), que apresenta o zoneamento ambiental como um instrumento estratégico para o ordenamento territorial sustentável. O estudo propôs a integração de sistemas naturais e antrópicos no planejamento territorial, identificando áreas com distintos níveis de fragilidade ambiental e potencial de uso, no extremo sul da Bahia. Dentre os principais desafios abordados, destacam-se a intensificação das pressões antrópicas, como a expansão da fronteira urbana, o turismo e a agropecuária, reforçando a necessidade de estratégias de gestão ambiental baseadas em critérios técnico-científicos.

Outro exemplo foi demonstrado no estudo realizado por Carmo (2014), que faz uso do geoprocessamento para a análise morfométrica e avaliação de risco geológico nas serras do sul do Maciço Central do Ceará, utilizando Modelos Digitais de Elevação (MDE) e ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para examinar variáveis como declividade, orientação de vertentes e curvaturas, identificando áreas suscetíveis à erosão. Os dados foram validados por meio de levantamentos de campo, e os resultados auxiliaram na criação de mapas temáticos que subsidiam a gestão ambiental e o planejamento territorial da região.

Ademais, o estudo desenvolvido por Parente (2024) traz a contribuição do geoprocessamento em soluções de problemáticas causadas por alagamentos ou inundações na cidade de Palmas-TO, identificando pontos críticos e caracterizando o fluxo superficial dentro da área urbana. A partir dos estudos realizados puderam ser obtidas informações topográficas e geológicas, identificando os causadores de

tais problemas da drenagem, além da confecção de mapas temáticos representando os pontos e suas respectivas causas, o que auxiliam na estratégias das tomadas de decisão para o planejamento urbano da capital tocantinense.

De acordo com Meneses (2018) o geoprocessamento é fundamental na gestão, planejamento e estudo urbanístico, com a utilização de uma das suas vertentes, sendo ela o monitoramento da expansão e ocupação do solo, a partir de uma análise temporal. Em seu estudo realizado no bairro de Acupe, em Salvador-BA, região com um acelerado crescimento de urbanização, reflexo de uma especulação imobiliária e que resultou nas diminuições de área verde, o autor pode identificar o uso das geotecnologias como imprescindíveis ferramentas para a política, gestão e desenvolvimento territorial, traduzindo de forma clara e espacialmente os comportamentos da mudanças na área de estudo, além da precisão e agilidade na obtenção dos dados.

2.7 Sistema de Informações Geográficas

2.7.1 Definição de SIG

O Sistema de Informações Geográficas, de acordo com Burrough e Mcdonnell (1998), Os procedimentos computacionais que operam sobre uma base de dados integrada permitem a realização de análises e cálculos que vão desde operações aritméticas básicas (como adição, subtração, multiplicação e divisão) até operações lógicas, possibilitando a criação de mapas temáticos que combinam dados qualitativos e quantitativos.

Esses procedimentos também facilitam a reformulação e a síntese de informações ambientais disponíveis, tornando-se uma ferramenta de grande valor para o desenvolvimento de estudos integrados, como as análises e estudos urbanos. O Sistema de Informações Geográficas (SIG) se distingue de outros sistemas computacionais por sua capacidade de estabelecer relações espaciais entre elementos gráficos, sendo especialmente eficaz na análise e tratamento de dados geográficos.

Já para Fitz (2008) O Sistema de Informações Geográficas (SIG) é composto por uma série de programas computacionais que integram dados, equipamentos e pessoas com a finalidade de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e

analisar informações vinculadas a um sistema de coordenadas conhecido, permitindo que gestores e administradores tomem decisões geoespaciais informadas.

Portanto, ao contrário do que se pensa, o SIG não se limita a ser apenas um software, como é frequentemente entendido. Trata-se de um conjunto estruturado de técnicas e processos específicos, onde a ausência de qualquer um desses elementos pode comprometer a integridade e a caracterização do funcionamento do sistema.

2.7.2 Estrutura do SIG

Contrariando a ideia comum, o SIG vai além de ser simplesmente um software, como muitas vezes é interpretado. Ele consiste em um conjunto organizado de técnicas e procedimentos definidos, cuja falta de qualquer um desses componentes pode afetar a integridade e a correta funcionalidade do sistema (Santos, 2004).

Segundo Câmara (1995), a arquitetura técnica dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é composta por três níveis principais, cada um desempenhando funções essenciais para o seu funcionamento eficiente:

- Nível 1: Interface com o usuário, responsável por fornecer um ambiente de interação intuitivo e acessível para os usuários do sistema.
- Nível 2: Entrada e integração de dados, abrangendo a coleta, inserção e fusão de diferentes tipos de dados espaciais. Inclui também funções de processamento gráfico de imagens, bem como ferramentas de visualização e plotagem para a representação e análise dos dados.
- Nível 3: Armazenamento e recuperação de dados, que se dá por meio de um banco de dados geográfico, permitindo a organização, consulta e manipulação eficiente das informações espaciais.

Essa estrutura técnica é fundamental para a operação e o desempenho eficaz de um SIG, garantindo a integração e o processamento adequado dos dados georreferenciados.

Figura 12: Aplicação de um SIG.



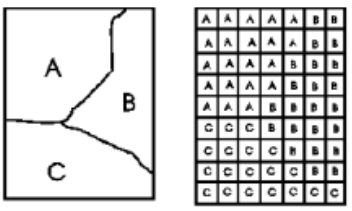
Fonte: Garrido, 2015 (Adaptado)

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) podem ser agrupados em duas principais categorias: sistemas baseados em vetores e sistemas baseados em raster. A classificação dos dispositivos gráficos de entrada e saída utilizados nesses sistemas segue essa mesma lógica. Em sistemas raster, as imagens são digitalizadas ou exibidas como uma grade de pixels, enquanto em sistemas vetoriais, as imagens são representadas por elementos geométricos posicionados em um sistema de coordenadas cartesianas (Tori, 1995).

Nos SIG vetoriais, informações sobre pontos, linhas e polígonos são codificadas e armazenadas como uma sequência de coordenadas x e y. A posição de um ponto é representada por uma coordenada específica (x, y), enquanto objetos lineares, como estradas e rios, são armazenados como séries sequenciais de coordenadas x e y. Polígonos, que podem representar áreas como territórios ou regiões agrícolas, são registrados como loops de coordenadas.

A estrutura vetorial é particularmente eficaz para modelar características discretas, como fronteiras e infraestruturas, contudo, apresenta limitações ao lidar com dados de natureza contínua e relativamente estáveis, como a distribuição de tipos de solo em uma área geográfica. Nesses casos, os modelos raster podem ser mais apropriados para representar variações contínuas no espaço.

Figura 13: Representações vetorial e matricial, respectivamente.



Fonte: INPE, 2006.

2.8 Cartografia para planejamento urbano

A organização do espaço tem sido uma prioridade para grupos humanos que buscam viver em coletividade, compartilhando objetivos e normas comuns (Santos, 2004). Conforme afirmado por Fitz (2008), as atividades relacionadas ao planejamento, à gestão, ao monitoramento e ao manejo, assim como à caracterização de ambientes urbanos ou rurais, serão, sem dúvida, otimizadas com o suporte de um SIG.

Com isso, a insuficiência de um gerenciamento adequado das áreas urbanas está relacionada à ausência de informações sobre as potencialidades e limitações de cada zona da cidade. Nesse contexto, a cartografia se apresenta como uma ferramenta valiosa, permitindo a realização de um mapeamento detalhado do espaço urbano. Esse mapeamento contribui para um diagnóstico mais preciso das deficiências de conhecimento e planejamento, possibilitando uma melhor compreensão das características do ambiente urbano.

A adoção do geoprocessamento e dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) como ferramentas tecnológicas para a cartografia possibilita a análise, integração, consulta, interpretação e elaboração de prognósticos. Que impacta diretamente na compreensão sobre a estruturação do espaço pode servir como subsídio tanto para pesquisadores quanto para a sociedade em geral, facilitando a análise e a gestão mais eficiente dos ambientes urbanos e rurais.

Assim, a obtenção de resultados substanciais por meio de informações cartográficas devidamente processadas e organizadas em um banco de dados permite a realização de planejamento, monitoramento e gerenciamento eficaz de áreas urbanas. Essa abordagem proporciona às cidades a capacidade de realizar pesquisas aprofundadas sobre seu território e fomentar a construção de soluções adequadas para o desenvolvimento urbano.

2.9 Contextualização da área de estudo, município de Maceió.

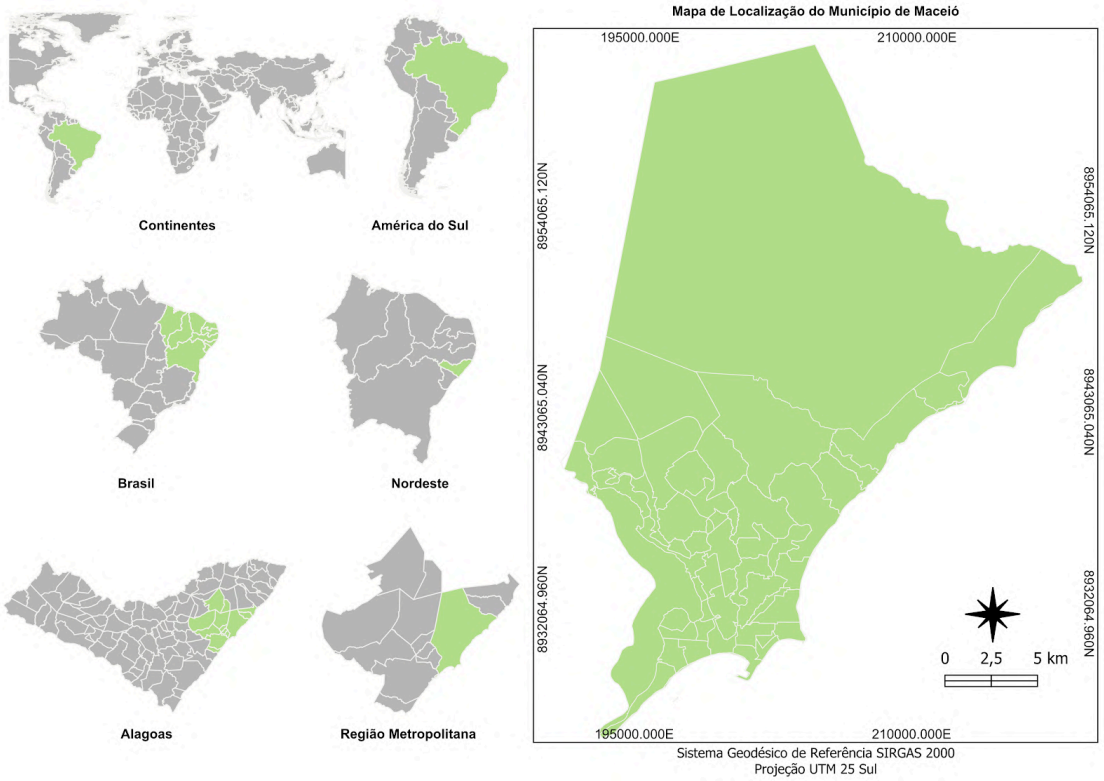
Localizado na costa nordeste do Brasil e banhada pelo oceano atlântico capital do estado de Alagoas e também área em que se debruçam os estudos desenvolvidos neste trabalho, Maceió, é caracterizada por um clima tropical – úmido, banhada por grandes cursos d’água, como os rios Pratagy e Meirim, além da laguna

Mundaú, que tem cerca de 23 km² e pertencente ao Complexo Estuarino Lagunar Mundaú - Manguaba, justificando o nome "Maceió" que tem origem na língua tupi-guarani, que significa “o que tapa o alagadiço”.

Em sua configuração natural, Maceió está situada sobre uma extensa restinga arenosa, com duas formas predominantes de relevo: a planície costeira e lagunar e o planalto sedimentar dos tabuleiros. De acordo com Parayba (2008) o município possui em sua grande parte solos do tipo latossolos e argissolos. Essas características resultam na delimitação de três planos topográficos distintos: o plano baixo, o alto e as encostas intrínsecas que atravessam a cidade (Lima, 1990).

Em extensão territorial, de acordo com o IBGE (2022) o Município de Maceió tem 509,320 km², ocupando a 2.428º posição em relação aos municípios brasileiros, com uma área urbanizada de 115,08 km² (IBGE, 2019), correspondente à 22,59% da área territorial. Maceió possui uma população de 957.916 habitantes, com uma densidade populacional de 1.880,77 habitantes por quilômetro quadrado. A Figura 14 apresenta um mapa de localização da cidade de Maceió.

Figura 14: Localização do Município de Maceió.



Fonte: Autora, 2024.

O município de Maceió enfrenta diversas problemáticas relacionadas ao crescimento urbano, incluindo um plano diretor em processo de atualização, a falta de mapeamento do crescimento da cidade e ocupações em áreas de risco, como encostas sujeitas a deslizamentos e inundações, entre outras dificuldades. Devido à sua relevância turística e à necessidade de promover o bem-estar da população local, é crucial realizar estudos aprofundados sobre o ordenamento urbanístico na cidade.

2.9.1 Expansão urbana em Maceió

A população das cidades brasileiras vem crescendo e causando o deslocamento de pessoas da zona rural para a zona urbana desde 1930. O êxodo rural ocorreu por mudanças econômicas e pela busca por melhores condições de vida. Essa movimentação acarretou transformações na forma como o espaço era utilizado, refletindo-se em alterações nos padrões de consumo e produção, avanços tecnológicos e no desenvolvimento de infraestruturas de transporte. Essas mudanças moldaram a organização humana no espaço urbano e impulsionaram o processo de expansão urbana nas cidades brasileiras (Japiassú, 2015).

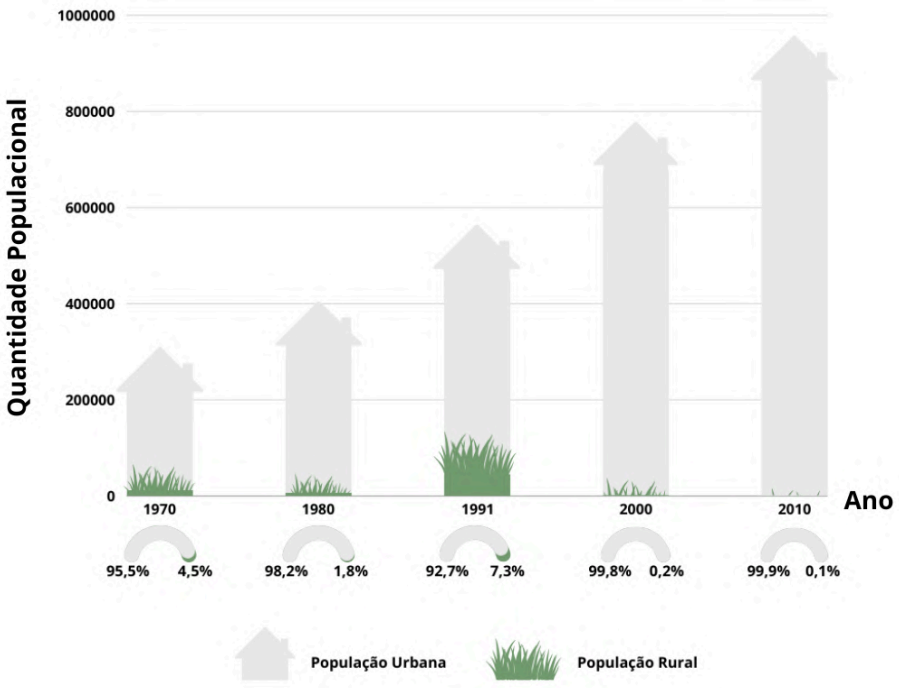
No contexto histórico, é possível observar como essas dinâmicas de urbanização se manifestaram em Maceió, cuja origem remonta a um engenho de açúcar. Após várias transferências de terras, em 1673, o rei de Portugal determinou a construção de um forte no porto de Jaraguá para combater o comércio ilegal de pau-brasil, o que impulsionou o desenvolvimento do povoado. Posteriormente, em 1817, Alagoas obteve sua emancipação, e o governador da nova Capitania iniciou o processo de transferência da capital para Maceió, marcando o início de uma reorganização urbana que enfrentou resistência do poder público da época (IBGE, 2014).

O processo inicial de ocupação urbana em Maceió teve início nos bairros de Jaraguá e Centro, localizados na planície costeira da cidade. À medida que a urbanização avançava, a expansão urbana se direcionava para os bairros da Levada, Bebedouro e Fernão Velho, que faziam parte da área de planície lagunar. A ocupação do planalto ocorreu na década de 1940, após a construção da Avenida Fernandes Lima, uma via fundamental para a cidade até os dias atuais. Essa expansão foi impulsionada pela instalação do distrito industrial em 1960 e,

posteriormente, pela fundação da Universidade Federal de Alagoas em 1970. Paralelamente, Maceió também se expandia em direção ao norte da planície costeira. A urbanização da faixa litorânea se desenvolvia nos bairros de Pajuçara, Ponta Verde, Jatiúca e Cruz das Almas (Duarte; Almeida, 2015).

Em 1998, Maceió passou por uma expansão de seu espaço urbano através da promulgação da Lei Municipal Nº 4.687/98 que trata do perímetro urbano, divisão distrital e institui o abairramento, que pode ser observado na Figura 3. Isso resultou em um aumento considerável de sua extensão, que passou de 112,5 km² para os atuais 197,4 km². Além disso, houve um significativo crescimento na quantidade de bairros, que saltou de 25 em 1980 para os atuais 50. Nos anos de 1970, a população de Maceió já era predominantemente urbana, alcançando os seus 95,5% de população da área urbana, ao decorrer dos anos houveram crescimentos e diminuição dessa taxa, chegando em 2010 com um saldo de 99,9% de população existente na área urbana, quase o total da população do município, como pode ser observado no Figura 1.

Figura 1: Gráfico de população urbana e rural de Maceió (1970 - 2010).

