



**FACULDADE DE ARQUITECTURA E PLANEAMENTO FÍSICO**

**Dinâmicas de Transformação Urbana na Região de Maputo (Boane,  
Moamba E Namaacha). Análise do Risco de Inundações Geradas pela  
Impermeabilização de Solos**

**Caso de Estudo: Bairro Fiche - Município da Vila de Boane**

Dissertação

de

**Roberto André João**

do curso de MESTRADO EM PLANEAMENTO URBANO

Maputo

15 de Fevereiro de 2023



**FACULDADE DE ARQUITECTURA E PLANEAMENTO FÍSICO**

**Dinâmicas de Transformação Urbana na Região de Maputo (Boane,  
Moamba E Namaacha). Análise do Risco de Inundações Geradas pela  
Impermeabilização de Solos**

**Caso de Estudo: Bairro Fiche - Município da Vila de Boane**

Dissertação

de

**Roberto André João**

do curso de MESTRADO EM PLANEAMENTO URBANO

Supervisor:

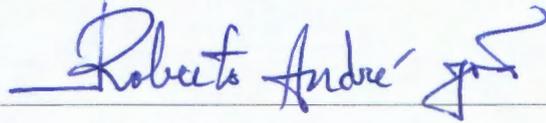
Prof.º Doutor Luís E. da S. Lage, Arq.

Maputo

15 de Fevereiro de 2023

## Declaração

Declaro que esta dissertação nunca foi apresentada para a obtenção de qualquer grau ou num outro âmbito e que ele constitui o resultado do meu labor individual. Esta dissertação é apresentada em cumprimento parcial dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre, da Universidade Eduardo Mondlane.

A handwritten signature in blue ink, reading "Roberto André João", written over a horizontal line.

Roberto André João

**Termo de Aprovação**

**Roberto André João**

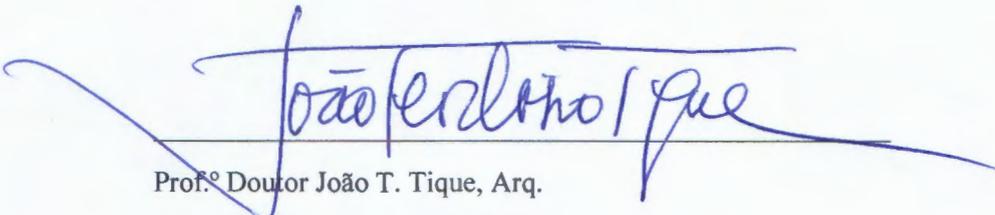
**Dinâmicas de Transformação Urbana na Região de Maputo (Boane, Moamba E Namaacha). Análise do Risco de Inundações Geradas pela Impermeabilização de Solos**

**Caso de Estudo: Bairro Fiche - Município da Vila de Boane**

Dissertação submetida ao Júri, designada pelo Reitor da Universidade Eduardo Mondlane, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Planeamento Urbano.

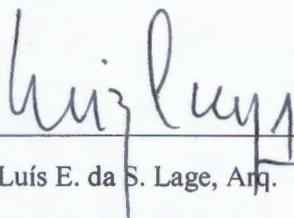
Dissertação aprovada em: Maputo, 15 de Fevereiro de 2023.

Por:



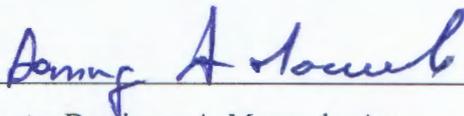
Prof.º Doutor João T. Tique, Arq.

Universidade Eduardo Mondlane



Prof.º Doutor Luís E. da S. Lage, Arq.

Universidade Eduardo Mondlane



Doutor Domingos A. Macucule, Arq.

Universidade Eduardo Mondlane

## **Agradecimentos**

A Deus, pelo dom da vida.

Aos meus pais, André e Margarida, pela educação e todas as oportunidades dadas.

Aos meus irmãos Angélica, João Paulo, Milton e Otília pelo companheirismo, incentivo e colaboração para facilitar a minha responsabilidade como irmão mais velho.

A minha esposa Emília e a nossa filha Kilua, pela paciência e por me darem colo nos momentos mais tensos deste percurso.

Ao meu tutor, Professor Lage, de forma especial, pela paciência e dedicação na orientação para a elaboração desta dissertação.

Aos colegas do curso de MPRU por não deixarem perder o espírito de desafio que sempre ditou a frequência do curso.

Ao PIMI por financiar os meus estudos,

E a todos os que tornaram possível este trabalho,

O meu muito Obrigado!

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho a todos os moçambicanos que mesmo estando expostos aos efeitos das mudanças climáticas, mais concretamente, às inundações cíclicas que ocorrem nos meios urbanos, contribuem incansavelmente para a melhoria da qualidade de vida nos locais onde vivem.

## **Pensamento**

*“O ignorante afirma, o sábio duvida, o sensato reflecte.”*

Aristóteles

## **Resumo**

Moçambique de um modo geral e a Região de Maputo em particular, devido à sua localização geográfica, tem sofrido nos últimos anos, fortes impactos das mudanças climáticas, com a ocorrência regular de ciclones que devastam principalmente as regiões costeiras. Com o aumento do processo de urbanização como resultado do crescimento populacional, nota-se uma tendência de maior **impermeabilização dos solos**. Os níveis de precipitação, que se verificam na Região de Maputo, trazem consigo algumas consequências, como o incremento das velocidades de escoamento superficial, arrastando consigo solos e resíduos sólidos acumulados devido à deficiência no saneamento, modificações no **sistema de drenagem** existente, reduzindo os tempos de picos de enchentes, amplificando-os, e, reduzindo a recarga do lençol freático (CARLOS TUCCI, 2004). Os sistemas de drenagem urbana normalmente existem nas zonas centrais, contudo, encontram-se em condições precárias devido a falta de manutenção regular, o que os torna ineficientes, pois em muitos casos, basta a retirada de lixo, para que as águas fluam naturalmente pelas sarjetas. Entretanto, estes sistemas não existem nas **Áreas Urbanas de Gênese Ilegal - AUGI** – (BORGES et all, 2007) mais sujeitas por condição natural, a alagamentos e se as AUGI's estiverem em áreas baixas, recebem todo o volume de água e não o conseguem escoar para fora, causando assim por vezes, inundações nas áreas previamente planificadas. É evidente que no campo da drenagem, os problemas agravam-se em função da expansão **urbana desordenada**, pois na realidade dos países do sul global, a maioria destes assentamentos carece de um planeamento prévio e a sua implementação quando planeados, realiza-se com poucos recursos financeiros e humanos, interferindo na qualidade das infraestruturas disponibilizadas. Nesse contexto, esta pesquisa tem como objectivo, avaliar através de um estudo de caso (Bairro Fiche no Município da Vila de Boane, na Região de Maputo), em que medida a impermeabilização de solos gerada pela construção de edifícios torna os assentamentos expostos ao risco de inundações. Para o efeito, para dar resposta às questões principais, foi desenvolvida uma pesquisa exploratória com apreensão dos elementos que norteiam a questão das inundações no geral, através da revisão de bibliografia, observação, entrevistas e análise de exemplos para melhor compreensão.

**PALAVRAS - CHAVE:** Impermeabilização do solo; expansão urbana; Região de Maputo; inundações urbanas; sistema de drenagem.

## **Abstract**

Mozambique in general and the Maputo Region in particular, due to its geographic location, has suffered in recent years, strong impacts of climate change, with the regular occurrence of cyclones that devastate mainly coastal regions. With the increase in the urbanization process as a result of population growth, there is a trend towards greater soil sealing. The levels of precipitation, which occur in the Maputo Region, bring with them some consequences, such as the increase in surface runoff speeds, dragging with them soil and solid waste accumulated due to poor sanitation, changes in the existing drainage system, reducing the times of flood peaks, amplifying them, and reducing groundwater recharge (CARLOS TUCCI, 2004). Urban drainage systems usually exist in central areas, however, they are in precarious conditions due to lack of regular maintenance, which makes them inefficient, since in many cases, the removal of garbage is enough for the water to flow naturally through the gutters. However, these systems do not exist in the Urban Areas of Illegal Genesis - AUGI - (BORGES et al, 2007) more subject by natural condition to flooding and if the AUGI's are in low areas, they receive the entire volume of water and cannot drain it. out, thus sometimes causing flooding in previously planned areas. It is evident that in the field of drainage, the problems are aggravated due to the disorderly urban expansion, because in the reality of the countries of the global south, most of these settlements lack prior planning and their implementation, when planned, is carried out with few financial and human resources, interfering with the quality of the available infrastructure. In this context, this research aims to evaluate, through a case study (Bairro Fiche in the Municipality of Vila de Boane, in the Maputo Region), to what extent the waterproofing of soils generated by the construction of buildings makes the settlements exposed to risk of floods. For this purpose, in order to answer the main questions, an exploratory research was developed with apprehension of the elements that guide the issue of floods in general, through the review of bibliography, observation, interviews and analysis of examples for better understanding.

**Keywords:** Soil waterproofing; urban sprawl; Maputo Region; urban floods; drainage system.

## ÍNDICE

<b>Agradecimentos</b> .....	v
<b>Dedicatória</b> .....	vi
<b>Pensamento</b> .....	7
<b>Resumo</b> .....	8
<b>Abstract</b> .....	9
<b>Lista de Abreviaturas</b> .....	13
<b>Lista de Figuras</b> .....	14
<b>Lista de Tabelas</b> .....	15
<b>CAPÍTULO I: APRESENTAÇÃO DA PESQUISA</b> .....	16
<b>1.1. Introdução</b> .....	16
<b>1.2. Motivação para a escolha do tema</b> .....	18
<b>1.3. Objectivos</b> .....	21
<b>1.3.1. Objectivo geral</b> .....	21
<b>1.3.2. Objectivos Específicos</b> .....	21
<b>1.4. Contribuição</b> .....	21
<b>1.5. Problema</b> .....	22
<b>1.6. Pergunta de Partida</b> .....	24
<b>1.7. Hipóteses</b> .....	24
<b>1.8. Resultados Esperados</b> .....	25
<b>1.9. Revisão da Literatura</b> .....	25
<b>CAPÍTULO II: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	28
<b>2.1. Conceitos</b> .....	28
<b>2.1.1. Impermeabilização do solo</b> .....	29
<b>2.1.2. Drenagem Urbana</b> .....	30
<b>2.1.3. Alagamentos</b> .....	31
<b>2.1.4. Enxurrada ou Inundações Bruscas</b> .....	32
<b>2.1.5. Enchente</b> .....	33
<b>2.1.6. Cheias</b> .....	34
<b>2.1.7. Inundação</b> .....	35
<b>2.1.8. Drenagens no Meio Urbano</b> .....	37
<b>2.2. Impactos da Impermeabilização do Solo Urbano</b> .....	37

2.2.1.	Grande pressão nos recursos hídricos.....	38
2.2.2.	Biodiversidade Terrestre e Subterrânea Ameaçada.....	38
2.2.3.	Infertilidade dos Solos .....	39
2.2.4.	Aumento da Temperatura nas Cidades .....	39
2.2.5.	Deterioração da Qualidade do Ar .....	39
2.2.6.	Exemplos de Boas Práticas para Limitar, Atenuar ou Compensar a Impermeabilização de Solos .....	39
2.3.	Bacias de Retenção .....	44
2.4.	O Risco de Desastres em Moçambique.....	45
2.5.	Indicadores de Risco de Inundação .....	48
2.5.1.	Impactos Causados pelas Inundações Urbanas .....	49
2.5.2.	Medidas de Prevenção e Controle de Inundações.....	52
2.5.3.	Componentes de Risco.....	57
2.5.4.	Classificação das Consequências .....	59
2.5.5.	Metodologias de Avaliação de Risco .....	61
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGIA DA PESQUISA .....</b>		<b>62</b>
3.1.	Recolha, análise e interpretação de informação .....	62
3.2.	Trabalho de Campo .....	63
3.3.	Compilação e apresentação da informação .....	63
<b>CAPÍTULO IV: CASO DE ESTUDO.....</b>		<b>64</b>
4.1.	Descrição do Local de Estudo .....	64
4.2.	Enquadramento Histórico do Surgimento da Vila e do Município da Vila de Boane 70	
4.3.	O Clima e a Precipitação .....	70
4.4.	Evolução da Ocupação do Bairro Fiche.....	72
4.5.	População, Caracterização e Distribuição .....	73
4.6.	Histórico de Inundações no Município da Vila de Boane.....	74
4.7.	Levantamento de dados no Bairro Fiche .....	77
4.7.1.	Rede de Infraestruturas .....	78
4.7.2.	Tipologia de Moradias.....	81
4.8.	Nível de Impermeabilização de Solos .....	83
4.9.	Soluções Recomendadas .....	84
4.9.1.	Jardins de Chuva .....	85

4.9.2. <b> Materiais Permeáveis.....</b>	86
<b>CAPÍTULO V: LEGISLAÇÃO E POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A GESTÃO DE DESASTRES NATURAIS EM MOÇAMBIQUE.....</b>	90
5.1. <b> Regulamento da Lei no 20/97, de 1 de Outubro, a Lei do Ambiente.....</b>	90
5.2. <b> Regulamento da Lei nº 15/2014, de 20 de Junho, a Lei de Gestão das Calamidades             90</b>	90
5.3. <b> Plano Director para Redução do Risco de Desastres 2017 – 2030 (PDRRD) .....</b>	90
5.4. <b> Estratégia Nacional de Adaptação e Mitigação de Mudanças Climáticas (ENAMMC) 2013 – 2025 .....</b>	91
5.5. <b> Plano Director para Prevenção e Mitigação das Calamidades Naturais (PDPMCN)             91</b>	91
<b>CAPÍTULO VI: LIMITAÇÕES DO ESTUDO, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>	93
6.1. <b> Limitações do Estudo .....</b>	93
6.2. <b> Conclusões.....</b>	93
6.3. <b> Recomendações.....</b>	95
<b>CAPÍTULO VII: REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	97
7.1. <b> Livros, Dissertações e Teses .....</b>	97
7.2. <b> Legislação.....</b>	98
<b>Anexo I: Lista de Entrevistados .....</b>	100
<b>Anexo II: Questionário Técnico do Município e/ou Autoridades Locais.....</b>	101
<b>Anexo III: Questionário Moradores do Bairro Fiche.....</b>	102
<b>Anexo IV: Credencial .....</b>	103
<b>Anexo V: Solicitação de Autorização Para Recolha de Dados .....</b>	104
<b>Anexo VI: Autorização para Recolha de Dados.....</b>	105
<b>Anexo VII: Projecto Técnico Jardins de Chuva .....</b>	106

