



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS
Departamento de Matemática e Informática

Trabalho de Licenciatura em
Ciências de Informação Geografia

**Desenvolvimento de um WebSIG para Apoio na Venda,
Compra e Arrendamento de Imóveis**
Estudo de Caso: Cidade da Maputo

Autora: Jennifer da Virgínia Eugénio Bié

Maputo, Dezembro de 2025



UNIVERSIDADE
EDUARDO
MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS

Departamento de Matemática e Informática

Trabalho de Licenciatura em
Ciências de Informação Geografia

**Desenvolvimento de um WebSIG para Apoio na Venda,
Compra e Arrendamento de Imóveis**
Estudo de Caso: Cidade da Maputo

Autora: Jennifer da Virgínia Eugénio Bié

Supervisor: Lic, Francesse Bacião ,UEM

Maputo, Dezembro de 2025

Dedicatória

Dedico este trabalho à minha família, cujo apoio incondicional emocional e financeiro foi o alicerce que me permitiu chegar até aqui. Aos meus pais, Eulália Stoe e Eugénio Tĩnganane Bié, direciono minha eterna gratidão por acreditarem em mim mesmo nos momentos mais desafiadores, e por terem feito todos os sacrifícios necessários para que eu pudesse concluir esta jornada académica.

À minha família extensa, irmãos, tios ,optimos, que me encorajaram mesmo à distância, o meu reconhecimento pelo carinho e incentivo constante.

Por fim, dedico esta conquista a todos aqueles que, de forma directa ou indirecta, contribuíram para a realização deste sonho. Que o resultado deste trabalho honre a confiança que depositaram em mim.

Declaração de Honra

Eu, Jennifer da Virgínia Eugénio Bié, declaro por minha honra que o presente Trabalho de Licenciatura é resultado da minha investigação e que o processo foi concebido para ser submetido apenas para a obtenção do grau de Licenciado em Ciências de Informação Geográfica, na Faculdade de Ciências da Universidade Eduardo Mondlane.

(Jennifer da Virgínia Eugénio Bié)

Agradecimentos

Antes de tudo, elevo meus agradecimentos a Deus Todo-Poderoso, minha fonte de força e sabedoria, que atendeu minhas orações e me guiou como um sistema de navegação divino em cada etapa deste caminho. Sua graça foi o datum celestial que orientou todos os meus passos.

À Universidade Eduardo Mondlane, agradeço por fornecer as camadas base do conhecimento que sustentaram esta pesquisa.

Ao meu orientador, Docente Francesse Bação, minha gratidão pela orientação georreferenciada e por ajudar a mapear o melhor caminho metodológico para este trabalho.

À minha família, especialmente aos meus pais Eulália Stoe e Eugénio Tinganane Bié, obrigada por serem minha camada vetorial de sustentação.

Ao meu parceiro Fernando Gomes, obrigada por seres meu ponto de controle emocional e por ajudares a suavizar os momentos mais desafiadores.

Aos meus colegas Grit Macamo, Jéssica de Abreu, António Macarringue e Hafulasia Cuambe obrigada pela sobreposição de ideias e pelo *buffer* de apoio durante esta jornada académica.

Que este trabalho sirva como modelo digital de gratidão e contribuição para o desenvolvimento urbano de Maputo.

Resumo

Este trabalho tem como objectivo desenvolver uma plataforma web de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para auxiliar na análise e selecção de imóveis no mercado imobiliário de Maputo, utilizando métodos de análise multicritério (AMC). A ferramenta visa oferecer suporte a compradores, vendedores e investidores, permitindo a avaliação de propriedades com base em critérios como localização, acessibilidade, proximidade a serviços essenciais e riscos ambientais, incluindo áreas susceptíveis a inundações.

A plataforma foi desenvolvida com uma abordagem que combina tecnologias modernas de geoprocessamento e desenvolvimento *web*. Para a interface do usuário, foram utilizadas tecnologias *frontend* como *HTML*, *CSS* e *JavaScript*, garantindo uma experiência interativa e responsiva. O *backend* foi implementado em *Python*, com o *framework Flask* para integração entre servidor e cliente, além de bibliotecas como *GeoPandas* e *Shapely* para manipulação de dados espaciais.

Os resultados demonstram que a plataforma desenvolvida é capaz de auxiliar usuários na identificação de imóveis adequados às suas necessidades, reduzindo a complexidade na tomada de decisões. Além disso, a ferramenta pode ser utilizada por gestores urbanos para análises espaciais mais amplas, contribuindo para um planeamento territorial mais eficiente em Maputo. Este trabalho evidencia o potencial dos SIGs e da AMC na optimização de processos imobiliários, oferecendo uma solução prática e acessível para o mercado moçambicano.

Palavras-chave: Análise Multicritério, Mercado Imobiliário, WebSIG.

Abreviaturas

AMC	Análise Multicritério
API	Interface de Programação de Aplicações (<i>Application Programming Interface</i>)
BD	Base de Dados
CAHF	Centro para o Financiamento de Habitação Acessível em África
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
FSD	Desenvolvimento do Sector Financeiro (<i>Financial Sector Deepening</i>)
HTML	<i>Hyper Text Markup Language</i>
INE	Instituto Nacional de Estatística
JS	<i>JavaScript</i>
OSMnx	<i>Open Street Map Network X</i>
SIG	Sistema de Informação Geográfica
UX	Experiência do Utilizador (<i>User Experience</i>)
WebSIG	Sistema de Informação Geográfica na Web
WWW	<i>World Wide Web</i>

Índice

Dedicatória.....	i
Declaração de Honra.....	ii
Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	iv
Abreviaturas.....	v
Lista de Figuras.....	ix
Lista de Tabelas.....	x
Introdução.....	1
1.1. Contextualização	1
1.2. Definição do problema.....	2
1.3. Relevância de Estudo.....	2
1.4. Motivação	3
1.5. Objectivos	4
1.5.1. Geral	4
1.5.2. Específicos	4
1.6. Descrição da Área de Estudo	5
1.6.1. Estrutura da População de acordo com o INE (2017)	6
1.6.2. Relevo de Maputo.....	6
1.6.3. Clima	7
1.6.4. Urbanização e Crescimento Populacional da Cidade de Maputo	7
1.6.5. Transportes e Vias de Acesso	8
Revisão de Literatura.....	10
2.1. Sistemas de Informação Geográfica (SIG).....	10
2.1.1. Estrutura de um SIG.....	10
2.1.2. Componentes de um SIG.....	11

2.1.3.	Modelos de Dados Espaciais	11
2.1.4.	Classificação dos SIG	13
2.2.	<i>Internet</i> e os SIG	14
2.2.1.	Vantagens da integração <i>Internet</i> -SIG	16
2.2.2.	Desafios actuais	16
2.2.3.	Tendências futuras	16
2.3.	Tecnologias WebSIG.....	16
2.4.	Estrutura Espacial Urbana	17
2.4.1.	Zonas Urbanas Funcionais	18
2.4.2.	Crescimento Urbano e Expansão	19
2.4.3.	Mobilidade e Acessibilidade	20
2.4.4.	Fragmentação Urbana e Desigualdade Espacial.....	20
2.4.5.	Planeamento Urbano e Sustentabilidade	20
2.5.	Mercado Imobiliário e a Dinâmica Habitacional.....	20
2.5.1.	Indicadores para a escolha de imovel para Habitação.....	21
	Material e Métodos	24
3.1.	Material Usado	24
3.1.1.	Descrição dos dados.....	24
3.1.2.	Fontes de Dados e Consultas Realizadas	24
3.1.3.	Descrição dos dados usados.....	25
4.1.	Ferramentas e Tecnologias Usadas	26
5.1.	Métodos	28
5.1.1.	Tipo de Pesquisa	29
5.1.2.	Procedimentos Computacionais Considerados	29
5.1.3.	Definição dos Critérios de Pesquisa.....	30
5.1.4.	Definição dos Parâmetros Espaciais	31
	Resultados e Discussão	33
6.1.	Resultados.....	33

6.1.1. Funcionalidades Implementadas.....	33
6.1.2. <i>Interface</i> e Visualização.....	34
Conclusões e Recomendações	41
7.1. Conclusão	41
7.2. Recomendações	42
Referências Bibliográficas	43
Anexos	46
Anexo 1 : Consultas <i>Overpass Turbo</i> para extração de dados geoespaciais	46

Lista de Figuras

Figura 1: Mapa de Localização	5
Figura 2: Estrutura de um SIG.....	11
Figura 3: Componentes de um sistema web e as suas relações	15
Figura 4: Fluxograma Metodológico.....	28
Figura 5: Fluxograma de procedimentos computacionais considerados	30
Figura 6: Página Inicial do WebSIG	35
Figura 7: Continuação da página inicial	35
Figura 8: Tela de Cadastro do Utilizador.....	36
Figura 9: Tela de Login.....	36
Figura 10: Tela de Pesquisa	37
Figura 11: Tela de Cadastro do Imóvel	38
Figura 12: Continuação da tela de Cadastro do Imóvel.....	38
Figura 13: Meus Imóveis	39
Figura 14: Resultado.....	39

Lista de Tabelas

Tabela 1: Vantagens e desvantagens dos modelos raster e vectorial.	12
Tabela 2: Classificação do SIG.....	13
Tabela 3: Principais avanços trazidos pela Internet aos SIG	15
Tabela 4: Vantagens e Desvantagens de um WebSIG.....	17
Tabela 5: Descrição dos Dados Espaciais usados	26
Tabela 6: Infra-estruturas computacionais usadas.....	27

Introdução

Neste capítulo é feita a introdução ao estudo, abordando-se o contexto, a relevância e os motivos que justificam a pesquisa. São definidos os objectivos e o problema que orienta o desenvolvimento do sistema proposto. Por fim, é apresentada a organização do trabalho.

1.1. Contextualização

Segundo Instituto Nacional de Estatística (2022) a Cidade de Maputo enfrenta um crescimento urbano acelerado, com uma taxa de urbanização de 3,8% ao ano, o que tem gerado pressões significativas no mercado imobiliário. Segundo Carrilho (2021), em estudo realizado pelo Centro para o Financiamento de Habitação Acessível em África (CAHF) em parceria com o Desenvolvimento do Sector Financeiro (FSD), existe uma forte procura por imóveis para arrendamento em Moçambique, ao mesmo tempo em que se verifica uma sub oferta de unidades residenciais decentes e acessíveis, evidenciando desequilíbrios estruturais no mercado imobiliário .

Neste contexto, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) destacam-se como ferramentas essenciais para a gestão territorial e imobiliária. Conforme destacado por (Longley, 2005), os SIG permitem a integração de dados espaciais e alfanuméricos, facilitando análises complexas que envolvem múltiplos critérios, como localização, acessibilidade e riscos ambientais. A aplicação de Análise Multicritério (AMC), conforme proposto por Malczewski (1999), torna-se particularmente relevante para o mercado imobiliário da Cidade de Maputo, pois possibilita a ponderação de factores específicos, como a proximidade a serviços essenciais e a exposição a inundações sazonais, que são críticos para a tomada de decisão.

Estudos recentes, como o de Daniel (2022), demonstram que plataformas WebSIG adaptadas a contextos urbanos africanos podem reduzir significativamente as assimetrias de informação no mercado imobiliário. A proposta de desenvolvimento do WebSIG para a compra, venda e arrendamento de imóveis alinha-se a essa tendência, propondo uma plataforma especializada para a Cidade de Maputo, que incorpora não apenas dados geoespaciais, mas também considerações legais e socioeconômicas locais. A ferramenta visa apoiar compradores, vendedores e gestores urbanos, oferecendo uma base transparente e actualizável para decisões mais informadas e sustentáveis.

1.2. Definição do problema

A escolha de um imóvel para residência ou investimento é um processo complexo, que envolve tanto factores objectivos como subjectivos, conforme destacado por (Vida, 2006). Na Cidade de Maputo, onde o mercado imobiliário enfrenta um crescimento acelerado e uma oferta limitada, esta decisão torna-se ainda mais desafiadora. As plataformas digitais existentes, embora úteis, apresentam limitações significativas como observa Dowling (2014), estas ferramentas focam-se principalmente nas características físicas dos imóveis, negligenciando aspectos cruciais do seu entorno, tais como acessibilidade, infraestruturas urbanas e riscos ambientais como pode observar nas plataformas OLX (link: <https://apkcombo.com/pt/olxmoz/com.olxmoz.olxmoz/>), CasaMoz (link: <https://casamozambique.co.mz/>), MzDeal (link: <https://www.mzdeal.co.mz/>).

Um problema central reside na falta de informações geoespaciais confiáveis e acessíveis, Daniel (2022) alerta que, actualmente, os compradores dependem excessivamente de mediadores imobiliários ou de visitas presenciais para obter dados sobre o contexto urbano onde um imóvel está inserido. Esta situação cria assimetrias de informação que podem levar a decisões pouco fundamentadas, especialmente em áreas com riscos específicos, como inundações ou falta de serviços básicos.

Adicionalmente, nota-se uma carência de ferramentas que permitam aos utilizadores ponderar, de forma personalizada, os múltiplos critérios envolvidos na escolha de um imóvel. Enquanto alguns compradores valorizam a proximidade a escolas e hospitais, outros priorizam o potencial de valorização ou a segurança do bairro. A ausência de um sistema que integre estas preferências com dados espaciais actualizados dificulta a comparação objectiva entre diferentes opções no mercado (Daniel, 2022).

A solução proposta visa colmatar estas lacunas, oferecendo aos utilizadores uma ferramenta robusta para decisões imobiliárias mais informadas e adaptadas às suas necessidades específicas no contexto da Cidade de Maputo.

1.3. Relevância de Estudo

A presente investigação assume particular relevância no contexto moçambicano, onde os desafios do crescimento urbano acelerado exigem soluções inovadoras para o sector imobiliário. Segundo o INE (2022) a Cidade de Maputo apresenta uma taxa de urbanização de 3,8% ao ano, superior à média nacional, criando pressões significativas no mercado habitacional. Esta realidade é corroborada por Nhantumbo (2022), que identifica uma lacuna tecnológica em ferramentas de apoio à decisão imobiliária adaptadas ao contexto africano.