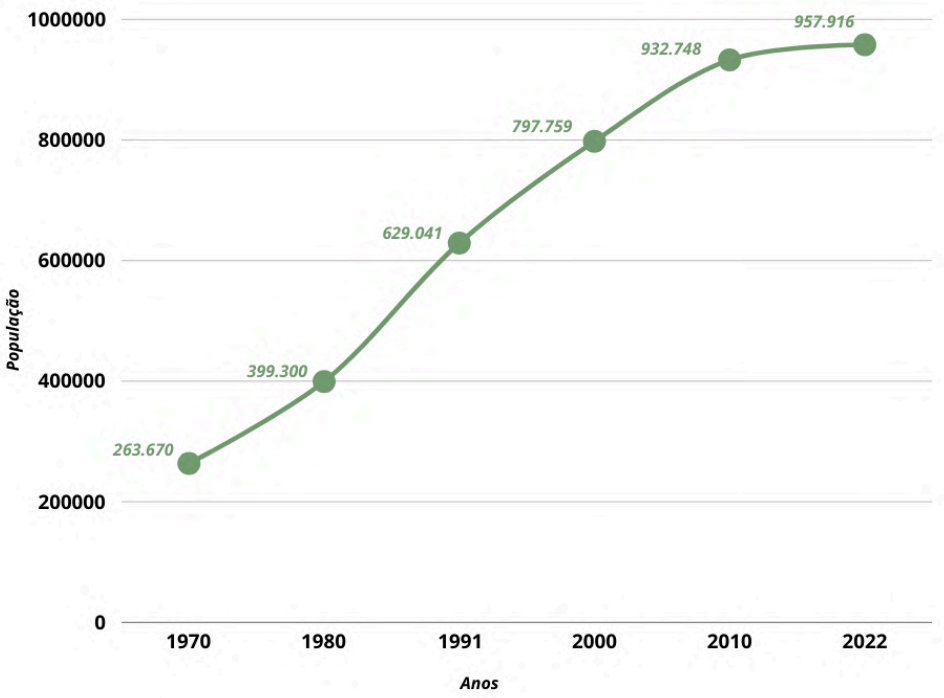


Fonte: IBGE, 2010.

A população do município de Maceió vem em uma crescente populacional desde 1970 e até o ano de 2022 não houve nenhuma queda do crescimento

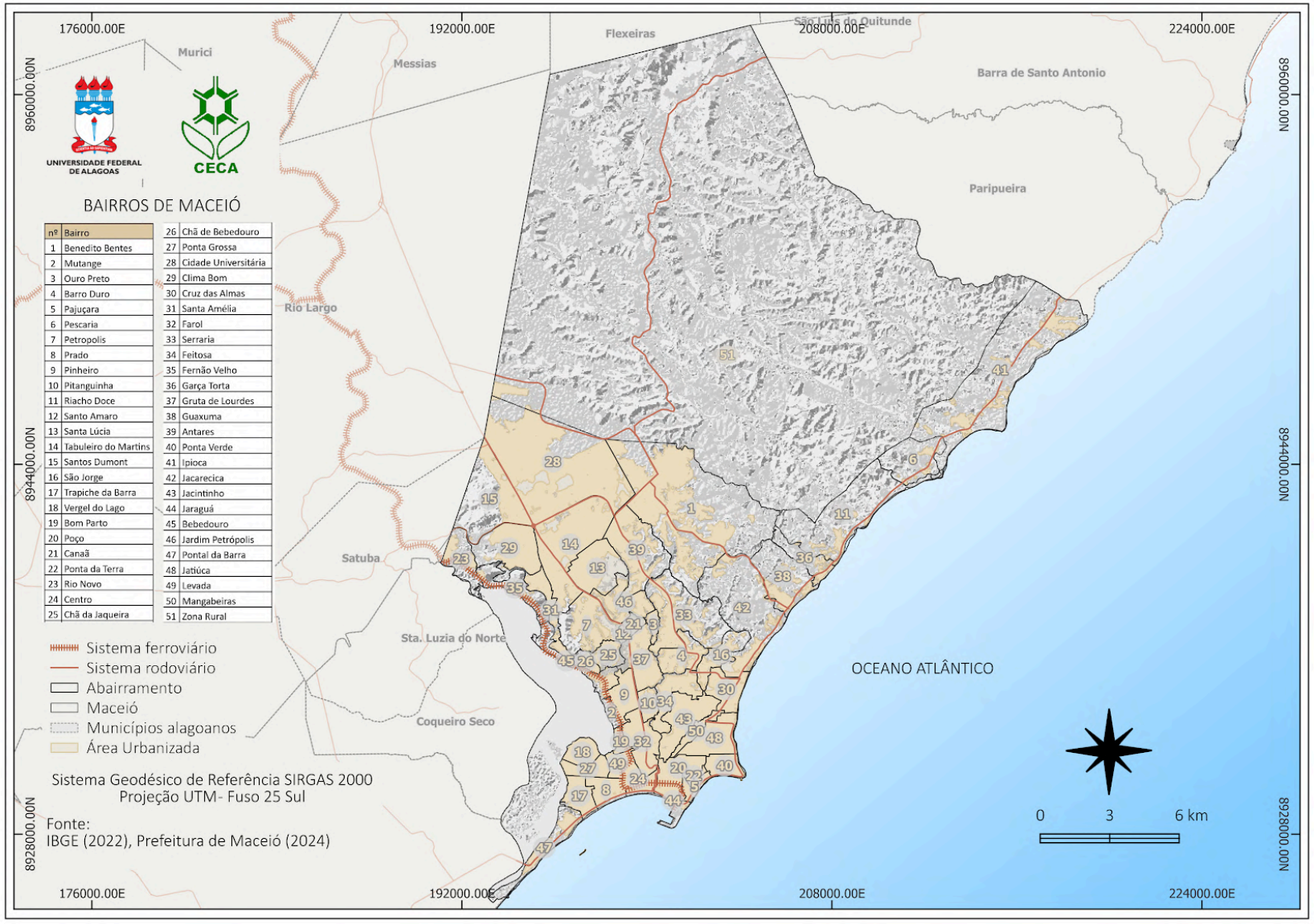
demográfico de acordo com o IBGE. Porém, o ritmo de crescimento vem diminuindo ao longo dos anos, como pode ser observado na Figura 2, o primeiro crescimento analisado de 1970 para 1980 foi de 33,96%, já o último crescimento de 2010 até 2022 foi de 2,62%, já em questões de expansão territorial pode ser observado na Figura 4 em que a área urbanizada de Maceió foi crescendo para os bairros que estão no noroeste da cidade e possui 115,08 km² de área urbanizada (IBGE, 2019).

Figura 2: Crescimento populacional de Maceió (1970 - 2022).



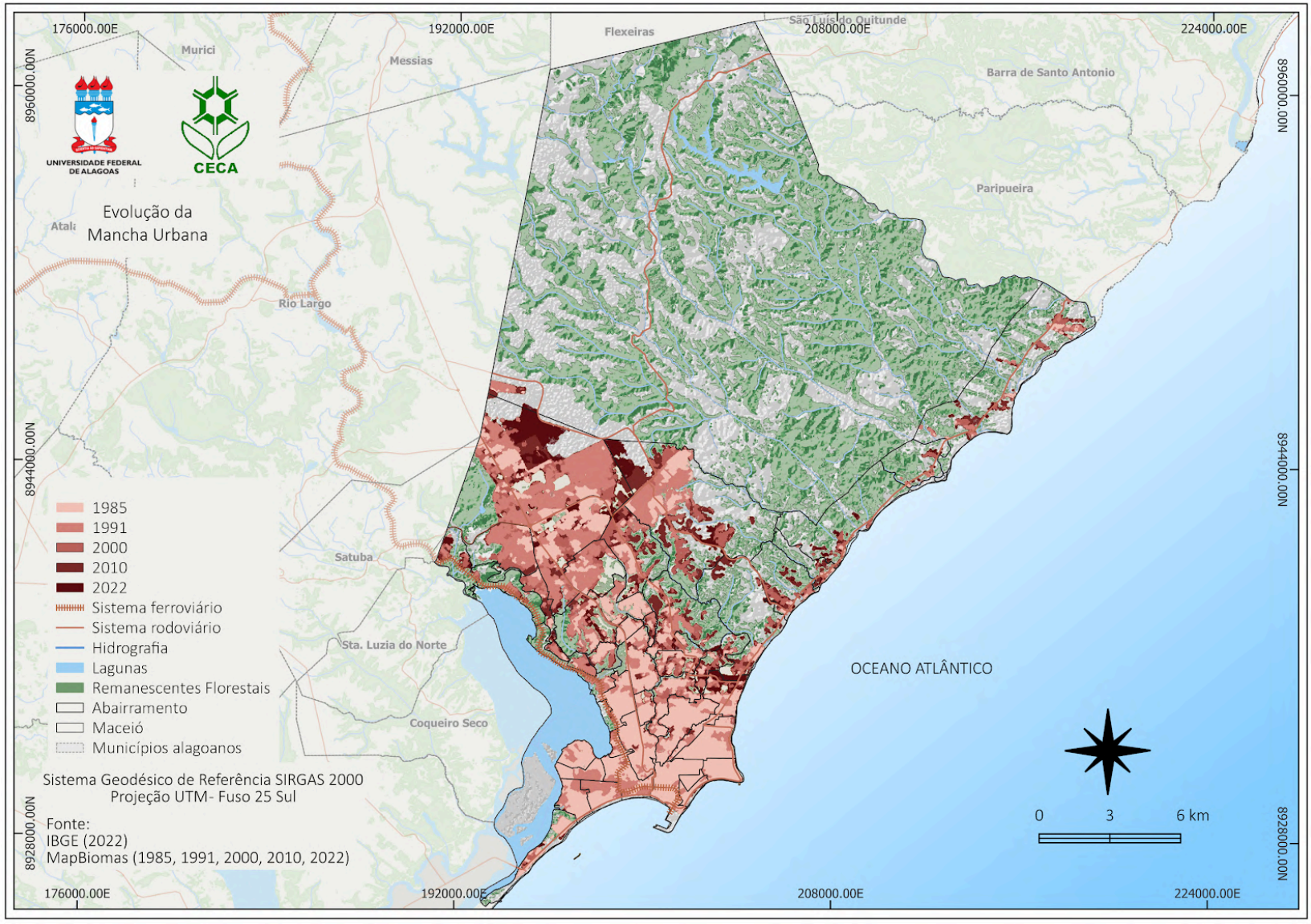
Fonte: IBGE, 2022.

Figura 3: Bairros de Maceió.



Fonte: IBGE, 2024.

Figura 4: Evolução da mancha urbana de Maceió.



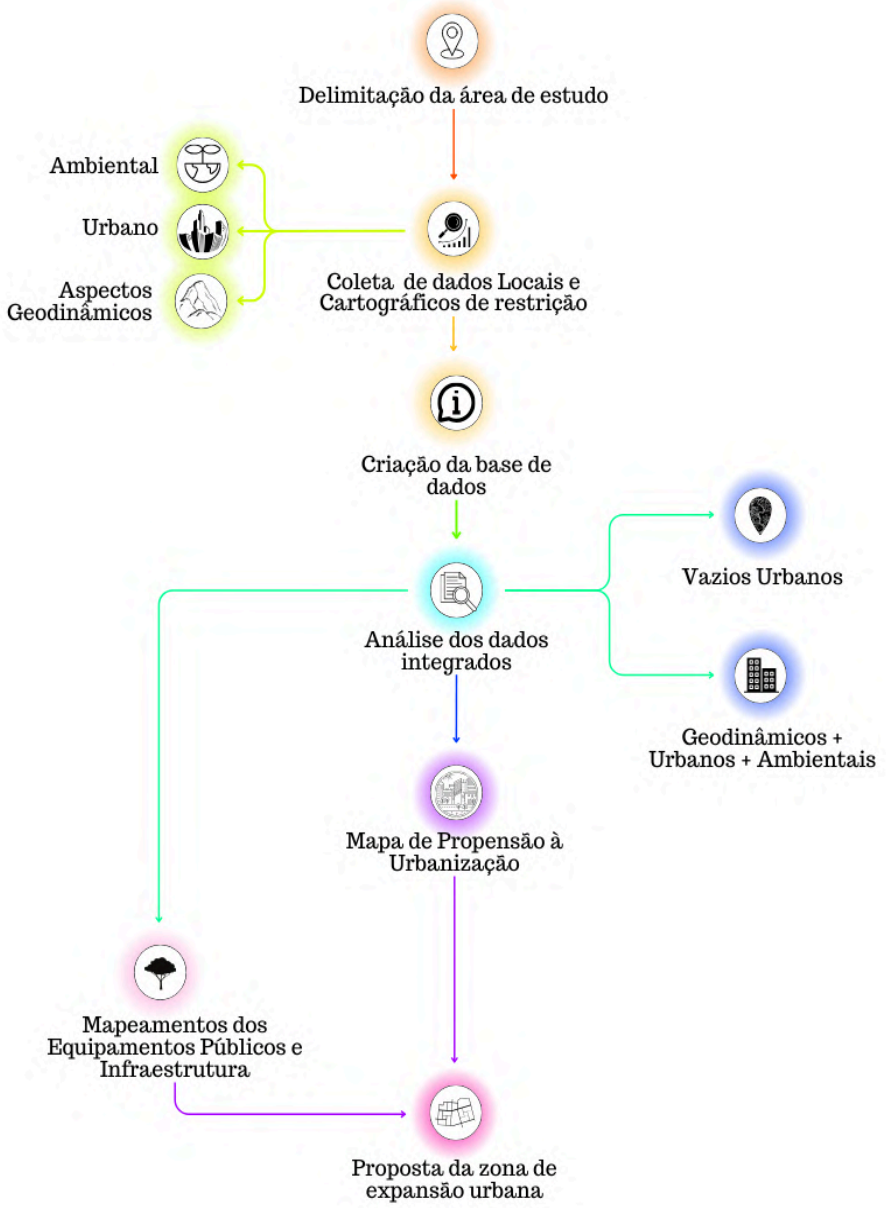
Fonte: Adaptado de MapBiomas, 2024.

3 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho está direcionada para proposição de um estudo voltado à construção de uma base de dados territorial para a formação de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), que possa auxiliar no planejamento do uso e ocupação do solo na cidade de Maceió. Para isso foi realizado o levantamento de diversos dados, considerando os aspectos ambientais, urbanos e geodinâmicos, além de um levantamento das legislações territoriais.

Após a finalização da coleta dos dados, foi criada uma base de dados em ambiente SIG para os dados cartográficos e foi separado todas as diretrizes legais dos eixos escolhidos. Com isso, houve a análise dos dados, tanto separadamente mas principalmente a análise integrada dos dados, sendo analisado por meio de vazios urbanos e por meio do cruzamento dos dados Geodinâmicos, urbanos e ambientais para a elaboração do primeiro principal produto do trabalho: o mapa de propensão à urbanização. Além disso, houve o mapeamento dos equipamentos públicos e de infraestrutura para que fosse possível elaborar uma proposta de zona de expansão urbana, o segundo principal produto deste trabalho. A Figura 15 representa uma síntese das etapas metodológicas seguidas.

Figura 15: Fluxograma dos procedimentos metodológicos.



Fonte: Autora, 2024.

3.1 Coleta de dados legais e cartográficos de restrição.

A coleta de dados foi realizada por meio de pesquisas em documentos oficiais e vigentes nos âmbitos federal, estadual e municipal, visando a obtenção de dados vetoriais relacionados às três vertentes de restrições – aspectos geotécnicos, ambiental e urbana. Para isso, foram consultadas diversas bases de dados disponíveis em plataformas institucionais, incluindo os sites oficiais da Prefeitura de Maceió, IBGE, CPRM, entre outros.

Em relação aos dados geodinâmicos, foram identificadas as áreas de risco geológico que estão categorizadas em classes de risco moderado, alto e muito alto e

de áreas de suscetibilidade à inundação classificadas em alta, média e baixa, ambos os elementos delineados pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), no relatório de 2017. Além disso, foi possível realizar a coleta dos dados relacionados ao relevo fazendo uso de informações advindas de imagens de satélite da Nasa e utilizando-as para sua classificação a metodologia da Embrapa (1979).

Os dados urbanos foram obtidos a partir de normas brasileiras que estabelecem diretrizes e restrições à ocupação do solo. Foram consideradas áreas de lixão e aterro sanitário devido às limitações de uso, bem como as faixas de domínio e servidão de rodovias e linhas de alta tensão, cujos dados foram fornecidos pela Equatorial Energia de Alagoas. Além disso, Maceió possui uma Área de Subsidência com risco indeterminado, monitorada por agentes públicos e que na atual conjuntura territorial também possui restrições para a ocupação, sendo necessário seu mapeamento e coleta dos dados na Coordenadoria de Defesa Civil de Maceió (DCM).

Os dados ambientais foram obtidos a partir de diferentes fontes especializadas. As normativas e diretrizes legais foram coletadas por meio do portal oficial da Presidência da República do Brasil (site do Planalto), que reúne a legislação federal vigente sobre o tema. Os dados vetoriais foram extraídos de plataformas distintas: as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Unidades de Conservação (UCs) foram obtidas no Alagoas em Dados, enquanto as informações sobre remanescentes florestais foram adquiridas a partir do MapBiomas.

Ademais, a legislação define a faixa de proteção conforme a largura dos rios. No entanto, como não havia disponibilidade de dados vetoriais contendo essa informação, foram utilizadas imagens de satélite da NASA (10 m de resolução), processadas no QGIS. Entretanto, para alguns cursos d'água, essa abordagem não foi suficiente para determinar a largura, exigindo o uso de um arquivo vetorial e a aplicação da largura mínima estabelecida no código para complementar a análise.

Dessa forma foi possível capturar informações detalhadas sobre a topografia, uso do solo, rede viária, edificações e recursos naturais para definir suas restrições e propensões à ocupação. A Tabela 2 apresenta as principais fontes de dados analisadas.

Tabela 2: Fonte dos dados.

Dados	Fonte	Ano
Declividade	Nasa	2020
Movimento de massa	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM	2014
Área de inundação	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM	2014
Área de Preservação Ambiental - APA	Alagoas em dados	2023
Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN	Alagoas em dados	2023
Nascentes	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico	2019
Rios	IBGE	2022
Lagunas	IBGE	2020
Recargas de aquífero	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico	2011
Remanescentes Florestais	MapBiomas	2022
Manguezais	Instituto de Meio Ambiente - IMA	2022
Aterros sanitários e Lixão	Prefeitura de Maceió	2024
Área de subsidência	Prefeitura de Maceió	2024
Rodoviárias e ferrovias	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT	2024
Linhas de alta tensão	Equatorial Energia Alagoas	2024

Fonte: Autora, 2024.

3.2 Criação da base de dados

Os coletados de diversas bases de dados vetoriais, legislativas e científicas foram organizados usando o *Microsoft Office 365 Excel 2019*. Esse software ajudou na filtragem e organização das informações, que posteriormente foram migradas e manipuladas em ambientes de Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Os dados exportados foram inseridos no *software* livre *Quantum Gis – Qgis Versão 3.34.1*, no programa foram inseridos os dados obtidos em formato planilhas (.xls) e transformados em pontos vetoriais com extensão *geopackage (.gpkg) e shapefile (.shp).* Para processamento de informações dos dados em

escala regional à Maceió, foi georreferenciado no Sistema Geodésico Elipsoidal de Referência SIRGAS 2000, Fuso 25 Sul, EPSG:31985.