## **Lista de Abreviaturas**

AIDC – Áreas Impermeáveis Directamente Conectadas

AR - Áreas Residenciais

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Brasil)

CFM – Caminhos de Ferro de Moçambique

CMVB – Conselho Municipal da Vila de Boane

ENAMMC - Estratégia Nacional de Adaptação e Mitigação de Mudanças Climáticas

EN2 – Estrada Nacional Nº 2

EU -União Europeia

FIPAG - Fundo de Investimento do Património de Abastecimento de Água

INGD – Instituto Nacional de Gestão de Desastres

INM – Instituto Nacional de Meteorologia

IPU – Instituto Pedagógico de Umbelúzi

MAE – Ministério da Administração Estatal

MC – Mudanças Climáticas

OLE - Órgãos Locais do Estado

PDPMCN - Plano Director para Prevenção e Mitigação das Calamidades Naturais

PDRRD – Plano Director para a Redução do Risco de Desastres

PEUB – Plano de Estrutura Urbana de Boane

PIMI – Programa de Investigação Multisectorial Integrado

PP – Planos de Pormenor

QIRRD - Quadro de Indicadores de Redução do Risco de Desastres

RDR - Redução do Risco de Desastres

SDPIB – Serviço Distrital de Planeamento e Infraestruturas de Boane

## Lista de Figuras

Figura 1: Impactos das Mudanças Climáticas em Moçambique..	17
Figura 2. Enquadramento Territorial da Vila de Boane à Área Metropolitana de Maputo..	20
Figura 3. Características dos leitos dos rios.....	34
Figura 4: Cintura Verde Londres, 1930. ....	41
Figura 5: Integração da Ruralidade no Meio Urbano..	42
Figura 6: Projecto Eco-Vikki, Helsínquia, Finlândia.....	44
Figura 7. Relação entre as componentes do risco. ....	58
Figura 8. Estrutura de zonas de aceitabilidade de risco. ....	61
Figura 9: Estrada para Picoco I e II. ....	65
Figura 10. Localização do Bairro Fiche. Mapa de Divisão Administrativa do Município da Vila de Boane.....	66
Figura 11. Delimitação da Amostra da Área de Estudo. Fonte: Google Earth. Maio/2002	68
Figura 12. Delimitação da Amostra da Área de Estudo. Fonte: Google Earth. 24/04/2021.....	68
Figura 13. Mapa de Condicionantes do Município da Vila de Boane... ..	69
Figura 14. Pluviosidade média anual.....	71
Figura 15. Imagem Satélite Bairro Fiche. Abril/2021. Delimitação do Bairro Fiche.....	72
Figura 16. Imagem Satélite da Área de Estudo. Área ocupada até Maio de 2002.....	73
Figura 17. Imagem Satélite da Área de Estudo. Abril/2021	73
Figura 18. Distribuição da População na Vila de Boane. ....	74
Figura 19. Efeitos do ciclone Dineo na Província de Inhambane. 2017.....	75
Figura 20. Visão histórica geral dos desastres (1980-2016).....	76
Figura 21. Jornal Notícias de 24 de Julho de 2022.....	77
Figura 22: Amostra Local de Estudo. ....	78
Figura 23: Infraestruturas existentes.....	79
Figura 24: Condição das vias no interior do bairro.....	80
Figura 25: Tipologia de habitações existentes.....	82
Figura 26: Jardim de chuva no passeio.....	85
Figura 27: Jardins de Chuva. ....	86

Figura 28: Superfícies mais comuns, da mais a menos permeável.....	86
--	----

### **Lista de Tabelas**

Tabela 1. Cheias históricas e de 2000 registadas nalgumas bacias hidrográficas de Moçambique .....	47
Tabela 2. Número de Afectados por Desastres entre 2006 e 2015 .....	48
Tabela 3. Classificação de danos causados por inundações. ....	60
Tabela 4: Dados Obtidos da Análise da Amostra .....	84

## **CAPÍTULO I: APRESENTAÇÃO DA PESQUISA**

### **1.1. Introdução**

A maioria da população mundial vive actualmente em cidades, provocando nelas o congestionamento na procura de infraestruturas e serviços e Moçambique, não foge à regra. Grande parte senão todos os casos de ocupação de assentamentos humanos pós-independência, não são planificados, o que remete sempre à falta de atenção por parte das entidades de direito, nomeadamente, as entidades municipais, que se limitam a “perseguir” a tendência de ocupação ditada pelas populações, à medida que estas tenham que responder às suas necessidades de habitação.

O planeamento urbano, pressupõe uma resposta viável que se pode dar a este problema crescente, associado à inexistência de infraestruturas básicas que poderiam potencializar as ocupações de áreas de expansão criando mais incentivos para o descongestionamento de cidades como Maputo e Matola, e potencializando locais com capacidade e qualidade para receber novos habitantes e dando também resposta às suas necessidades de desenvolvimento de actividades económicas para a sua subsistência.

O Município de Boane, na Região de Maputo, possui potencial para apoiar no descongestionamento das cidades mais próximas, nomeadamente, Cidades de Maputo e Matola, por se localizar num corredor importante que liga a região sul da província de Maputo à vizinha ESwatini e África do Sul, através das fronteiras de Namaacha e Goba.

Contudo, nota-se que a crescente procura de terra infraestruturada para a construção de habitação condigna, não tem resposta imediata. Vários poderão ser os factores que inviabilizam a concretização desta necessidade, dentre eles, a presença na área do Município, próximo ao centro, de grandes parcelas de terra cuja função predominante é agrícola, devido a presença do Rio Umbeluzi, por um lado, e a definição clara de uma tendência de expansão de áreas residenciais, apenas para a zona do Bairro de Picoco II (norte do Município), fazendo a ligação com o bairro Belo Horizonte, em detrimento do lado Oeste, em direcção aos Pequenos Libombos, onde se localizam a maioria dos empreendimentos agropecuários e ocupação de espaços para construção de quintas, que acabam servindo de dormitórios (MAE, 2005).

Grande parte da população carente, acaba ocupando zonas de risco, nomeadamente, áreas de domínio público ferroviário, ao longo da linha Maputo - Goba; ao longo da EN2 e na faixa ao longo das margens do Rio Umbeluzi, que atravessa a zona baixa do Município de Boane, bem como zonas baixas que serviam de bacias naturais de retenção de águas pluviais, que por si, já são áreas bastante vulneráveis às inundações.

A exposição de Moçambique devido a sua localização geográfica, torna-o vulnerável às Mudanças Climáticas – MC – (Fig. 1). Os impactos das MC provocam efeitos de natureza económica e social, impactando sobre a vida das populações, que por sua vez, tendem a procurar soluções para a sua sobrevivência através do saber local que as comunidades detêm (LANGA, 2021).



Figura 1: Impactos das Mudanças Climáticas em Moçambique.

[https://www.google.com.br/search?q=exposi%C3%A7%C3%A3o+de+mo%C3%A7ambique+as+mudan%C3%A7as+clim%C3%A1ticas&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKewj5hIGD1Zf6AhXn\\_rsIHV8jCacQ\\_AUoAn\\_oECAEQBA&biw=1920&bih=955&dpr=1#imgrc=oDuehKAjrOgzdM](https://www.google.com.br/search?q=exposi%C3%A7%C3%A3o+de+mo%C3%A7ambique+as+mudan%C3%A7as+clim%C3%A1ticas&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKewj5hIGD1Zf6AhXn_rsIHV8jCacQ_AUoAn_oECAEQBA&biw=1920&bih=955&dpr=1#imgrc=oDuehKAjrOgzdM). Consultado em 15/09/2022. 22h49.

## 1.2. Motivação para a escolha do tema

No âmbito do desenvolvimento do Programa de Investigação Multisectorial Integrado (PIMI), o curso de Mestrado em Planeamento Regional e Urbano, irá debruçar o seu estudo sobre a Região de Maputo, que inclui a área Metropolitana de Maputo (Municípios de Maputo, Matola, Boane), bem como os Distritos de Moamba e Namaacha.

A Região de Maputo, possui um **forte potencial para o desenvolvimento** da região Sul de Moçambique devido à sua ligação com os países do interland, nomeadamente, a República da África do Sul e o Reino de ESwathini, cuja dependência de escoamento de produtos com os portos de Maputo e Matola é notável e sendo aquele, garantido através de corredores ferroviários e rodoviários, principais vias de ligação existentes nesta região.

Na região de Maputo, podem ser **identificadas muitas assimetrias** devido à extensão do território e a quantidade de população que habita a região, pois, associando aos aspectos acima descritos, os distritos de Boane, Moamba e Namaacha, tornaram-se apetecíveis para a fixação de população oriunda de outras regiões de Moçambique, em busca de melhores condições de vida, fazendo nela diferentes tipos de uso e ocupação do solo, com principal enfoque para o uso habitacional.

As consequências dessas ocupações podem ser desastrosos impactos ao meio ambiente, nomeadamente, desmatção, erosão, poluição entre outros; pois não encontrando espaço em lugares seguros, previamente definidos e identificados pelas autoridades, acaba-se por ocupar zonas de risco e de protecção ambiental, sem o cumprimento das normas urbanísticas definidas pelas posturas municipais.

Esta tendência de expansão de áreas residenciais normalmente de forma horizontal, ocorre quase sempre, **sem a expansão em simultâneo, de infraestruturas básicas**, com principal destaque para as de drenagem de águas pluviais, provocando o surgimento frequente de situações de alagamentos que dificultam a circulação de pessoas e destroem culturas entre outros, de forma cíclica, sempre que ocorram eventos naturais decorrentes das mudanças das estações do ano.

O **aumento do escoamento superficial das águas pluviais**, como consequência do processo de impermeabilização do solo nas grandes cidades, tem sido apontado como um dos principais factores responsáveis pelos alagamentos das áreas urbanas. (MOURA & SILVA, 2015).

A presente dissertação de mestrado, tem como objectivo, analisar o risco de inundações urbanas no bairro Fiche, no Município da Vila de Boane tendo em conta o aumento de áreas impermeáveis, devido ao incremento das construções.

A área de estudo em questão, corresponde a uma parte do território do Município da Vila de Boane, tendo a sua ocupação surgido como resultado da expansão da Vila na direcção nordeste, ao longo da estrada que liga a zona Central da Vila Municipal, aos bairros Picoco I e Picoco II, mais a norte do Município.

A escolha do Município da Vila de Boane para a presente análise, parte dos pressupostos acima mencionados, mas também pelo facto de aquele estar a registar uma expansão urbana galopante, com a elaboração e implementação de Planos de Pormenor (PP) como o de Picoco II, elaborado pelo Serviço Distrital de Planeamento e Infraestruturas de Boane (SDPIB) e pelo Conselho Municipal da Vila de Boane (CMVB), com o objectivo de orientar os Órgãos Locais do Estado (OLE) na provisão de infraestruturas, equipamentos sociais e serviços, construção de Áreas Residenciais (AR) para trabalhadores dos órgãos dirigentes distritais e municipais e os colaboradores das instituições públicas ao nível do distrito e município (PEUB, 2019, p. 30).

Note-se que a elaboração e implementação destes planos, por um lado denota a sensibilidade e intenção de resolver o problema da falta de habitação condigna com o qual a maioria da população jovem convive, apesar dos custos serem aquém da capacidade de endividamento dos mesmos. Entretanto, a tentativa de resolver os problemas acima mencionados, não abrange toda a população, e a mais carenciada, acaba ocupando áreas de risco para residir.

Outro elemento motivador, é o facto de o Município de Boane ser o maior em termos de extensão, em relação aos municípios da Província de Maputo (Municípios de Namaacha, Matola e Manhiça) e quiçá, do País possui uma superfície de 14,3 km<sup>2</sup> e dista cerca de 22 Km da capital Provincial de Maputo e 30 Km da Cidade Capital do país, Maputo (PEUB, 2019, p. 34); constituindo, portanto, o “refúgio” mais próximo para habitar, daí a crescente procura de espaço pela população (Fig.2).