Do ponto de vista teórico-metodológico, o estudo enquadra-se nos recentes avanços da integração entre Sistemas de Informação Geográfica e análise multicritério, seguindo os fundamentos estabelecidos por

Malczewski (1999) e aprofundados por Angel (2021). Como demonstrado por Graham e Marvin (2024), esta abordagem combinada permite superar as limitações das análises unidimensionais tradicionais, oferecendo uma perspectiva mais abrangente para avaliações imobiliárias complexas.

A dimensão prática da investigação justifica-se pela necessidade identificada por Daniel (2022) de ferramentas que reduzam as assimetrias de informação no mercado imobiliário de Maputo.

A relevância social da plataforma proposta manifesta-se no seu potencial para democratizar o acesso à informação, conforme defendido pela (UN-Habitat, 2013) nos seus princípios de governança urbana transparente. Tal como destacam Longley *et al* (2005), soluções WebSIG acessíveis podem empoderar diversos factores sociais, desde cidadãos comuns a gestores urbanos, na tomada de decisões mais informadas.

No âmbito económico, este estudo alinha-se com as recomendações do Banco Mundial (2020) para modernização do sector imobiliário em países em desenvolvimento. Como demonstrado por (Dowling, 2014) em contextos similares, a disponibilização de ferramentas analíticas avançadas pode reduzir custos de transacção em até 25% e aumentar a eficiência do mercado.

1.4. Motivação

A cidade de Maputo tem enfrentado um crescimento urbano acelerado e, muitas vezes, desordenado, o que tem exercido pressão sobre as infraestruturas existentes e agravado os desafios no sector imobiliário. A procura por habitação tem aumentado, mas o mercado local continua marcado pela informalidade, pouca transparência e escassez de dados fiáveis sobre as propriedades disponíveis. Segundo Nhantumbo e Selemene (2022), a ausência de sistemas integrados que combinem dados espaciais e informações do mercado dificulta uma avaliação objectiva e eficiente dos imóveis em Maputo.

Neste contexto, a motivação desta pesquisa surge da necessidade prática de superar as limitações das plataformas imobiliárias existentes, que frequentemente apresentam informações desactualizadas ou incompletas sobre os imóveis e o ambiente urbano onde se inserem (Daniel, 2022). Além disso, pretende-se oferecer uma solução acessível que permita a diferentes utilizadores desde compradores individuais até gestores urbanos realizarem análises integradas com base em múltiplos critérios, seguindo os princípios da análise espacial multicritério propostos por (Malczewski, 1999). A investigação também busca contribuir para a modernização do sector imobiliário em Moçambique, alinhando-se às recomendações do Banco Mundial (2020), que destaca a importância da transparência e da digitalização dos mercados africanos. Como demonstrado por Silva e Mondlane (2023), ferramentas baseadas em SIG podem reduzir em até 30% o tempo necessário para avaliações imobiliárias em contextos urbanos complexos, como é o caso da cidade de Maputo.

1.5. Objectivos

1.5.1. Geral

Desenvolver um Sistema de Informação Geográfica Web (WebSIG) para apoiar na escolha de imovel para a venda, compra e arrendamento de imóveis na Cidade de Maputo.

1.5.2. Específicos

- Colectar dados espaciais sobre infra-estruturas básicas da Cidade de Maputo utilizando a ferramenta Overpass Turbo, de modo a estruturar visando apoiar a análise de adequação de imóveis.
- Definir critérios de avaliação para selecção de imóveis com base em análise espacial multicritério permitindo que o utilizador estabeleça as suas preferências na procura de imóveis.
- Integrar dados espaciais para permitir análise geográfica de imoveis.

1.6. Descrição da Área de Estudo

A Cidade de Maputo localiza-se na costa sudoeste do país, a área encontra-se aproximadamente entre os seguintes limites geográficos aproximados:

- **Extremo Norte:** 25°49'08" S, 32°36'54" E
- **Extremo Sul:** 25°58'00" S, 32°36'54" E
- **Extremo Oeste:** 25°53'00" S, 32°31'14" E
- **Extremo Este:** 25°53'00" S, 32°41'94" E

A cidade cobre cerca de 347 km² e faz fronteira com Marracuene a norte, Matutuine a sul, Cidade da Matola a oeste e a este com o Oceano Índico.

A cidade possui clima tropical húmido, com estação chuvosa entre novembro e março, temperaturas médias anuais entre 18°C e 30°C, e topografia predominantemente plana, especialmente nas zonas costeiras. Esta morfologia, aliada à urbanização acelerada e infraestruturas deficitárias, contribui para a ocorrência frequente de inundações durante a época das chuvas (Plano Estrutural da Cidade de Maputo, 2015).

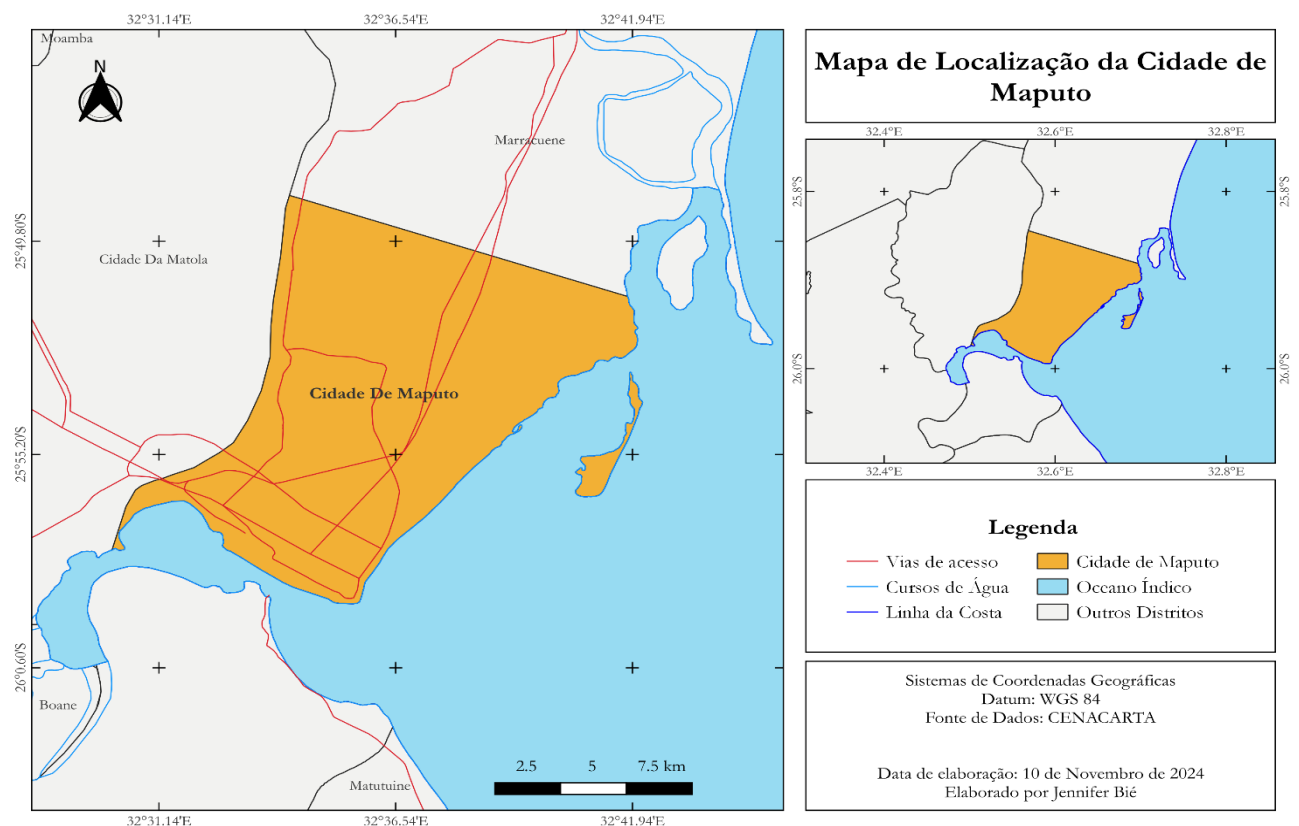


Figura 1: Mapa de Localização

1.6.1. Estrutura da População de acordo com o INE (2017)

A população da Cidade de Maputo tem experimentado um crescimento acelerado, caracterizando-se por uma estrutura demográfica jovem e uma alta densidade populacional, a cidade abriga uma população superior a 1,1 milhão de habitantes, com uma taxa de urbanização em constante crescimento, impulsionada por migrantes provenientes de outras regiões de Moçambique. O perfil etário da população é predominantemente jovem, com uma grande proporção de habitantes abaixo dos 30 anos, reflexo da busca por melhores condições de vida e oportunidades de emprego na capital, a estrutura de gênero na cidade apresenta uma leve predominância de mulheres, um padrão comum nas grandes metrópoles.

Essa configuração populacional tem implicações directas no mercado imobiliário e no planeamento urbano, dado que uma população jovem tende a demandar não apenas habitação, mas também infraestrutura de suporte, como transportes e serviços públicos, o rápido crescimento urbano e as mudanças demográficas exigem uma abordagem estratégica para a gestão de recursos e para a construção de um mercado imobiliário mais acessível e sustentável .

1.6.2. Relevo de Maputo

Maputo apresenta uma topografia essencialmente plana, com pequenas variações no terreno. Localizada na costa sudoeste de Moçambique, a cidade está situada às margens da Baía de Maputo, o que caracteriza a região por um relevo de baixa altitude. A cidade não possui grandes elevações, com a maioria de suas áreas situando-se a nível do mar ou a até 80 metros de altitude. As zonas mais próximas à costa são predominantemente planas, com exceção de algumas áreas no interior, como a Polana Caniço e o bairro de Sommerschield, que apresentam colinas suaves (Noronha, 2010).

A geologia da região de Maputo é composta principalmente por sedimentos aluviais e depósitos de areia e argila, comuns em regiões costeiras. Essa composição do solo influencia a drenagem da cidade, particularmente durante a estação chuvosa, quando há risco de alagamentos nas áreas mais baixas (Verissimo & Almeida, 2015). O relevo suave de Maputo, aliado à sua localização costeira, expõe a cidade a problemas de erosão costeira e inundações, problemas que têm sido exacerbados por uma urbanização rápida e a escassez de infraestrutura adequadas (UN-Habitat, 2013).

Dada sua vulnerabilidade, o planeamento urbano em Maputo deve considerar as particularidades do relevo, especialmente ao desenvolver novas áreas residenciais ou comerciais, de modo a mitigar os riscos de desastres naturais e melhorar a gestão das águas pluviais (Verissimo & Almeida, 2015).

1.6.3. Clima

A Cidade Maputo apresenta um clima tropical húmido (Köppen: Aw), caracterizado por uma estação chuvosa bem definida, que vai de novembro a março, e uma estação seca de abril a outubro. Durante a estação chuvosa, a cidade recebe a maior parte das suas precipitações, com chuvas intensas e temperaturas elevadas, variando entre 22°C e 30°C. Esse período é marcado por uma alta humidade relativa do ar, que pode ultrapassar os 80%, o que contribui para uma sensação térmica mais quente (Santos & Gomes, 2018).

A estação seca, por outro lado, é mais amena, com temperaturas médias variando entre 15°C e 25°C, e a humidade relativa do ar diminui consideravelmente, tornando a cidade mais confortável para seus habitantes. As precipitações médias anuais ficam em torno de 1.100 mm, com uma concentração maior de chuvas nos meses de janeiro e fevereiro, quando os ciclones tropicais e frentes frias provenientes do Oceano Índico podem afectar a região (Santos & Gomes, 2018).

A localização costeira da Cidade de Maputo, aliada à sua baixa altitude, influencia directamente seu clima, resultando em temperaturas mais moderadas, em comparação com outras regiões do país. A cidade está sujeita a eventos climáticos extremos, como ciclones e tempestades tropicais, que têm se tornado mais frequentes devido às mudanças climáticas globais (IPCC, 2021). Esses eventos climáticos intensificam os riscos de inundações, especialmente nas áreas baixas da cidade.

O clima da Cidade de Maputo, com suas variações sazonais e riscos climáticos, impacta directamente a gestão urbana e o planeamento do uso do solo, sendo um factor crucial a ser considerado na escolha de locais para a construção de novos empreendimentos imobiliários (Santos & Gomes, 2018).

1.6.4. Urbanização e Crescimento Populacional da Cidade de Maputo

Segundo Chichava (2020) a Cidade de Maputo tem experienciado um crescimento urbano acelerado, impulsionado principalmente pela centralização de serviços administrativos, económicos e sociais, este crescimento é alimentado pela migração rural-urbana, com a população a procurar melhores condições de vida, emprego e acesso a infraestruturas básicas.

De acordo com dados do INE (2019), a população da cidade era de cerca de 1,1 milhão de habitantes em 2017, com uma taxa média de crescimento anual de aproximadamente 2,5%. Projeções recentes sugerem que este número já ultrapassa 1,1 milhão, reflectindo a contínua pressão sobre o espaço urbano e os serviços públicos.

Conforme descrito no Plano Estrutural da Cidade de Maputo (2020), este crescimento populacional tem impulsionado a expansão de bairros periféricos dentro da cidade, como Zimpeto, Mahotas, Magoanine e Inhagoia, muitas vezes de forma desordenada. A ocupação informal de áreas sem infraestrutura adequada tem contribuído para o agravamento de problemas sociais e ambientais, nomeadamente o défice habitacional e a exposição a riscos como inundações durante a época chuvosa.

Neste contexto, a utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) surge como uma ferramenta essencial para apoiar o planeamento urbano, permitindo a análise espacial de critérios relacionados à habitação, infraestrutura e riscos ambientais (Mavie, 2021).

1.6.5. Transportes e Vias de Acesso

Segundo o UN-Habitat (2013) a Cidade de Maputo, destaca-se como o principal centro econômico e administrativo do país, contando com uma rede de transporte essencial para sua dinâmica urbana. A infraestrutura de transporte inclui uma combinação de rodovias, sistemas de transporte público e vias de acesso que conectam os principais bairros e áreas periurbanas, as cidades africanas em crescimento enfrentam desafios significativos na provisão de sistemas de transporte eficientes, e Maputo não é exceção.