Além disso, foram utilizadas algumas ferramentas do *software* para obter resultados. A ferramenta de *Buffer* foi amplamente utilizada para delimitar áreas sensíveis, como o raio de abrangência do Aterro Sanitário e as faixas de segurança das linhas de alta tensão. Também foi aplicada para delimitar APPs ao longo dos rios e nascentes, de acordo com a legislação pertinente.

Além disso, foram geradas curvas de nível no QGIS a partir de um Modelo Digital de Terreno (MDT), para que fosse possível identificar quais as áreas com declividades indevidas para edificar. Inicialmente, o arquivo raster do MDT foi importado para o QGIS, e em seguida, utilizou-se a ferramenta de contorno, onde foi definido o intervalo desejado entre as curvas. Após a geração das curvas de nível, realizou-se a classificação das elevações utilizando o módulo `*r.reclass*`. Neste processo, foi especificada uma tabela de reclassificação, a tabela da Embrapa (1976), para categorizar as curvas de nível, permitindo uma análise da topografia e uma visualização das diferentes zonas de elevação de forma mais clara e informativa.

3.3 Análise dos dados Integrados das Restrições à Ocupação.

A análise da aptidão à urbanização foi conduzida a partir da integração dos dados coletados, considerando as restrições dos aspectos geotécnicos, ambientais e urbanas. Inicialmente, os dados foram cruzados no software QGIS envolvendo a sobreposição de camadas temáticas, permitindo a identificação das áreas que ainda apresentam viabilidade para expansão urbana.

Paralelamente, foi realizada uma análise dos vazios urbanos dentro do perímetro urbano consolidado, que foram coletados através da base de dados da Prefeitura de Maceió. Para isso, os dados foram mapeados e classificados, permitindo verificar a distribuição desses espaços e sua capacidade de acomodar futuras demandas habitacionais. Essa etapa possibilitou a avaliação da necessidade real de expansão da área urbana, considerando a ocupação eficiente do território já disponível.

3.4 Coleta de dados de equipamentos públicos e infraestrutura.

Além das áreas restritas, foi realizado um mapeamento abrangente dos equipamentos de educação, lazer, saúde e transporte dentro do território municipal, advindos da base cartográfica do município. Com isso, foram buscados artigos em teses e dissertações que apontam legislações sobre mapeamento dessas restrições e seus raios de abrangência recomendados. A delimitação dos raios de influência dos equipamentos públicos comunitários foi baseada na metodologia Brau, Merce e Tarrago (1980) conforme tabelas Tabelas 3, 4 e 5 e gerado através de buffers no *software* QGIS.

Tabela 3: Distâncias dos equipamentos de educação.

Acessibilidade	**Educação**		
	Ens. Infantil	**Ens. Fundamental**	**Ens. Médio**
Excelente	Menos de 250m	Menos de 250m	Menos de 500m
Ótima	250m - 500m	250m - 500m	500m - 1000m
Regular	500m - 750m	500m - 750m	1000m - 2000m
Baixa	750m - 1000m	750m - 1000m	2000m - 3000m
Péssima	Mais de 1000m	Mais de 1000m	Mais de 3000m

Fonte: Adaptado de Brau, Merce e Tarrago (1980)

Tabela 4: Distâncias dos equipamentos de saúde.

Acessibilidade	**Saúde**	
	Posto de saúde	**Hospital**
Excelente	Menos de 1000m	Menos de 1000m
Ótima	1000m - 2000m	1000m - 3000m
Regular	2000m - 3000m	3000m - 6000m
Baixa	3000m - 4000m	6000m - 9000m
Péssima	Mais de 4000m	Mais de 9000m

Fonte: Adaptado de Oliveira (2007) e Brau, Merce e Tarrago (1980)

.Tabela 5: Distâncias dos equipamentos de lazer.

Acessibilidade	**Lazer**

	Praça	Parque/Área de esportes
Excelente	Menos de 250m	Menos de 750m
Ótima	250m - 500m	7500m - 1500m
Regular	500m - 750m	1500m - 2250m
Baixa	750m - 1000m	2250m - 3000m
Péssima	Mais de 3000m	Mais de 3000m

Fonte: Adaptado de Brau, Merce e Tarrago (1980)

Vale ressaltar, que não houve uma subdivisão mais detalhada dentro das categorias, como a distinção entre postos de saúde e hospitais no caso dos equipamentos de saúde. Para determinar o raio de abrangência dessas três categorias principais, foi calculada uma média ponderada considerando as diferentes subdivisões dentro de cada área, como mostra a Tabela 6.

Tabela 6: Distâncias finais dos equipamentos públicos.

Acessibilidade	**Equipamentos públicos**		
	Educação	**Saúde**	**Lazer**
Excelente	Menos de 330m	Menos de 1000m	Menos de 500m
Ótima	330m - 660m	1000m - 2500m	500m - 1000m
Regular	660m - 1160m	2500m - 4500m	1000m - 1500m
Baixa	1160m - 1660m	4500m - 6500m	1500m - 2000m
Péssima	Mais de 1660m	Mais de 6500m	Mais de 2000m

Fonte: Autora, 2024.

Em relação ao transporte público foi realizada uma coleta de tópicos considerados fundamentais, como o quantitativo das paradas de ônibus, o quantitativo dos terminais de ônibus e o quantitativo das linhas de ônibus e áreas de abrangência. Para isso, foi baseado no Plano Nacional de Mobilidade Urbana (PNDU) que informa que uma distância ideal para a localização de um ponto de ônibus em relação a uma residência é de 300 a 500 metros para garantir a acessibilidade ao transporte público. Essa faixa de distância visa assegurar que a maioria dos usuários possa chegar ao ponto de ônibus em cerca de 5 a 10 minutos

de caminhada, promovendo o uso do transporte coletivo e incentivando a mobilidade sustentável.

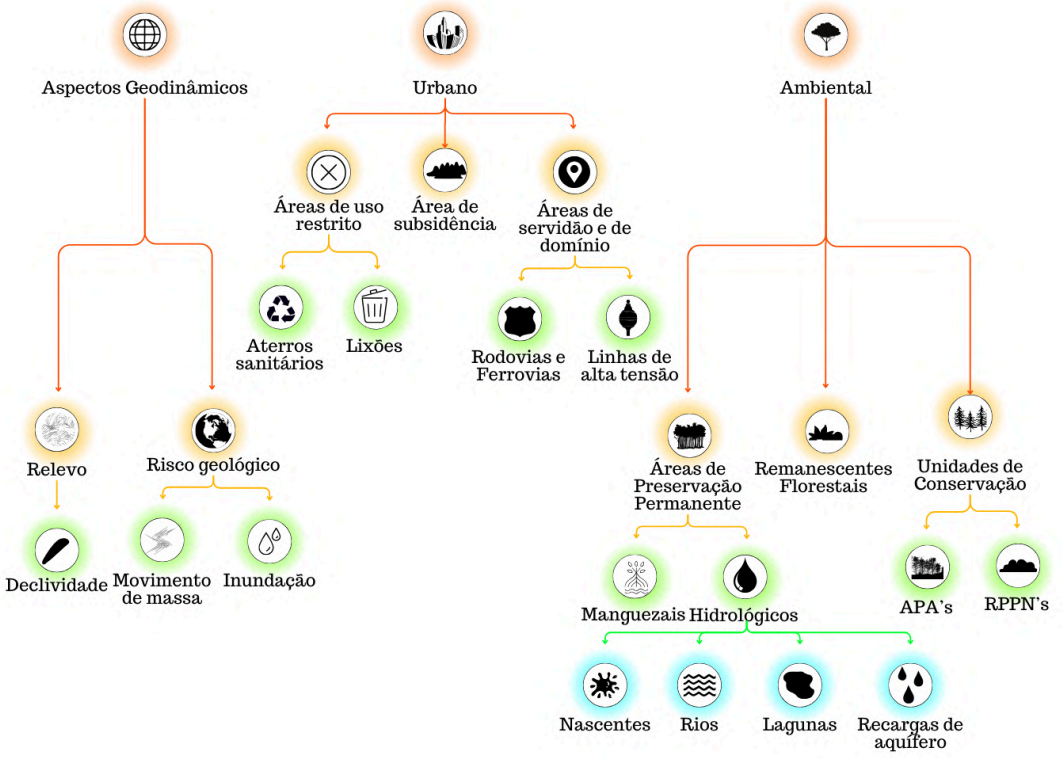
3.5 Proposta de Zona de Expansão Urbana.

A proposta para a nova zona de expansão do município de Maceió foi desenvolvida após uma análise detalhada das restrições legais existentes e das necessidades de infraestrutura pública, avaliada sob a perspectiva de todos os dados mencionados no item 3.1 ao 3.3. Este processo incluiu a identificação e delimitação de áreas adequadas para edificação, respeitando as normas vigentes para garantir um crescimento urbano ordenado e sustentável. Além da consideração das restrições legais, também foi utilizado a análise das distâncias dos equipamentos públicos mapeados. As áreas viáveis para expansão foram, portanto, mapeadas com base em uma combinação de conformidade regulatória e acessibilidade a equipamentos públicos, formando uma proposta que integra aspectos legais e práticos do desenvolvimento urbano.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A coleta e análise dos dados legais e institucionais foram essenciais para compreender as diretrizes que regulamentam o uso e a ocupação do solo no Município de Maceió. As informações que foram levantadas e organizadas em três grandes categorias (aspectos geotécnicos, urbano e ambiental), permitiu uma visão integrada das restrições legais e institucionais que influenciam o planejamento territorial, como pode ser observado na Figura 16.

Figura 16: Árvore de dados coletados dos dados da análise e diagnóstico.

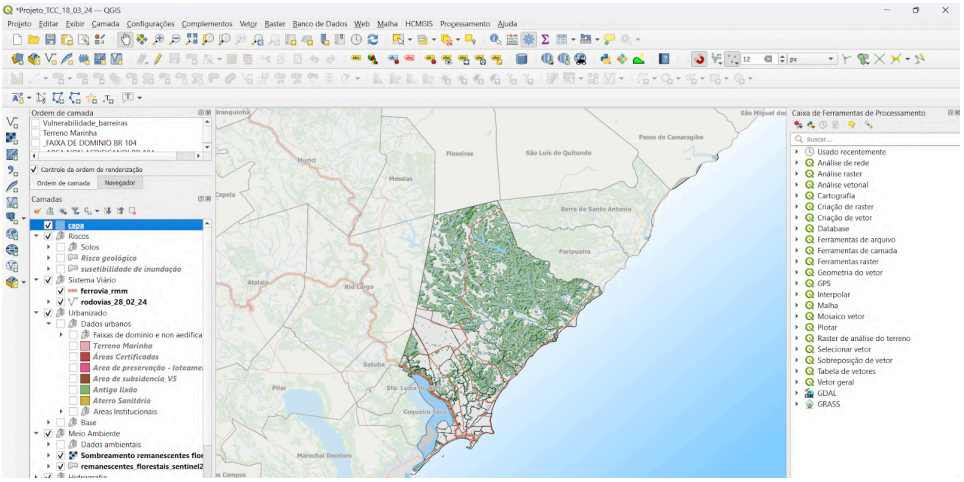


Fonte: Autora, 2024.

Na aspectos geotécnicos, foram identificadas limitações relacionadas ao relevo e riscos geológicos, como declividade, movimentação de massa e inundações, essenciais para a segurança territorial. No contexto urbano, foram analisadas normas que regulam áreas de uso restrito, subsidência e servidão, incluindo aterros, lixões, rodovias e linhas de alta tensão, garantindo a organização do espaço urbano. Já na esfera ambiental, destacam-se as diretrizes para a preservação de APPs, remanescentes florestais e ecossistemas hídricos, essenciais para a sustentabilidade e conservação dos recursos naturais.

Para representar de forma clara e simplificada os dados e informações coletadas, que foram posteriormente analisadas e processadas, foram desenvolvidos mapas que têm o propósito de centralizar essas informações e suas respectivas restrições. Eles seguem todos os parâmetros exigidos para um mapa técnico, garantindo a apresentação precisa das restrições do Município de Maceió. Para isso, foi criada uma base de dados em ambiente SIG, conforme ilustrado na Figura 17.

Figura 17: Base de dados em ambiente SIG.



Fonte: Autora, 2024.

A aplicação do ambiente SIG permitiu a análise geoespacial dos dados geodinâmicos, viabilizando a identificação e delimitação precisa das áreas de restrição à ocupação no Município de Maceió. A integração dos dados no SIG possibilitou a visualização detalhada das dinâmicas naturais que afetam o solo e o relevo, gerando mapas técnicos que auxiliam na tomada de decisões. Como resultado, a estruturação dos dados nesse ambiente contribuiu para uma análise mais eficiente, permitindo a sobreposição de diferentes camadas de informação e facilitando a interpretação espacial dos riscos existentes.

No entanto, a utilização desses dados encontra restrições que devem ser consideradas, como a precisão das medições e a complexidade na integração de diferentes fontes de informação dos aspectos geotécnicos. Essas restrições podem influenciar diretamente a eficácia das análises, exigindo uma abordagem criteriosa para garantir que as áreas de risco sejam adequadamente identificadas e protegidas.

4.2 Resultado dos dados legais e cartográficos de restrição:

Para compreender as restrições à urbanização em Maceió, é essencial analisar tanto os aspectos legais quanto os cartográficos que influenciam o uso e ocupação do solo. Com isso, o levantamento de leis e estudos permite identificar os principais fatores que devem ser considerados no planejamento urbano, garantindo um desenvolvimento sustentável e compatível com as exigências legais e ambientais.

4.2.1 Inventário Legal para dados geodinâmicos para uso e ocupação do solo.

Para os dados geodinâmicos, foi realizada os preceitos considerados na Lei nº 6.766, que regula o parcelamento do solo urbano, como também o Código de Urbanismo e Edificações do Município de Maceió, estabelecido pela Lei Municipal nº 5.593, de 2007, para a análise das condições de edificação em áreas com declividade.

No entanto, a Lei nº 6.766/1979 foi priorizada por estabelecer diretrizes gerais aplicáveis a todo o território nacional, tornando-se um referencial técnico amplamente adotado. Além disso, a declividade em porcentagem é um critério mais prático e compreensível, facilitando sua aplicação em diferentes contextos. A legislação federal menciona que terrenos com inclinação superior a 30% devem ser analisados com cautela, tornando-se um parâmetro mais consolidado para essa avaliação. Para garantir maior precisão na classificação das declividades, foram utilizadas as classes de intervalo definidas pela Embrapa, permitindo uma abordagem mais técnica e padronizada.

> *Art. 3º - III - em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes;*

Tabela 7: Classes de intervalo da declividade.

Classes	Intervalos (%)
Plano	0 a 3

Suave Ondulado	3 a 8
Ondulado	8 a 20
Forte Ondulado	20 a 45
Montanhoso	45 a 75
Escarpado	>75

Fonte: Adaptado de Embrapa, 1976.

4.2.1.1 Mapeamento das Restrições dos Aspectos Geotécnicos.

Para a determinação da restrição à ocupação quanto ao relevo foram construídos mapas auxiliares, sendo eles: o mapa de declividade, e o mapa de áreas com declividade superior a 30%, conforme as Figuras 18 e 19. Segundo a Lei nº 6.766/1979 foi identificado 51,15 km² que representa 10,04% de área imprópria quando se trata de declividade.

Os riscos geológicos abordados incluem movimentos de massa e áreas de inundação e essas avaliações foram representadas por meio de um mapa temático, conforme ilustrado na Figura 20. Ao analisar o mapa de áreas de risco geológico e suscetibilidade à inundação é possível perceber que a suscetibilidade de inundação abrange grande parte da planície costeira do município, que são áreas já urbanizadas, e as outras se dão às margens dos rios devido à proximidade ao curso d'água, que facilita o transbordamento durante chuvas intensas, sendo elas abrangendo 6,23 km² (1,22%) da capital Alagoana.

Aqui está o parágrafo expandido com uma análise mais detalhada sobre os aglomerados subnormais

Em relação aos movimentos de massa, as áreas identificadas como de alto e muito alto risco correspondem a 0,37 km², sendo equivalente a 0,072% do território de Maceió, coincidentemente abrangendo por volta de 15 dos aglomerados subnormais definidos pelo IBGE (2010). Esses aglomerados, caracterizados por ocupações irregulares e infraestrutura precária, apresentam grande vulnerabilidade a processos erosivos e deslizamentos devido à sua localização em áreas de relevo acidentado, frequentemente acima dos 30% de declividade.

A análise espacial, conforme mostrada na Figura 21, revela que esses assentamentos se estabelecem, em grande parte, em terrenos instáveis, agravando os riscos associados às dinâmicas geológicas e climáticas. Essa condição se deve à ausência de planejamento urbano adequado, à precariedade das condições de drenagem e à baixa capacidade de resposta da infraestrutura local para conter processos naturais de instabilização do solo. Assim, a identificação dessas áreas de risco é essencial para a formulação de políticas públicas eficazes voltadas à mitigação dos impactos ambientais e sociais, priorizando medidas de contenção de encostas, melhoria das condições habitacionais e realocação de famílias em situação de maior vulnerabilidade. Dessa forma, a análise dos aglomerados subnormais no contexto dos movimentos de massa não apenas aponta as áreas mais críticas, mas também subsidia estratégias para intervenções preventivas e corretivas, visando à segurança da população e à sustentabilidade urbana.