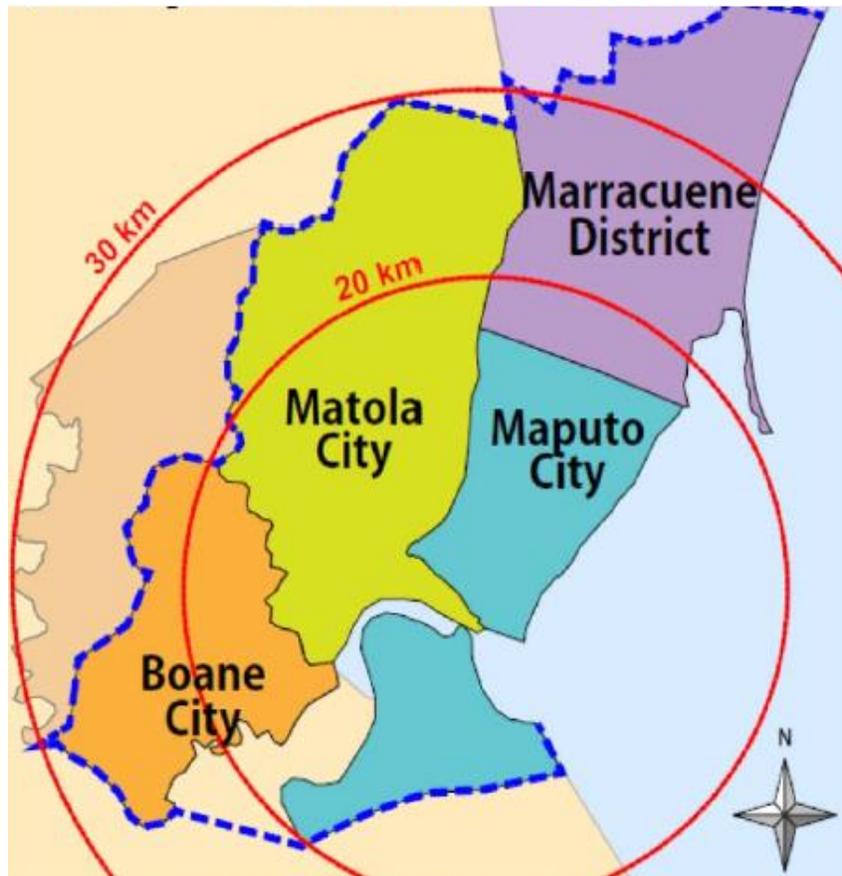


FIGURA 2. ENQUADRAMENTO TERRITORIAL DA VILA DE BOANE À ÁREA METROPOLITANA DE MAPUTO. (PEUB, 2019, p. 35).

### **1.3. Objectivos**

#### **1.3.1. Objectivo geral**

O objectivo desta pesquisa foi analisar o risco de inundações causadas pela impermeabilização de solos no Bairro Fiche, no Município da Vila de Boane.

#### **1.3.2. Objectivos Específicos**

Para o desenvolvimento do trabalho e alcance do objectivo geral, foram tidos em conta os seguintes objectivos específicos:

- Analisar a evolução da impermeabilização dos solos e relacioná-la ao aumento da tendência de escoamento superficial no Bairro Fiche, Município de Boane;
- Quantificar o aumento de áreas impermeabilizadas através de levantamento de campo e análise de imagem satélite;
- Propor soluções sustentáveis para o problema das inundações urbanas.

### **1.4. Contribuição**

De acordo com o Plano de Estrutura Urbana do Município da Vila de Boane – PEUB - (2019, p. 9), Moçambique apresenta exigências inadiáveis de integração em todos os níveis da sociedade e de vários intervenientes e de parceiros de cooperação num esforço conjugado de combate à pobreza, desigualdade e de assimetrias no que tange ao desenvolvimento social e económico do país.

Um dos níveis que necessita de especial atenção, é o do crescimento dos assentamentos humanos, quer de forma ordenada, quer de forma desordenada ou não planificada que contribui para uma forma própria de desenvolvimento urbano.

Segundo o PEUB (2019, p.11), o crescimento económico e social intenso também dá lugar à uma rápida e desordenada expansão da urbanização, resultando numa expansão urbana com um notório défice de habitação e infraestrutura, exclusões sociais segregação social, para além do crescente número de assentamentos informais. Moçambique como um país em desenvolvimento, é evidente esta realidade em quase todos os seus aspectos, particularmente, o Município de Boane enfrenta sérios desafios no que refere à organização e planificação urbana.

O continente africano é o menos urbanizado com a maior parte da população concentrada na área rural. Em Moçambique, o processo de urbanização está em curso e segundo dados do III Recenseamento Geral da População e habitação realizado em 2007, 30% da população moçambicana reside na área urbana e 70% na área rural. (RIBEIRO, 2019).

Assim, com este estudo, pretende-se contribuir para a redução das assimetrias na área de ordenamento territorial com a:

- Produção e registo de dados sobre um tema de extrema importância para a realidade Moçambicana, dado que ocorrem de forma cíclica, inundações urbanas, como consequência das MC;
- Melhoria da qualidade de vida das populações na Região de Maputo e em particular no Município da Vila de Boane, em matérias de planeamento de assentamentos e redução de riscos ambientais;
- Trazer recomendações de possíveis soluções/boas práticas para prevenir e/ou controlar os problemas de inundações gerados pela impermeabilização de solos urbanos.
- Mapeamento das zonas de risco na área de estudo.

## 1.5. Problema

O desenvolvimento urbano nos países em desenvolvimento tem sido realizado de forma insustentável com a deterioração da qualidade de vida e do meio ambiente.

A ocupação urbana acelerada e não planificada intensificou a degradação ambiental. Dentre as formas de degradação mais notáveis, está a **impermeabilização do solo**, que reduz a infiltração

de águas das chuvas, aumentando os riscos de erosão, compactação e deslizamentos dos solos, bem como inundações de córregos e ruas.

O crescimento das cidades, que ocorreu principalmente depois da década de 70 nos países em desenvolvimento, tem sido realizado sem um planeamento adequado da ocupação do espaço. A urbanização é espontânea, o planeamento urbano é realizado apenas para a parte da cidade ocupada pela população de média e alta renda, normalmente herdada do período colonial, enquanto que para as áreas de baixa renda (TUCCI, 2003) e da periferia o processo se dá de forma irregular ou clandestina (TUCCI, 2004).

Cada uma destas formas, provoca impactos severos no local onde ocorrem, contudo, são possíveis algumas práticas para mitigação/controlo do impacto (TUCCI, 2005) e devem ser adoptadas de acordo com o tipo de ocorrência.

Para BRAGA (2016), eventos de **inundações, alagamentos**, entre outros impactos, são fenómenos naturais que ocorrem com frequência nos cursos d'água, geralmente deflagrados por chuvas fortes e rápidas ou chuvas de longa duração. Estes eventos naturais têm sido intensificados, principalmente nas áreas urbanas, por alterações antrópicas.

Ainda assim, repisa que a ocorrência de enchentes, alagamentos e inundações em áreas urbanas pode ser explicada pelo **agravamento do escoamento superficial natural**, que sofre alterações substanciais em decorrência do processo de urbanização desordenada, como consequência da **impermeabilização da superfície** (BRAGA, 2016a).

BRAGA (2016), afirma ainda que outro impacto directo deste processo de urbanização é a **aceleração dos processos erosivos**, considerando um dos factores principais para a ocorrência dos alagamentos. O aumento da produção de sedimentos, originados de fontes diversas, como por exemplo, o uso e ocupação inadequada dos solos, e da crescente urbanização, tem ligação directa com o sistema de drenagem local e agrava os efeitos das inundações.

Contudo, contrariamente ao que se pode pensar, este problema de inundações urbanas não é exclusivo da realidade no Sul Global, isto é, também constitui um problema actual para os países mais desenvolvidos, que aprimoram acções com vista a redução dos impactos severos.

*(...) Entre 1990 e 2000, a ocupação dos solos detectada na UE foi de cerca de 1 000 km<sup>2</sup> por ano e as zonas urbanizadas aumentaram quase 6%. Entre 2000 e 2006, a taxa de ocupação dos solos diminuiu para 920 km<sup>2</sup> por ano,*

*enquanto a área total urbanizada aumentou mais de 3%, o que corresponde a um aumento de cerca de 9% no período 1990-2006 (de 176 200 para 191 200 km<sup>2</sup>). Na hipótese de uma progressão linear continua, num prazo historicamente muito curto de apenas 100 anos converteríamos uma quantidade de terras comparado ao território da Hungria.*  
(...)

Os autores são unânimes em afirmar que as inundações em áreas urbanas ocorrem devido ao aumento de áreas impermeabilizadas, como consequência do processo de urbanização que acontece ao longo do tempo. Estas inundações, podem ocorrer de duas formas: (i) inundações devido à urbanização e (ii) inundações em áreas ribeirinhas (TUCCI, 2004)

Tendo em conta os pressupostos acima referidos, importa repisar que a realidade observada nos países em desenvolvimento mostra que são inúmeras as dificuldades existentes, desde a inexistência de planos previamente elaborados para a sua implementação; falta de recursos financeiros e recursos humanos disponíveis para o processo de elaboração dos projectos e sua implementação.

Neste contexto, tendo em conta as afirmações dos autores acima referenciados, fica claro que, *“O surgimento de assentamentos informais na Região de Maputo, resultante do aumento da população urbana, traz consigo algumas consequências, como o aumento das áreas impermeáveis devido ao aumento das construções; modificações no sistema de drenagem existente que com a sobrecarga, não consegue absorver todas as águas, libertando-as e provocando o incremento das velocidades de escoamento superficial e acúmulo de águas..”*

## **1.6. Pergunta de Partida**

Face aos aspectos acima descritos, coloca-se a seguinte pergunta de partida: Em que medida o aumento de áreas impermeáveis geradas pela expansão urbana, contribui para o surgimento de inundações no Município da Vila de Boane?

## **1.7. Hipóteses**

1. Existe um equilíbrio entre a área construída e a área verde, o que possibilita a infiltração das águas em tempo útil, de acordo com os padrões recomendados.
2. O provimento de infraestruturas básicas é condição fundamental para solucionar o problema da fraca capacidade de drenagem de águas pluviais.
3. O maior risco de ocorrência de inundações é nas zonas ribeirinhas e não nas zonas consideradas habitualmente isentas de risco.

### **1.8. Resultados Esperados**

De um modo geral, pretende-se com este trabalho trazer uma reflexão sobre a vulnerabilidade ao risco de inundação dos assentamentos humanos na Região de Maputo, mais concretamente no Bairro Fiche, no Município da Vila de Boane. Sendo assim, espera-se (i) identificar os factores de risco de inundação que devem ser considerados na prevenção dessa ocorrência; (ii) indicar os índices de ocupação ideias para a redução do risco e (iii) propor soluções que permitam reduzir o máximo o risco de inundações na área de estudo.

### **1.9. Revisão da Literatura**

Segundo EVELYN et al (2018), a ocupação urbana acelerada e não planeada intensificou a degradação ambiental. Dentre as formas de degradação, está a impermeabilização do solo que por sua vez, reduz a infiltração das águas das chuvas, aumentando os riscos de erosão, compactação e deslizamentos de solos, bem como inundações e ruas. Para evitar a degradação ambiental, é necessário acompanhar o desenvolvimento local e indicar possíveis falhas no planeamento e gestão de obras em áreas a sofrerem intervenções e dos recursos ali existentes.

OLIVEIRA (2018), acrescenta que a urbanização gera grandes modificações no uso do solo, causando efeitos permanentes nas respostas hidrológicas como o aumento do escoamento superficial e a diminuição da infiltração. Construções de edifícios, passeios bem como pavimentação de estradas, diminuem consideravelmente a permeabilidade do local e impedem que o material se infiltre no solo.

A impermeabilização de solos é um tema global que acompanha a expansão da urbanização. As acções com vista ao controle desta questão variam de região para região e de forma apelativa, buscam soluções que permitam controlar a sua ocorrência.

A impermeabilização dos solos em si não é um problema. Porém, ela deve acontecer de forma coordenada e organizada de modo a garantir a preservação da capacidade dos solos de permitirem a infiltração das águas das chuvas de forma natural.

Vários são os autores que abordam esta questão das inundações urbanas geradas pelo aumento de áreas impermeabilizadas. No estudo que aqui se apresenta, encontramos a maior referência em TUCCI, (2004, p.59). que aborda a questão das inundações e drenagem urbana e refere que *“elas são resultado do uso de solo de risco e/ou da ampliação das cheias na drenagem urbana devido a impermeabilização do solo”*, A inexistência ou a não aplicação efectiva de políticas de gestão, principalmente nos países do sul global, que possuem maiores dificuldades na abordagem, fazem com que cada vez mais os países em desenvolvimento se ressentam dos problemas que daí possam advir, e remetem a uma luta constante com objectivo de encontrar soluções mais sustentáveis para colmatar o problema das inundações urbanas.

TUCCI, (2005), propõe soluções de gestão de águas pluviais urbanas, dirigidas a tomadores de decisão, profissionais de diferentes áreas de conhecimento que actuem a nível do meio ambiente urbano, nomeadamente, administradores, legisladores, engenheiros, arquitectos, entre outros, como forma de transmitir a capacidade de trazer soluções que respondam a cada situação específica.

Vários outros autores, comungam da mesma filosofia de TUCCI, que aborda o problema a nível dos países mais carenciados, tendo feito vários estudos a nível da América Latina, como contributo para a solução do problema das inundações urbanas nesta região.

Entretanto, o problema não se cinge apenas aos países mais desfavorecidos. Esta situação também constitui preocupação nos países do ocidente. Estudos feitos pela (Comissão Europeia do Ambiente, 2012), trazem propostas para combater o problema da impermeabilização dos solos depois de analisar os seus possíveis impactos. Claramente, as soluções apresentadas neste caso, que veremos mais adiante, são à altura do nível de desenvolvimento dos países daquela região, que vão desde a definição clara dos objectivos da ocupação dos solos como forma de limitar, atenuar e compensar a impermeabilização de solos; a revitalização e ocupação de locais abandonados como grandes galpões e zonas industriais antigas, para a criação de novas urbanizações bem como

a proposta de materiais permeáveis a utilizar na construção/pavimentação de ruas, passeios e terrenos.

O documento elaborado pela Comissão Europeia do Ambiente, traz “Orientações sobre as melhores práticas para limitar, atenuar ou compensar a impermeabilização de solos”; práticas estas, que devem constituir acções principais dos países membros.

## CAPÍTULO II: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. Conceitos

Neste capítulo, pretende-se apresentar os diferentes autores que discutem a questão de impermeabilização de solos e inundações urbanas; e fundamentar as contribuições do tema proposto. Assim, procurou-se buscar no campo do conhecimento, as principais referências na definição de alguns conceitos como o de impermeabilização do solo; inundações; inundações urbanas, alagamentos; enxurrada; enchente, bem como a legislação aplicável.