Segundo Jenkins (2000) as principais vias de acesso da Cidade de Maputo, como as avenidas Julius Nyerere, Eduardo Mondlane e Marginal, desempenham um papel central no tráfego urbano, essas avenidas conectam áreas residenciais, comerciais e industriais, facilitando o fluxo de mercadorias e pessoas. No entanto, a infraestrutura viária da cidade enfrenta problemas de congestionamento devido à crescente densidade populacional e ao aumento do número de veículos (Jenkins, 2000).

O sistema de transporte público é amplamente dominado por minibus (popularmente conhecidos como *chapas*), que são responsáveis por atender grande parte da demanda dos residentes. Embora sejam uma solução acessível, esses meios apresentam limitações em termos de capacidade, segurança e cobertura. Alternativamente, os serviços de táxi e plataformas digitais de transporte, como *Txe* e *Yookoo*, vêm ganhando espaço, oferecendo opções mais convenientes, embora acessíveis apenas a uma parcela da população.

As conexões entre Maputo e outras regiões do país são feitas principalmente pela EN1, que liga o sul ao norte de Moçambique, além da ponte Maputo-Katembe, uma estrutura recente que melhorou a acessibilidade às áreas do sul da cidade.

Portanto, enquanto o transporte em Maputo é vital para o funcionamento da cidade, os desafios relacionados à mobilidade urbana e à manutenção de infraestrutura viária apontam para a necessidade de melhorias no planeamento e na integração dos sistemas de transporte.

Revisão de Literatura

A revisão de literatura é o processo de busca, análise e descrição de um corpo do conhecimento em busca de resposta a uma pergunta específica. “Literatura” cobre todo o material relevante que é escrito sobre um tema: livros, artigos de periódicos, artigos de jornais, registos históricos, relatórios governamentais, teses e dissertações e outros tipos.

2.1. Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

O conceito de Sistema de Informação Geográfica (SIG) tem sido abordado por diferentes autores ao longo dos anos, refletindo uma evolução em suas definições e aplicações. Azemoy, Smith e Sicherman (1981) definem o SIG como um conjunto de funções automatizadas, que fornece aos profissionais, capacidades avançadas de armazenamento, acesso, manipulação e visualização de informação georreferenciada. Esta definição destaca as capacidades técnicas e operacionais do SIG, enfatizando a importância da automação e da manipulação de dados geográficos.

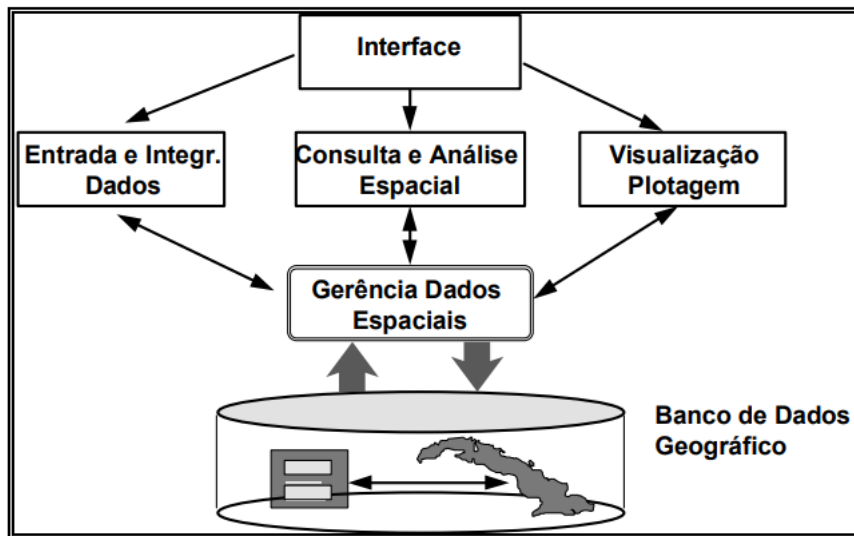
Alguns anos mais tarde, Koshkoriov (1989) simplifica e aprofunda a definição, referindo-se ao SIG como uma ferramenta com capacidades avançadas de modelação geográfica. Esta abordagem coloca ênfase na capacidade do SIG de realizar modelações complexas, o que amplia o seu uso na análise e simulação de fenômenos geográficos.

Por fim, Burrough e McDonnell (1998) oferecem uma definição mais abrangente e técnica, afirmando que a sigla SIG significa Sistema de Informação Geográfica, e que "os SIGs podem ser considerados uma das geotecnologias que se encontram dentro do ramo de actividades do geoprocessamento". Estes autores esclarecem que o SIG vai além de um software simples, sendo um sistema automatizado e operacional para coleta, armazenamento, manipulação e saída de dados cartográficos.

2.1.1. Estrutura de um SIG

Segundo Gilberto (2000), De uma forma simplificada um sistema de informações geográficas pode ser composto pelas seguintes camadas, como apresentado na figura abaixo.

Figura 2: Estrutura de um SIG.



Fonte: (Gilberto, 2000)

2.1.2. Componentes de um SIG

Os SIGs possuem, segundo Burrough (1988), três importantes componentes: equipamento computacional (*hardware*); um conjunto de módulos aplicativos (*software*); e um contexto organizacional apropriado. Estes três componentes necessitam estar balanceados para o sistema funcionar satisfatoriamente.

1. *Hardware*: CPU e periféricos, como monitor, scanner, plotter (impressora) etc.
2. *Software*: Conjunto de programas computacionais.
3. Contexto Organizacional: Estrutura da instituição para abrigar a filosofia de trabalho.

2.1.3. Modelos de Dados Espaciais

Modelos de dados espaciais são estruturas que representam e organizam informações geográficas de maneira a permitir a análise e a manipulação de dados espaciais em Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Esses modelos são essenciais para representar com precisão a realidade geográfica, facilitando a análise de fenômenos ambientais, urbanos, e de uso do solo, entre outros (Burrough & McDonnell, 1998).

Os principais modelos de dados espaciais são o **modelo vetorial** e o **modelo raster**, cada um adequado para diferentes tipos de dados e objetivos de análise. Além disso, existe a possibilidade de combinar esses dois modelos em modelos híbridos, permitindo uma abordagem mais completa da realidade geográfica.

➤ Modelo Vetorial

O modelo vetorial é baseado em objetos geométricos (pontos, linhas e polígonos) representados por coordenadas espaciais. Cada tipo de objeto no modelo vetorial possui uma representação única:

- **Pontos:** Representam localizações precisas, como estações meteorológicas ou pontos de interesse.
- **Linhas:** Usadas para representar objetos lineares, como rios ou ruas.
- **Polígonos:** Representam áreas, como zonas de cultivo ou limites urbanos.

Esse modelo é ideal para representar dados discretos, como limites de zonas de risco ou a rede de transportes de uma cidade. Sua principal vantagem é a alta precisão na representação da geometria dos objetos geográficos, sendo eficiente para análises espaciais que envolvem a proximidade, interseção ou distância (Longley, 2015).

➤ **Modelo Raster**

O modelo raster representa dados espaciais como uma grade de células (ou pixels), onde cada célula possui um valor associado que descreve uma característica do espaço. Esse modelo é particularmente útil para representar dados contínuos, como elevação do terreno, temperatura, ou uso do solo em grandes áreas.

O modelo raster é mais adequado para análises de dados que variam continuamente no espaço, como mapeamento de altitudes ou análise de cobertura do solo, e é frequentemente usado em imagens de satélite ou modelos digitais de terreno (Burrough & McDonnell, 1998) .

Tabela 1: Vantagens e desvantagens dos modelos raster e vetorial.

Modelo	Vantagens	Desvantagens
Vectorial	➤ Estrutura de dados compacta; ➤ Eficiência na análise de relacionamentos espaciais; ➤ Feições são representadas precisamente por pontos, linhas e polígonos;	➤ Estrutura complexa; ➤ Operações de superposição complexas; ➤ A representação de alta variabilidade espacial não é eficaz.

Matricial	➤ Estrutura de dados simples; ➤ Operações de superposição simples de serem implementadas; ➤ Fenómenos contínuos no espaço melhor representados;	➤ Estrutura de dados toma bastante espaço em memória; ➤ Dificuldade na associação de atributos a feições; ➤ O produto final pode não ser esteticamente agradável.
-----------	---	---

Fonte: (Carvalho & Santos, 2021)

2.1.4. Classificação dos SIG

Os SIG podem ser classificados de acordo com vários critérios desde as suas funcionalidades, até ao seu custo, dimensão, plataforma ou modelo de dados. As suas utilizações frequentemente lhes enquadram como sistemas de apoio à decisão e como sistemas de gestão. São pontos fortes dos SIG, a versatilidade de integração de diferentes formatos de imagem e vector dos principais produtores e a facilidade de construção do modelo vectorial, ligado à partilha de atributos extensíveis e a modelos de dados flexíveis (Caeiro, 2013).

Pestana (2001) propõe a classificação dos Sistemas de Informação Geográfica em três grupos distintos (Tabela 2), separados segundo o critério de requisitos de sistemas para o processo de desenvolvimento de Sistema de Informação Geográfica.

Tabela 2: Classificação do SIG.

Grupo	Objectivo
SIG para Suporte à Decisão	➤ Tipicamente usados em problemas de planeamento e gestão; ➤ Partilha muitas características dos sistemas de apoio à decisão; ➤ Requerem o desenvolvimento de ambientes especialmente adequados à resolução de problemas, em que a integração de muitos produtos informáticos e a criação de <i>interfaces</i> Homem-Máquina simples potentes se colocam como questões centrais; ➤ Destina-se a objectivos que não se encontram completamente definidos quando o sistema é criado.

SIG Operacionais	➤ Resolução de problemas bem definidos que ocorrem com carácter repetitivo; ➤ Caracterizam-se por suportar diversos tipos de funcionalidades, particularmente, para organização e armazenamento de dados e para obtenção de dados predefinidos; ➤ Solucionar problemas nas áreas de gestão e análise de redes de infraestruturas, de cadastro e registro de propriedades, etc.
SIG Operacionais com requisitos de tempo real	➤ Distinguem-se pelas frequentes alterações de dados e por envolverem muitas variáveis com características temporais fundamentais; ➤ Destinam-se a resolver problemas de carácter global e de monitoração de redes; ➤ Utiliza modelos complexos e base de dados volumosos, com recurso a alta tecnologia.

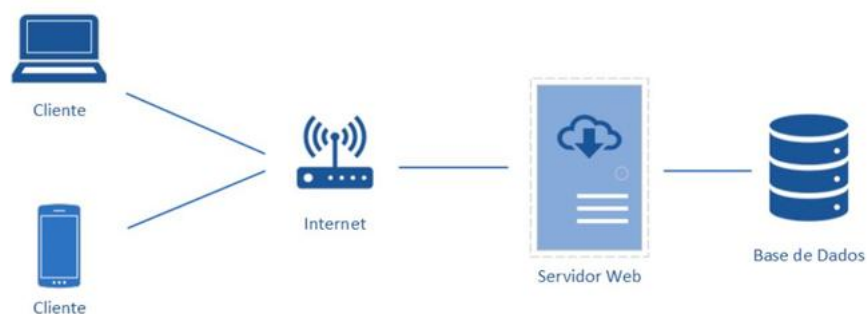
Fonte: (Pestana, 2001)

2.2. *Internet* e os SIG

A *World Wide Web* (www - Rede de Alcance Mundial) surgiu, nos finais da década de 80 do século XX, como um integrador da informação disponível na maior rede do mundo, chamada de *internet* que conecta computadores descentralizados a servidores independentemente das suas localizações (Gomes, 2012). Essa rede, muitas vezes chamado simplesmente de *Web*, é uma das múltiplas aplicações de rede da *internet*. Os documentos disponibilizados na *Web* estão normalmente em forma de texto, hipertexto, figuras, som ou vídeo. Para visualizar os documentos precisamos de um navegador (Correia, 2011). Um sistema web encontra-se dividido em diversas componentes (Figura 3). Essas componentes podem ser agrupadas em camadas individuais que segundo (Gomes, 2024) são:

- **Camada de apresentação:** Permite o utilizador interagir com o sistema, através da *interface* de utilizador;
- **Camada de aplicação:** Contém a lógica do sistema, estando representado na Figura 3 pelo servidor web. Esta camada é responsável por fazer o processamento dos dados necessários para o funcionamento da aplicação *web*. Serve também de intermediária entre a camada de apresentação e a camada de dados;
- **Camada de dados:** Responsável pelo armazenamento dos dados e pelo fornecimento dos mesmos sempre que são requisitados.

Figura 3: Componentes de um sistema web e as suas relações



Fonte: (Gomes, 2024).