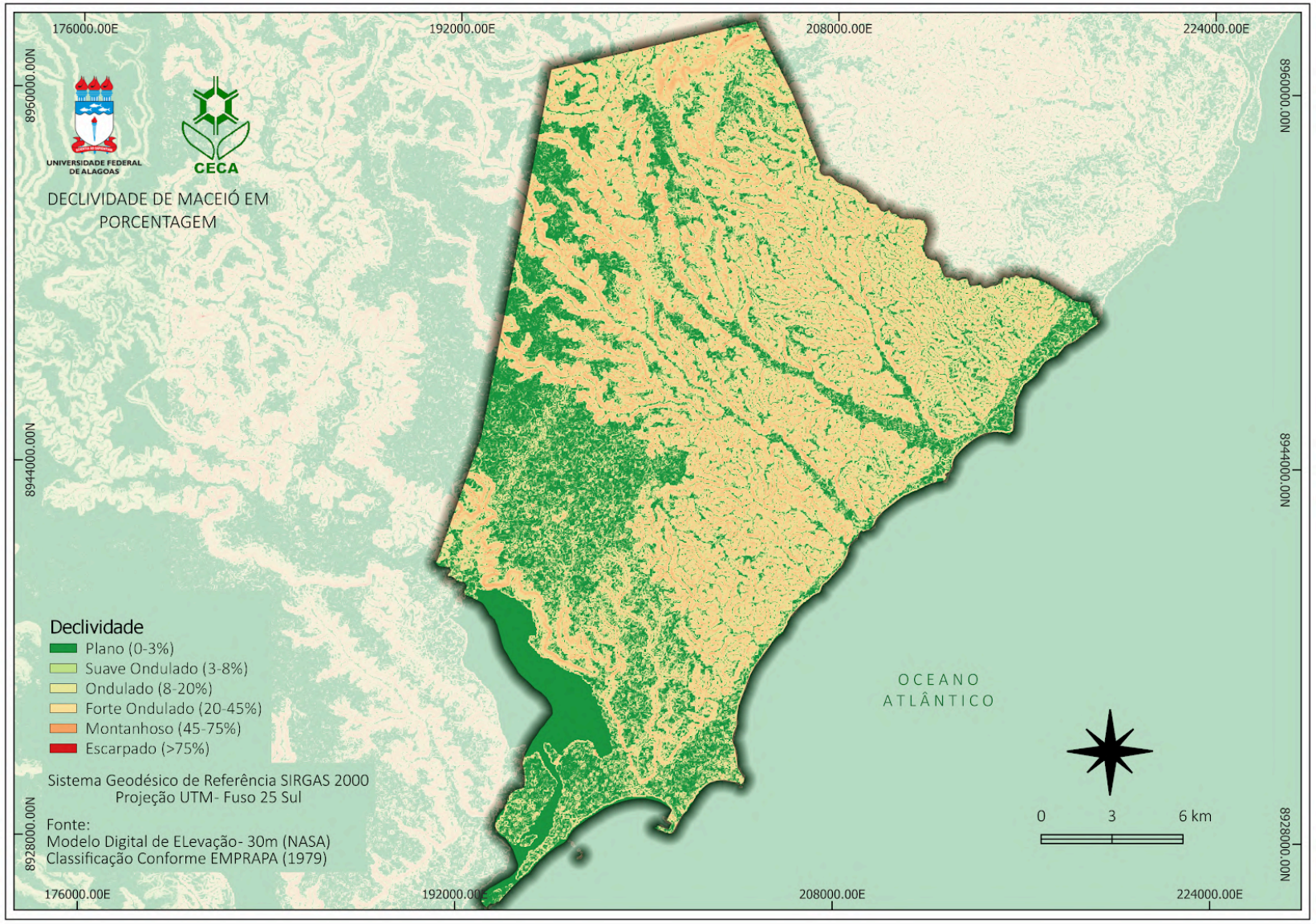
Ao cruzar esses dados com os aglomerados subnormais do IBGE (2010) é interessante afirmar que há uma quantidade significativa de aglomerados subnormais localizados em áreas com declividade superior a 30%. Essas regiões, caracterizadas por terrenos íngremes, são ocupadas por moradias precárias devido à falta de opções habitacionais adequadas e ao crescimento urbano desordenado. A ocupação dessas áreas eleva o risco de deslizamentos e outros problemas ambientais, além de dificultar a implementação de infraestrutura básica, agravando as condições de vida dos moradores.

Tabela 8: Relação de área de dados Geodinâmicos com o território de Maceió.

Área	Km² da área de restrição	% de área em relação ao território maceioense
Declividade >30%	51,15	10,04
Suscetibilidade de inundação	6,23	1,22
movimento de massa	0,37	0,072

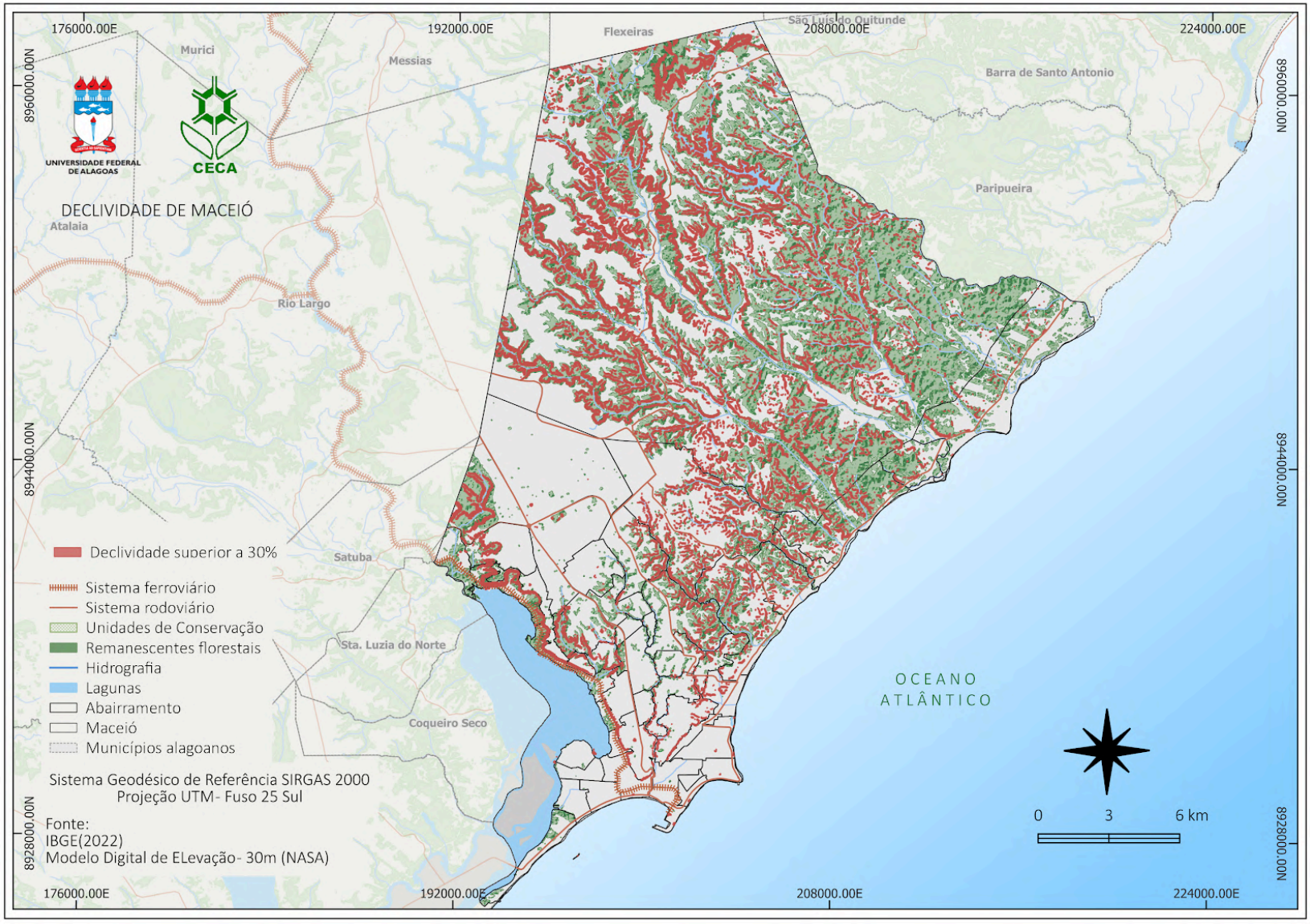
Fonte: Autora, 2024.

Figura 18: Declividade de Maceió.



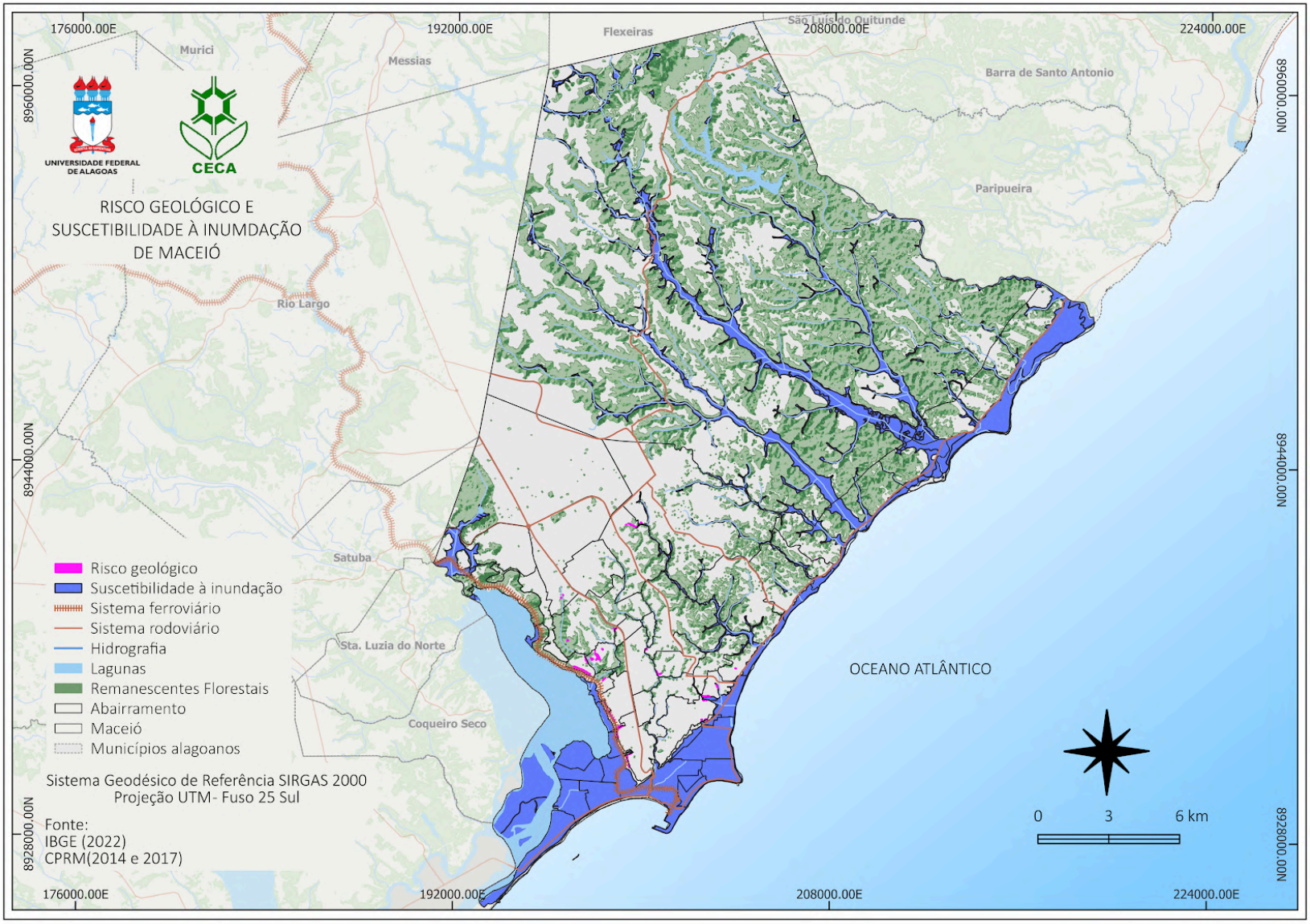
Fonte: Autora, 2024.

Figura 19: Áreas com declividade superior a 30% em Maceió.



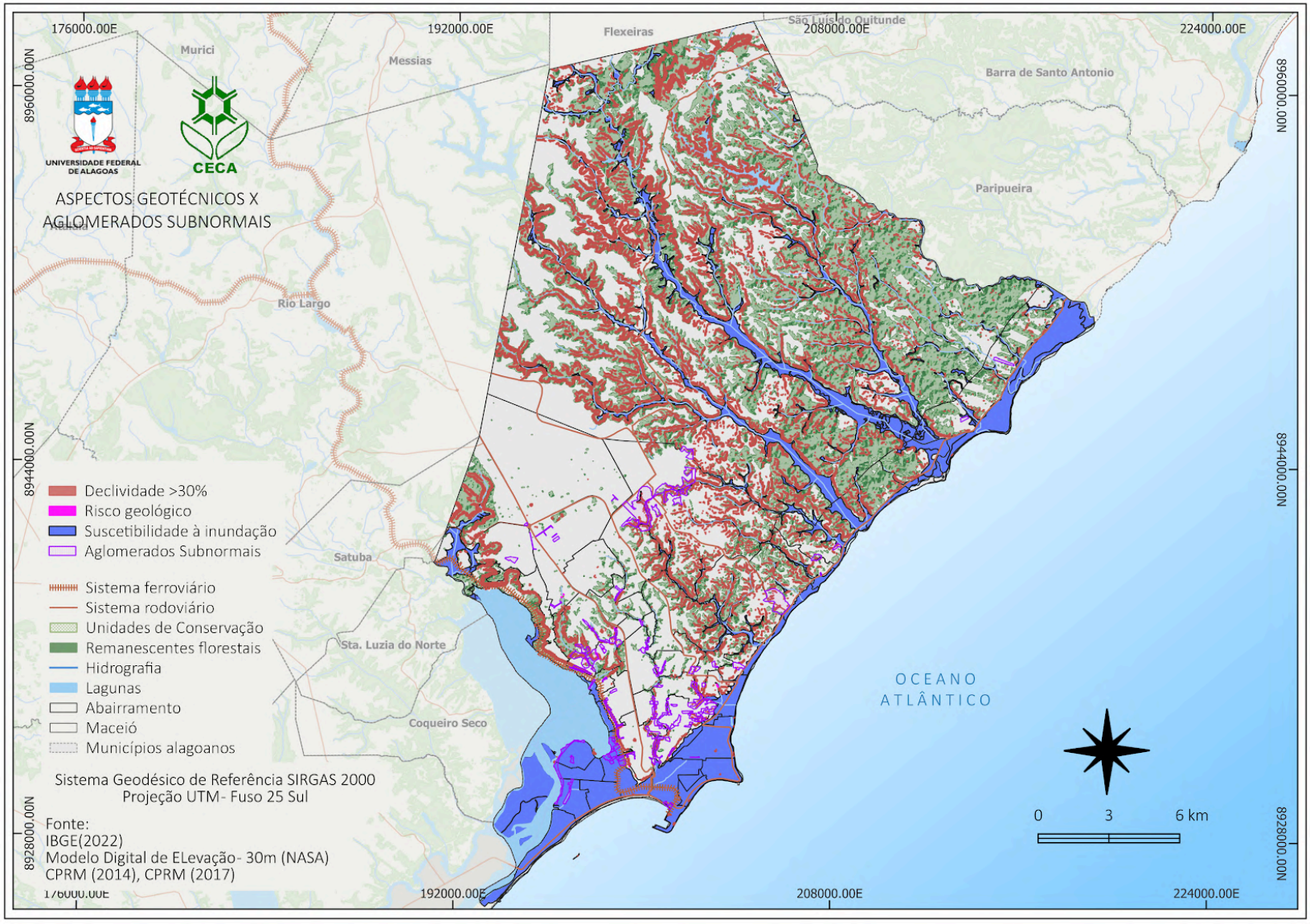
Fonte: Autora, 2024.

Figura 20: Áreas de risco geológico e suscetibilidade à inundação em Maceió.



Fonte: Autora, 2014.

Figura 21: Aspectos geotécnicos x Aglomerados Subnormais.



Fonte: Autora, 2014 e 2017.

4.2.2 Inventário Legal de dados urbanos para uso e ocupação do solo urbano.

Os dados urbanos foram basicamente tratados com áreas de segurança, a NBR 13.896 de 1997 em seu tópico de critérios para localização de aterros considera a distância mínima de núcleos populacionais, recomenda-se que esteja a 500 metros de áreas urbanizadas.

No contexto da análise de faixas de segurança, foi iniciado um estudo detalhado sobre as faixas *non aedificandi* associadas às ferrovias e rodovias federais e municipais de Maceió. O município possui aproximadamente 124,92 km de rodovias que compõem suas vias principais e 18,9 km de ferrovia. Em relação à regulamentação dessas faixas, a Lei nº 13.913, de 25 de novembro de 2019, estabelece diretrizes específicas. De acordo com o Art. 4º da referida lei:

> *III – ao longo das faixas de domínio público das rodovias, a reserva de faixa não edificável de, no mínimo, 15 (quinze) metros de cada lado poderá ser reduzida por lei municipal ou distrital que aprovar o instrumento do planejamento territorial, até o limite mínimo de 5 (cinco) metros de cada lado.*
>
> *III-A. – ao longo das águas correntes e dormentes e da faixa de domínio das ferrovias, será obrigatória a reserva de uma faixa não edificável de, no mínimo, 15 (quinze) metros de cada lado;*

Maceió, possui apenas linhas de com tensões de 69 kV (Equatorial Energia, 2024). Com isso, é denominado uma faixa non aedificandi de 20 metros, sendo 10 metros de cada lado a partir do eixo da linha.

A área de subsidência em Maceió, causada pela extração inadequada de sal-gema, afeta gravemente os bairros do Pinheiro, Bebedouro, Mutange, Bom Parto e parte do Farol. Estudos geotécnicos realizados pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) indicam que essas regiões apresentam deformações significativas no solo que comprometem a segurança estrutural e a habitabilidade.

4.2.2.1 Mapeamento das Restrições Urbanas.

Os dados urbanos e suas restrições podem ser observados na espacialização da Figura 22, para que seja possível uma melhor compreensão do que diz respeito aos dados georreferenciados.

Observa-se a presença de áreas impactadas por diferentes elementos de infraestrutura e descarte de resíduos. O antigo lixão localizado no Bairro Cruz das Almas, ocupa uma área de 0 ,21 km², correspondendo a 0,041% da extensão total analisada, enquanto o aterro sanitário localizado no bairro Benedito Bentes abrange 1,10 km² (0,22%). Associado a esses últimos, há uma área de proteção de 3,77 km² (0,74%), destinada a minimizar os impactos ambientais e garantir a segurança da disposição de resíduos.