“Moçambique é um país que se localiza na África Oriental com cerca 23% de população urbana. No entanto, as estatísticas mostram que até 2030 cerca de 50% da população moçambicana estará a residir nas cidades (Serra, 2012). Este crescimento urbano ocorre com intensidades diferentes nas várias regiões e províncias do país, com a cidade de Maputo (capital do país) a registar a taxa mais elevada.” (BERNARDO et al., 2021).

A urbanização decorre na cidade de Maputo de forma espontânea, sem autorizações ou planificação, levando as populações a ocupar espaços cuja morfologia (depressões e vertentes) lhes confere vulnerabilidade e sensibilidade em relação a determinados riscos ambientais como inundações e erosão.” (BERNARDO et al., 2021).

“O processo de crescimento urbano, (...) fez com que áreas de difícil acesso e até mesmo “naturais”, servissem e sirvam de locus para a (re)produção do espaço, tais como: leitos de rios, manguezais, regiões de dunas e outros. Em vista disso, compreende-se que a infraestrutura básica de serviços e equipamentos em Natal não tem sido suficiente e adequada para comportar com qualidade ambiental o grande número da população e (...)” (SILVA, 2015).

“Todo esse investimento faz com que o solo urbano adquira certo valor, e torne-se, então, uma mercadoria, sendo disputada, somente, por aqueles agentes que podem pagar para adquiri-la. Podemos, então, acrescentar que a ação desses agentes tem ocorrido de forma fragmentada e articulada no espaço (CORRÊA, 1995). A fragmentação ocorre pelas formas de uso que cada agente faz do espaço, através das relações sociais, econômicas ou mesmo na aquisição de moradias. (...)” (SILVA, 2019).

Um estudo feito pelo Ministério Público do Brasil, sobre “O Uso e Ocupação do Solo Urbano em Áreas de Risco ou Susceptíveis a Desastres” considera que “É exatamente na análise

do espectro do direito à cidade que as ocupações humanas em áreas de risco – áreas sujeitas a enchentes, inundações e deslizamentos -, ganham visibilidade, pois o impacto (dano) decorrente deste evento afeta não só aos habitantes dessas áreas, cuja condição e qualidade de vida não condizem com o direito à moradia adequada, assim como onera a todos os habitantes da cidade, com os custos sociais e econômicos, seja de remoção/reassentamento, quando necessário, controle ou afastamento do risco, seja sobre o impacto que a irregularidade causa no meio ambiente, saneamento básico e serviços públicos modo geral.”

Os desastres acontecem sem previsão, e as populações mais carentes, muitas das vezes são as mais prejudicadas pois a falta de qualidade das moradias e infraestruturas quando existem, torna os assentamentos informais mais vulneráveis.

Considera-se desastre “o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem sobre um cenário vulnerável, causando grave perturbação ao funcionamento de uma comunidade ou sociedade envolvendo extensivas perdas e danos humanos, materiais, econômicos ou ambientais, que excede a sua capacidade de lidar com o problema usando meios próprios”. [...]

### **2.1.1. Impermeabilização do solo**

O aumento do escoamento superficial das águas pluviais, como consequência do processo de impermeabilização do solo nas grandes cidades, tem sido apontado como um dos principais factores responsáveis pelos alagamentos das áreas urbanas (MOURA & SILVA, 2015).

Impermeabilização do solo é a inserção permanente de materiais artificiais impermeáveis, como asfalto e cimento, na superfície de um terreno. (MOURA & SILVA, 2015).

O processo de urbanização acarreta profundas modificações no uso do solo, que por sua vez causam impactos permanentes nas respostas hidrológicas das áreas urbanizadas. Os efeitos mais notáveis desta transformação do solo natural em impermeável são o aumento do escoamento superficial e a diminuição da infiltração, e tem como consequência directa a ocorrência de inundações urbanas. (FONTES, 2003 apud MOURA & SILVA, 2015)

O escoamento superficial abrange desde o excesso de precipitação que ocorre após uma chuva intensa e se desloca livremente pela superfície terrestre, até o escoamento de um rio, que pode ser alimentado tanto pelo excesso de precipitação como pelas águas subterrâneas. Portanto,

a condição de escoamento de uma bacia hidrográfica sofre grande alteração, quando se transforma um solo, outrora permeável numa superfície impermeabilizada.

O impacto da impermeabilização do solo na drenagem urbana já é reconhecido largamente e considerado para efeito de cálculos de projectos, porém a caracterização destas áreas impermeáveis apresenta ainda algumas questões a serem elucidadas. Entre estas questões, a mais relevante é a distinção entre área total impermeabilizada e a área efectiva. A área total impermeabilizada representa toda a área de uma bacia ou sub-bacia urbana recoberta por materiais e construções que impedem a infiltração da água da chuva no subsolo.

A área impermeabilizada efectiva é definida como área impermeabilizada directamente conectada ao sistema de drenagem urbana. Estas áreas contribuem para efectivamente com o escoamento superficial directo não passando por áreas permeáveis, nem tendo oportunidades de infiltração no solo, ou seja, áreas impermeáveis directamente conectadas (AIDC) que despejam água pluvial directamente na rede de drenagem sem que existam perdas entre o ponto, a superfície e a saída da bacia.

São exemplos de AIDC's, ruas, passeios, estacionamentos pavimentados, telhados, canteiros e jardineiras com pavimento abaixo da área verde. (SILVA et al 2005 apud MOURA & SILVA, 2015).

Outro elemento importante que se deve ter em conta no contexto da determinação do coeficiente de escoamento superficial, é que este deve ser proporcional à área impermeabilizada directamente conectada (AIDC).

MOURA & SILVA, (2015), recomendam que para a realização de um eficiente projecto de drenagem urbana com a adopção de técnicas adequadas faz-se necessário o levantamento das áreas impermeáveis directamente conectadas (AIDC) através de medidas directas em fotografias aéreas ou imagens de satélite associadas ao levantamento de campo.

### **2.1.2. Drenagem Urbana**

POMPÊO (2000), abre os horizontes para uma nova abordagem da questão de drenagem urbana, afirmando que o mesmo já não deve ser tratado exclusivamente ao âmbito técnico com soluções de engenharia pouco eficientes, tendo em conta a problemática ambiental. Para este autor, é preciso focar o problema das cheias urbanas incorporando a dinâmica social e o planeamento

multissectorial. Faz-se urgente uma discussão que possa incorporar uma acção integrada articulando a sustentabilidade com o tratamento de enchentes urbanas e as políticas de saneamento e recursos hídricos.

As enchentes provocadas pela urbanização devem-se a diversos factores, dentre os quais destacamos o excessivo parcelamento do solo e a consequente impermeabilização das grandes superfícies, a ocupação de áreas ribeirinhas tais como várzeas, áreas de inundação frequente e zonas alagadiças, a obstrução de canalizações por detritos e sedimentos e também as obras de drenagem inadequadas.

### **2.1.3. Alagamentos**

Segundo CASTRO (2003, p.51), os alagamentos são águas acumuladas no leito das ruas e nos perímetros urbanos por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem deficientes.

Nestes casos, o extravasamento das águas depende muito mais de uma drenagem deficiente, que dificulta a vazão das águas acumuladas, do que das precipitações locais.

Para CASTRO (2003), este fenómeno relaciona-se com a redução da infiltração natural nos solos urbanos, a qual é provocada por:

- (i) compactação e impermeabilização do solo – muitas vezes devido ao aumento das construções no interior das parcelas;
- (ii) pavimentação de ruas e construção de calçadas, reduzindo a superfície de infiltração;
- (iii) construção adensada de edificações, que contribuem para reduzir o solo exposto e concentrar o escoamento das águas;
- (iv) desmatamento de encostas e assoreamento dos rios que se desenvolvem no espaço urbano;
- (v) acumulação de detritos em galerias pluviais, canais de drenagem e cursos d'água;
- (vi) insuficiência da rede de galerias pluviais.

Os alagamentos são frequentes nas cidades mal planejadas ou quando crescem explosivamente, dificultando a realização de obras de drenagem e de esgotamento de águas pluviais.

Normalmente podem ocorrer devido à combinação de dois fenómenos – enxurrada e alagamento – em áreas urbanas acidentadas. Nas cidades do litoral, que se desenvolvem normalmente em cotas baixas, a coincidência de marés altas contribui para agravar o problema.

Os alagamentos das cidades normalmente provocam danos materiais e humanos mais intensos que as enxurradas e podem estar sujeitas a medidas de prevenção que partem desde:

- organização de mapas de risco de inundações que facilita o planeamento urbano e o desenvolvimento de planos directores, em harmonia com os determinantes ambientais;
- incentivar o planeamento participativo para a identificação preventivas não – estruturais e estruturais;
- planear de forma integrada, multidisciplinar e de longo prazo.

#### **2.1.4. Enxurrada ou Inundações Bruscas**

BRAGA, (2016, p.4) apresenta o termo como uma classificação adoptada pelas secretarias de administração a nível local, na legislação Brasileira. Sendo assim, as enxurradas são definidas como volume de água que escoar na superfície do terreno, com grande velocidade, resultante de fortes chuvas. Também pode-se conceituar a enxurrada como escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. É caracterizada pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial.

Entretanto, segundo CASTRO (2003, pp. 50 – 52), as enxurradas são provocadas por chuvas intensas e concentradas, em regiões de relevo acidentado, caracterizando-se por produzirem súbitas e violentas elevações de caudais, os quais escoam-se de forma rápida e intensa. Nessas condições, ocorre um desequilíbrio entre o continente (leito do rio) e o conteúdo (volume caudal), provocando transbordamento.

A inclinação do terreno, ao favorecer o escoamento, contribuiu para intensificar a torrente e causar danos. Esse fenômeno costuma surpreender por sua violência e menor previsibilidade, exigindo uma monitorização complexa.

Normalmente ocorrem em regiões acidentadas, em bacias ou sub-bacias de médio e pequeno portes e relacionam-se com chuvas intensas e concentradas, sendo o fenômeno circunscrito a uma pequena área.

Para a sua prevenção, podem ser aplicadas as de medidas relativas à prevenção dos alagamentos.

### **2.1.5. Enchente**

As enchentes, por sua vez, segundo (TUCCI, 2005 apud BRAGA, 2016), são divididas em dois tipos, nomeadamente, as que ocorrem **devido à urbanização** e as que ocorrem em **áreas ribeirinhas**.

As que ocorrem em devido à urbanização, são caracterizadas pelo aumento de sua frequência e magnitude devido à ocupação do solo com superfícies impermeáveis e rede de condutos de escoamentos.

Adicionalmente o desenvolvimento urbano pode produzir obstruções ao escoamento como aterros e pontes, drenagens inadequadas e obstruções ao escoamento junto a condutos e assoreamento.

As enchentes em águas ribeirinhas são naturais, atingindo a população que ocupa o leito maior dos rios. Essas enchentes ocorrem, principalmente, pelo processo natural no qual o rio ocupa o seu leito maior, de acordo com os eventos extremos, em média com tempo de retorno da ordem de 2 anos.

Segundo (TUCCI & BERTONI, 2003, p.25) os rios geralmente possuem dois leitos, o leito menor onde a água escoar na maioria do tempo e o leito maior, que é inundado com o risco geralmente entre 1,5 e 2 anos. O impacto devido a inundação ocorre quando a população ocupa o leito maior do rio, ficando sujeita a inundação (Fig. 3).



Figura 3. Características dos leitos dos rios. [Fonte: (Licco & MacDowell, 2015, p. 165) Alagamentos, Enchentes, Enxurradas e Inundações: Digressões Sobre Seus Impactos Sócio Económicos e Governança]

#### 2.1.6. Cheias

Os termos cheias e inundações são frequentemente abordados como sinónimos. Contudo, é importante haver distinção dos mesmos, tendo em conta que apesar de poderem provocar os mesmos efeitos, a sua origem pode ser devida a determinados factores específicos que os diferenciam. Segundo (RAMOS 2017, apud SARAIVA & CARVALHO, 2009), todas as cheias provocam inundações, mas nem todas as inundações são devidas a cheias. Estas últimas, são fenómenos hidrológicos extremos devido a dinâmica fluvial, isto é, em situações que o rio transborda em relação ao seu leito. (SARAIVA & CARVALHO, 2009, p.3).

As cheias pressupõem sempre a inundação das margens de um curso de água, independentemente da sua importância ou dimensão. Em função das características da precipitação que as desencadeie e das bacias hidrográficas onde ocorrem, as cheias podem ser subdivididas em:

##### 2.1.6.1. Cheias Progressivas ou Lentas (slow floods, slow-rising floods ou slow-onset floods)

Ocorrem nos rios com grandes bacias hidrográficas e são desencadeadas por períodos de precipitação que se prolongam durante semanas a meses ou pela fusão da neve para os casos de

regiões em que este tipo de precipitação ocorra. Para que os rios entrem em situação de cheia, é necessário que estes longos períodos chuvosos provoquem a saturação dos solos e o enchimento gradual das albufeiras das barragens (LEAL, n.d., p. 133).

#### **2.1.6.2. Cheias Rápidas (Flash floods)**

São cheias que atingem caudais elevados de ponta, geradas por tempestades severas e que, normalmente se restringem a uma área limitada. Elas são causadas pela rápida subida do nível da água dos cursos de água, geralmente como resultado de precipitações intensas em pequenas áreas, ou de precipitações moderadas a intensas em superfícies muito saturadas ou impermeáveis (LEAL, n.d., p.134).