A evolução da *Internet* transformou radicalmente a forma como os SIG são utilizados e acessados, criando novas possibilidades para a análise e visualização de dados geográficos. Segundo (Longley, 2015), a integração entre SIG e *Internet* deu origem aos *WebSIG* (SIG baseados na *web*), que permitem:

- Acesso democratizado a ferramentas de análise espacial
- Partilha em tempo real de dados georreferenciados
- Colaboração entre utilizadores em diferentes localizações

Tabela 3: Principais avanços trazidos pela *Internet* aos SIG

Inovação	Impacto	Exemplo
WebSIG	Disponibilização de ferramentas SIG via navegador <i>web</i>	Google Maps, ArcGIS Online
Serviços de Mapas <i>Web</i>	Padronização no acesso a dados base (<i>WMS</i> , <i>WFS</i>)	Padronização no acesso a dados base (<i>WMS</i> , <i>WFS</i>)

Computação em Nuvem	Processamento distribuído de grandes volumes de dados espaciais	<i>Google Earth Engine, ArcGIS Enterprise</i>
APIs de Mapeamento	Integração de funcionalidades SIG em outras aplicações <i>web</i>	<i>Leaflet, Mapbox GL JS</i>
Dados Abertos Espaciais	Disponibilização gratuita de dados geoespaciais de qualidade	GeoPortal do Governo de Moçambique

Fonte: (Caeiro, 2013)

2.2.1. Vantagens da integração *Internet-SIG*

De acordo com Caeiro (2013) as vantagens da integração *Internet-SIG* são:

- Redução de custos com infraestrutura local
- Actualização centralizada de dados espaciais
- Maior acessibilidade para utilizadores não especializados
- Possibilidade de criar mashups (aplicações que combinam múltiplas fontes)

2.2.2. Desafios actuais

De acordo com Gomes (2024) os desafios actuais são:

- Latência na rede: pode afectar o desempenho de aplicações que processam grandes datasets
- Segurança de dados: preocupações com a confidencialidade de informações sensíveis
- Dependência de conectividade: limitações em áreas com acesso *Internet* precário

2.2.3. Tendências futuras

De acordo com Gomes (2024) as tendências futuras são:

- Maior utilização de arquiteturas serverless
- Integração com IoT (*Internet* das Coisas) para coleta contínua de dados
- Avanços na visualização 3D em navegadores web
- Uso crescente de inteligência artificial para análise espacial automatizada

2.3. Tecnologias WebSIG

Podemos definir um *WebSIG*, como um sistema capaz de providenciar a observação e consulta de dados geográficos em suporte cartográfico através da internet (Caeiro, 2013). Indo mais a fundo, o termo “WebSIG” refere-se a aplicações que distribuem dados espaciais pelos utilizadores através de um navegador *Web*. Dependendo das capacidades do software utilizado, os utilizadores podem exibir, consultar e analisar dados geográficos através de uma *interface* disponível num navegador Web. O conceito

WebSIG tornou-se amplamente utilizado tanto por organizações públicas como privadas, porque é uma maneira relativamente barata de divulgação de dados espaciais e funcionalidades básicas de SIG. Um WebSIG é então constituído por cinco elementos chave: um cliente (Navegador de internet como Google Chrome, Internet Explore, *FireFox*, etc.), um servidor *Web* (*IIS*, *Apache*, etc.), uma linguagem de programação compatível, uma base de dados espacial e um servidor de mapas (Correia, 2011). Estes WebSIG têm evoluído ao longo dos tempos, acompanhando os avanços das tecnologias e por isso cada vez são mais utilizados. Assim, torna-se importante reconhecer as suas vantagens e desvantagens (Tabela 4).

Tabela 4: Vantagens e Desvantagens de um WebSIG

Aspecto	Vantagens	Desvantagens
Acesso	Disponível em qualquer dispositivo.	Requer conexão estável.
Custos	Menor investimento inicial.	Custos ocultos em soluções empresariais.
Dados	Actualização centralizada.	Risco de sobrecarga de servidores.
Usabilidade	<i>Interfaces</i> mais intuitivas.	Funcionalidades avançadas ainda complexas.

Fonte: (Correia, 2011)

2.4. Estrutura Espacial Urbana

A estrutura espacial urbana refere-se à organização física e funcional de uma cidade, incluindo a distribuição de diferentes actividades, como zonas residenciais, comerciais, industriais, e de serviços, além das infraestruturas de transporte, áreas verdes e espaços públicos. Essa organização espacial influencia directamente a qualidade de vida dos habitantes e a eficiência do funcionamento da cidade. A estrutura espacial de uma cidade é moldada por factores geográficos, históricos, sociais, económicos e políticos, refletindo as escolhas de planeamento urbano e as necessidades da população.

De acordo com Harris e Ullman (1945), a estrutura urbana é vista como uma hierarquia de centros de actividade, onde diferentes zonas e actividades se organizam de forma interdependente. Em seu modelo de cidades policêntricas, essas áreas são distribuídas de maneira que actividades similares se agrupam, como zonas comerciais ou industriais, enquanto outras funções, como as residenciais, são distribuídas

nas periferias. Esse modelo contribui para compreender o crescimento urbano multifocal, diferente dos modelos monocêntricos anteriores.

Antes disso, Burgess (1925) propôs o modelo concêntrico, que sugere que a cidade se desenvolve em anéis concêntricos ao redor de um núcleo central, onde as áreas mais centrais concentram as actividades comerciais e administrativas, seguidas por zonas residenciais e industriais conforme se afastam do centro.

Mais recentemente, autores como Pacione (2009) ressaltam que a estrutura espacial urbana nas cidades contemporâneas é influenciada por dinâmicas sociais e econômicas complexas, incluindo processos de segregação socioespacial e expansão informal, que muitas vezes resultam em desigualdades no acesso a serviços e equipamentos urbanos. Turok (2013) destaca que em cidades em desenvolvimento, a estrutura espacial frequentemente reflete e reforça as desigualdades econômicas, dificultando a mobilidade e a inclusão social.

Portanto, compreender a estrutura espacial urbana é essencial para o planeamento eficiente e sustentável das cidades, uma vez que essa organização impacta directamente as dinâmicas sociais, económicas e ambientais, afectando a qualidade de vida dos seus habitantes (Turok, 2013).

2.4.1. Zonas Urbanas Funcionais

A estrutura espacial urbana é composta por diversas zonas funcionais que organizam a cidade segundo usos específicos, tais como zonas residenciais, comerciais, industriais e espaços públicos, incluindo áreas verdes. A delimitação e a distribuição dessas zonas têm implicações directas na mobilidade, acessibilidade, qualidade ambiental e na equidade urbana, desafios que se intensificam diante das rápidas transformações urbanas actuais (Angel, 2021).

Zonas residenciais são áreas dedicadas à habitação e devem garantir acesso próximo a serviços essenciais, transporte público eficiente e espaços de convivência, para promover qualidade de vida e reduzir o tempo e custo dos deslocamentos (Seto, 2022). Todavia, a segregação socioespacial ainda é um problema persistente em muitas cidades, principalmente no hemisfério sul, onde desigualdades económicas restringem o acesso a moradias adequadas e infraestrutura urbana (Muggah, Souza , & Silva , 2023)

As **zonas comerciais** concentram actividades económicas e de serviços que atendem à população urbana, funcionando como polos de desenvolvimento e inovação. Com o avanço das tecnologias digitais

e a expansão do comércio eletrônico, esses espaços também vêm se transformando, exigindo planejamento urbano flexível e integração com a mobilidade sustentável (Graham & Marvin, 2024).

Já as **zonas industriais** demandam infraestrutura específica e localização estratégica, pois geram impactos ambientais significativos. O desafio contemporâneo é integrar essas áreas à cidade de modo sustentável, minimizando poluição e riscos, ao mesmo tempo que se promove a economia circular e a inovação tecnológica (Angel, 2021).

Por fim, os **espaços públicos e áreas verdes** desempenham papel fundamental na resiliência urbana, saúde pública e qualidade ambiental, especialmente diante das mudanças climáticas e dos fenômenos extremos associados. Esses espaços contribuem para a regulação térmica, a absorção de poluentes e o manejo das águas pluviais, além de promoverem inclusão social e bem-estar (Seto, 2022).

A crescente urbanização global, aliada a desafios como as mudanças climáticas e a desigualdade social, exige um planejamento urbano integrado e multidisciplinar que reconheça a interdependência entre essas zonas funcionais. As cidades do futuro precisam ser mais inclusivas, sustentáveis e tecnologicamente avançadas para garantir uma melhor qualidade de vida a todos os seus habitantes (Graham & Marvin, 2024).

2.4.2. Crescimento Urbano e Expansão

O crescimento urbano é definido como o aumento da população, da área construída e da infraestrutura de uma cidade, podendo ocorrer de forma horizontal ou vertical. Segundo Harris e Ullman (1945), o crescimento horizontal caracteriza-se pela expansão da cidade para suas periferias, ampliando sua extensão territorial. Já o crescimento vertical refere-se ao aumento da densidade demográfica nas áreas já urbanizadas, por meio da construção de edifícios com múltiplos andares.

Pacione (2009) destaca que o crescimento horizontal, embora permita moradias mais amplas e acessíveis, pode causar desafios para o planejamento urbano, como o aumento dos custos com infraestrutura, a necessidade de ampliar redes de transporte e o aumento dos tempos de deslocamento dos moradores. Além disso, esse tipo de crescimento pode levar à fragmentação urbana e à segregação socioespacial, dificultando o acesso equitativo aos serviços.

Por outro lado, o crescimento vertical é apontado como uma estratégia para conter a expansão desordenada da cidade e otimizar o uso do solo urbano (Angel, 2021). Contudo, Seto (2022) alertam que

o crescimento vertical exige um planeamento cuidadoso para garantir que a densidade populacional não comprometa a qualidade de vida, por meio de problemas como congestionamentos, falta de espaços públicos e pressão sobre os serviços urbanos.

2.4.3. Mobilidade e Acessibilidade

A rede de transportes desempenha um papel central na estrutura espacial urbana, facilitando o deslocamento de pessoas e bens. Uma rede de transporte eficiente integra as diferentes zonas da cidade e promove a acessibilidade aos serviços urbanos, como saúde, educação e trabalho. Lynch (1960) argumenta que a percepção de uma cidade depende da legibilidade de suas zonas e da conectividade entre elas. A acessibilidade aos diferentes pontos da cidade é crucial para o bem-estar dos habitantes e a funcionalidade da cidade.

2.4.4. Fragmentação Urbana e Desigualdade Espacial

A estrutura espacial urbana pode apresentar uma **fragmentação urbana**, caracterizada pela separação desigual de áreas mais desenvolvidas e menos favorecidas. Essa desigualdade pode resultar em diferenças significativas na qualidade de vida entre as zonas da cidade. Lynch (1960) observa que áreas periféricas e de classe baixa frequentemente têm acesso limitado a serviços e infraestrutura urbana de qualidade, o que resulta em desigualdade no acesso a oportunidades.

2.4.5. Planeamento Urbano e Sustentabilidade

O planeamento urbano busca promover uma estrutura espacial integrada e sustentável. O uso eficiente do solo, a redução da expansão desordenada e a criação de espaços públicos acessíveis são objetivos do planeamento moderno. A implementação de políticas de transporte sustentável, como o incentivo ao uso de transporte público e bicicletas, também contribui para melhorar a qualidade da estrutura urbana e reduzir impactos ambientais (Lynch, 1960).

2.5. Mercado Imobiliário e a Dinâmica Habitacional

O mercado imobiliário desempenha um papel central na estruturação das cidades, influenciando tanto a organização espacial quanto as condições de acesso à habitação. Este mercado é regido por dinâmicas de oferta e procura que variam consoante factores económicos, sociais, políticos e territoriais. Segundo Harvey (2005), “o mercado imobiliário é um dos principais motores da urbanização capitalista, moldando os espaços urbanos de acordo com interesses de valorização do solo”.

A dinâmica habitacional refere-se aos processos de produção, transformação e uso dos espaços destinados à moradia. Estes processos são influenciados por políticas públicas, planeamento urbano, crescimento populacional e condições socioeconómicas. De acordo com Rolnik (2011), “a forma como o mercado opera na produção do espaço urbano tende a excluir as populações de baixa renda, empurrando-as para áreas periféricas ou informais”.

Além disso, as decisões sobre onde morar não se baseiam apenas no preço do imóvel, mas também na proximidade a serviços essenciais, acessibilidade a transportes, segurança e qualidade ambiental. Como destaca Maricato (2010), “a escolha da localização da moradia está fortemente associada às oportunidades urbanas disponíveis, o que reflete as desigualdades sociais existentes nas cidades”.

As tendências globais no sector imobiliário também têm impacto directo na habitação. A financeirização da habitação, por exemplo, transformou os imóveis em ativos de investimento, o que pode agravar o problema da inacessibilidade habitacional. “A habitação deixou de ser apenas um direito social para se tornar uma mercadoria transacionável no mercado financeiro” (UN-Habitat, 2013).

2.5.1. Indicadores para a escolha de imóvel para Habitação

A **escolha de habitação** é um processo complexo que envolve uma série de factores pessoais, económicos, sociais e até ambientais. Diversos indicadores podem ser utilizados para ajudar as pessoas a tomarem decisões informadas sobre onde viver, considerando suas necessidades e preferências. A seguir, apresento alguns dos principais indicadores utilizados para a escolha de habitação:

➤ Localização

A localização é um dos factores mais importantes na escolha de uma habitação. Ela influencia directamente a qualidade de vida do morador, o acesso a serviços e a mobilidade (UN-Habitat, 2013) .

- **Proximidade ao trabalho ou à escola:** Reduz os custos e o tempo de deslocamento, melhorando a qualidade de vida .
- **Acessibilidade ao transporte público:** A presença de estações de ônibus, metro, ou outras formas de transporte pode facilitar a mobilidade, especialmente em áreas urbanas .
- **Segurança e níveis de criminalidade:** A segurança é uma preocupação fundamental para qualquer comprador ou locatário. A avaliação dos índices de criminalidade ajuda a determinar a tranquilidade da área.

- **Proximidade a centros comerciais e serviços essenciais:** Acesso a mercados, hospitais, escolas, farmácias e outros serviços é crucial para o conforto e a conveniência dos moradores .

➤ **Infraestrutura e Serviços Públicos**

A infraestrutura da área é um indicador essencial, já que impacta a qualidade de vida dos moradores (Dowling, 2014).

- **Qualidade da rede elétrica, de água e esgoto:** A infraestrutura básica afecta directamente o bem-estar dos moradores. A qualidade desses serviços deve ser verificada antes de tomar uma decisão de compra ou locação.
- **Acessibilidade a serviços de saúde e educação:** A proximidade de hospitais, clínicas, escolas e universidades é um factor relevante para famílias com crianças ou para pessoas com necessidades de saúde específicas.

➤ **Custo**

O custo é um factor decisivo na escolha de habitação e inclui tanto o custo inicial quanto os custos recorrentes (Dowling, 2014).

- **Preço de compra ou aluguel:** A acessibilidade do imóvel de acordo com o orçamento da pessoa ou da família. O preço pode variar significativamente de acordo com a localização, tamanho e qualidade da habitação.
- **Custos operacionais:** Despesas mensais com eletricidade, água, gás, manutenção, taxas de condomínio, entre outros, devem ser levadas em conta para garantir que a habitação se ajuste ao orçamento.

➤ **Qualidade do Imóvel**

A qualidade da habitação é essencial para garantir conforto e durabilidade ao longo do tempo (Verissimo & Almeida, 2015).

- **Estado de conservação:** Avaliar a idade e o estado geral do imóvel (estruturas, instalações elétricas, hidráulicas, etc.) ajuda a evitar surpresas no futuro.
- **Tamanho e disposição dos cômodos:** A distribuição dos espaços, a quantidade de quartos e banheiros, e a quantidade de espaço livre são aspectos importantes para determinar a adequação do imóvel ao estilo de vida da família.