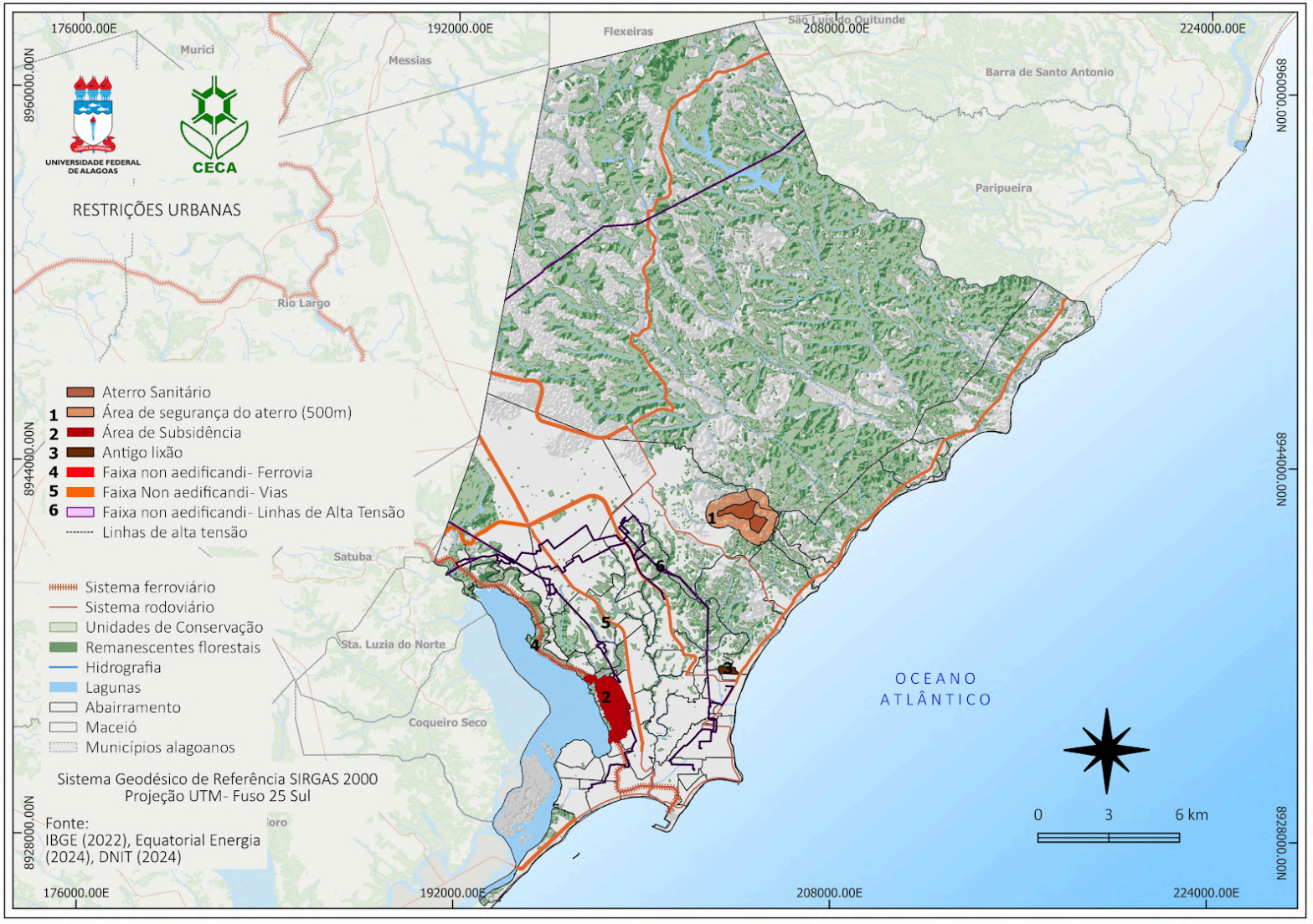
Além disso, a área de subsidência abrange os bairros Bebedouro, Mutange, Pinheiro, Farol e Bom Parto e equivale a aproximadamente 3 km², o que pode representar um fator de risco para determinadas atividades urbanas e de planejamento territorial. As rodovias totalizam 524,23 km de extensão, com uma área de proteção de 8,84 km² (1,73%), visando mitigar impactos como poluição, ruídos e interferências no entorno. Da mesma forma, as linhas de alta tensão se estendem por 104,08 km, com uma área de proteção associada de 3,42 km² (0,67%), estabelecendo limites para construções e atividades próximas devido aos riscos elétricos.

Tabela 9: Relação de área de dados Urbanos com o território de Maceió.

Área	Km² da área de restrição	de área em relação ao território maceioense
Antigo Lixão	0,21	0,041
Aterro sanitário	1,10	0,22
Área de subsidência	3,00	0,58
Faixa non aedificandi	8,84	1,73
Área de proteção (LAT)	3,42	0,67

Fonte: Autora, 2024.

Figura 22: Restrições Urbanas de Maceió.



Fonte: Autor, 2024.

4.2.3 Leis dos dados ambientais para uso e ocupação do solo urbano.

No contexto da gestão ambiental de Maceió, é possível identificar as Áreas de Proteção Permanente (APPs) que desempenham um papel crucial na preservação dos recursos hídricos e ecossistêmicos locais. Com isso, no Artigo 4º da lei 12.651/12 define como áreas de preservação e suas margens de restrições:

> *Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:*
> *I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:*
>
> *a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;*
>
> *b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;*
>
> *c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;*
>
> *d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;*
>
> *e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;*
>
> *II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:*
>
> *b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;*
>
> *IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;*
>
> *VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;*
>
> *VII - os manguezais, em toda a sua extensão;*

Por conseguinte, o artigo 66 da lei de número 4.548, de 21 de novembro de 1996 que instituiu o Código Municipal de Meio Ambiente, diz que:

> *Consideram-se, ainda, de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei:*
>
> *I - o Parque Municipal de Maceió;*
>
> *II - a Piscina Natural da Pajuçara;*

III - os recifes e corais do litoral de Maceió;

IV - a vegetação do entorno da Lagoa Mundaú;

V - as ilhas da Lagoa Mundaú;

VI - as coleções florísticas remanescentes da Mata Atlântica em todo o território do Município de Maceió.

Por fim, as Unidades de Conservação (UCs) são fundamentais para promover o desenvolvimento urbano sustentável na região, incluindo Áreas de Proteção Ambiental (APPs) e Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs). Elas totalizam 6 UC's divididas entre APA's e RPPN's.

4.2.3.1 Mapeamento das Restrições Ambientais.

No contexto da análise quantitativa dos elementos ambientais no território do município de Maceió, ela inclui uma laguna, 3 rios principais com seus diversos afluentes e riachos, 134 nascentes, aproximadamente 8,11 km² de manguezais e 0,95 km² de restinga. Os Remanescentes de Mata Atlântica são a maior área listada, cobrindo 190,230 Km² e representando 37,349% do território municipal, seguidos pela APA do Pratagy, com 121,438 Km², equivalentes a 23,843%. Outras áreas, como a APA do Catolé e o Parque Municipal, possuem áreas menores, representando 4,184% e 0,175% do território, respectivamente. As RPPNs listadas, como Aldeia Verde, Aldeia do Mar e Senador Carlos Lyra, têm áreas significativamente menores, com a maior delas, RPPN Senador Carlos Lyra, abrangendo apenas 2,009 Km² ou 0,394% do território.

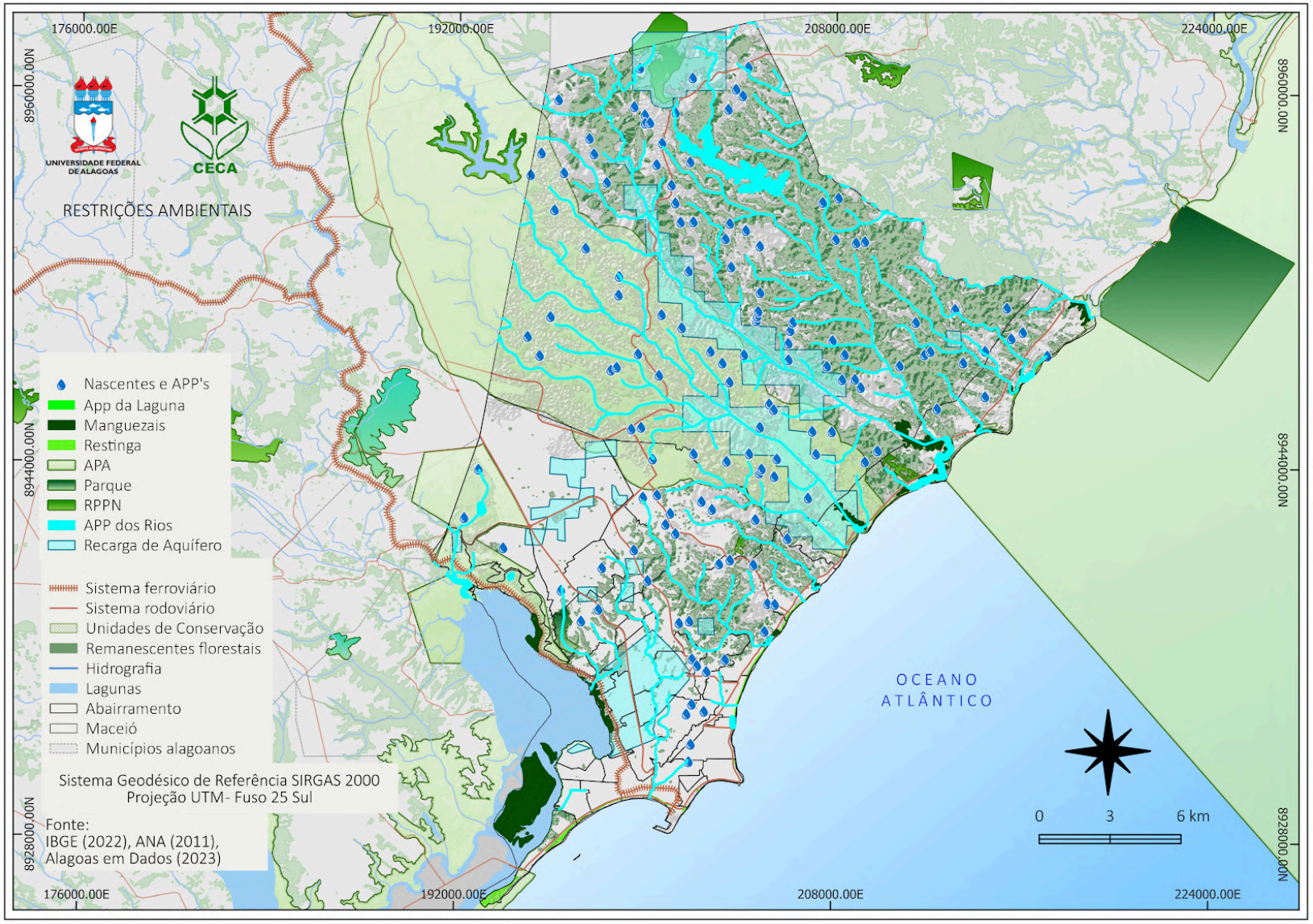
Tabela 10: Relação de área de dados ambientais com o território de Maceió.

Área	Km² da área de restrição	% de área em relação ao território maceioense
Parque Municipal	0,892	0,175
Remanescentes de Mata Atlântica	190,230	37,349
APA do Catolé	21,310	4,184
APA do Pratagy	121,438	23,843
RPPN Aldeia Verde	0,136	0,026
RPPN Aldeia do Mar	0,312	0,061
RPPN Senador Carlos Lyra	2,009	0,394
Manguezais	8,11	1,59
Restinga	0,95	0,18

Fonte: Autora, 2024.

Os dados espacializados apresentados na Figura 23, mapa das restrições Ambientais de Maceió, destacam a distribuição e a extensão das áreas protegidas dentro do território, permitindo uma visualização clara da contribuição de cada região.

Figura 23: Restrições Ambientais de Maceió.



Fonte: Autora, 2024.

4.3 Mapeamento Integrado das Restrições à Ocupação

Após a análise e mapeamento das áreas de restrições à ocupação do município de Maceió, foi necessário criar uma mancha de restrição e com ela foi possível perceber que há 337,46 km² de restrições totais na cidade, que equivale a 66,23% do município, que é possível perceber nas Figuras 25 e 26, além disso as áreas ocupadas irregularmente equivalem à 1,4% das restrições em relação a área total do município.

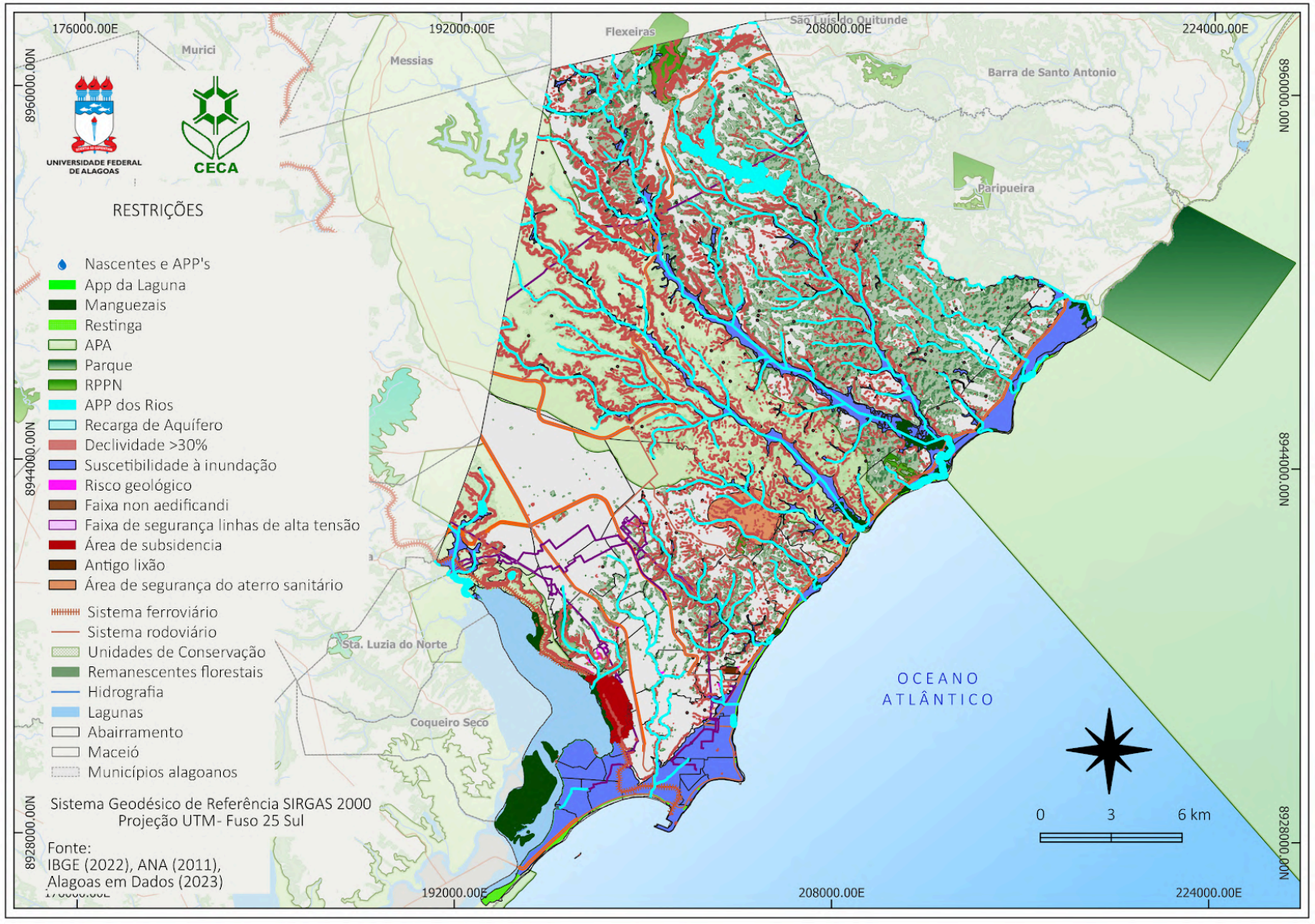
Figura 24: Gráfico com a distribuição das restrições de Maceió



Fonte: Autora, 2024.

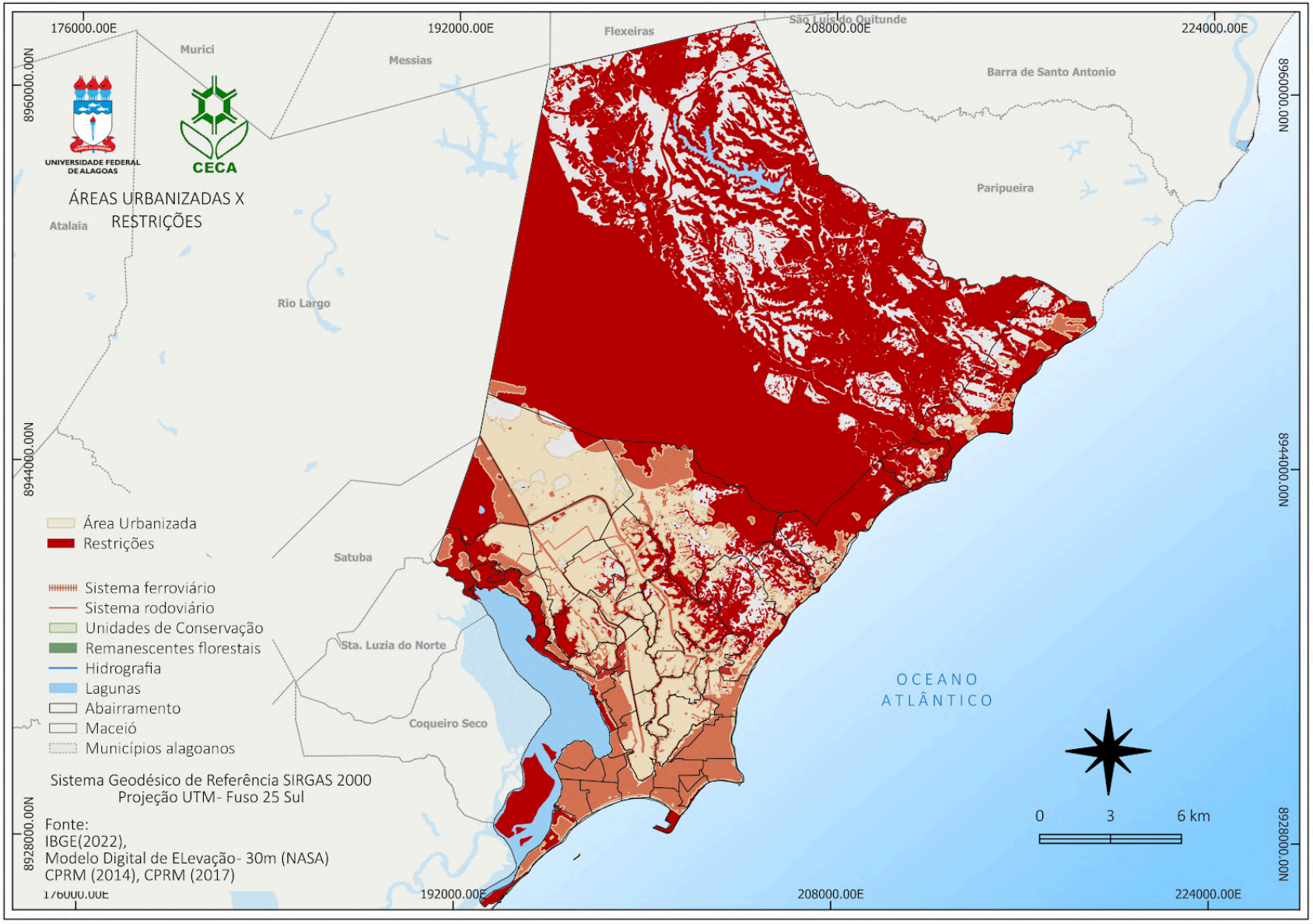
Ao correlacionar essas informações, é possível identificar regiões onde intervenções imediatas são necessárias, como obras de contenção, melhoria de drenagem ou até mesmo a realocação de populações em risco. Além disso, essa sobreposição de dados auxilia na elaboração de planos diretores e na definição de políticas públicas que visem à mitigação de desastres. A análise integrada também permite prever os impactos de futuros eventos climáticos extremos, oferecendo subsídios para a implementação de sistemas de alerta precoce e estratégias de adaptação às mudanças climáticas.