As cheias rápidas estão no grupo dos fenómenos mais perigosos e devastadores e em Moçambique, registam-se a maior parte das vezes. Os perigos que as cheias rápidas representam, advém dos elevados caudais atingidos, do curto tempo de resposta das bacias hidrográficas e da elevada carga sólida que os cursos de água são capazes de transportar. Estas características tornam praticamente impossível o aviso e/ou evacuação das populações expostas aquando da sua ocorrência, apesar dos esforços das autoridades através de instituições de tutela, nomeadamente, Instituto Nacional de Meteorologia (INM) e Instituto Nacional de Gestão de Desastres (INGD) que actuam com vista à prevenção nos períodos em que normalmente ocorrem.

#### **2.1.7. Inundação**

O conceito de inundação já vem sendo abordado por um número maior de autores e é a nomenclatura mais utilizada para classificar eventos em áreas urbanas.

(TUCCI, 2007 apud BRAGA, 2016), refere que a inundação ocorre quando as águas dos rios, riachos, galerias pluviais saem do leito de escoamento devido á falta de capacidade de transporte de um destes sistemas e ocupa áreas que a população utiliza para a construção de moradias, transporte, recreação, comércio, indústria, entre outros. Ressalva que tais eventos podem ser ocasionados devido ao comportamento natural dos rios e também ampliados pelo efeito de

alteração produzida pelo homem na urbanização, como, a impermeabilização das superfícies de córregos.

PISANI 2001 apud BRAGA, 2016, caracteriza inundações como fenómeno natural, que ocorre quando a vazão a ser escoada é maior que a capacidade de descarga do sistema hídrico. A inundação em áreas ocupadas por actividades humanas, incompatíveis com a presença da água, se torna um desastre com perdas socioeconómicas de grande vulto.

A impermeabilização dos solos ou terrenos leva à diminuição da infiltração, sendo que a precipitação que anteriormente se infiltrava, transforma-se em escoamento superficial directo. Além do aumento do volume, aumenta também a velocidade do escoamento superficial devido à menor rugosidade dos materiais utilizados em espaços construídos, o que provoca por sua vez, reduções nos tempos de concentração e de resposta das bacias hidrográficas (LEAL, n.d., p.134).

Os complexos sistemas de drenagem artificiais têm como função resolver o défice de infiltração e, conseqüentemente, para evitar as inundações. As redes de drenagem subterrâneas que constituem a rede de infraestruturas de algumas zonas das cidades, têm como objectivo retirar a água da superfície evitando a acumulação. As águas provenientes da precipitação devem ser capturadas e conduzidas ao longo das numerosas sarjetas existentes, de modo a chegarem rapidamente ao sistema de drenagem artificial subterrâneo (LEAL, n.d., p. 134).

Nas áreas urbanas, existem dois tipos de água que requerem drenagem, nomeadamente, as pluviais e as residuais. Elas podem ser drenadas de forma separada ou combinada, sendo a última a opção mais comum (BUTLER e DAVIE, 2007 apud LEAL, n.d., p.134).

Normalmente, nas cidades maiores e mais antigas, prefere-se que a drenagem das águas urbanas seja feita de forma subterrânea. Isto permite não só contribuir para a melhoria do aspecto estético da cidade, mas reduzir o impacto negativo sobre a saúde pública, pois, a céu aberto normalmente provoca acumulação de resíduos sólidos o que aumenta o risco de entupimentos da entrada dos sistemas de drenagem.

A canalização maciça das linhas de água, fez com que muitas cidades passassem a ser exclusivamente afectadas por inundações (urbanas), mais frequentes do que as cheias rápidas, embora menos destrutivas. Substitui-se assim um fenómeno natural, cheias rápidas, com maior magnitude e menor frequência, por outro, inundações urbanas, com menor magnitude e maior frequência.

(LEAL, n.d., p. 135), afirma que apesar da maior rapidez com que as águas pluviais chegam aos fundos de vale e do aumento do volume do escoamento superficial, fruto da impermeabilização dos terrenos, as inundações urbanas não são tão perigosas quanto as cheias rápidas. Isto em parte, deve-se à reduzida carga sólida transportada e à captação de parte do escoamento superficial por parte do sistema de drenagem artificial. Para (LEAL, n.d.) é ainda espectável, que as inundações urbanas venham ainda a ser mais frequentes e que atinjam magnitudes elevadas.

### **2.1.8. Drenagens no Meio Urbano**

Segundo (POMPÊO 2000, apud BRAGA, 2016, pp. 6-8) , a partir da década de 1960, passou-se, em alguns países, a questionar a drenagem urbana realizada de forma tradicional que, por intermédio de obras destinadas a retirar rapidamente as águas acumuladas em áreas importantes, transfere o problema para outras áreas ou para o futuro. Sob esta concepção abrigam-se o projecto de grandes sistemas de galerias pluviais e as acções destinadas à melhoria do fluxo em rios e canais concretizadas através de cortes de meandros, rectificações e mudanças de declividade de fundo. Esta visão que ainda predomina em alguns meios técnicos, focaliza o controle do escoamento na própria calha do curso d'água, dando pequena importância à geração do escoamento nas superfícies urbanizadas.

## **2.2. Impactos da Impermeabilização do Solo Urbano<sup>1</sup>**

Segundo a Comissão Europeia do Ambiente (2012, pp. 15 e 16), ao impermeabilizar o solo, elimina-se a maioria das diversas funções ecossistémicas que ele fornece, nomeadamente, a produção de alimentos e materiais renováveis; oferta do habitat para a biodiversidade tanto em superfície quanto no subsolo; filtragem e moderação do fluxo de água para os aquíferos; redução da frequência e risco de inundações; regulação dos microclimas em ambientes urbanos, além de funções estéticas na paisagem.

---

<sup>1</sup> *in* Drenagem urbana Enchentes (<https://allevant.com.br/category/drenagem-urbana/>) Os impactos causados pela excessiva impermeabilização do solo. *Posted on 13 De Fevereiro De 2020*

A impermeabilização proporciona um forte impacto no solo, acabando com quase todas as suas funções. Devido ao rápido processo de urbanização, é recorrente a remoção do solo superficial para instalar fundações das construções que ali irão se erguer. Essa prática isola o solo da atmosfera, impedindo a infiltração das águas pluviais e trocas de gases entre o solo e o ar.

A corrida desenfreada para a ocupação de solos para urbanização, traz consigo o aumento de áreas com infraestrutura urbana (edifícios, rede viária e outros) provocando os seguintes impactos:

### **2.2.1. Grande pressão nos recursos hídricos**

A impermeabilização do solo reduz a quantidade de água da chuva que pode ser absorvida e, em casos extremos, pode impedir totalmente a absorção. Isso aumenta de forma significativa o tempo que a água leva para chegar aos rios, diminuindo seus volumes máximos e aumentando o risco de inundações. Quanto maior a capacidade de infiltração de água no solo, menor a dependência de bacias artificiais par armazenamento durante as tempestades.

### **2.2.2. Biodiversidade Terrestre e Subterrânea Ameaçada**

Cientistas estimam que um quarto das espécies do planeta vive nos solos. E muitos microrganismos possuem papéis fundamentais na decomposição da matéria orgânica, reciclagem de nutrientes e captura e armazenamento de carbono. Sem isso, é impossível assegurar um habitat propício para o desenvolvimento da biodiversidade subterrânea.

Já para espécies terrestres, a impermeabilização do solo em forma de estradas, por exemplo, interrompe vias de migração, afecta habitats nativos, diminui populações de animais selvagens, influencia negativamente no clima local, aumenta a poluição e ruído no ambiente, entre tantos outros problemas.

### **2.2.3. Infertilidade dos Solos**

Desde o início da humanidade, os povoados se desenvolvem, principalmente, junto aos solos mais férteis, já que tiravam sua subsistência dessas áreas. E quanto mais essas aglomerações urbanas aumentaram, mais esses mesmos solos férteis foram afectados, tornando-se inférteis.

### **2.2.4. Aumento da Temperatura nas Cidades**

A diminuição ou redução total da vegetação nas áreas urbanas (resultado da impermeabilização dos solos e aumento da absorção de energia solar, devido às grandes superfícies asfaltadas e/ou betonadas) e o aumento do calor gerado por sistemas de ar condicionado e pelo tráfego, formam as chamadas “ilhas térmicas urbanas”, que geram temperaturas excessivas e graves problemas para a saúde da população.

### **2.2.5. Deterioração da Qualidade do Ar**

A vegetação, principalmente grandes árvores, desempenha um papel importante na absorção, filtragem e circulação do ar, diminuindo assim as concentrações locais de gases poluentes. Sem ela, a qualidade do ar nos centros urbanos piora muito.

### **2.2.6. Exemplos de Boas Práticas para Limitar, Atenuar ou Compensar a Impermeabilização de Solos**

Alguns países da União Europeia (EU), nomeadamente, Áustria, Bélgica, Alemanha e Luxemburgo, possuem limites quantitativos anuais para a ocupação dos solos. Contudo, esses limites são apenas indicativos, sendo utilizados como elementos de controle. Na Alemanha, por exemplo, são avaliadas regularmente as realizações, mas fica claro que sem medidas e programas vinculativos, são, por si sós, insuficientes. As boas práticas são adoptadas quanto a:

### **a) Objectivos de ocupação dos solos**

Na Itália, são usados a nível local (Gestão Municipal), nos planos e regulamentos urbanísticos para definir os limites quantitativos sobre a ocupação dos solos.

Na Andaluzia, Sul da Espanha, o Plano Regional de Ordenamento do Território (Plan de Ordenacion del Territorio de Andalucia) introduz um limite quantitativo de urbanização nos planos directores dos municípios de média e grande dimensão.

### **b) Ordenamento do Território**

Na Letónia, aplicam-se restrições em matéria de planeamento na costa do mar Báltico, Golfo de Riga, onde existem massas de água de superfície (rios e lagos) em torno das cidades, de modo a diminuir ou eliminar os impactos antropogénicos negativos. Nas zonas rurais, as actividades de construção são proibidas ou limitadas nos primeiros 300 metros a partir do mar e nos primeiros 150 metros das zonas habitadas.

Nas margens dos rios e lagos, as zonas de restrição variam em função do comprimento e extensão das massas de água (de 10 a 500 metros). Esta legislação permite evitar ou controlar de forma rigorosa a impermeabilização dos solos em determinados locais.

Na Espanha, por exemplo, estas restrições aplicam-se às actividades de construção nos primeiros 500 metros a partir do mar.

Já a lei dinamarquesa de ordenamento do território impõe claras restrições à construção de raiz de grandes lojas e centros comerciais em terrenos não previamente ocupados fora das grandes cidades e promove a instalação de pequenos retalhistas em cidades de pequena e média dimensão, combatendo assim a dispersão das estruturas de habitação em regiões rurais cuja população diminui.

Na Alemanha, o Conselho do agregado urbano de Bamstorf decidiu em 2009 adoptar uma abordagem de gestão sustentável dos solos. Em princípio, as futuras zonas residenciais e comerciais deveriam ser criadas com base no desenvolvimento interno, reciclagem e reutilização, só sendo permitida a conversão de terrenos virgens em casos excepcionais e depois de ponderados os custos e benefícios públicos.

Limitar a impermeabilização de solos através da criação de “cinturas verdes” em torno das grandes áreas metropolitanas e também nas cidades mais pequenas. Esta inclusão de cinturas verdes pode: (i) controlar a expansão sem entraves dos grandes espaços construídos; (ii) evitar a fusão entre cidades vizinhas; (iii) contribuir para a salvaguarda do espaço natural, evitando a sua invasão; (iv) preservar o ambiente e o carácter específico das cidades históricas e (v) contribuir para a regeneração urbana, incentivando a reciclagem de terrenos abandonados e outros terrenos urbanos.

A Inglaterra estabeleceu uma cintura verde em torno de Londres na década de 1930 (Fig. 3). Em 1955, a política da cintura verde foi alargada a outras áreas fora de Londres. As cinturas verdes cobrem 12% da superfície de quase 500.000 hectares em torno de Londres. Os terrenos situados na cintura verde são protegidos do desenvolvimento inadequado pela política nacional de ordenamento do território.



Figura 4: Cintura Verde Londres, 1930. Fonte:

[https://www.google.com.br/search?q=mapa+cintura+verde+Londres+1930&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiM8qv675H6AhV2gv0HHaVUDr8Q\\_AUoAXoECAEQAw&biw=1920&](https://www.google.com.br/search?q=mapa+cintura+verde+Londres+1930&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiM8qv675H6AhV2gv0HHaVUDr8Q_AUoAXoECAEQAw&biw=1920&) Consultado a 13/09/2022.

15h35

### c) Orientações em Matéria de Ordenamento do Território

Existem orientações indicativas para ter em conta a qualidade do solo no ordenamento do território e alocar as novas construções em locais com solos menos valiosos a fim de preservar as funções do solo.

### d) Protecção de Solos Agrícolas e Paisagens Valiosas

Sujeição de taxas em função da qualidade do solo, da categoria da zona habitada e da possibilidade de irrigação, para a conversão de solos agrícolas para outros usos. As paisagens verdes e azuis, são protegidas da construção de infraestruturas a fim de garantir a existência de redes ecológicas.

### e) Zonas Periurbanas

Protecção dos valores naturais dos espaços abertos periurbanos, com a integração da ruralidade nas zonas urbanas (Fig. 4).



Figura 5: Integração da Ruralidade no Meio Urbano. Fonte: [https://www.google.com.br/search?q=Groene+Hart,+na+regi%C3%A3o+Randstad+dos+Pa%C3%ADses+Baixos.&hl=pt](https://www.google.com.br/search?q=Groene+Hart,+na+regi%C3%A3o+Randstad+dos+Pa%C3%ADses+Baixos.&hl=pt&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiHwPjR9ZH6AhXehP0HHUywBk8Q_AUoAXoECAEQAw&biw=1920&bih=955&dpr=1#imgrc=S7lbszbyJp0BeM) BR&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiHwPjR9ZH6AhXehP0HHUywBk8Q\_AUoAXoECAEQAw&biw=1920&bih=955&dpr=1#imgrc=S7lbszbyJp0BeM. Consultado a 13/09/2022. 16H04.