➤ Aspectos Ambientais

Aspectos ambientais também são importantes ao escolher uma habitação, pois afectam a saúde e o bem-estar dos moradores (Verissimo & Almeida, 2015).

- **Qualidade do ar e nível de poluição sonora:** A qualidade ambiental da área pode afectar a saúde, especialmente em áreas urbanas com alto nível de poluição.
- **Áreas verdes e espaços ao ar livre:** A presença de parques e áreas de lazer ao redor da habitação pode melhorar a qualidade de vida, oferecendo locais para recreação e convivência.

➤ Valorização do Imóvel

A valorização do imóvel é um indicador importante para quem deseja realizar um investimento de longo prazo.

- **Perspectiva de valorização ou desvalorização:** A análise do potencial de valorização do imóvel pode ajudar a tomar uma decisão mais estratégica, principalmente em áreas que estão em desenvolvimento ou regeneração urbana.

Material e Métodos

Neste capítulo, apresenta-se todo o trabalho efectuado para a implementação do site de apoio à pesquisa de imobiliário, a estrutura das componentes integradas, problemas emergentes e soluções correspondentes.

3.1. Material Usado

Para a concretização deste trabalho, foi necessário recorrer a diversos materiais e ferramentas que possibilitaram a recolha, processamento e análise dos dados espaciais e não espaciais.

3.1.1. Descrição dos dados

Para este estudo, os dados geoespaciais foram coletados utilizando a *API Overpass Turbo*, que permite extrair informações estruturadas do *OpenStreetMap* (OSM) com base em consultas específicas. Optou-se pelo *Overpass Turbo* devido à sua eficiência na extração de dados detalhados e à possibilidade de filtrar elementos por tags específicas.

3.1.2. Fontes de Dados e Consultas Realizadas

A selecção destes dados baseou-se em critérios estabelecidos pela literatura científica acerca da qualidade de vida urbana e do acesso a serviços essenciais (UN-Habitat, 2013). O código completo das consultas realizadas encontram-se disponíveis no Anexo 1.

1. Unidades de Sanitárias

Foram recolhidos dados relativos a hospitais (*amenity=hospital*), clínicas e postos médicos (*amenity=clinic|doctors*), centros de saúde (*healthcare=health_centre|dispensary*) e farmácias (*amenity=pharmacy*). A proximidade a estes serviços é fundamental para garantir a segurança e o bem-estar dos habitantes, constituindo um factor determinante na avaliação da qualidade do espaço habitacional (Rodrigues, Santos, & Almeida, 2017). O código completo da consulta realizada encontram-se disponíveis no Anexo 1.

2. Escolas e Instituições de Ensino

Incluíram-se centros infantis (*amenity=kindergarten*), escolas primárias e secundárias (*amenity=school* com *isced:level*) e universidades (*amenity=university*). O acesso facilitado a infraestruturas educativas é um elemento estratégico para a escolha do local de residência, sobretudo para famílias com crianças, pois

influencia a mobilidade diária e a organização da vida familiar (Cunha & Silva, 2016). O código completo da consulta realizada encontram-se disponíveis no Anexo 2.

3. Infraestrutura Comercial

Foram considerados mercados formais (*amenity=marketplace*), supermercados (*shop=supermarket*) e lojas de conveniência (*shop=convenience*). O acesso próximo a serviços comerciais contribui para a vitalidade e funcionalidade urbana, diminui a necessidade de deslocamentos longos e promove o desenvolvimento sustentável dos bairros (Costa, 2019). O código completo da consulta realizada encontram-se disponíveis no Anexo 3.

4. Vias de Acesso e Riscos Ambientais

Incluíram-se estradas de várias categorias (*highway~"primary|secondary|tertiary|residential"*) e zonas com risco ambiental, como áreas húmidas (*natural=wetland*) e zonas sujeitas a inundações (*flood_prone=yes, hazard:flooding=yes*). A acessibilidade viária e a mitigação de riscos ambientais são factores essenciais para a valorização dos imóveis, afectando directamente a mobilidade urbana e a segurança dos residentes (Oliveira & Freitas, 2020). O código completo da consulta realizada encontram-se disponíveis no Anexo 4.

3.1.3. Descrição dos dados usados

Os dados fundamentais incluem coordenadas geográficas das propriedades disponíveis, abrangendo diferentes bairros da cidade, o que permitirá uma análise detalhada e precisa da oferta imobiliária.

Para fins de demonstração do sistema, foram utilizadas coordenadas geográficas e dados fictícios gerados aleatoriamente, simulando registros de propriedades em Maputo. Em um cenário real, esses dados seriam obtidos por meio de instituições oficiais de gestão imobiliária, conforme mencionado anteriormente.

Para a implementação do sistema, foram empregues linguagens de programação como *JavaScript* e *HTML*, com a biblioteca *JavaScript Leaflet*, na versão 1.3.4. esta biblioteca foi escolhida pela sua natureza livre e de código aberto, facilitando a criação de mapas interativos que ajudam na visualização das propriedades e na análise de proximidade a pontos de interesse.

Tabela 5: Descrição dos Dados Espaciais usados

Dados	Tipo de Dados	Extensão	Fonte de dados	Utilidade
Unidades de Saúde	Vectorial	GEOJSON	Overpass Turbo	Usado como base para as análises espaciais
Riscos Ambientais				
Vias de Acesso Principais				
Infraestruturas Comerciais				
Escolas e Instituições de Ensino				
Distritos de Moçambique	Vectorial	<i>shapefile</i>	CENACARTA	Delimitação da área de estudo
Tipos de Solo	Matricial	GEOTIFF	ISRIC	Usado para visualizar o tipo de solo

4.1. Ferramentas e Tecnologias Usadas

No processo de elaboração do trabalho em alusão, uma infraestrutura computacional robusta desempenhou um papel instrumental na colecta, análise e interpretação dos dados. Nesta sessão serão descritos em detalhes os equipamentos computacionais utilizados para sustentar o procedimento metodológico, desde os *softwares* até os *hardwares*.

Tabela 6: Infra-estruturas computacionais usadas

Software			
Tipo	Nome e Versão	Framework e Bibliotecas	Função
Linguagens de Programação	<i>Python</i> 3.12.4	➤ Flask (interacção com o frontend); ➤ geopandas, shapely (manipulação de dados espaciais);	Desenvolvimento do <i>backend</i> e a lógica do sistema.
	JavaScript	➤ <i>Leaflet 1.9.4</i> (Representação dos mapas);	Interacção com o <i>backend</i> e ilustração de mapas e gráficos.
Linguagem de marcação e estilização	HTML5 e CSS	➤ <i>Bootstrap</i> ;	Desenvolvimento da interface do usuário;
Sistema de Gestão de Base de Dados	<i>SQLite</i>	➤ <i>spatiaLite</i> ;	Responsável pelo armazenamento da informação especial.
Sistema de Informação Geográfica	QGIS 3.24.2 “Tisler”		Pré-processamento dos dados e elaboração do mapa de localização.
Editor de Código	Visual Studio Code 1.90.2		Escrita de código fonte.
Editor de Texto	Microsoft Office Word 2013		Digitação do Relatório
Desenho Gráfico	Draw.io		Elaboração dos fluxogramas
Navegador	Google Chrome 124		Pesquisa do material bibliográfico e testes da WebSIG
Hardware			
Modelo	ELITEBOOK HP 8 th Gen		
Processador	Intel® Core™ i5-6200U CPU @ 2.30GHz 2.40GHz		
Memória RAM	8.00GB (7.66 em uso)		
Sistema Operativo	Microsoft Windows 11 Standard		

5.1. Métodos

A metodologia proposta foi organizada em três fases principais: planeamento, execução e discussão dos resultados .

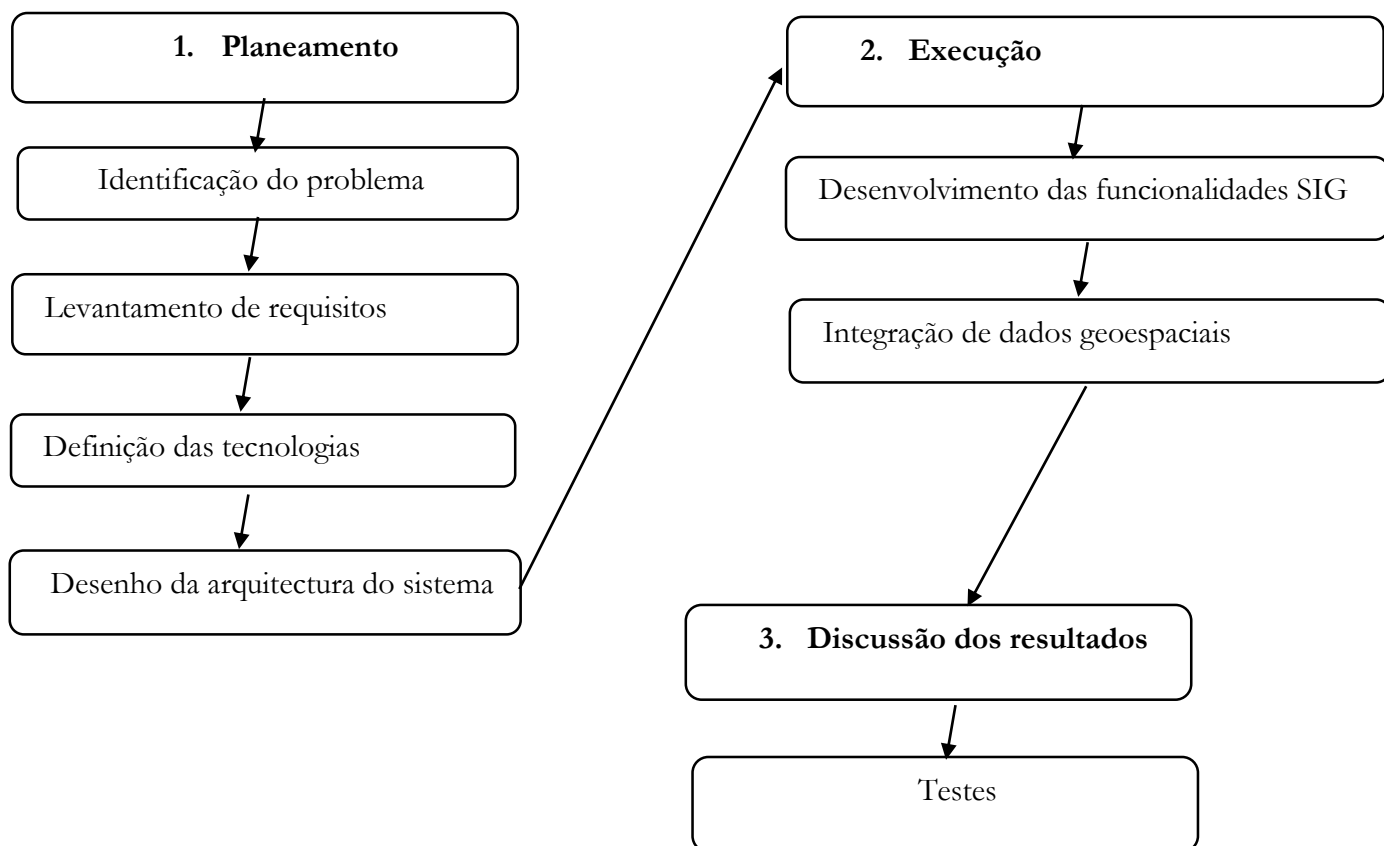


Figura 4: Fluxograma Metodológico

A fase de planeamento começa com a identificação da necessidade de criar um sistema *SIGWeb* para a compra e venda de imóveis na cidade de Maputo. Nessa etapa, são realizados o levantamento de requisitos e a definição das tecnologias necessárias para viabilizar o projecto. Além disso, é traçada a arquitectura do sistema, que engloba a estrutura de dados e funcionalidades essenciais para garantir uma navegação eficiente e intuitiva para os utilizadores. Esta fase também inclui a análise e optimização dos processos que serão adoptados ao longo do desenvolvimento.

Com o objectivo de garantir que todas as decisões tecnológicas e funcionais estejam alinhadas com as necessidades do projecto.

A fase de execução consiste na implementação do sistema, segmentada em subetapas. Primeiro, são desenvolvidas as funcionalidades relacionadas ao SIG, como a integração de dados geoespaciais de Maputo, incluindo mapas de zonas de interesse, áreas de risco de inundações, proximidade a serviços e

infraestruturas urbanas. Em seguida, esses dados são integrados com informações dos imóveis (preço, área, características) para criar um ambiente que permite ao utilizador pesquisar imóveis conforme critérios multicritério previamente definidos, como proximidade a escolas, hospitais e transportes públicos.

Nessa fase, também se desenvolvem as funcionalidades interativas do sistema, como a pesquisa de imóveis por filtros de proximidade, a visualização de mapas interativos e a integração de ferramentas que permitam ao utilizador comparar diferentes opções de imóveis com base nos critérios definidos.

Por fim, a última fase corresponde à discussão dos resultados. Aqui, o sistema final é testado com utilizadores reais, e os resultados obtidos são analisados em comparação com os objectivos inicialmente estabelecidos. Essa etapa envolve a avaliação da usabilidade do sistema, bem como a sua capacidade de fornecer informações relevantes para os utilizadores em tempo útil. Com base nesses testes, serão feitas eventuais correções e melhorias no sistema, garantindo que ele atenda às expectativas e seja uma ferramenta eficaz para o mercado imobiliário de Maputo.

Este fluxo de trabalho assegura que o sistema *SIGWeb* seja funcional, optimizado e capaz de oferecer uma experiência de utilizador eficiente, com base em dados geoespaciais relevantes e critérios de selecção customizáveis para a compra e venda de imóveis.

5.1.1. Tipo de Pesquisa

A pesquisa possui carácter **aplicado e exploratório**, com abordagem **quantitativa e descritiva**, visando o desenvolvimento de uma aplicação *WebSIG* para venda, compra e arrendamento de imóveis, baseada em critérios espaciais e não-espaciais definidos pelo utilizador. O foco é oferecer uma solução interativa de apoio à decisão imobiliária com recurso a técnicas de geoprocessamento.