Figura 25: Restrições de Maceió.



Fonte: Autora, 2024.

Figura 26: Áreas urbanizadas x restrições de Maceió.



Fonte: Autora, 2024.

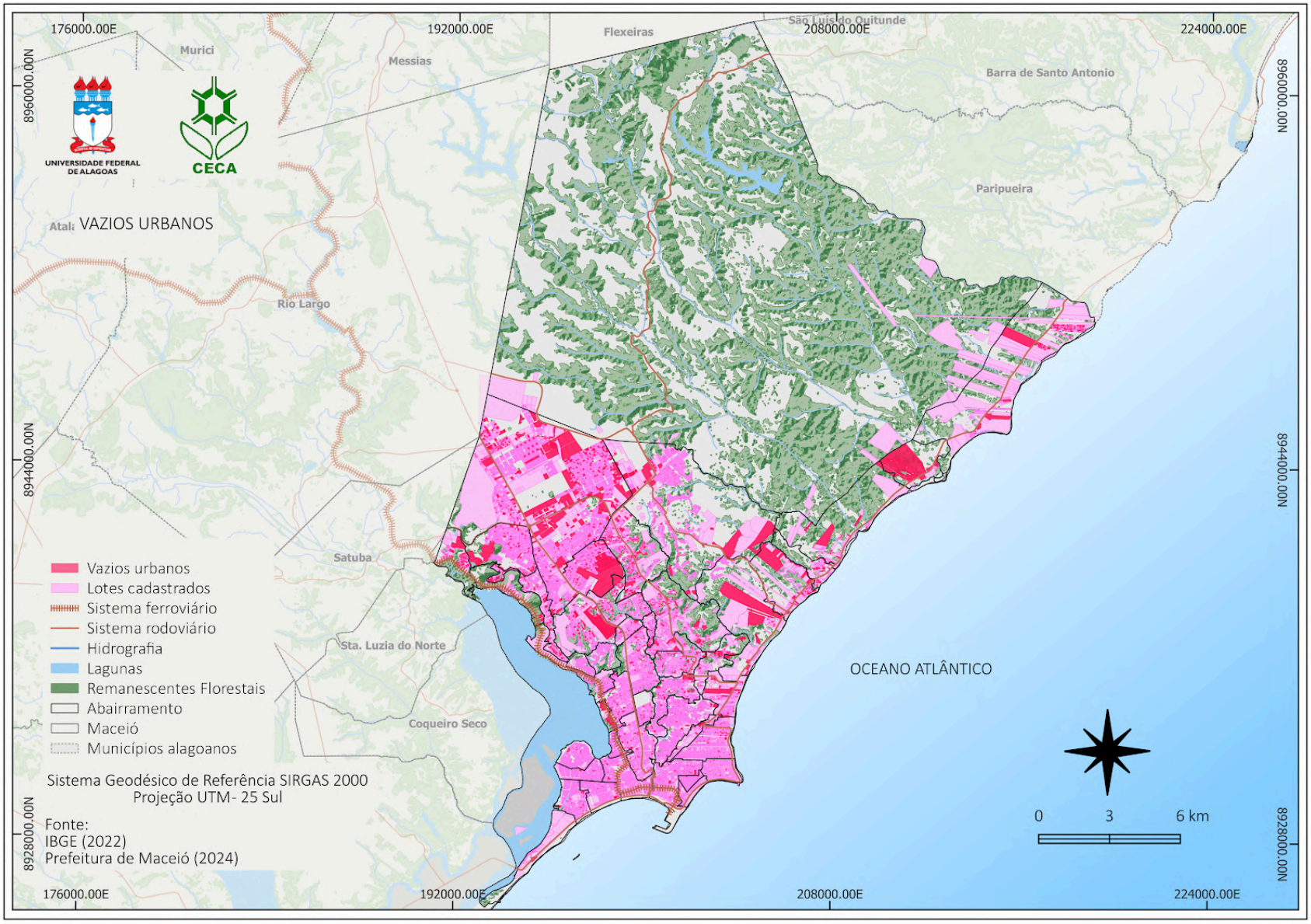
4.3.1 Dos vazios urbanos

Os vazios urbanos desempenham um papel fundamental no planejamento territorial e no processo de urbanização, o aproveitamento desses espaços também contribui para a compactação urbana, promovendo o desenvolvimento sustentável, melhorando a conectividade entre diferentes áreas da cidade e reduzindo os custos associados à criação de novas infraestruturas em zonas periféricas. No caso de Maceió, a utilização estratégica dos vazios urbanos pode ajudar a minimizar os conflitos de uso e ocupação do solo, potencializando a eficiência urbana e a qualidade de vida.

A partir da geoespacialização dos lotes cadastrados no município de Maceió (Figura 27), verificou-se que eles abrangem uma área total de 117,05 km², sendo que de vazios urbanos somam uma área de 22,20 km². Dessa forma, conclui-se que a área efetivamente ocupada por lotes edificados corresponde a 94,85 km². Em termos percentuais, os vazios urbanos representam 23,40% do total dos lotes cadastrados no município.

Observa-se que aproximadamente 1/4 da área já edificada do município ainda poderia ser acomodada nos lotes vazios existentes. Com os vazios urbanos representando 23,40% dos lotes cadastrados, essa proporção demonstra que há uma capacidade significativa de expansão dentro dos limites urbanos já demarcados, sem a necessidade de novos processos de ocupação de áreas não urbanizadas. Isso reflete uma importante oportunidade para o planejamento territorial, permitindo a intensificação do uso do solo em regiões estratégicas e a otimização da infraestrutura existente, o que pode contribuir para um desenvolvimento urbano mais eficiente e sustentável.

Figura 27: Vazios urbanos de Maceió.



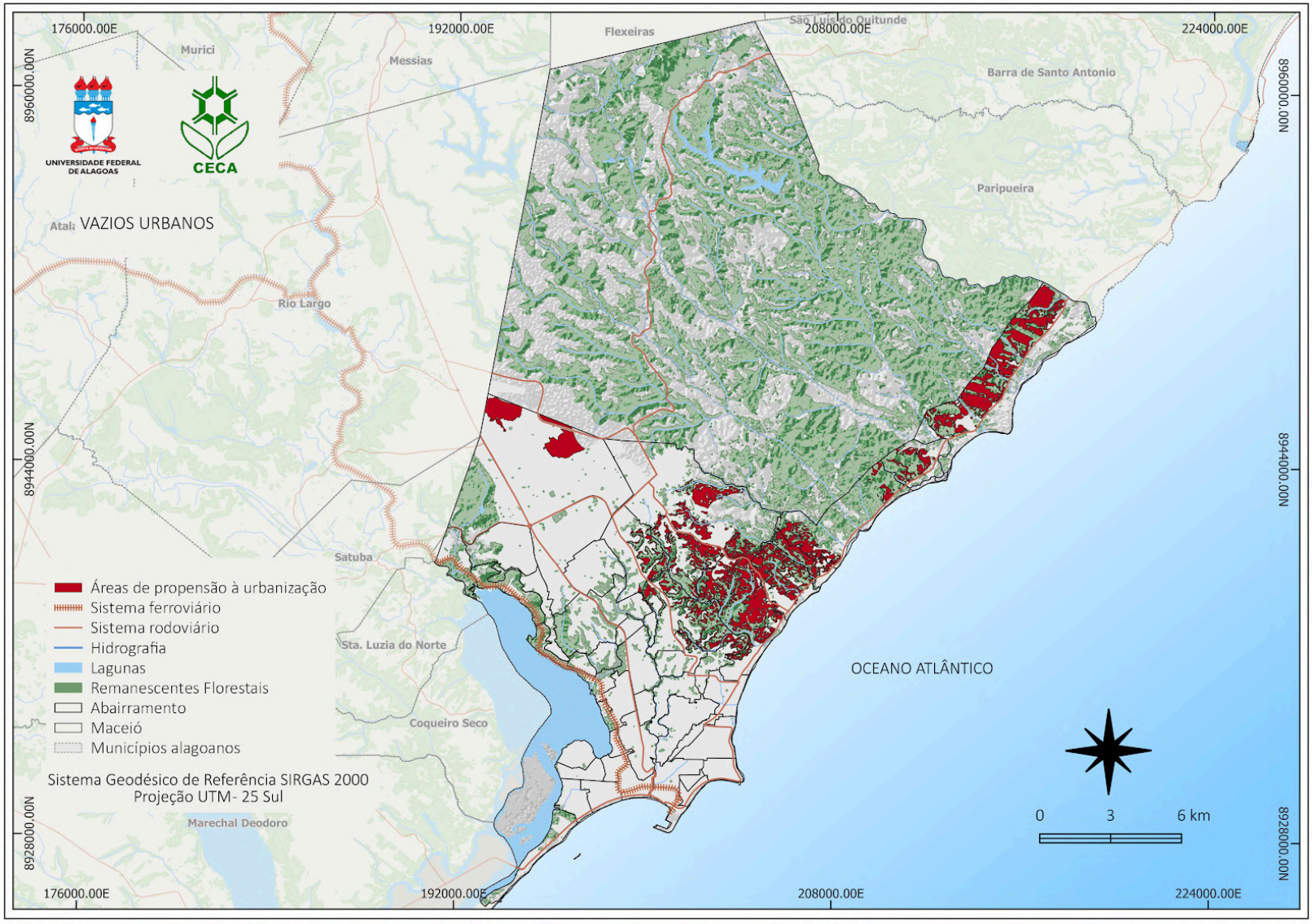
Fonte: Autora, 2024.

4.3.2 Mapa de Propensão à Urbanização

O mapa de propensão à urbanização (Figura 28) evidencia que Maceió ainda dispõe de uma área significativa para expansão urbana, totalizando 22,50 km². Essas áreas encontram-se majoritariamente no bairro da Cidade Universitária, no Benedito Bentes e em parte dos bairros situados no Litoral Norte de Alagoas. Esses locais apresentam características favoráveis para novos empreendimentos e crescimento da malha urbana, tornando-se opções estratégicas para a ocupação futura da cidade.

A análise do relevo sugere que a maior viabilidade de crescimento urbano ocorre na parte alta da cidade. Isso se deve ao fato de que as demais regiões apresentam uma topografia bastante irregular, com variações acentuadas de altitude e frequente alternância entre elevações e depressões. Esse fator pode dificultar a implementação de infraestrutura e encarecer projetos de urbanização, tornando o crescimento da parte alta uma alternativa mais viável para o desenvolvimento planejado de Maceió.

Figura 28: Mapa de Propensão à Urbanização.



Fonte:Autora, 2024.

4.4 Proposta de Zona de Expansão

4.4.1 Mapeamento de Equipamentos públicos e Infraestrutura existente.

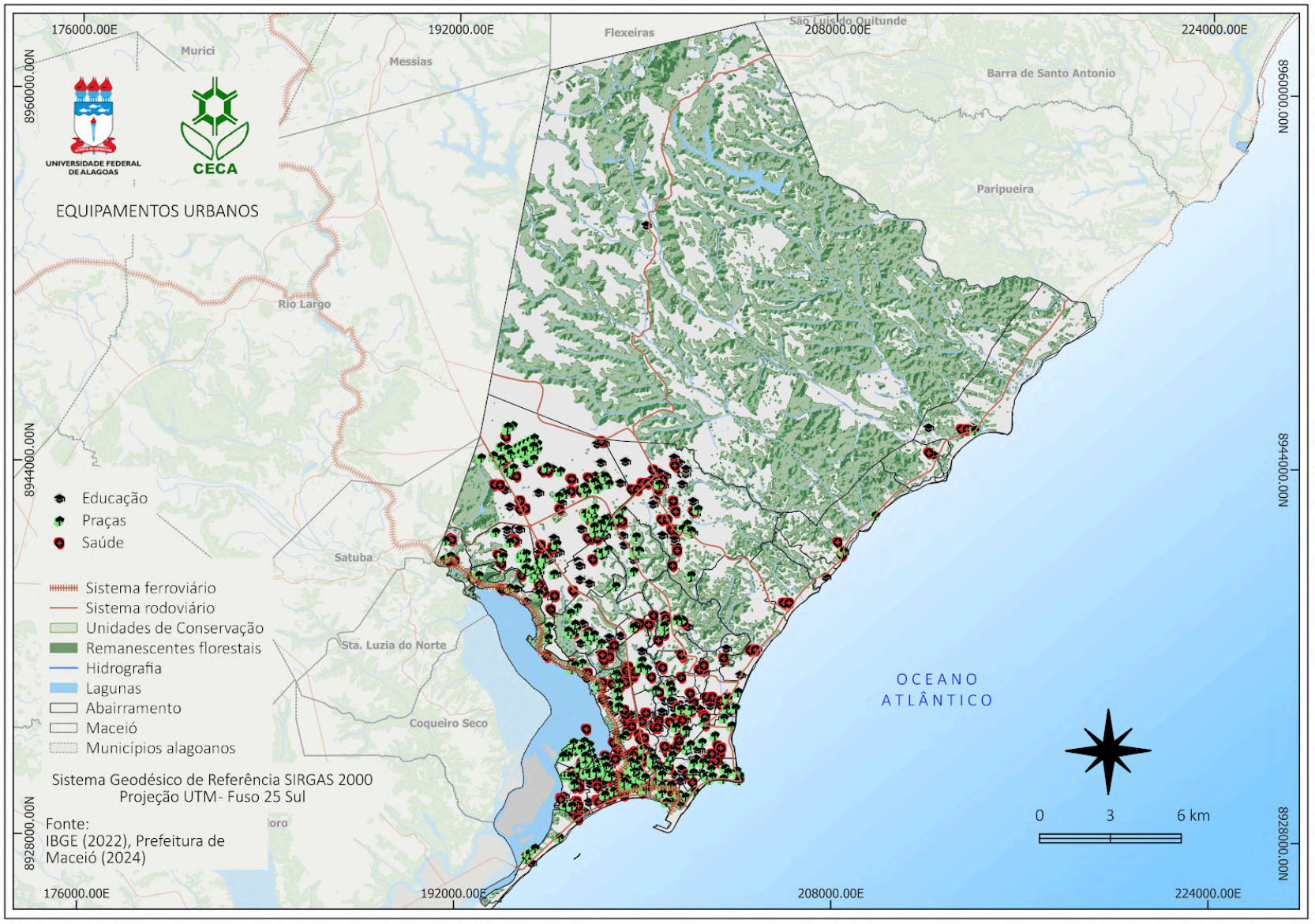
A análise da distância de equipamentos públicos relacionados à educação, saúde e lazer é uma estratégia crucial para o planejamento urbano e a promoção da equidade social. A proximidade desses serviços essenciais impacta diretamente o acesso da população a recursos básicos, influenciando a eficiência e a qualidade do atendimento.

Com base na metodologia previamente descrita, foi possível quantificar os equipamentos urbanos do município, conforme segue: 245 escolas (municipais e estaduais), 292 unidades de saúde (públicas, privadas e mistas) e 245 praças, como ilustrado na Figura 29. A partir dessa análise, foram avaliadas as distâncias ideais de acesso para a população. Observou-se que as unidades de saúde apresentam a melhor cobertura em termos de atendimento à população, visto na figura 30.

No entanto, os equipamentos de educação e lazer ainda apresentam deficiências em qualidade e distribuição, como pode ser observado na Figura 31 e 32. Essa carência é especialmente acentuada na zona rural, onde a infraestrutura urbana é insuficiente e de baixa qualidade, comprometendo o acesso aos serviços essenciais por parte dos moradores dessa região.