#### **f) Regeneração de Antigos Terrenos Industriais**

Financiamento pelos Estados-Membros sobre coordenação de algumas organizações, para incentivar a construção de novas infraestruturas em antigos terrenos industriais. Um dos exemplos mais recentes, foi a construção em Portugal, da Expo 1998, sobre antigos terrenos industriais degradados na parte oriental de Lisboa, agora conhecida como Parque das Nações.

#### **g) Melhorar a Qualidade de Vida nos Grandes Centros Urbanos**

Programas de renovação urbana com o objectivo de atrair novos residentes e criar novos postos de trabalho nos centros urbanos em declínio.

#### **h) Intercâmbio de Informações entre Municípios**

Através do programa URBACT2, promove-se o intercâmbio de experiências entre municípios a fim de elaborar estratégias, métodos, ferramentas e recomendações práticas para as autoridades locais e regionais.

#### **i) Qualidade do Solo na Planificação Urbana**

Introdução de normas ecológicas a aplicar ao ordenamento do território. Estas normas incluem a designação de zonas de protecção do solo (onde não se permite a conversão) e o cálculo da capacidade de infiltração da água em todas as zonas urbanizáveis. Assim se promove a aplicação de sistemas de drenagem natural ou a construção de zonas de retenção de água para evitar o aumento das águas de escoamento.

---

<sup>2</sup> URBACT – Programa de intercâmbio e aprendizagem que faz parte da política de coesão da EU e promove o desenvolvimento urbano sustentável.

## j) Edifícios Sustentáveis

Através de uma iniciativa governamental de 1998, a cidade de Helsínquia criou um projecto de desenvolvimento urbanístico denominado Eco-Viikki<sup>3</sup>. Foi construída uma nova zona de habitação de cordo com as mais recentes normas ecológicas e com o objectivo de responder às necessidades de habitação (Fig. 5).



Figura 6: Projecto Eco-Vikki, Helsínquia, Finlândia. Fonte: [https://www.google.com.br/search?q=Eco-Viikki.&tbm=isch&ved=2ahUKEwiT9M-s-ZH6AhUGLBoKHWaRBQcQ2-cCegQIABAA&og=Eco-Viikki.&gs\\_lcp=CgNpbWcQDDIECAAQHIDLCIjLCmCMF2gAcAB4AIABlgKIAZMEkgEDMi0ymAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=f48gY9O4AYbYaOailjg&bih=955&biw=1920&hl=pt-BR#imgrc=zETLNryKsoafM](https://www.google.com.br/search?q=Eco-Viikki.&tbm=isch&ved=2ahUKEwiT9M-s-ZH6AhUGLBoKHWaRBQcQ2-cCegQIABAA&og=Eco-Viikki.&gs_lcp=CgNpbWcQDDIECAAQHIDLCIjLCmCMF2gAcAB4AIABlgKIAZMEkgEDMi0ymAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=f48gY9O4AYbYaOailjg&bih=955&biw=1920&hl=pt-BR#imgrc=zETLNryKsoafM). Consultada 13/09/2022. 17H15.

## 2.3. Bacias de Retenção

As bacias de retenção têm sido muito usadas comumente, em zonas rurais, como meio de armazenamento de água para fins agropecuários, e, em projectos de drenagem (por exemplo, drenagem de vias de comunicação, drenagem urbana), para reduzir o pico do escoamento para um nível compatível com a capacidade do meio receptor.

A inclusão de bacias de retenção, em projectos de drenagem, tem a vantagem de permitir, devido a sua multifuncionalidade, reduzir o pico do escoamento, evitando perturbações a jusante

---

<sup>3</sup> Eco-Viikki é uma comunidade planeada contendo uma mistura de tipologias de habitação. A paisagem contém um extenso planeamento de águas pluviais. localiza-se a 8km do centro de Helsínquia na Finlândia. Tem como objectivos, reduzir o consumo, atender as demandas de energia e substituir os combustíveis fósseis por energia renovável. A comunidade planeada reduzirá a poluição do escoamento urbano e conservará o habitat nativo por meio de gerenciamento de águas pluviais para a reserva natural.

(inundação e degradação de terrenos e habitações, por exemplo), reduzir a carga de contaminante do escoamento, controlar a erosão, melhorar a paisagem, criando espaço recreativo e de lazer, recarregar os aquíferos, entre outras aplicações.

A bacia de retenção pode ser temporária ou possuir um volume de água permanente. O volume de água permanente tem a vantagem de permitir uma deposição adicional e um tratamento biológico nos intervalos entre os eventos de precipitação. Mas nessa situação, o volume permanente de água deve ter uma profundidade determinada pelas condições locais, pelo tipo de solo utilizado e pelos requisitos ambientais, como por exemplo, a necessidade de assegurar uma profundidade que não suscite o desenvolvimento de condições anaeróbicas.

As bacias de retenção permanentes são usadas para gerir o escoamento, reduzindo o pico causado pelas alterações (impermeabilização) nas condições de ocupação da bacia de drenagem; assim como para evitar a degradação por inundação e/ou erosão do meio receptor de jusante.

Para dimensionar e implantar uma bacia de retenção, é necessário ter conhecimento da topografia e rede hidrográfica, clima (regime de precipitação), tipo de solo, tipo de ocupação da bacia de drenagem, sistema de drenagem existente, plano de desenvolvimento<sup>4</sup> e condições do meio receptor de jusante<sup>5</sup>.

A escolha do local de implantação da bacia de retenção deve basear-se nas condições geomorfológicas naturais do local, para evitar grandes perturbações no meio<sup>6</sup> e reduzir custos económicos (LIMA et al., 2006, p. 98).

## **2.4. O Risco de Desastres em Moçambique**

De acordo com MOREIRA e RAMALHO (2019, pp. 469 - 470), Moçambique é um dos países da África Austral que tem enfrentado várias ameaças relativas aos desastres naturais resultantes das mudanças climáticas, pois, devido à sua morfologia e condições geográficas, o país

---

<sup>4</sup> aspecto que se reveste de grande importância por permitir definir, com maior rigor, as condições de pós-desenvolvimento

<sup>5</sup> Capacidade do Sistema de drenagem, tipo de ocupação do espaço

<sup>6</sup> Movimentação de terra, impermeabilização

está exposto a eventos extremos relacionados ao clima, sendo os mais frequentes as cheias, ciclones e secas.

Nos últimos 30 anos, pelo menos 14% da população foi afectada por uma seca, uma cheia ou uma tempestade tropical e mais de metade dos eventos que resultara em desastre (53%) desde 1970 ocorreram nas últimas duas décadas (MOREIRA e RAMALHO (2019, pp. 469 – 470).

A vulnerabilidade face aos desastres resulta da sua localização na foz de nove rios internacionais, a existência de zonas áridas e semiáridas, a longa extensão do território nacional, que se localiza na zona de convergência intertropical sujeita a perdas e ganhos excessivos de humidade, bem como a extensa zona costeira, que sofre a influência de ciclones tropicais, e a existência de zonas sísmicas activas.

Entre 2000 e 2001 Moçambique sofreu as consequências de um dos maiores desastres. Entre Outubro de 1999 e Janeiro de 2000, as chuvas tinham atingido níveis de 70% acima do normal em Maputo e 26% acima do normal na foz do Rio Limpopo. Na vizinha África do Sul, as chuvas eram igualmente intensas, aumentando os caudais dos rios que atravessam o território Moçambicano, em direcção ao Oceano Índico. Em Janeiro de 2000 (Tabela 1), os Rios Incomáti, Umbelúzi e Limpopo transbordaram causando mortes e destruindo infraestruturas e campos agrícolas, sendo a cidade de Xai-Xai (Província de Gaza) a que ficou mais fustigada pela catástrofe das cheias. Quando em Fevereiro de 2000 os caudais dos rios começaram a diminuir e as chuvas mostravam sinais de abrandamento, o Centro de Moçambique foi afectado pelo Ciclone Eline com ventos de 192Km/hora (MOREIRA e RAMALHO; 2019, p. 469 – 470).

Tabela 1. Cheias históricas e de 2000 registadas nalgumas bacias hidrográficas de Moçambique

Bacia	Cheias históricas				Cheia de 2000
	Nº	Período	Ano	Q(m <sup>3</sup> /s)	Q(m <sup>3</sup> /s)
Umbeluzi	4	1966-1984	1984	6150	1410
Incomati	12	1937-1998	1976	5260	11000
Limpopo	13	1915-1996	1977	8740	10581
Buzi	12	1957-1995	1973	8246	>10000
Save	5	1960-1981	1974	6300	>10000

Se por um lado, existe este risco de frequência de desastres naturais que podem provocar inundações, através da subida do nível dos caudais das bacias dos rios e seus afluentes, inundações ribeirinhas, por outro, há também o risco de inundações provocadas pelo aumento de pluviosidade, bem como através do aumento de áreas pavimentadas devido ao crescimento das cidades através da urbanização.

O número de afectados (como demonstra a Tabela 2), é preocupante e estão sujeitos principalmente os cidadãos menos privilegiados sem condições básicas de habitabilidade que apesar de estarem em zonas periféricas dos centros urbanos, acabam sofrendo devido a deficiência e/ou inexistência de condições para o escoamento de águas pluviais.

Tabela 2. Número de Afectados por Desastres entre 2006 e 2015 – Fonte: INGC

Tipo de evento/ Ano	2006/7	2007/8	2008/9	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15
Chuvas e Ventos Fortes	45.604	11.870	7.430	12.751	18.563		58.847	48.930	40.679
Inundações nas Cidades e Vilas	5.410		3.515	1.580			61.527	710	515
Cheias nas Bacias	171.119	102.155			118.528	8.854	358.519	5.685	38.363
Seca	680.360						18.221		
Ciclones	173.999	201.695				64.763			
Sismos									
<b>Total</b>	<b>1.076.492</b>	<b>315.720</b>	<b>10.945</b>	<b>14.331</b>	<b>137.091</b>	<b>73.617</b>	<b>497.114</b>	<b>55.325</b>	<b>559.341</b>

## 2.5. Indicadores de Risco de Inundação

Segundo (GOULDBY e SAMUELS, 2005 apud ZONENSEIN, 2007, p. 5), o conceito de risco possui um significado variável, de acordo com o contexto em que está inserido, seja ele social, económico ou ambiental. Frequentemente, esta diversidade de definições gera interpretações errôneas, dificultando a tarefa de análise de risco. A busca por uma definição única, aplicável a todas essas esferas, é desaconselhável, devido às dificuldades em se abordar aspectos tão distintos e específicos de cada uma delas, pelo que é necessário que a interpretação particular adoptada seja esclarecida previamente a qualquer análise, devendo também ser coerente com o tema abordado.

ZONENSEIN (2005, p. 5), refere ainda que no âmbito da estatística, o risco costuma ser usado como sinónimo da probabilidade de um evento indesejável. Do ponto de vista económico, o risco é entendido como a variabilidade ou volatilidade inesperada do retorno financeiro, ou como a possibilidade de um investimento perder seu valor.

No campo da engenharia, o risco está relacionado tanto à probabilidade de ocorrência de um evento, quanto à expectativa de perdas causadas por ele. Tecnicamente, a (CETESB, 2011), define os conceitos de risco e perigo, como:

*Perigo, uma ou mais condições físicas ou químicas com potencial para causar danos às pessoas, à propriedade e ao meio ambiente.*

*Risco, medida de danos à vida humana, resultante da combinação entre frequência de ocorrência de um ou mais cenários acidentais e a magnitude dos efeitos físicos associados a esses cenários.*

Se tivermos em conta a última definição, o risco estaria, dividido em dois componentes básicos: um que se refere à probabilidade de ocorrência de um evento e outro, relativo às consequências. Tratando-se do risco de cheia, em particular, esta é a definição tradicionalmente utilizada e aceita, sendo, portanto, adotada neste trabalho.

O risco está condicionado à existência de um perigo, ou seja, um evento ou fonte de origem do risco. No caso do risco de inundação, a chuva representa o perigo<sup>7</sup>. No entanto, a simples ocorrência deste evento não determina a presença de risco, que também dependerá da avaliação quanto à vulnerabilidade de pessoas e/ou bens passíveis de serem afetados, assim como do valor associado a estes. O perigo é um evento inerente a determinada situação e não pode, portanto, ser controlado ou reduzido. O risco por sua vez, é passível de ser gerenciado, alterando-se sua probabilidade ou suas consequências (ZONENSEIN, 2007, pp. 5 e 6).

### **2.5.1. Impactos Causados pelas Inundações Urbanas**

As inundações que ocorrem de forma cada vez mais constante no meio urbano, causam prejuízos diversos e afetam as populações de diferentes formas, causando prejuízos de várias ordens desde econômicos, atrasos no desenvolvimento, a problemas psicológicos dos que sofrem os seus impactos.

Segundo BORGES (2013, p. 17), as inundações afetam as pessoas pois causam vítimas mortais, deslocados, evacuados, aqueles que precisam de assistência imediata durante o período

---

<sup>7</sup> É comum que os termos risco e perigo (do inglês *risk e hazard*, respectivamente) sejam confundidos na linguagem cotidiana. Contudo, mesmo estando relacionada

de emergência, além de outros danos imensuráveis, prejuízos económicos, danos às propriedades, à saúde pública e consequências ambientais graves. Para o efeito, os impactos causados pelas inundações fazem efeitos em duas vertentes, nomeadamente, (i) a nível de infraestruturas e (ii) a nível social.

Mas para melhor compreender como estes impactos se manifestam nos dois níveis acima mencionados, é importante ter em conta os dois factores que influenciam no impacto de um risco climático extremo com a inundação: a **vulnerabilidade** e a **exposição**.