5.1.2. Procedimentos Computacionais Considerados

O processo de desenvolvimento do sistema abrange várias etapas essenciais, começando pela identificação dos requisitos e definição de funcionalidades, juntamente com a estrutura da base de dados utilizando *PostgreSQL/PostGIS*. Na fase de design *UI/UX*, são criados protótipos e garantida a responsividade e navegação intuitiva para uma boa experiência do utilizador. A configuração do *backend* envolve a criação da base de dados e a modelagem dos dados, incluindo imóveis, infraestrutura e zonas de risco, além da implementação de APIs para dados geoespaciais. O desenvolvimento *frontend* foca na estruturação do projecto em python, integração de componentes e uso de bibliotecas como *Leaflet/OpenLayers* para visualização de mapas e aplicação de filtros. A integração de dados geoespaciais

permite a visualização de camadas de informação e consultas em tempo real. Durante a implementação das funcionalidades, destaca-se a pesquisa de imóveis com filtros dinâmicos e análise multicritério, seguidas por testes de usabilidade e funcionalidade para otimização de performance. Por fim, são abordadas questões de segurança, incluindo autenticação, proteção de dados e criptografia.

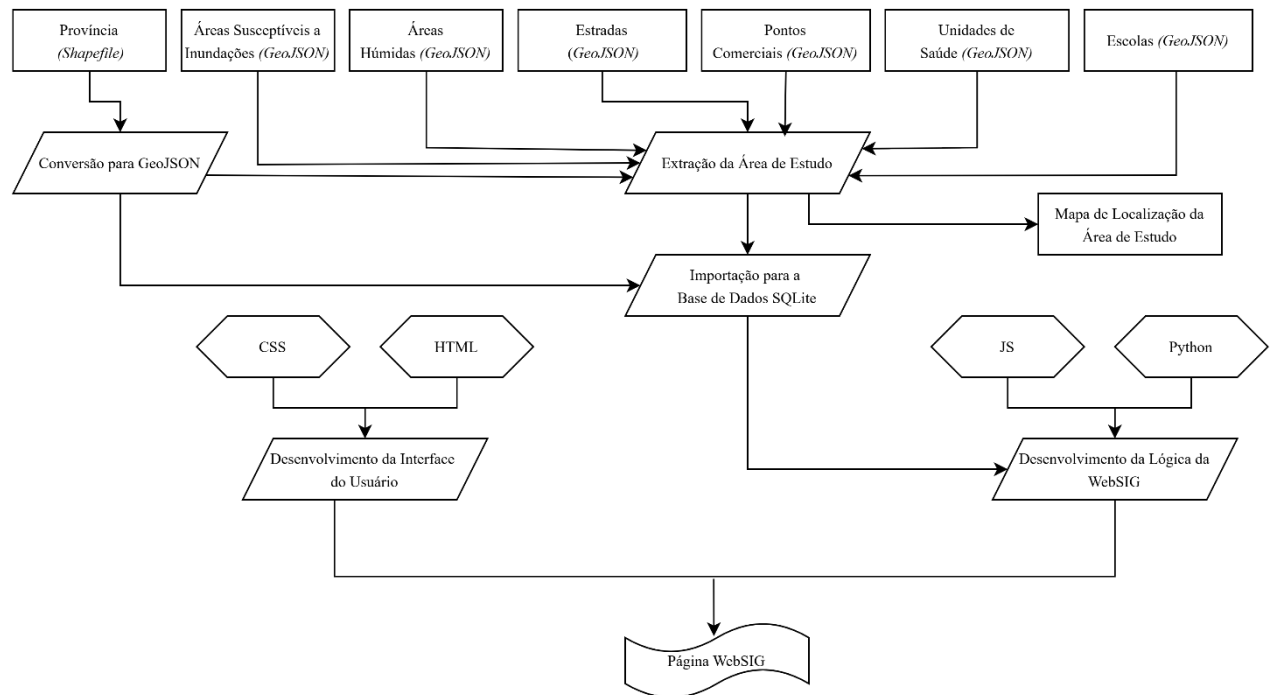


Figura 5: Fluxograma de procedimentos computacionais considerados

5.1.3. Definição dos Critérios de Pesquisa

Os critérios considerados para a implementação da pesquisa espacial na aplicação WebSIG foram definidos com base em factores frequentemente valorizados por potenciais compradores ou arrendatários de imóveis Anexo 2. Estes critérios foram divididos em duas categorias:

1. Critérios não-espaciais:

- I. Bairro de interesse;
- II. Tipo de Oferta do imóvel (Compra, Arrendamento);
- III. Distancia máxima.

2. Critérios espaciais:

- I. Proximidade a escolas(Universidades, Centros Infantis, Escolas);
- II. Proximidade Unidades de (Farmácias, Hospitais, Centros de Saúde);

- III. Proximidade a Vias de Acesso;
- IV. Proximidade a Centros Comerciais (Mercearias, Mercados e Supermercados).

5.1.4. Definição dos Parâmetros Espaciais

Para os critérios espaciais, o utilizador poderá definir livremente a distância de relevância para análise de proximidade, variando a partir de 100 metros até o valor que considerar conveniente ou prático para si. Essa distância será introduzida directamente na *interface* da aplicação e servirá como base para a visualização apenas dos imóveis disponíveis que atendem às especificações definidas pelo utilizador.

Ou seja, qualquer imóvel situado dentro do raio especificado em relação a um ponto de interesse será considerado elegível para esse critério espacial.

5.1.5. Processamento Espacial e Análise Multicritério

A lógica de funcionamento da aplicação baseia-se na seguinte sequência:

- I. O utilizador selecciona o bairro de interesse e define os critérios espaciais e não-espaciais desejados, incluindo a distância de análise para cada critério espacial (mínimo de 100 metros).
- II. São identificados todos os imóveis localizados dentro desse raio.
- III. Para cada imóvel, o sistema calcula a distância até o ponto de interesse mais próximo.
- IV. O imóvel é considerado válido para aquele critério se a distância for menor ou igual à distância definida pelo utilizador ($\leq$ distância parametrizada).
- V. Este processo é repetido para todos os critérios espaciais seleccionados, permitindo uma análise multicritério personalizada e ajustada às preferências do utilizador.

5.1.6. Restrição por Zonas de Risco

Um aspecto distintivo da metodologia adoptada é a **restrição automática para áreas ambientalmente vulneráveis**:

- As zonas húmidas e áreas susceptíveis a inundações são mapeadas e integradas como camadas restritivas.

- Sempre que um utilizador tentar cadastrar um imóvel, a aplicação realiza uma validação espacial automática.
- Caso as coordenadas do imóvel estejam dentro de uma dessas zonas, o sistema bloqueia o registo e informa o utilizador que aquela localização não é permitida.

Resultados e Discussão

O presente capítulo tem como objectivo apresentar e analisar os resultados obtidos a partir do desenvolvimento da aplicação *WebSIG* para apoio à decisão na compra, venda e arrendamento de imóveis na cidade de Maputo.

6.1. Resultados

A aplicação foi desenvolvida recorrendo a ferramentas de código aberto, desde o *backend* até à visualização final dos resultados. A *interface* foi construída utilizando *HTML*, *CSS* (com o apoio do *framework Bootstrap*) e *JavaScript*, assegurando a interacção entre o utilizador e os dados geográficos. No *backend*, utilizou-se o *framework Flask* em *Python*, com bibliotecas como *geopandas*, *shapely* e *folium* para o tratamento e visualização dos dados espaciais.

Os critérios definidos pelo utilizador são processados automaticamente pelo sistema, e os resultados são apresentados em mapas interactivos que destacam os imóveis elegíveis de acordo com as preferências definidas.

6.1.1. Funcionalidades Implementadas

O sistema *SIGWeb*, foi desenvolvido com funcionalidades interactivas para apoio à pesquisa imobiliária baseada em critérios personalizáveis. A aplicação permite ao utilizador:

- I. Definir filtros não-espaciais como bairro, tipo de imóvel e preço máximo;
- II. Escolher critérios espaciais, como proximidade a escolas, hospitais, supermercados, etc.;
- III. Estabelecer distâncias mínimas (a partir de 100 metros) para análise de proximidade;
- IV. Visualizar, num mapa interactivo, os imóveis que cumprem os critérios estabelecidos;
- V. Excluir automaticamente imóveis situados em zonas de risco, como áreas propensas a inundações.

Estas funcionalidades foram desenvolvidas com foco em facilitar a tomada de decisão, mesmo para utilizadores sem conhecimento técnico em SIG.

6.1.2. *Interface e Visualização*

As Figura 6 e 7, ilustram a tela inicial do sistema *WebSIG* desenvolvido, que serve como ponto de entrada para os utilizadores que pretendem realizar pesquisas ou cadastrar imóveis. Esta *interface* foi desenhada para ser simples, acessível e apelativa, destacando os principais benefícios do sistema.

No topo da página, o utilizador é recebido com uma mensagem clara e objectiva: **“Encontre o Imóvel Ideal para Você”**, reforçando o propósito da aplicação de facilitar a procura de imóveis com rapidez e segurança.

Dois botões de destaque permitem ao utilizador iniciar a sua jornada:

- **“Quero me Cadastrar”**, direcionado a novos utilizadores;
- **“Já tenho conta”**, para quem deseja iniciar sessão.

Logo abaixo, são apresentados três pilares fundamentais da proposta de valor do sistema:

- **Imóveis Verificados:** garantia de que os dados apresentados são reais e conferidos por especialistas.
- **Busca Inteligente:** filtros optimizados para permitir que o utilizador encontre imóveis alinhados às suas preferências.
- **Negociação Segura:** plataforma segura que promove a ligação directa entre comprador e proprietário.

Ainda na página inicial, há uma secção chamada **"Destaques do Sector"**, onde são apresentadas informações relevantes sobre o mercado imobiliário, como tendências de crescimento, notícias do sector e regiões com maior valorização. Esse recurso visa informar os utilizadores e apoiar decisões mais conscientes.

A estética visual da *interface*, com cores claras e *layout* responsivo, contribui para uma experiência de utilizador positiva e intuitiva, mesmo para quem não possui familiaridade com sistemas de informação geográfica.

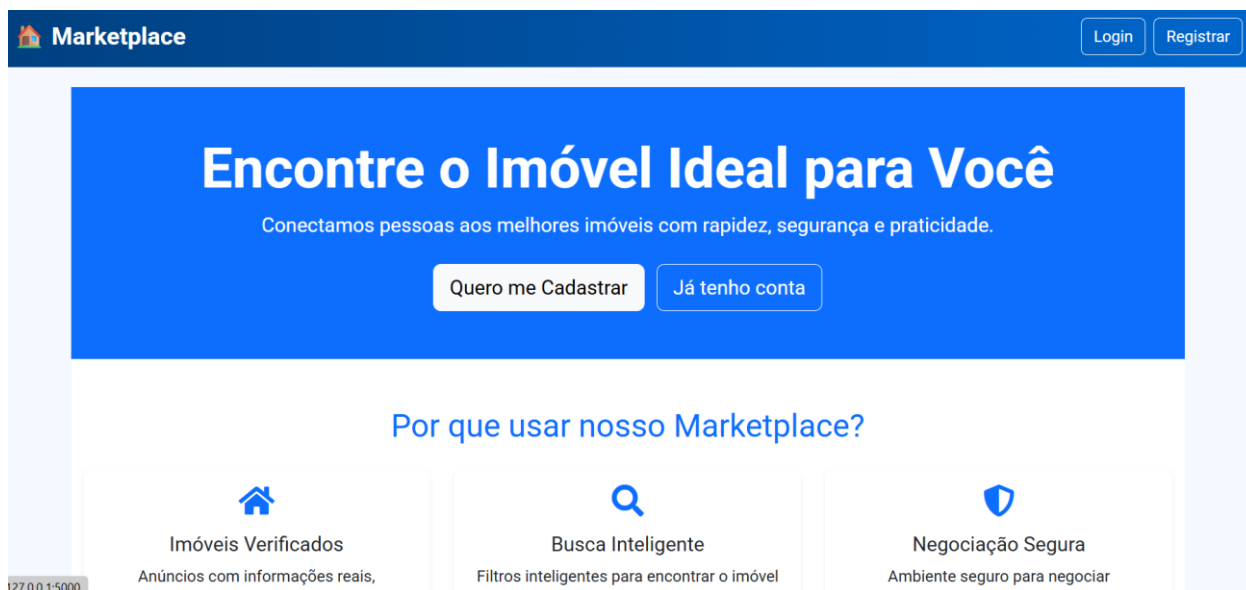


Figura 6: Página Inicial do WebSIG

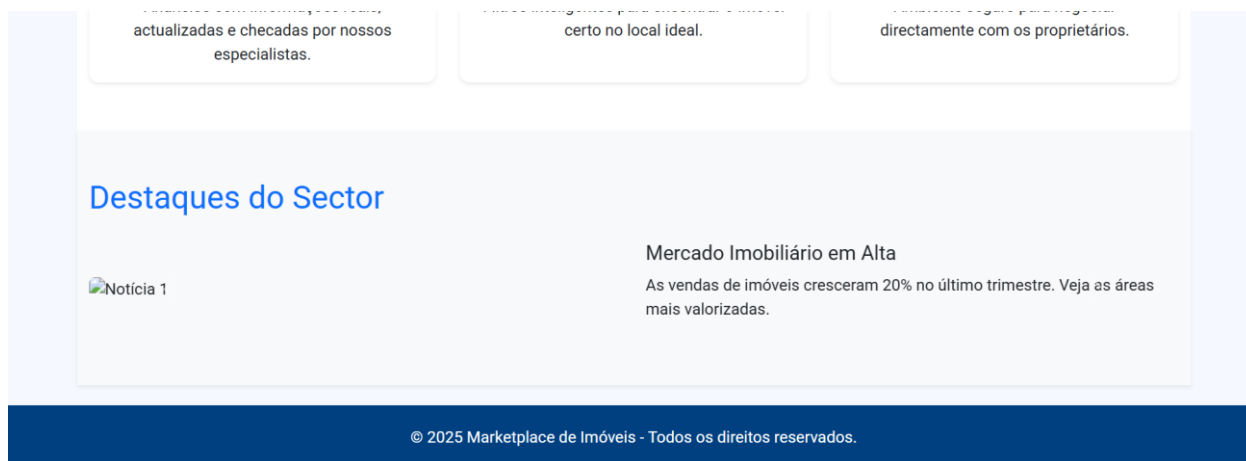


Figura 7: Continuação da página inicial

A segunda tela, intitulada “**Quero Me Cadastrar**” (Figura 8), destinada à criação de conta, apresenta um formulário que deve ser preenchido para a colecta dos dados dos utilizadores. Esse formulário contém campos para o preenchimento das informações pessoais dos utilizadores.