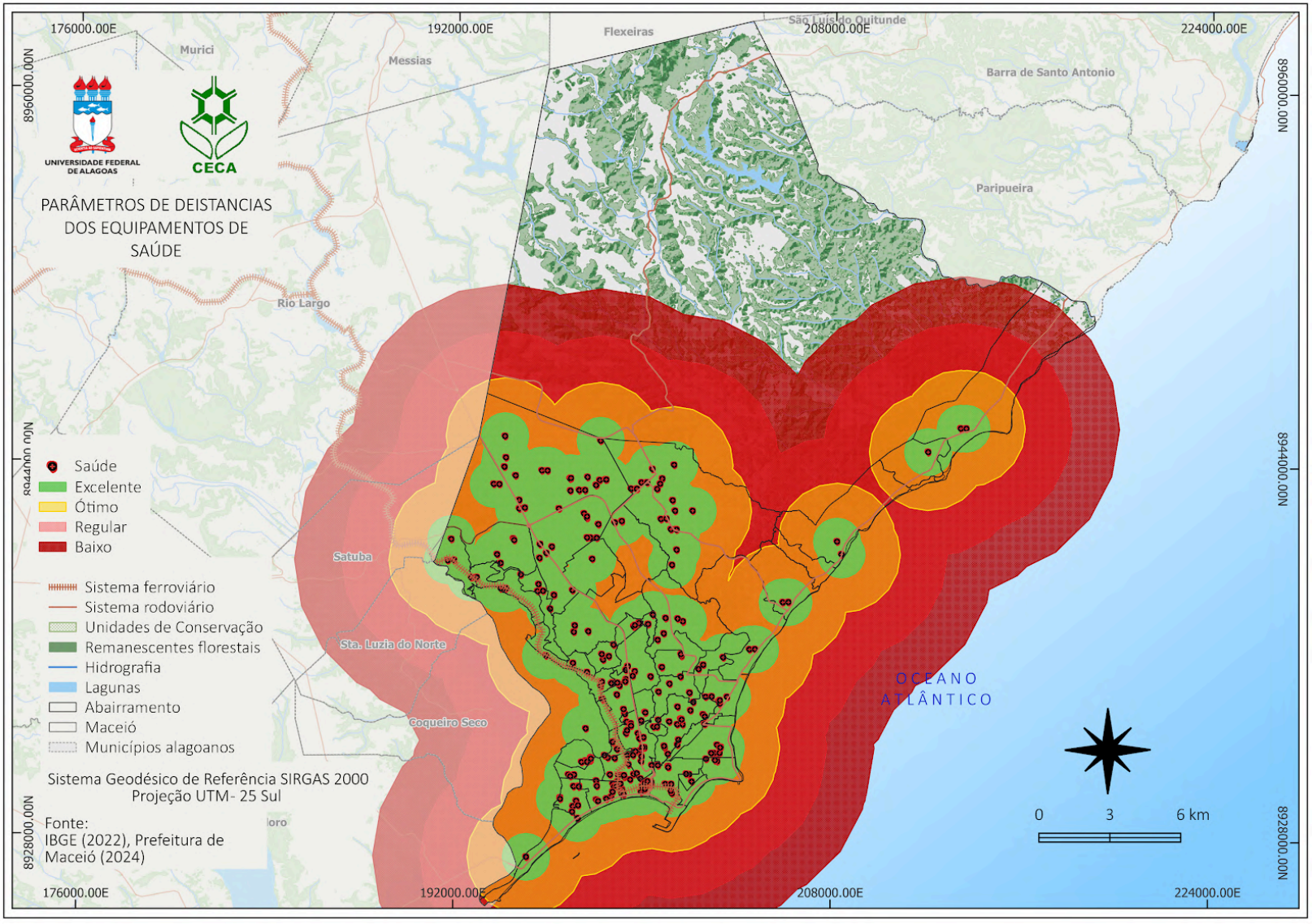
No que se refere à infraestrutura de transporte público, Maceió conta com 43 terminais de ônibus e 1.466 pontos de parada, conforme ilustrado na Figura 33. A análise das distâncias revela que o município possui uma cobertura abrangente e satisfatória tanto em relação aos terminais quanto às paradas de ônibus, como pode ser observado na Figura 34, o que favorece a mobilidade urbana e proporciona um deslocamento adequado para a população.

Figura 29: Equipamentos Urbanos de Maceió.



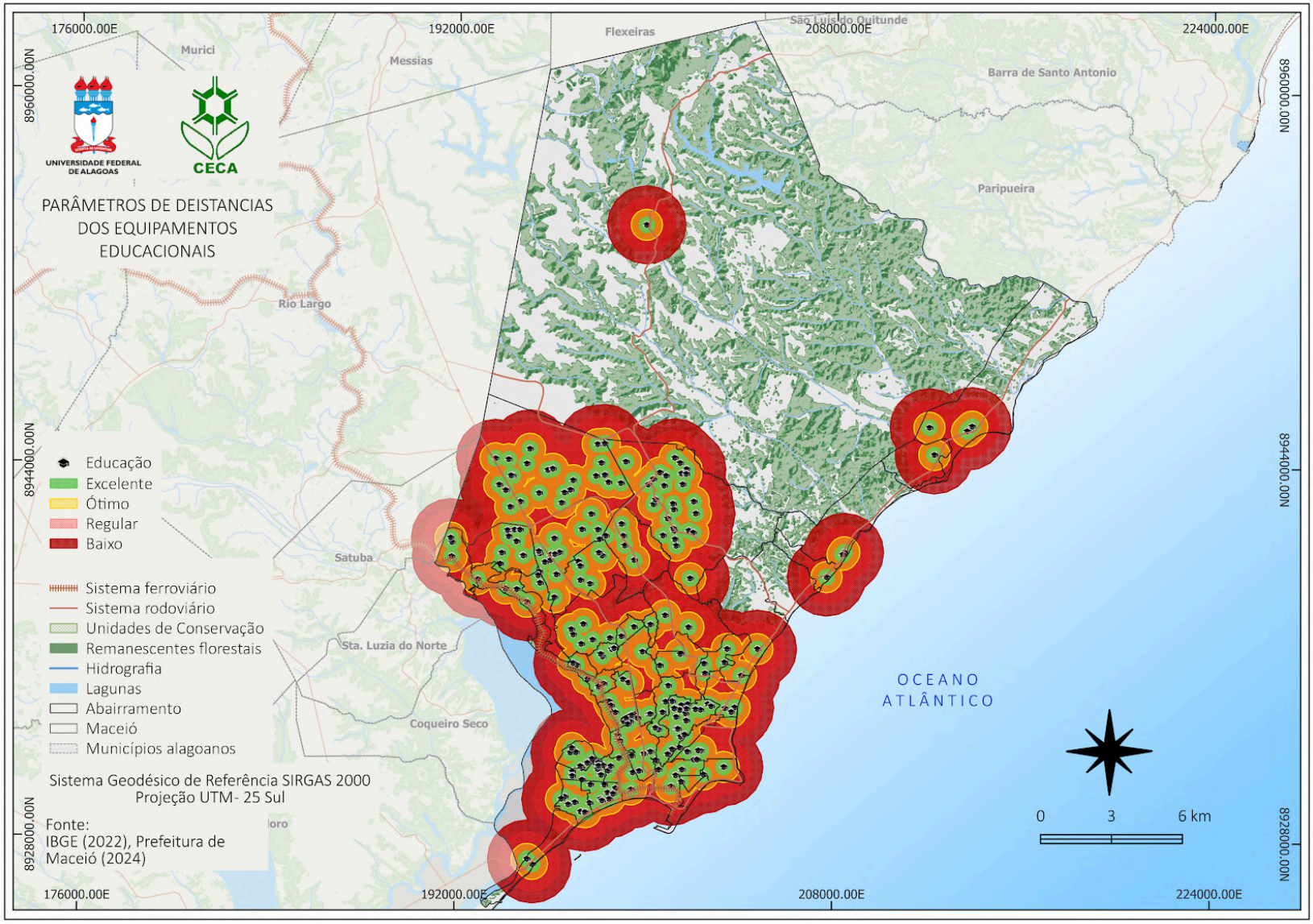
Fonte: Autora, 2024.

Figura 30: Distâncias dos equipamentos de saúde de Maceió.



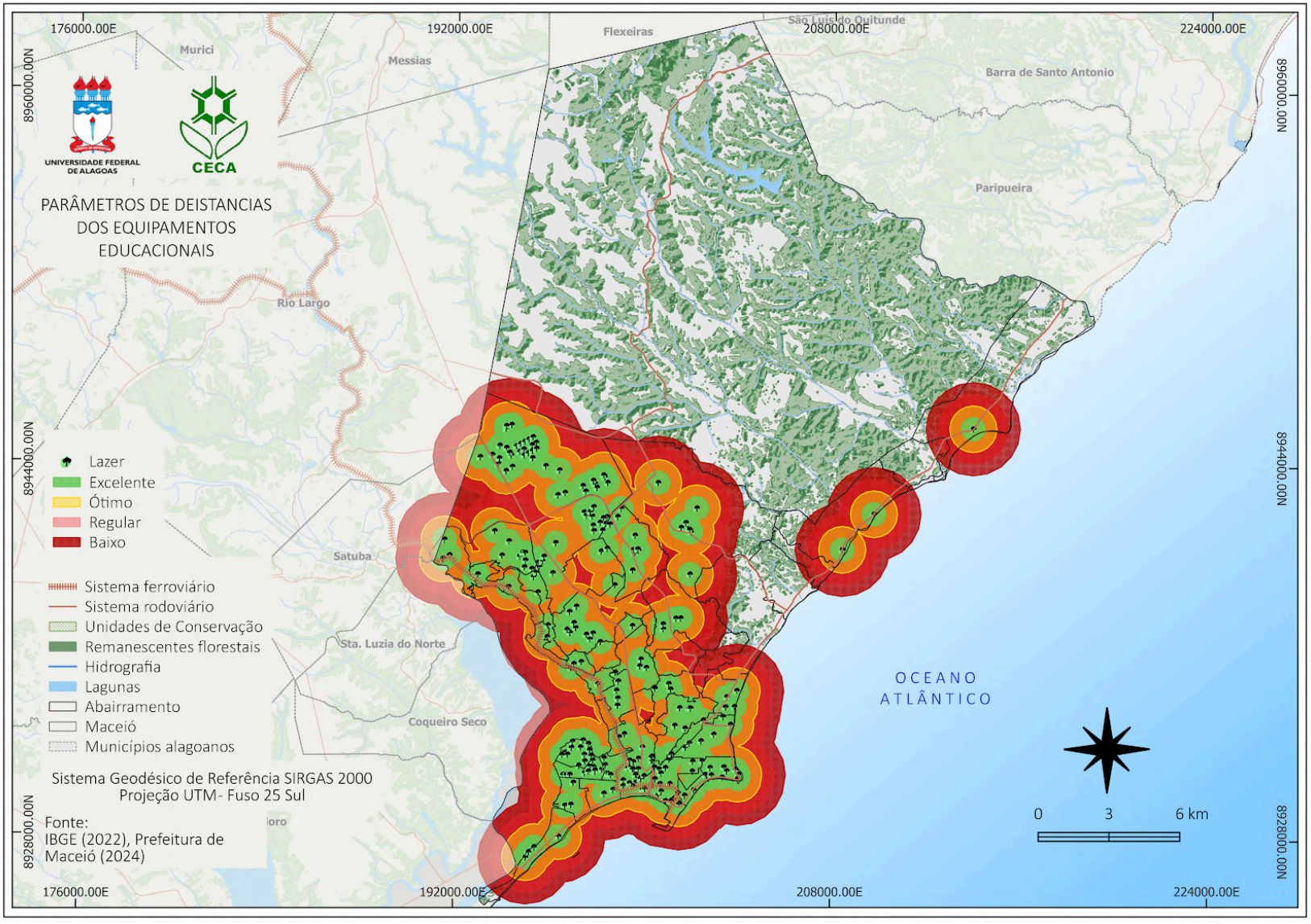
Fonte: Autora, 2024.

Figura 31: Distâncias dos equipamentos de educação de Maceió.



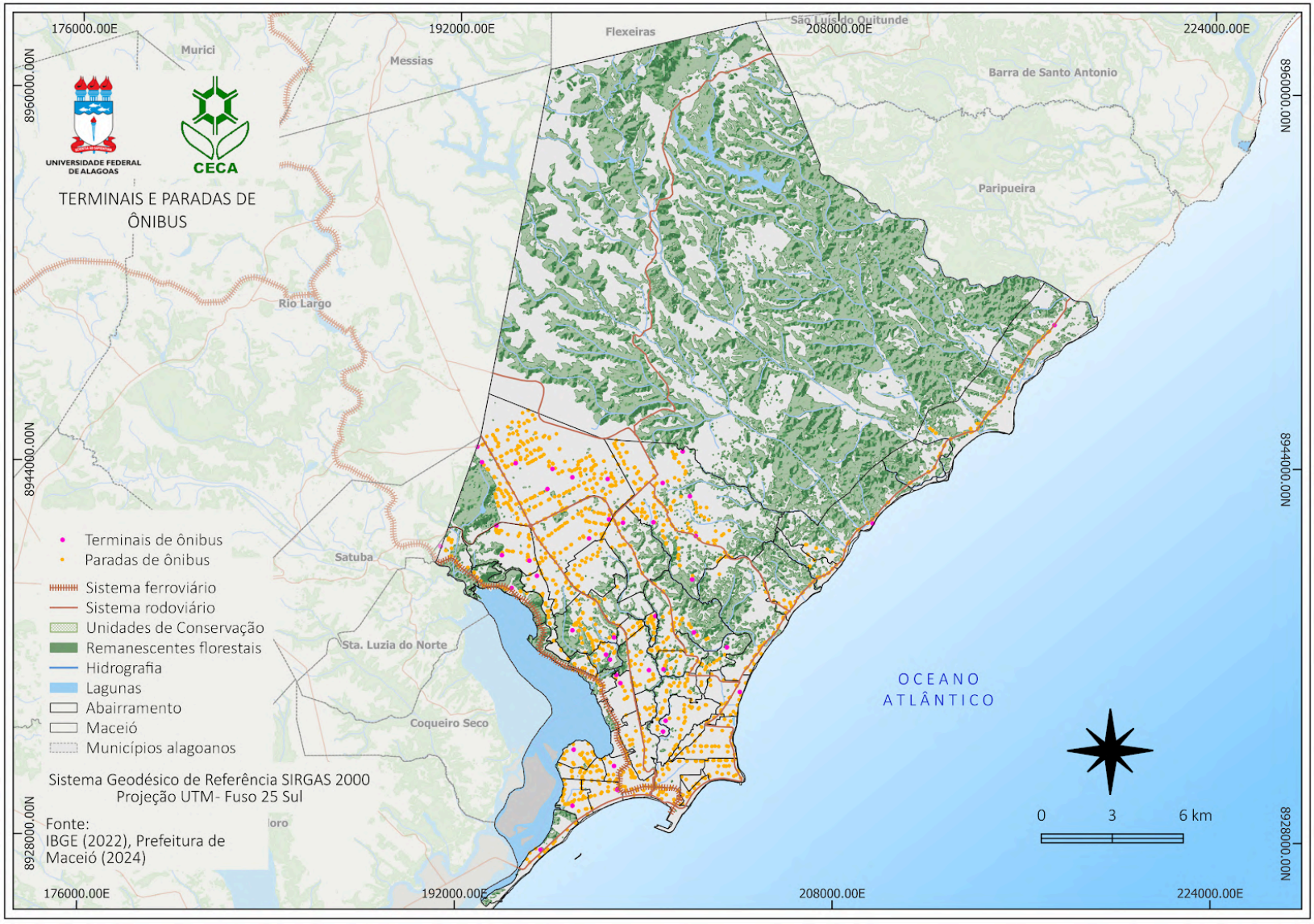
Fonte: Autora, 2024.

Figura 32: Distâncias dos equipamentos de lazer de Maceió.



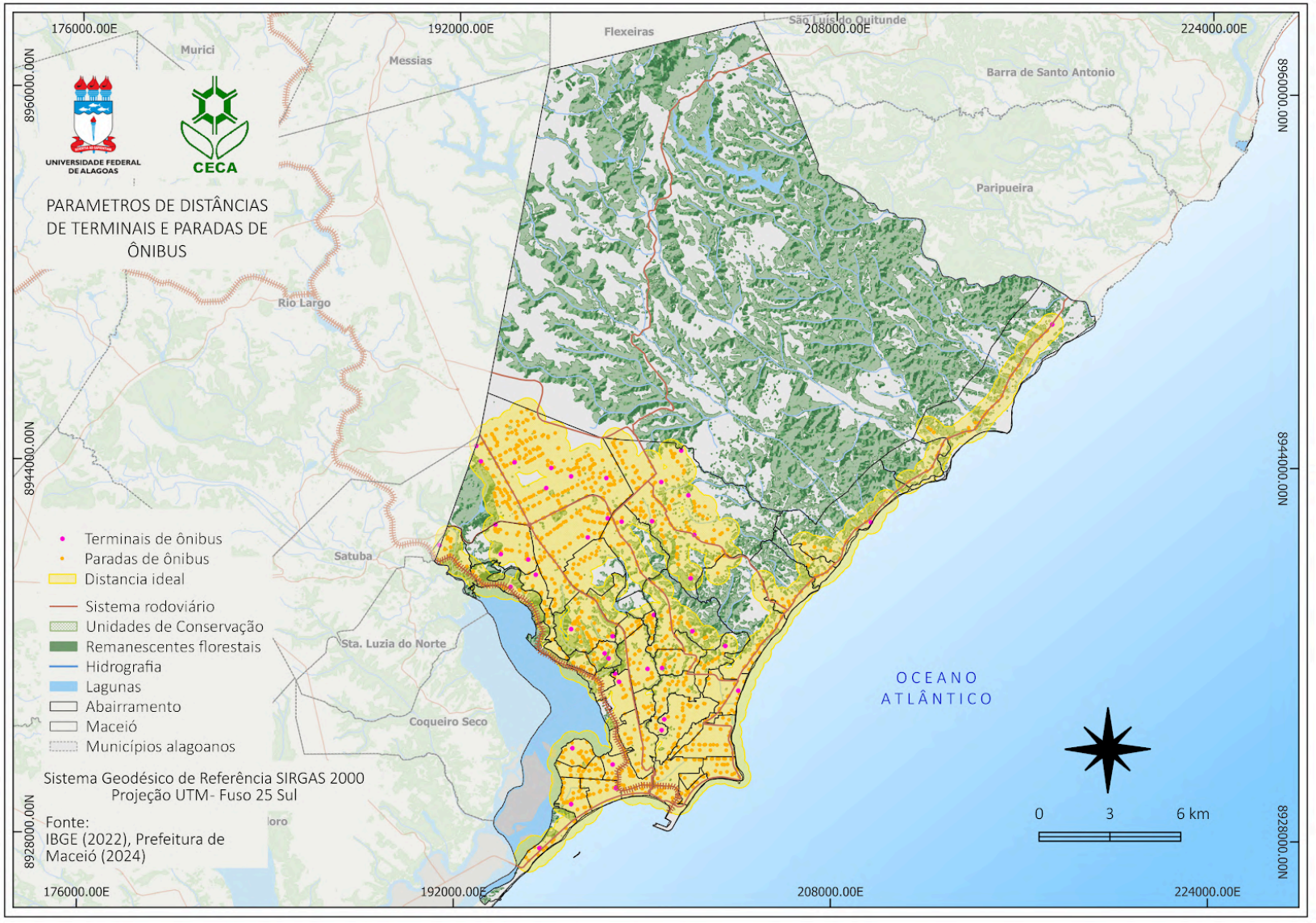
Fonte: Autora, 2024.

Figura 33: Terminais e paradas de ônibus de Maceió.



Fonte: Autora, 2024.

Figura 34: Distâncias dos terminais e paradas de ônibus de Maceió.