- A **vulnerabilidade** é o conjunto de características e circunstâncias de uma comunidade, de um sistema ou de um bem que os tornam susceptíveis aos efeitos lesivos de um fenómeno danoso (BORGES, 2013, p. 18). Uma região ou comunidade é vulnerável quando revela insuficiências, debilidades ou fraquezas que a deixam à mercê das extravagâncias da natureza. O oposto, ocorre em uma região ou comunidade resiliente, pois têm a protecção e a robustez necessária para superar incólume as intempéries.

A vulnerabilidade das áreas urbanas evidencia-se devido a ocupação indevida ou até mesmo da dinâmica natural da urbanização, e factores como a segregação espacial<sup>8</sup>, a extensa impermeabilização do solo, grande acúmulo e produção de resíduos sólidos e a ocupação de áreas de risco.

A urbanização causa ainda, impactos no ciclo da água, com a construção de casas, avenidas, passeios que alteram a impermeabilização do solo, a capacidade de escoamento é diminuída deixando a água na superfície. O crescimento exige que vários componentes antrópicos sejam introduzidos no meio ambiente urbano, mas se não houver cuidado, os efeitos nocivos são inevitáveis (BORGES, 2013, p.20).

- A **exposição** é a condição do conjunto de bens pessoais, materiais ou ambientais susceptíveis de serem atingidos ou danificados pelo impacto resultante do evento perigoso em causa (SARAIVA e CARVALHO, 2009, p.6).

Assim, após a ocorrência de inundações, podem-se identificar os seguintes impactos:

---

dos, os conceitos não devem ser utilizados como sinónimos. fragmente as classes sociais em espaços distintos da cidade. nesse sentido, o cotidiano das pessoas que habitam esses lugares é marcado pela insegurança, violência, moradias precárias, falta de infraestrutura e acesso aos serviços básicos e ao lazer.

### **a) Impacto na Infraestrutura**

O impacto na infraestrutura é diferente do impacto social. Normalmente, o risco sob a ótica estrutural relacionado às infraestruturas envolve um cálculo de probabilidade, onde o impacto recai sob as infraestruturas do meio urbano e os danos em regra são mensuráveis, já os impactos sociais referem-se a factores difíceis de quantificar, muitas vezes imensuráveis, mas nem por isso menos importantes.

Muitas vezes, as inundações provocam um impacto forte sobre os afectados, pois tiveram a sua vida ameaçada, perderam os seus bens ou até outros membros da família, o que traz ao de cima a vulnerabilidade da população, que acaba desenvolvendo um sentimento de insegurança e insatisfação com o poder público, o que além de constituir um obstáculo ao desenvolvimento, diminui a resiliência da população (BORGES, 2013, p. 18).

A população normalmente é o maior prejudicado, principalmente quando já vive em condições de vulnerabilidade devido a ocupação de zonas de risco o que origina perdas humanas e materiais, trazendo implicações relevantes na qualidade de vida das mesmas; daí a consequente interrupção das actividades económicas formais e informais (estas últimas constituindo normalmente a maior fonte de subsistência) que se realizam nas áreas afectadas; a contaminação por doenças de veiculação hídrica, contaminação da água pela inundação de depósitos de resíduos, estações de tratamento entre outros (BORGES, 2013, p. 19).

As inundações atingem a infraestrutura urbana na medida em que: (i) provocam a expansão irregular sobre as áreas de mananciais de abastecimento, comprometendo a sustentabilidade hídrica das cidades; (ii) causam a impermeabilização e canalização dos rios, pois aumentam a carga de resíduos sólidos; (iii) diminuem a qualidade da água dos rios próximos das áreas urbanas, por exemplo, ao atingir instalações de tratamento de águas residuais; (iv) veiculam doenças, principalmente daquelas que se transmitem pelo contacto com a água contaminada; (v) destroem zonas húmidas e/ou reduzem a biodiversidade (TUCCI apud BORGES, 2013, p. 20).

### **b) Impactos Sociais**

BORGES (2013, p. 19) afirma que outros impactos sociais relevantes que refletem os custos e danos indirectos das inundações como nos sectores da saúde, educação, telecomunicações

e turismo. Na área da saúde, os danos podem ser na rede pública ou privada, que para além dos prejuízos estruturais, há também a necessidade de ampliação do atendimento hospitalar para uma região atingida por inundação.

- No sector da educação, são considerados assim como os prejuízos estruturais de instituições de ensino destruídas ou danificadas, no caso de um desastre, surgem grandes prejuízos aos alunos que podem passar dias com as aulas suspensas.
- O sector de telecomunicações é atingido quando tem a rede danificada ou destruída, com a interrupção da prestação de serviço fixo e móvel, incluindo falhas na rede de internet.
- No sector habitacional é onde se concentram maior parte das perdas e danos em função do custo de programas de reassentamento das famílias afectadas pelas inundações, que engloba ainda obras de readequação dos terrenos nas margens dos rios e redução da vulnerabilidade.
- No sector de transportes, tendo como principal efeito a destruição de pontes, rodovia e estradas, a pavimentação, que além dos custos de recuperação impostos ao poder público, acabam por afectar o sector privado.

### **2.5.2. Medidas de Prevenção e Controle de Inundações**

Para BORGES (2013, p. 24), as cidades, mesmo que sejam marcadas pela presença de rios, não devem levar ao pensamento de uma população à mercê dos riscos de inundações. Segundo este autor, é perfeitamente possível uma convivência harmoniosa partindo de iniciativas de contenção e prevenção dos riscos de inundações. Isso significa, intervir nos diversos processos e elementos envolvidos para evitar danos ao homem e ao meio ambiente.

Para a gestão das inundações, as medidas são descritas como medidas estruturais e não estruturais, que têm como objectivo não controlar completamente as inundações, mas minimizar as suas consequências. Essas medidas podem ser de intervenção da engenharia, de cunho social, económico e administrativo, porém para a sua combinação óptima, é necessário planificar.

As medidas estruturais são complementares às medidas não estruturais, uma vez que ambas devem estar integradas de modo que para alcançar uma estratégia bem-sucedida de prevenção e mitigação de riscos devem-se combinar políticas e práticas de gerenciamento e planeamento urbano.

BORGES (2013, p. 24) considera cinco (5) elementos importantes que devem estar inclusos no planeamento estratégico para a gestão do risco de inundação: (i) a prevenção, (ii) a protecção, (iii) a preparação, (iv) a resposta de emergência e (v) a recuperação e experiência adquirida.

- (i) A **prevenção**, inclui todas as acções tomadas para prevenir ou reduzir o perigo às pessoas, ao ambiente e ao património, incluindo-se os planos que proíbem a edificação em zonas expostas a inundações, adaptando-se iniciativas futuras aos riscos de inundações e promovendo práticas de usos dos solos e práticas agrícolas e florestais adequadas. Para a implantação de quaisquer alternativas, BORGES (2013), recomenda que se façam consultas prévias aos órgãos ambientais, com vista a verificar a possibilidade da elaboração do Estudo dos Impactos Ambientais (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIA) precavendo-se de impactos maiores.
- (ii) A **protecção**, sugere a tomada de medidas, estruturais e não estruturais para reduzir a probabilidade de inundações ou os seus impactos em determinado local.
- (iii) A **preparação**, diz respeito à capacidade ou mesmo o estado de preparar sejam recursos humanos, sejam recursos materiais, para eventuais situações de socorro nos casos de inundações, assegurando resposta rápida e ação antecipada.
- (iv) **Resposta de emergência**, é a preparação de planos de emergência; e,
- (v) **Recuperação e experiência adquirida**, referem-se ao regresso das condições normais o mais breve possível, mitigando o impacto social e económico à população atingida.

Em seguida, passaremos a descrever as medidas de prevenção e controle de inundações:

### 2.5.2.1. Medidas Estruturais

De acordo com BORGES (2013, p. 25), as medidas estruturais possuem um carácter construtivo para controle das inundações; são medidas físicas de engenharia, para desviar, deter, escoar, ou reduzir os níveis de água. Essas medidas modificam o sistema fluvial, visam alterar as condições de escoamento das águas, interferindo no volume, nível e na vazão de uma bacia hidrográfica, ou até mesmo desviando o curso das águas, requerendo obras e normalmente um elevado investimento financeiro. São algumas delas as seguintes:

- a alteração da cobertura vegetal, que armazena parte do volume de água reduzindo o pico de cheia, entretanto é impraticável para grandes áreas;
- o controle da erosão do solo, já que o aumento da mesma tem implicações ambientais ao transportar sedimentos, podendo contaminar os rios e reduzindo o assoreamento, este controle de erosão pode ser feito pelo reflorestamento de pequenos reservatórios, estabilização das margens dos rios e práticas agrícolas correctas. Esta medida somente é viável para pequenas áreas;
- construção de reservatórios, contudo podem existir ocasiões em que não sejam suficientes para conter a vazão e então ocorrerá a inundação;
- construção de diques ou pólders<sup>9</sup>, que são muros laterais de terra ou betão, construídos a certa distância da margem que protegem contra extravasamento, porém existe um grande risco na construção de um dique, exigindo uma definição correcta de enchente máxima provável e mantendo sempre um risco de colapso e rompimento, levando a que os danos fossem ainda piores;

---

<sup>9</sup> Porção de terrenos baixos, planos e alagáveis que são protegidos continuamente de alagamentos por meio de diques e dessecamento, visando a utilização na agricultura ou como moradia. Grande parte dos Países Baixos constitui-se de pólders.

- a modificação do rio que visa aumentar a vazão para um mesmo nível, reduzindo a frequência de inundações, entretanto, esta obra pode fazer com outras partes do rio sofram sedimentação ou erosão.

BORGES (2013, p. 26) refere ainda que as medidas estruturais podem contribuir para a redução potencial dos danos causados por eventos de excesso de chuva, pois actuariam na origem do problema, ao invés de esperar as consequências, ou seja, privilegia a retenção de água na origem de modo a evitar a aceleração do escoamento.

As medidas estruturais, apesar de eficazes, podem vir a ser suplantadas por eventos não previstos, ou fora da capacidade do projecto, além disso, existe a possibilidade desse tipo de medidas transferirem o risco de inundação de um local para o outro, redireccionando o fluxo de água. Todavia, há sempre um risco residual, pois a intensidade de um evento nem sempre se pode prever, por isso a necessidade de se incorporar medidas não estruturais.

Pode-se perceber que as medidas estruturais não são capazes de garantir a protecção integral, pois para tal seria necessário projectar as obras para a maior inundação possível, o que não seria economicamente inviável, na maioria dos casos, pois, além de tudo, nem sempre é possível prever a magnitude de uma inundação.

Assim, a medida estrutural pode criar uma falsa sensação de segurança, permitindo a ampliação da ocupação das áreas inundáveis, que no futuro podem resultar em danos significativos; e por envolverem certos custos que muitas cidades não conseguem arcar, além do desvio de recursos que poderiam ser alocados para outras actividades como as de desenvolvimento, de prevenção e de preparação, que em regra podem ser menos onerosos, só serão bem sucedidas se estiverem integradas com toda a bacia hidrográfica e com outras medidas preventivas (as não estruturais), afirma.

#### **2.5.2.2. Medidas Não Estruturais**

Estas medidas são aquelas capazes de alterar a susceptibilidade ao risco de enchentes ou inundações, na medida em que actuam sobre as pessoas e a propriedade, para reduzir a exposição, por exemplo, o planeamento do uso dos solos, a retirada de pessoas e estruturas em áreas expostas aos riscos, redução de impostos sobre a propriedade que não estejam em área de risco entre outras.

Estas medidas segundo BORGES (2013, p. 27), actuam na redução da vulnerabilidade, diminuindo a exposição ao perigo.

São medidas que o poder público pode implementar de modo a aumentar a sensibilização para a não ocupação de áreas de risco, usando Planos Directores, que estabelecem as linhas principais e a legislação municipal, que estabelece os limites e o controle/monitoria. Importa referir que o controle e a manutenção dessas medidas é uma actividade local que compete aos Municípios.

Visando reduzir os riscos de inundações, criam ou recriam uma sensação de preparo e segurança, muitas vezes até de melhor convivência com os riscos, afirma (BORGES, 2013, p. 27). Em seguida, enumeram-se algumas medidas não estruturais:

(i) Previsão e alerta de inundações – com a finalidade de antecipar a ocorrência, avisando a população e dando tempo para que se tomem as medidas necessárias a fim de reduzir os prejuízos. Este sistema deve possuir três fases distintas, nomeadamente: previsão, alerta e mitigação. Na previsão, desenvolvem-se medidas para minimização das inundações quando vierem a ocorrer, pelo que devem participar as Forças de Defesa e a população. Nesta fase são criados mapa de alerta que identificam áreas alagadas e também já se antecipa o planeamento dos locais que poderão receber a população flagelada, caso haja.

A fase de alerta refere-se ao acompanhamento da ocorrência de eventos chuvosos, há ainda o planeamento da evacuação. A fase de mitigação trata das acções para diminuir os prejuízos, como exemplo, isolar ruas e áreas de risco, remoção da população e de animais e a protecção de locais de interesse público.

(ii) Zoneamento de áreas inundáveis – definição de regras para a ocupação de áreas de grande risco de inundações, permitindo um desenvolvimento acompanhado das zonas ribeirinhas e costeiras. Para o efeito, o zoneamento ainda conta com outras duas etapas anteriores, nomeadamente, a determinação do risco de enchentes, que somente podem ser previstas com antecedência de poucos dias ou horas, ou seja, não permite uma determinação muito antecipada; mapeamento das áreas de inundações, que devem conter mapas de planeamento onde estão definidas as áreas atingidas por cheias de tempos em tempos e o mapeamento de alerta.

- (iii) Os seguros de inundações – que são cada vez mais utilizados em empreendimentos de grande valor, no entanto, para a população de baixa renda, a solução torna-se inviável;
- (iv) Estratégias de redireccionamento do desenvolvimento económico e urbanístico para áreas potencialmente inundáveis;
- (v) Iniciativas de devolução dos leitos de cheias ao rio, como forma de potenciar o equilíbrio ecológico (reflorestação ou revestimento vegetal), ou dar outra forma de utilização para determinado território;
- (vi) Modalidades de adequação dos edifícios em áreas inundáveis.