The screenshot shows the 'Criar Conta' (Create Account) form within the Marketplace application. The form is centered on a light blue background. At the top, there's a dark blue header with the 'Marketplace' logo and 'Login' and 'Registrar' buttons. The form itself has a white background and a blue title 'Criar Conta'. It contains several input fields: 'Nome' and 'Apelido' (first and last name), a date field 'mm/dd/yyyy' with a calendar icon and a 'Nº do BI' (ID number) field, 'Morada' (address), 'Contacto' (contact), 'Usuário' (username), 'Email', and 'Senha' (password). A large blue 'Cadastrar' (Register) button is at the bottom of the form.

Figura 8: Tela de Cadastro do Utilizador

A terceira tela corresponde à página de **Login** (Figura 9) e é destinada aos utilizadores que já tenham criado uma conta. Para aceder ao sistema, basta inserir as credenciais definidas no momento do registo, conforme apresentado na Figura 8.

The screenshot shows the 'Entrar na Sua Conta' (Login) form within the Marketplace application. The form is centered on a light blue background. At the top, there's a dark blue header with the 'Marketplace' logo and 'Login' and 'Registrar' buttons. The form itself has a white background and a blue title 'Entrar na Sua Conta'. It contains two input fields: 'Usuário' (Username) with the placeholder 'Digite seu nome de usuário' and 'Senha' (Password) with the placeholder 'Digite sua senha'. A large blue 'Entrar' (Login) button is at the bottom of the form. Below the button, there's a link 'Não tem uma conta? [Registre-se](#)'. At the very bottom of the page, there's a dark blue footer with the text '© 2025 Marketplace de Imóveis - Todos os direitos reservados.'

Figura 9: Tela de Login

A quarta tela corresponde à tela de “**pesquisa de imóveis**” (figura 10) , acessada após o registo ou login. Nesta etapa, os utilizadores podem iniciar a busca por imóveis com base em filtros espaciais e não-espaciais. A *interface* foi desenvolvida com foco na usabilidade e interatividade, permitindo que qualquer utilizador – mesmo sem conhecimentos técnicos em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) – possa encontrar imóveis de acordo com as suas necessidades e preferências.

Destacam-se, nesta tela, as seguintes funcionalidades:

- Selecção do bairro e tipo de imóvel;
- Escolha de pontos de interesse, como escolas, unidades de saúde, estradas e centros comerciais;
- Definição personalizada da distância máxima de análise para cada critério espacial;
- Visualização dos resultados em mapa interativo, com agrupamento de imóveis em *clusters*;
- Exibição de legenda clara, facilitando a interpretação dos dados;
- Alternância entre o mapa base *OpenStreetMap* e a imagem de satélite.

A utilização de *ícones* e cores diferenciadas facilita a identificação dos tipos de infraestrutura e imóveis disponíveis. Esta tela representa o ponto de entrada principal para a navegação no sistema, consolidando os elementos-chave da análise multicritério e da integração entre dados espaciais e não-espaciais.

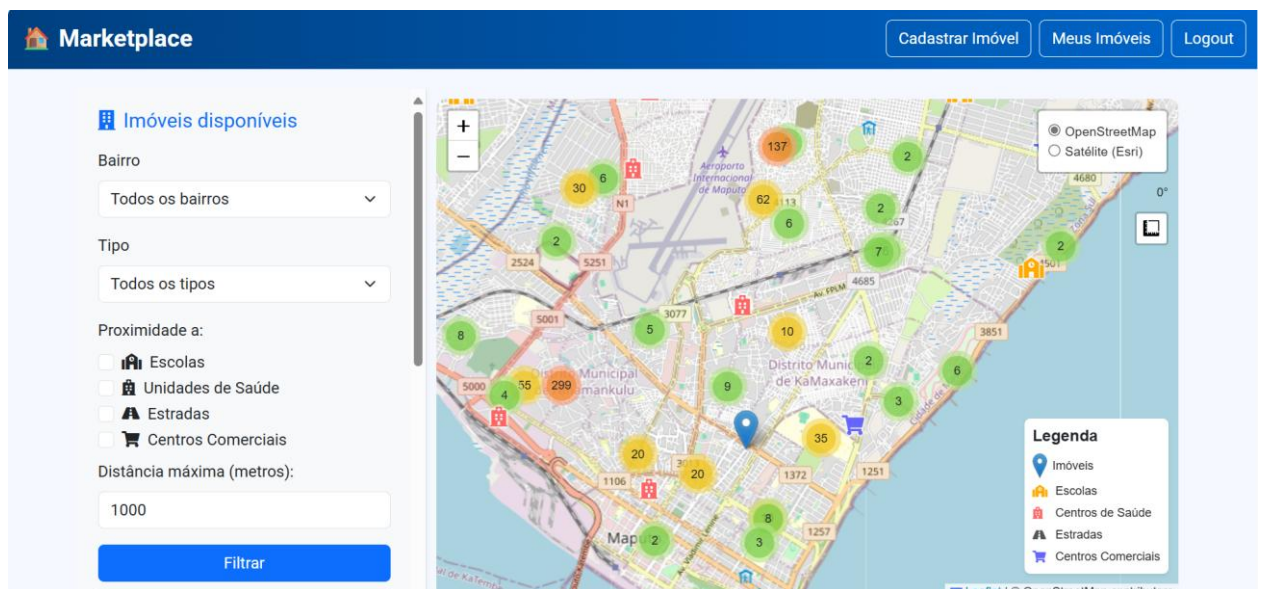
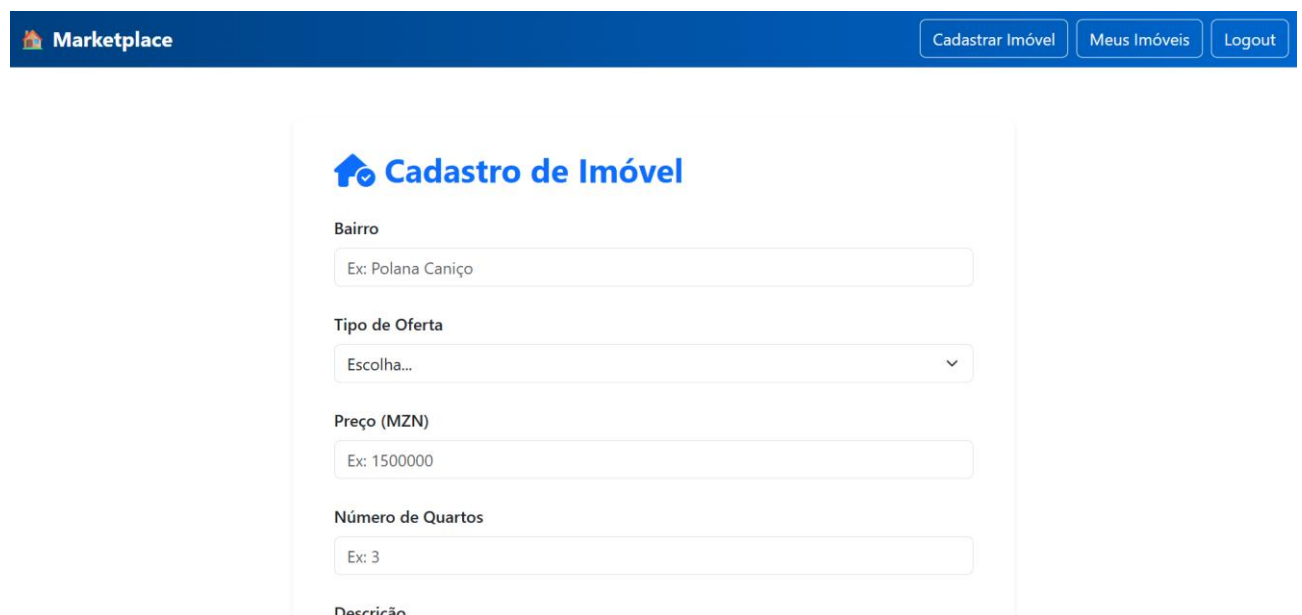


Figura 10: Tela de Pesquisa

A quinta tela, denominada “**Cadastrar Imóvel**”(Figuras 11 e 12), permitem que qualquer utilizador interessado em vender ou arrendar um imóvel possa submetê-lo à plataforma de forma simples e eficiente. A *interface* apresenta um formulário intuitivo onde é possível inserir as principais informações

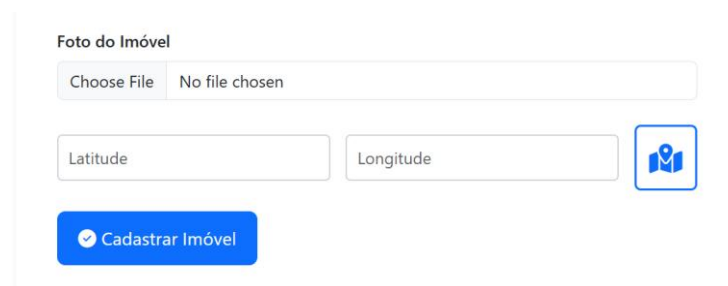
sobre o imóvel, como a descrição, localização, tipo de oferta, valor e imagens ilustrativas. A localização pode ser definida de forma flexível, seja digitando as coordenadas geográficas, seja selecionando o ponto exato directamente no mapa interativo.

Esta funcionalidade foi desenvolvida com foco na acessibilidade, garantindo que mesmo utilizadores sem conhecimentos técnicos consigam cadastrar os seus imóveis com facilidade e clareza, tornando o processo de divulgação mais inclusivo e dinâmico.



A interface de cadastro de imóvel no Marketplace apresenta um cabeçalho azul com o logotipo e o nome 'Marketplace' à esquerda, e três botões de navegação ('Cadastrar Imóvel', 'Meus Imóveis', 'Logout') à direita. O formulário principal, intitulado 'Cadastro de Imóvel' com um ícone de casa e seta verde, contém os seguintes campos: 'Bairro' (campo de texto com o exemplo 'Ex: Polana Caniço'), 'Tipo de Oferta' (menu suspenso com 'Escolha...' e uma seta para baixo), 'Preço (MZN)' (campo de texto com o exemplo 'Ex: 1500000'), 'Número de Quartos' (campo de texto com o exemplo 'Ex: 3') e 'Descrição' (campo de texto). O formulário está centralizado e rodeado por uma borda cinza.

Figura 11: Tela de Cadastro do Imóvel



A continuação da interface de cadastro de imóvel mostra o campo 'Foto do Imóvel' com um botão 'Choose File' e o texto 'No file chosen'. Abaixo, há campos para 'Latitude' e 'Longitude', e um ícone de mapa. No final, há um botão azul com o texto 'Cadastrar Imóvel' e um ícone de seta verde.

Figura 12: Continuação da tela de Cadastro do Imóvel

E por fim temos a sexta tela, representada na Figura 13 e intitulada “**Meus Imóveis**”, permite que os utilizadores visualizem todos os imóveis que submeteram à plataforma. Nesta tela, é possível consultar e editar os detalhes dos imóveis previamente registados, incluindo informações como o estado da publicação, tipo de oferta e outros dados relevantes inseridos no momento do cadastro.



Figura 13: Meus Imoveis

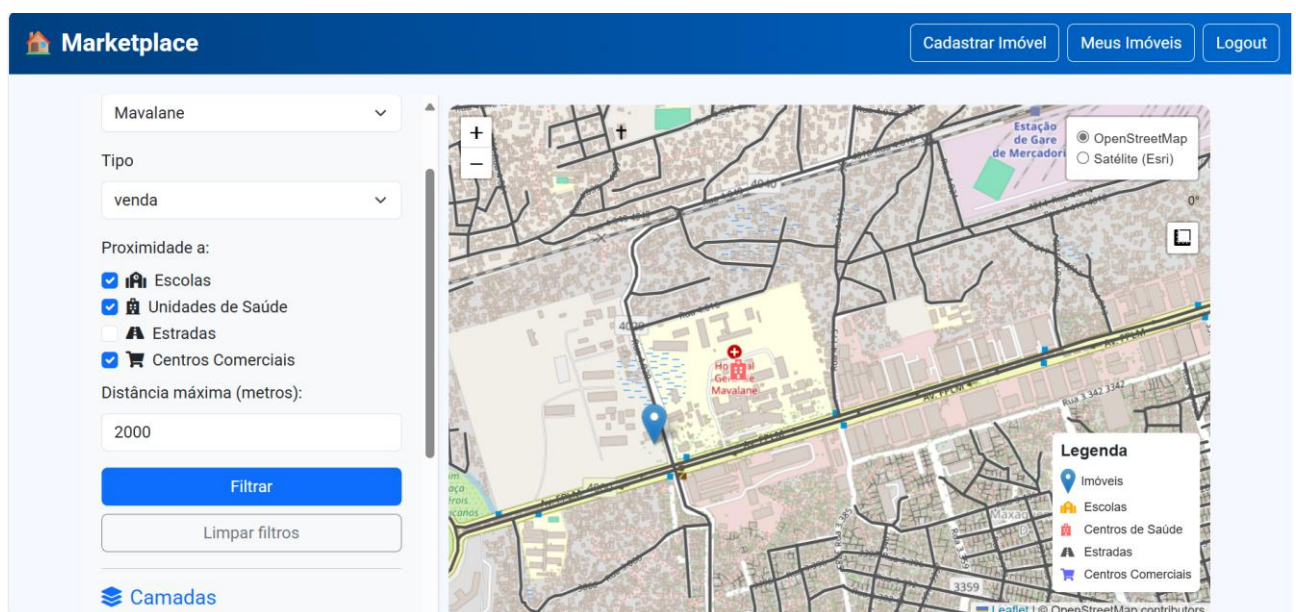


Figura 14: Tela de Resultado da Pesquisa do utilizador

A tela de resultados representa a *interface* final do sistema, onde se concretiza a aplicação do Sistema de Informação Geográfica baseado na *internet* para apoio à selecção de imóveis utilizando análise multicritério baseada em filtros espaciais e não-espaciais. Por meio desta ferramenta, o utilizador pode inserir os seus critérios de pesquisa, definir prioridades e visualizar os resultados de forma espacial, facilitando a identificação de imóveis que melhor se ajustem às suas necessidades.