Fonte: Autora, 2024.

4.4.2 Cruzamento de dados de equipamentos e de restrições para a proposição

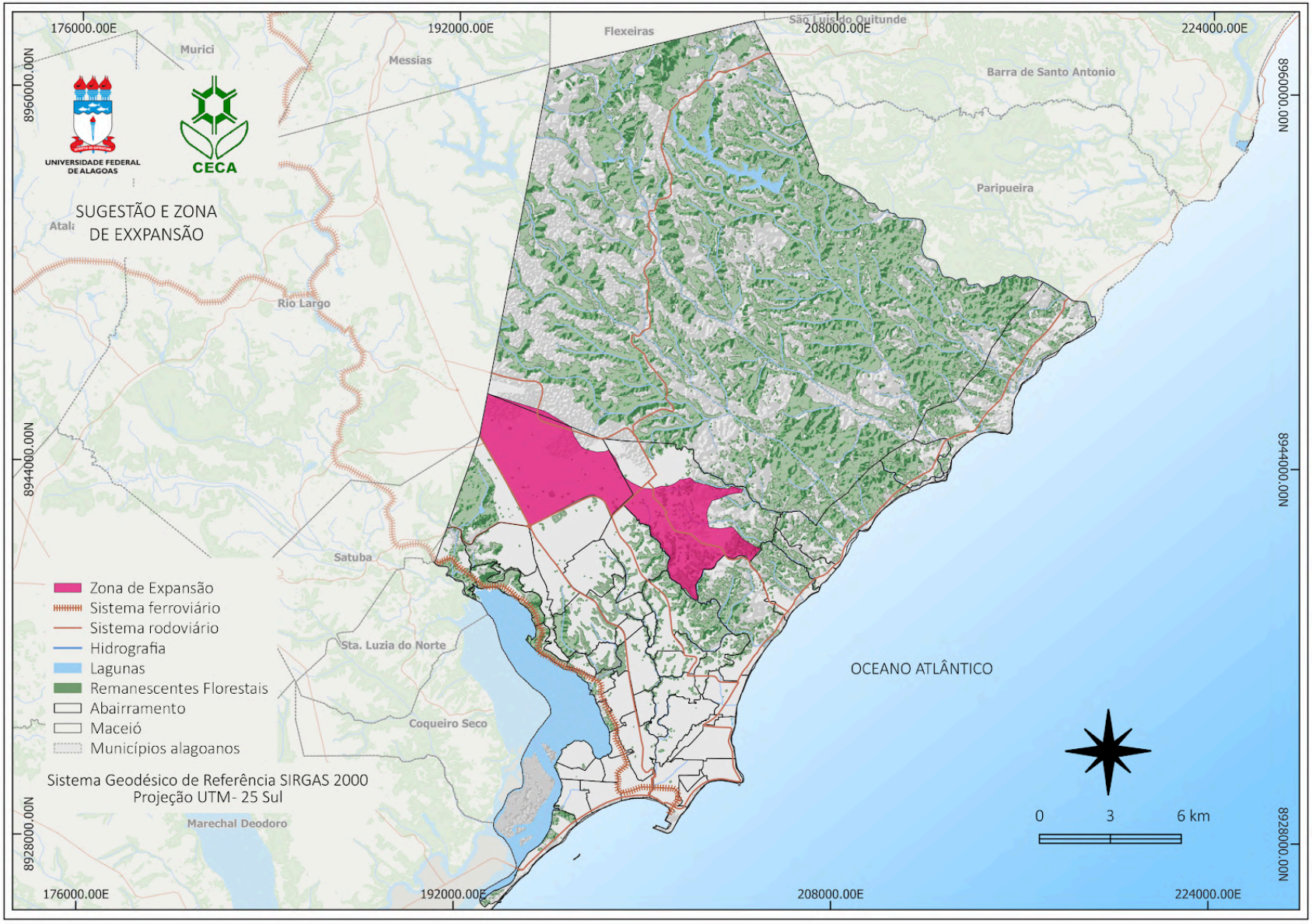
Após a realização das análises detalhadas dos aspectos ambientais, urbanos e geodinâmicos, e considerando a infraestrutura existente, foi possível identificar as áreas com maior propensão à urbanização no município de Maceió. A delimitação da zona de expansão teve o objetivo de integrar esses elementos, respeitando as restrições de uso e ocupação do solo e considerando a necessidade de preservação ambiental. A área identificada apresenta relevo plano, com declividade entre 0% e 3%, além de não possuir riscos de deslizamentos ou inundações.

Dentro das restrições legais vigentes para o município, não há impedimentos que inviabilizem o uso e ocupação do solo. Embora existam algumas nascentes e Áreas de Preservação Permanente (APPs), essas não impõem limitações significativas à urbanização, sendo possível integrá-las ao planejamento urbano. Além disso, a área delimitada inclui 7,45 km² de vazios urbanos, o que corresponde a 33,55% da sua extensão total, reforçando seu potencial para a expansão planejada e sustentável da cidade.

Ao observar a Figura 28, nota-se que existem áreas remanescentes para expansão nos bairros de Benedito Bentes e Cidade Universitária. No entanto, trata-se de espaços reduzidos, que restam após a aplicação de critérios técnicos e restritivos de uso e ocupação do solo. Embora essas regiões ainda ofereçam alguma capacidade de crescimento, a disponibilidade é limitada, exigindo um planejamento cuidadoso para garantir que a urbanização ocorra de forma ordenada e sustentável, respeitando as condições naturais e a infraestrutura existente.

Embora haja áreas propensas à urbanização também no litoral norte, a infraestrutura existente no município está mais concentrada nas regiões altas da cidade. Além disso, essa área possui uma maior disponibilidade de terrenos vazios, o que a torna mais favorável para a expansão urbana. Por outro lado, a região norte enfrenta diversas restrições à ocupação e conta com pouca infraestrutura.

Figura 35: Sugestão da Zona de Expansão.



Fonte: Autora, 2024.

5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Possuir dados de planejamento urbano é importante de modo geral, por meio das informações levantadas e processadas, os gestores conseguem tomar decisões mais assertivas sobre o planejamento territorial, promovendo um crescimento urbano sustentável e adequado às condições específicas do território. Com isso, a disponibilização dos dados que na sua maioria são públicos são de extrema importância para diversos âmbitos, não apenas o do planejamento urbano.

Foi importante evidenciar a defasagem de documentos de política pública que Maceió possui, documentos que são essenciais para o ordenamento territorial de Maceió. Um deles é o Plano Diretor e o Código de Urbanismo que não são revisados há quase duas décadas, esses são documentos “base” no município de Maceió. A ausência de revisões periódicas desses documentos compromete a capacidade de planejamento adequado da cidade e resulta em um crescimento desordenado, com a ocupação de áreas inadequadas e de risco, como encostas com alta declividade e regiões suscetíveis a inundações

A pesquisa conseguiu captar pontos sobre o município de Maceió, na perspectiva do seu principal objetivo de mapear e identificar as áreas da que estão sujeitas a condições restritivas de uso e ocupação do solo, considerando fatores ambientais, geodinâmicos e urbanos. Através das análises realizadas, constatou-se que Maceió, apesar de sua intensa expansão urbana ao longo das últimas décadas, ainda apresenta áreas propensas à urbanização, mas que exigem cuidados específicos devido às suas características físicas e ambientais.

O Mapa de Propensão à Urbanização destacou áreas com potencial para expansão controlada, onde o crescimento pode ocorrer de forma planejada, respeitando as diretrizes legais e as condições naturais da cidade. Com isso, é importante afirmar que há margens para crescimento em Maceió, porém bem restritos, portanto, utilizar dos vazios urbanos presentes no município é de grande valor econômico e sustentável para a cidade.

A identificação de áreas de preservação permanente, de nascentes e rios, áreas de risco geológico e a consideração das declividades demonstram a complexidade do território e a necessidade de integrar tais variáveis no processo de urbanização. Porém, as dificuldades surgiram em relação à obtenção de dados

atualizados, especialmente em relação à preservação dos rios e das áreas de nascentes, destacou uma lacuna importante no acesso a informações vetoriais e geoespaciais precisas. Esse problema foi parcialmente contornado através de análises indiretas, como a medição de larguras de corpos d'água com base em imagens de satélite. Ainda assim, há uma necessidade urgente de atualização e padronização dos bancos de dados geográficos disponíveis, tanto em nível local quanto nacional, para subsidiar estudos como este com maior eficiência.

Com os resultados obtidos é importante reforçar sobre a necessidade de um planejamento urbano integrado no quesito dos aspectos físicos e dinâmicos, em conjunto com a implementação de políticas públicas voltadas para a sustentabilidade que podem, de fato, ajudar a cidade de Maceió a mitigar os impactos negativos da urbanização desordenada, ao mesmo tempo em que promove um crescimento mais harmonioso.

Como perspectiva futura, salienta-se a criação de um sistema de monitoramento contínuo das áreas já urbanizadas e das novas zonas identificadas como propensas à urbanização é essencial para garantir que o desenvolvimento ocorra de maneira controlada. Outro aspecto importante seria a realização de estudos adicionais sobre as áreas periféricas, especialmente aquelas onde ocorrem aglomerados subnormais, de forma a garantir que o desenvolvimento urbano se dê de forma inclusiva e sem comprometer as populações mais vulneráveis.

Por fim, a aplicação dos produtos cartográficos gerados pode ser uma ferramenta valiosa para os gestores municipais e planejadores urbanos, auxiliando-os na tomada de decisões que priorizem o desenvolvimento sustentável e a preservação dos recursos naturais. E os produtos não apenas contribuem para o avanço do conhecimento técnico-científico, mas também buscam ser um instrumento de transformação social, colaborando para que o crescimento urbano em Maceió ocorra de maneira mais responsável e planejada.

6 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Impacto da Gestão de Resíduos Sólidos na Saúde Pública**. Brasília, 2005.

ALBERTI, M. **The effects of urban patterns on ecosystem function**. International Regional Science Review, 2005.

AMORIM, Raul Reis; OLIVEIRA, Regina Célia. **Zoneamento ambiental: subsídio ao planejamento no uso e ocupação das terras da Costa do Descobrimento.** Mercator – Revista de Geografia da UFC, v. 12, n. 29, p. 211-231, 2013.

AUGÉ, Marc**. Não lugares: Introdução a uma antropologia da supermodernidade.** Campinas: Papirus, 1994.

BARCELLOS, T. M. **Região Metropolitana de Porto Alegre: expansão urbana e dinâmica imobiliária nos anos 90**. Indicadores Econômicos FEE, v. 32, n. 1, p. 65-90, 2004.

BRAU, L.; MERCE, M.; TARRAGO, M. ***Manual de urbanismo.*** Barcelona: LEUMT, 1980.

BRETERNITZ, Vivaldo José. **Sistemas de informações geográficas.** Revista Análise, v. 2, n. 4, p. 37-48, 2001.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Plano Nacional de Mobilidade Urbana - PNMU**. Brasília, 2012. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/mobilidade-e-servicos-urbanos/mobilidade-urbana/planmob. Acesso em: 15 ago. 2024.

BRITO, F.; HORTA, C. **A urbanização recente no Brasil e as aglomerações metropolitanas.** Cedeplar – IUSSP, 2002.

BRITO, Fausto; SOUZA, Joseane de. **Expansão urbana nas grandes metrópoles: o significado das migrações intrametropolitanas e da mobilidade pendular na reprodução da pobreza**. São Paulo em Perspectiva, v. 19, p. 48-63, 2005.

BURROUGH, P. A.; MCDONNELL, R. A. **Principles of Geographical Information Systems.** New York: Oxford University Press, 1998.

CADAVID GARCÍA, E. A. **Zoneamento agroecológico e sócio-econômico da bacia hidrográfica brasileira do Rio Paraguai: uma abordagem numérica preliminar.** Corumbá: Embrapa-CPAP, 1991. 65 p.

CALVINO, I. **As cidades invisíveis.** Trad. Diogo Mainardi. Rio de Janeiro: O Globo; São Paulo: Folha de São Paulo, 2003.

CORRÊA, R. L. **O espaço urbano**. In: Caderno de Geografia, 1995. p. 1-16.

COSTA, H. S. de M.; BRAGA, T. M. **Entre a conciliação e o conflito: dilemas para o planejamento e a gestão urbana e ambiental.** In: X SEMINÁRIO SOBRE A ECONOMIA MINEIRA, 2002. 24 p. (Mimeo).

COSTA, H. S. M. **Processos recentes de expansão metropolitana e implicações sócioambientais: a experiência de Belo Horizonte.** VI Encuentro de Geógrafos de América Latina, 2005.

COSTA, H. S. de M. **Planejamento ambiental: teoria e prática.** São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

CORREIA FILHO, W. L. F.; SANTIAGO, D. B.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. F.; SILVA JÚNIOR, C. A. **Impact of urban decadal advance on land use and land cover and surface temperature in the city of Maceió, Brazil.** Land Use Policy, v. 87, p. 1-11, 2019.

CUNHA, F. J. S. et al. **A cidade e os equipamentos urbanos: análise do planejamento das infraestruturas existentes nos bairros Pôr do Sol e Honório Fraga na cidade de Colatina, ES**.

DORNELES, Ana Cláudia Bertoglio. **O zoneamento e sua importância como um instrumento de planejamento urbano.** Cadernos da Escola de Direito, n. 13, 2010.

DUARTE, Adriana Guimarães; ALMEIDA, Eveline Maria Athayde. **Fragmentos da memória: a evolução urbana nos 200 anos de história em Maceió, Alagoas.** Temas da Diversidade: Experiências e Práticas de Pesquisa, p. 334-347, 2021.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FIDALGO, E. C. C. **Critérios para a análise de métodos e indicadores ambientais usados na etapa de diagnósticos de planejamentos ambientais.** 2003. 249 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

FERREIRA, João Sette Whitaker. **A cidade para poucos: breve história da propriedade urbana no Brasil.** *S*impósio Interfaces das Representações Urbanas em Tempos de Globalização, v. 1, 2005.

FERREIRA, Nilson Clementino. **Apostila de sistema de informações geográficas.** Goiânia: Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás, 2006.

GRIMM, N. B. et al. **Global change and the ecology of cities.** Science, v. 319, p. 756-760, 2008.

GROSTEIN, M. D. **Metrópole e expansão urbana: a persistência de processos "insustentáveis"**. São Paulo Perspectiva, v. 15, n. 1, p. 13-19, 2001.

GUIMARÃES, Lisiane Silva. **Estudo integrado das áreas suscetíveis ao risco geológico-geotécnico e aos impactos das atividades do sistema urbano no Morro da Cruz, Porto Alegre, RS.** Salão de Iniciação Científica, 15, 2003. Porto Alegre: UFRGS, 2003.

HUBNER, C. E.; OLIVEIRA, F. H. **Gestão da geoinformação em implementações multiusuários**. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, 2008. Florianópolis: UFSC, 2008. Anais... Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, p. 1-10.

HULL, D. L. **Central subjects and historical narratives.** History and Theory, v. 14, p. 253-274, 1976.

JAPIASSÚ, Luana Andressa Teixeira; LINS, Regina Dulce Barbosa. **As diferentes formas de expansão urbana.** Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, v. 2, n. 13, 2014.

JAPIASSÚ, Luana Andressa Teixeira et al. **Expansão urbana de Maceió, Alagoas: caracterização do processo de crescimento territorial urbano em face do plano de desenvolvimento - de 1980 a 2000**. 2015.

MARTINS, Hilton; SILVEIRA NETO, Raul da Mota. **A inserção do migrante rural no mercado de trabalho urbano no Brasil: uma análise empírica da importância dos setores informal e formal.** Estudos Econômicos (São Paulo), v. 42, n. 4, p. 731-771, 2012.

MARICATO, E.; COLOSSO, P.; COMARÚ, F. D. A. **Um projeto para as cidades brasileiras e o lugar da saúde pública.** Saúde em Debate, v. 42, p. 199-211, 2018.

MENESES, Silla Bonfim. Uso do geoprocessamento como ferramenta de análise territorial: mapa da evolução urbana do bairro do Acupe de Brotas–Salvador/BA. 2018.

MILARÉ, E. **Direito do ambiente: doutrina, jurisprudência, glossário.** 3. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2004. 1119 p.

MUCELIN, Carlos Alberto; BELLINI, Marta. **O ecossistema urbano: percepção e determinados.** Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia, v. 1, n. 1, p. 16-22, 2010.

NASCIMENTO, E.; MATIAS, L. F. **Expansão urbana e desigualdade socioespacial: uma análise da cidade de Ponta Grossa (PR)**. RA´E GA – O Espaço Geográfico em Análise, n. 23, p. 65-97, 2011.

PARENTE, Dênis Cardoso. Uso do geoprocessamento no planejamento urbano: identificação de áreas críticas de alagamento na área urbana de Palmas–TO. 2024.

PASSINI, Elza Yasuko; ALMEIDA, Rosângela Doin. **O espaço geográfico: ensino e representação.** 13. ed. São Paulo: Contexto, 2004.

PICKETT, S. T. A. et al. U**rban ecological systems: linking terrestrial ecological, physical, and socioeconomic components of metropolitan areas.** Annual Review of Ecology and Systematics, 2001.

ROBBI, Claudia. **Sistema para visualização de informações cartográficas para planejamento urbano.** São José dos Campos, 2000.

ROLNIK, R. **Guerra dos Lugares: A Colonização da Terra e da Moradia na Era das Finanças.** São Paulo: Boitempo Editorial, 2015.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: Teoria e Prática.** São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2002.

SANTOS, Mariana Rodrigues Ribeiro dos; RANIERI, Victor Eduardo Lima. **Critérios para análise do zoneamento ambiental como instrumento de planejamento e ordenamento territorial.** Ambiente & Sociedade, v. 16, p. 43-60, 2013.

SANTORO, P. F. **Planejar a expansão urbana: dilemas e perspectivas.** Tese de Doutorado – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo, São Paulo, 2012.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Relatório de Estabilidade das Áreas de Subsistência em Maceió.** 2019.

SILVA, J. D. S. V.; DOS SANTOS, Rozely Ferreira. **Zoneamento para planejamento ambiental: vantagens e restrições de métodos e técnicas**. 2004.

SOUZA, M. L. **Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

VILLAÇA, Flávio. **Espaço Intraurbano no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

VILLAÇA, Flávio. **O Urbanismo no Brasil: Cultura e Ações Públicas.** São Paulo: Studio Nobel, 1999.

WACQUANT, Loïc. **As prisões da miséria**. Rio de Janeiro: Revan, 2000.