Além da funcionalidade de pesquisa, esta *interface* também permite ao utilizador colocar imóveis à venda ou para arrendamento, tornando o sistema dinâmico e interativo.

Este recurso é particularmente útil para utilizadores que desejam localizar imóveis de forma estratégica, considerando factores como proximidade a infraestruturas essenciais e características do bairro, sem a necessidade de conhecimentos técnicos em SIG.

Na Figura 14, é apresentado um exemplo da tela de resultados após a realização de uma pesquisa, onde é possível visualizar os imóveis correspondentes aos critérios definidos, bem como os parâmetros considerados no processo de filtragem.

Conclusões e Recomendações

Neste capítulo, são apresentadas as principais conclusões obtidas ao longo do desenvolvimento do trabalho, bem como um conjunto de recomendações que visam orientar melhorias futuras no sistema proposto e sugerir caminhos para investigações e aplicações posteriores.

7.1. Conclusão

Neste trabalho, foi desenvolvido um sistema de análise espacial para a Cidade de Maputo, utilizando tecnologias modernas como *Flask*, *JavaScript*, *Bootstrap* e a biblioteca *Leaflet*, para visualização e processamento de dados geoespaciais. O principal objectivo consistiu em propor um Sistema de Informação Geográfica baseado na *internet*, com foco no apoio à seleção de imóveis, por meio de uma abordagem de análise multicritério baseada em filtros espaciais e não espaciais.

Foram implementadas funcionalidades que permitem a visualização de pontos de interesse, como hospitais, escolas, mercados e estradas, num mapa interativo, juntamente com camadas personalizadas e legendas explicativas, facilitando a compreensão e interpretação dos dados espaciais. Os filtros aplicados possibilitam ao utilizador definir parâmetros como a proximidade entre imóveis e infraestruturas essenciais, permitindo uma análise mais precisa e personalizada.

Durante o processo de desenvolvimento, foram enfrentados alguns desafios técnicos, como a manipulação de dados no formato *GeoJSON*, que foram superados com sucesso, resultando numa aplicação funcional, acessível e eficiente. A ferramenta criada não só proporciona uma visualização clara e intuitiva dos dados espaciais, como também suporta a tomada de decisões, com base em informações fiáveis, actualizadas e geograficamente relevantes.

A opção por tecnologias de código aberto, como *Flask* e *Leaflet*, contribui significativamente para a sustentabilidade e escalabilidade do sistema, permitindo futuras expansões e adaptações à medida que surjam novas necessidades e dados. Esta escolha também favorece a colaboração entre desenvolvedores e pesquisadores, promovendo um ambiente de inovação, partilha de conhecimento e melhoria contínua.

Este trabalho evidencia a importância da integração entre tecnologias modernas e abordagens multidisciplinares na análise espacial, destacando o potencial de soluções como esta para transformar a

forma como compreendemos, analisamos e interagimos com o espaço urbano. Todavia, este trabalho destaca a importância de simplificar processos científicos e técnicos para que sejam melhor aplicadas por usuários que não tenham experiência ou conhecimento em áreas como Sistemas de Informação Geográfica e Análise Multicritério. A combinação de tecnologia avançada, flexibilidade e capacidade de adaptação torna este sistema uma contribuição valiosa para o campo das Ciências de Informação Geográfica e para a sociedade como um todo.

7.2. Recomendações

- **Espaço Geográfico :** Apliação da área de cobertura do sistema, inicialmente centrado na Cidade de Maputo, para incluir outros municípios da Província de Maputo e, futuramente, todo o território nacional. Esta expansão pode permitir uma maior utilidade da plataforma e responderia às necessidades de um número mais vasto de utilizadores interessados na compra ou arrendamento de imóveis em diferentes localidades.
- **Aplicações Futuras:** Utilizar como base para o desenvolvimento de plataformas públicas de apoio à gestão territorial, cadastro urbano e tomada de decisão em políticas habitacionais. A integração com bases de dados institucionais (como o cadastro municipal) pode tornar o sistema ainda mais robusto e útil a nível institucional.
- **Investigação Científica:** Para pesquisas futuras, recomenda-se a exploração de algoritmos de inteligência artificial e machine learning, de forma a prever padrões de procura por imóveis, assim como a inclusão de variáveis socioeconómicas e ambientais, como zonas de risco, qualidade do solo ou vulnerabilidade a desastres naturais.

Referências Bibliográficas

- Angel, L. (2021). *Urban expansion and its implications for sustainability*. Environment and Urbanization.
- Azemoy; Smith; Sicherman. (1981). *Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG)*. Instituto de Investigação Científica Tropical.
- Burgess. (1925). *The Growth of the City: An Introduction to a Research Project*. The City: University of Chicago Press.
- Burrough. (1988). *Sistema de Informacao Geografica (I)*. Obtido de http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Topo/leb450/Vettorazzi/LEB450_SIG1.pdf
- Burrough, & McDonnell. (1998). *GEOPROCESSAMENTO CONCEITOS E DEFINIÇÕES*. (R. T. Zaidan, Ed.) Obtido de <https://periodicos.ufjf.br/index.php/geografia/article/view/18073/9359>
- Cacero. (2013). *Sistemas de Informação Geográfica: Principais conceitos*. Universidade AbERTA. Obtido de <https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/2816/1/IntroducaoSIG.pdf>
- Carrilho. (2021). *Profiling and understanding the residential rental market in Mozambique*. . Maputo: CAHF & FSD Mozambique.
- Carvalho, & Santos. (s.d.). *Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicados à Saúde*. Brasília: OPAS.
- Chichava. (2020). *Dinâmicas populacionais e urbanização em Maputo: desafios do planeamento territorial*. Revista Moçambicana de Geografia, v. 5, n. 1.
- Correia. (2011). *Concepção e Implementação de um WebSIG no Parque Nacional da Gorongosa*. Lisboa.
- Costa. (2019). *Serviços comerciais e vitalidade urbana: um estudo sobre acessibilidade e desenvolvimento sustentável*. Revista de Planeamento Urbano.
- Cunha, & Silva. (2016). *Infraestruturas educativas e mobilidade urbana: impactos na escolha residencial*. Cadernos de Geografia Urbana.
- Daniel, C. (2022). *Desenvolvimento e aplicação de funcionalidades de pesquisa geoespacial na Web aplicadas ao sector imobiliário*.
- Dowling. (2014). *Desenvolvimento de um WebSIG para apoio à decisão na escolha de residência*.

- Gilberto, C. (2000). *Análise Espacial e Geoprocessamento*. Obtido de <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap1-intro.pdf>
- Gomes. (2012). *Desenvolvimento de um Sistema de Informação de Apoio à Gestão Florestal*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto.
- Gomes. (2024). *Desenvolvimento e implementação de um Sistema de Monitorização da Qualidade da Água em Ambiente Marinho*. Portugal: Universidade de Coimbra.
- Graham, S., & Marvin, S. (2024). *The Digital City and Smart Infrastructure: Rethinking urban development*. Journal of Urban Technology.
- Harris, & Ullman. (1945). *A Natureza das Cidades*. Anais da Academia Americana de Ciências Políticas e Sociais, 242(1), 7-17.
- Harris, & Ullman. (1945). *The Nature of Cities*. *Annals of the American Academy of Political and Social Science*.
- Harvey. (2005). *The Urbanization of Capital: Studies in the History and Theory of Capitalist Urbanization*. Johns Hopkins University Press.
- INE. (2017). MAPUTO: Recenseamento Geral da População e Habitação.
- INE. (2019). *Censo Populacional 2017*. Maputo.
- INE. (2022). Maputo.
- INEM. (2020). *Resultados Preliminares*. Instituto Nacional de Estatística de Moçambique.
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press.
- Jenkins. (2000). *Urban Management in Maputo, Mozambique: Frameworks, Approaches and Issues*. Environment and Urbanization.
- Koshkoriov. (1989). *Introdução aos Sistemas Informação Geográfica (SIG)*. Instituto de Investigação Científica Tropical.
- Longley. (2005). *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Applications, and Management*. Wiley.
- Longley. (2015). *Geographic Information Systems and Science*, Wiley.
- Longley, Goodchild, Maguire, & Rhind. (2005). *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Applications, and Management*. Wiley.
- Lynch. (1960). *A Imagem da Cidade*. MIT Press.

- Malczewski. (1999). *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. Wiley.
- Maputo, P. E. (2010). Conselho Municipal da Cidade de Maputo.
- Maricato. (2010). *O Impasse da Política Urbana no Brasil*. Bahia: Universidade Federal da Bahia.
- Mavie. (2021). *Aplicações de SIG na gestão urbana: estudo de caso em Maputo*. Maputo: Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de Letras e Ciências Sociais.
- Muggah, Souza , & Silva . (2023). *Urban security and informality in global south cities*. Urban Studies.
- Noronha. (2010). *Geografia Física de Moçambique: Aspectos Naturais e Ambientais*. Maputo: Instituto Nacional de Investigação.
- Oliveira, & Freitas. (2020). *Acessibilidade viária e riscos ambientais na valorização imobiliária*. Revista de Estudos Ambientais.
- Pacione, M. (2009). *Urban Geography: A Global Perspective*. Urban Geography: A Global Perspective.
- Pestana. (2001). *Classificação dos sistemas de informação geográfica*. Rio de Janeiro: PUC-Rio.
- Plano Estrutural da Cidade de Maputo . (s.d.). 2015: Conselho Municipal.
- Rodrigues, Santos , & Almeida. (2017). *Proximidade aos serviços de saúde como fator determinante na avaliação de áreas urbanas*. Revista de Saúde Pública Urbana.
- Rolnik. (2011). *Democracia no fio da navalha: limites e possibilidades para a construção de cidades mais justas no Brasil*. Arantes.
- Santos, & Gomes. (2018). *Clima e Alterações Climáticas em Moçambique*. Maputo: Centro de Estudos Climáticos de Moçambique.
- Seto, K. (2022). *Urbanization and climate change challenges*. Nature Sustainability.
- Turok, I. (2013). *Urbanization and Development in South Africa: Economic Imperatives, Spatial Distortions and Strategic Responses*. South Africa: Urban Studies.
- UN-Habitat. (2013). *The State of African Cities 2014: Re-imagining Sustainable Urban Transitions*. . Nairobi: United Nations Human Settlements Programme.
- Verissimo, & Almeida. (2015). *Impactos da Urbanização nas Áreas Costeiras: O Caso de Maputo*. Revista de Geografia e Planejamento Urbano, 3(2), 25-39.
- Vida, K. (Ed.). (2006). *Desenvolvimento de um WebSIG para apoio à decisão na escolha de residência*.

Anexos

Neste capítulo, apresentam-se materiais complementares ao corpo principal do trabalho, que apoiam e documentam o desenvolvimento e a implementação do sistema SIGWeb para compra, venda e arrendamento de imóveis.

Anexo 1 : Consultas *Overpass Turbo* para extração de dados geoespaciais

Este anexo apresenta os trechos de código utilizados na plataforma Overpass Turbo para a coleta de dados geoespaciais provenientes do OpenStreetMap. Os dados extraídos correspondem a três categorias de infraestruturas urbanas relevantes para o processo de seleção de imóveis na cidade de Maputo:

- I. **Rede viária (estradas)** – para avaliação da acessibilidade;
- II. **Estabelecimentos de ensino (escolas)** – como critério de proximidade educacional;
- III. **Centros Comerciais (mercearias, mercados e supermercados);**
- IV. **Unidades de saúde (postos e hospitais)** – como critério de acesso a serviços básicos de saúde.
- V. **Zonas húmidas e áreas inundáveis:** utilizadas como critério de restrição ou alerta ambiental, com o objetivo de evitar áreas com risco de inundação.

Os dados obtidos foram utilizados na construção das camadas espaciais do sistema, servindo de base para a análise multicritério aplicada no WebSIG.

Anexo A: Consulta *Overpass Turbo* para Centros de Saude

```
[out:json][timeout:30];
(
  node["amenity"="hospital"](-25.9686,32.4776,-25.8753,32.6446);
  way["amenity"="hospital"](-25.9686,32.4776,-25.8753,32.6446);
  node["amenity"~"clinic|doctors"]
(-25.9686,32.4776,-25.8753,32.6446);
  way["healthcare"~"health_centre|dispensary"]
(-25.9686,32.4776,-25.8753,32.6446);
);
out body;
>;
out skel at;
```

Anexo B: Consulta *Overpass Turbo* Para Estabelecimentos de Ensino

```
[out:json][timeout:25];
(
  node["amenity"="school"]["isced:level"="1"](bbox);
  node["amenity"="school"]["isced:level"~"2|3"](bbox);
  node["amenity"="university"](bbox);
  node["amenity"="kindergarten"](bbox);
);
out body;
>;
out skel qt;
```

Anexo C: Consulta *Overpass Turbo* para Vias de Acesso

```
[out:json][timeout:25];
(
  way["highway"~"primary|secondary|tertiary|residential"](bbox);
);
out body;
>;
out skel qt;
```

Anexo D: Consulta *Overpass Turbo* Zonas húmidas e áreas inundáveis

```
[out:json][timeout:25];
(
  way["natural"="wetland"](bbox);
  way["flood_prone"="yes"](bbox);
  way["hazard:flooding"="yes"](bbox);
);
out body;
>;
out skel qt;
```

Anexo E: Código *Overpass Turbo* para Centros Comerciais em Maputo

```
[out:json][timeout:25];
// Área administrativa de Maputo
area["name"="Maputo"]["admin_level"="8"]->.searchArea;
|
(
  node["shop"="mall"](area.searchArea);
  way["shop"="mall"](area.searchArea);
  relation["shop"="mall"](area.searchArea);

  node["amenity"="marketplace"](area.searchArea);
  way["amenity"="marketplace"](area.searchArea);
  relation["amenity"="marketplace"](area.searchArea);
);
out body;
>;
out skel qt;
```

Anexo 2: Distribuição simulada da preferência por critérios de escolha de imóveis entre 200 pessoas