Outras medidas como a educação ambiental e consciencialização da população é um factor preponderante para a convivência com as cheias e inundações, principalmente a resiliência da população quanto à interferência do poder público para implantar medidas preventivas. Profissionais que actuam que actuam nessa área, como engenheiros, arquitectos, agrónomos, geólogos e até mesmo os administradores públicos, também devem beneficiar da educação supracitada de modo que a tomada de decisão seja mais consciente.

### **2.5.3. Componentes de Risco**

A componente do risco de cheia relativa à **probabilidade** pode ser associada ao conceito de tempo de recorrência da chuva que dá origem à inundação (**Tr**). O tempo de recorrência de uma precipitação (medido em anos) designa o intervalo de tempo médio em que este evento é igualado ou superado. É também, o inverso da frequência anual com que a precipitação é igualada ou superada. Desta forma, o tempo de recorrência está associado a uma altura máxima de chuva, que, por sua vez, determinará características específicas da inundação, tais como altura, área, velocidade e duração da cheia. (ZONENSEIN, 2016, p. 6).

Entretanto, a componente do risco relativa às **consequências** da cheia, pode ser definida em função da exposição e vulnerabilidade dos elementos (número de pessoas e propriedades) que podem ser afectados por um evento perigoso, enquanto a vulnerabilidade representa as propriedades de um sistema que descrevem seu potencial de ser danificado.

Outro factor que influencia a vulnerabilidade é a percepção do risco, definida como o julgamento intuitivo de um indivíduo ou grupo social acerca do risco ao qual está submetido. Esta avaliação é realizada com base nas informações, incertezas e experiências anteriores deste indivíduo ou colectividade. Uma baixa percepção do risco - resultante, por exemplo, do facto de inundações serem raras em determinada região ou da ausência de experiências anteriores - induz ao despreparo para situações de emergência. Neste contexto, está claro que é importante que as partes interessadas (comunidades, especialistas, gestores) compartilhem de uma percepção de risco relativamente homogênea, o que pode ser promovido através de medidas educativas e de comunicação (ZONENSEIN, 2016, p. 6).

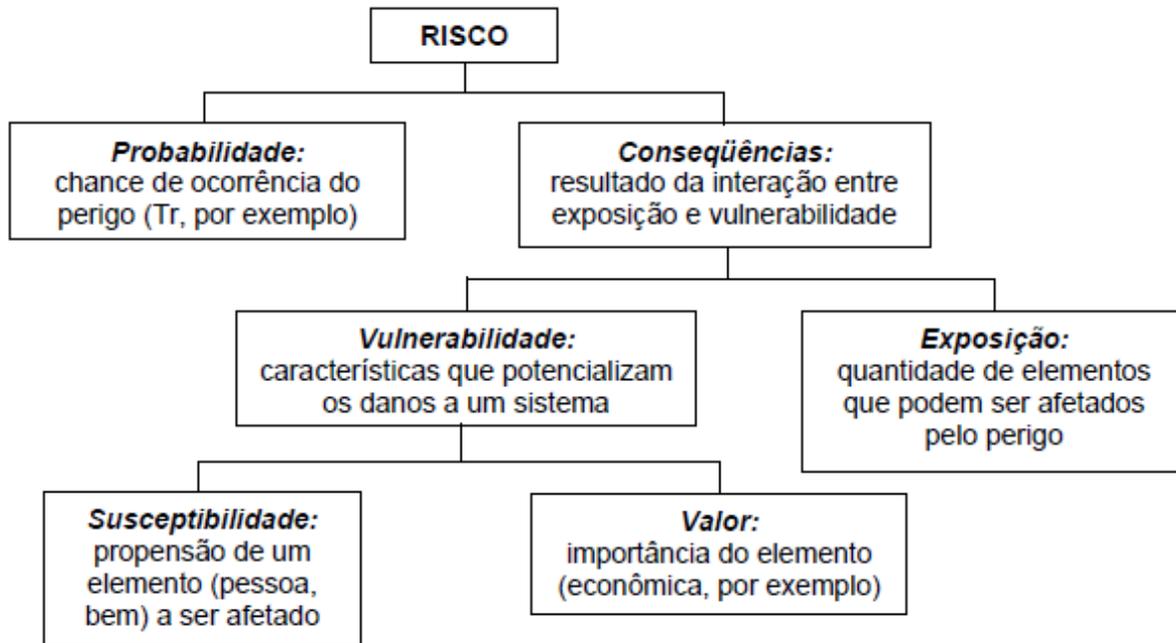


Figura 7. Relação entre as componentes do risco. Fonte: Índice de Risco de cheia Como Ferramenta de Gestão de Enchentes (ZONENSEIN, 2007)

#### **2.5.4. Classificação das Consequências**

As consequências de inundações, referem-se a todo tipo de dano com efeitos prejudiciais a pessoas, saúde, propriedades, infraestruturas, sistemas ecológicos, produção industrial e economia (ZONENSEIN, 2016, p. 7).

Podem encontrar-se os seguintes tipos de danos: os tangíveis e os intangíveis; os directos e os indirectos.

Os danos tangíveis são aqueles cujo valor económico associado é bem definido, tal como danos físicos a construções (sua estrutura e conteúdo). Os danos de saúde, fatalidades e impactos ambientais são classificados como intangíveis, devido à sua difícil estimação monetária.

Os danos directos são os resultantes do contacto directo com a água da inundação e referem-se basicamente à determinação física de bens e pessoas. Por sua vez, os danos indirectos, decorrem de perturbações físicas e económicas do sistema produtivo, além de custos emergenciais por causa da inundação e podem afectar áreas significativamente maiores do que aquela directamente afectada pela inundação. Incluem custos de limpeza e de serviços de emergência, lucro cessante, transtornos ao tráfego de veículos, interrupção de serviços de telecomunicações e perda de valor da propriedade. A Tabela 3, trás o exemplo de cada um dos tipos de danos, de acordo com o sector afectado.

Tabela 3. Classificação de danos causados por inundações. Fonte: Machado et al, 2005)

SETOR	DANOS TANGÍVEIS		DANOS INTANGÍVEIS	
	DIRETOS	INDIRETOS	DIRETOS	INDIRETOS
<b>Habitacional</b>	Danos físicos à construção, estrutura e seu conteúdo	Custos de limpeza, alojamento, medicamentos	Fatalidades	Estado psicológico de estresse e ansiedade; danos a longo prazo à saúde
<b>Comércio e Serviços</b>	Danos físicos à construção, estrutura e seu conteúdo Perdas e danos ao estoque	Custos de limpeza Lucro cessante Desemprego Perda de banco de dados	Fatalidades	Estado psicológico de estresse e ansiedade; danos a longo prazo à saúde
<b>Industrial</b>	Danos físicos à construção, estrutura e seu conteúdo Perdas e danos ao estoque de matérias-primas	Custos de limpeza Lucro cessante Desemprego Perda de banco de dados	Fatalidades	Estado psicológico de estresse e ansiedade; danos a longo prazo à saúde
<b>Serviços públicos e infra-estrutura</b>	Danos físicos à construção, estrutura e seu conteúdo Danos físicos ao patrimônio	Custos de limpeza e de interrupção de serviços Custos de serviços de emergência	Fatalidades	Estado psicológico de estresse, ansiedade e falta de motivação; danos a longo prazo à saúde Inconvenientes de interrupção de serviços
<b>Patrimônio histórico cultural</b>	Danos físicos ao patrimônio	Custos de limpeza e de interrupção de serviços	Fatalidades	Inconvenientes de interrupção de serviços

Normalmente, a estimativa das consequências costuma ter em conta apenas efeitos directos e tangíveis. Os efeitos indirectos, especialmente sobre a economia local, ainda que muito significativos, deixam de ser analisados por causa da falta de dados empíricos e das dificuldades em comprovar sua relação com outros efeitos directos da inundação. Algumas vezes, observa-se a compensação entre a redução da actividade económica da área afectada e o aumento da actividade em zonas não atingidas. Além disso, apesar de existirem métodos para valoração económica dos danos intangíveis, como a perda de vidas, eles ainda são bastante controversos e muitas vezes rejeitados do ponto de vista ético (ZONSEIN, 2016, p. 9).

### 2.5.5. Metodologias de Avaliação de Risco

A análise de risco compreende a actividade voltada para o desenvolvimento de uma estimativa, qualitativa ou quantitativa, do risco, baseada numa metodologia estruturada para promover a combinação entre probabilidade de ocorrência e as consequências de evento perigoso.

De forma geral, pode-se determinar critérios de aceitabilidade de risco através de uma estrutura de três zonas, definida pelos seguintes elementos:

- (i) Nível superior, acima do qual o risco é considerado inaceitável;
- (ii) Um nível inferior, abaixo do qual o risco é aceitável;
- (iii) Uma região intermediária, onde é necessária a redução do risco de forma a alcançar níveis “tão baixos quanto razoavelmente praticável) (ALARP: “*as low as reasonably practicable*”).

A Fig. 8, ilustra a estrutura referida acima, onde apesar de simples, a definição de limites de tolerabilidade do risco varia enormemente e nem sempre é possível chegar a um consenso ((ZONSEIN, 2007, p. 10).

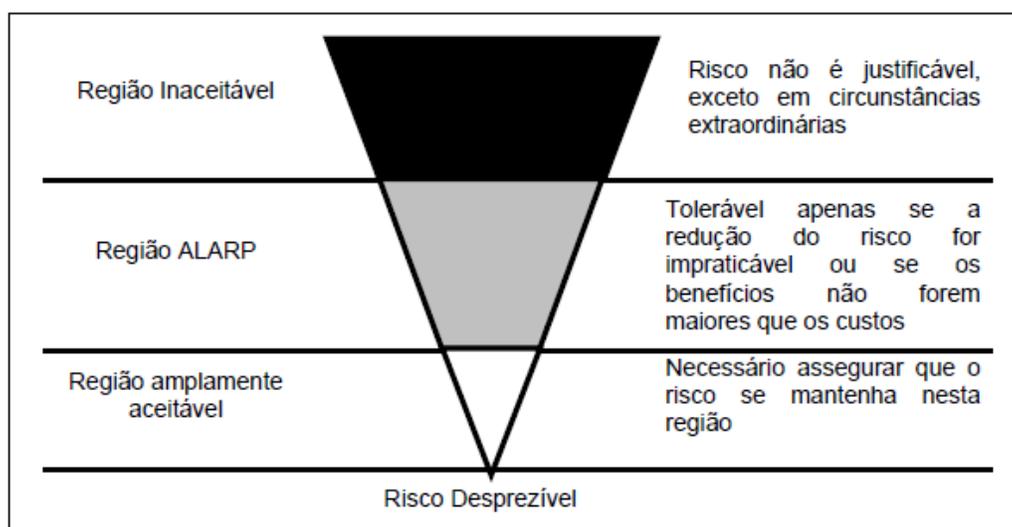


FIGURA 8. ESTRUTURA DE ZONAS DE ACEITABILIDADE DE RISCO. FONTE:

## **CAPÍTULO III: METODOLOGIA DA PESQUISA**

Neste capítulo serão abordados os procedimentos adoptados para a realização da pesquisa, que observou a sequência abaixo:

Na escolha deste tema, teve-se em conta a pertinência do mesmo na necessidade da melhoria do planeamento das zonas urbanas na Região de Maputo, tendo em conta os impactos gerados pelas dinâmicas de transformação urbana, partindo do caso de estudo de um quarteirão do Bairro Fiche, no Município da Vila de Boane. Nesse contexto, o processo metodológico para a materialização desta pesquisa é de carácter misto, com o ponto de partida na revisão bibliográfica sobre os temas relacionados com as inundações urbanas, o estado de arte, seus conceitos, para a composição do corpo teórico rumo à compreensão dos conceitos que posteriormente serão aplicados na interpretação da realidade local ou na área de estudo. pretende-se proceder do seguinte modo:

### **3.1. Recolha, análise e interpretação de informação**

Pretende-se efectuar junto à área de estudo um levantamento sob duas vertentes do ponto de vista de abordagem do problema, pelo que a pesquisa será qualitativa e quantitativa. Na abordagem qualitativa, serão realizadas entrevistas semiestruturadas junto aos moradores do assentamento identificado, actores e instituições chave ligadas à planificação urbana, nomeadamente Gestores Municipais e Responsáveis pelas Comunidades. Do ponto de vista da natureza, far-se-á uma pesquisa aplicada e descritiva.

Pretende-se analisar a evolução da impermeabilização do solo numa área identificada, correspondente a um quarteirão, com uma superfície de 0,6ha tendo como base imagens satélite obtidas através do Google Earth.

### **3.2. Trabalho de Campo**

O levantamento visual, fotográfico e planimétrico traduzido em desenhos e esquemas poderão ser instrumentos fundamentais na caracterização da área de estudo, através de ferramentas/programas CAD existentes para o efeito. A observação e análise de imagens satélite dos anos anteriores poderá permitir perceber a génese e evolução da transformação urbana da área de estudo. Para confirmar e complementar as observações feitas através das imagens satélite, o trabalho de campo permitiu verificar as condições reais da área de estudo bem como efectuar levantamentos com vista a quantificar as áreas impermeabilizadas e analisar os seus impactos no sistema de drenagem urbana. Pretende-se também cruzar os dados qualitativos com os dados quantitativos, através do levantamento dos dados estatísticos relativos à área de estudo.

Importa referir que a abordagem de aproximação física ao local de intervenção além de permitir que se fizesse a confirmação dos dados, visto que a precisão da análise remota não deu garantias de 100% de cobertura, pois não foi possível perceber o que acontecia por baixo da copa das árvores<sup>10</sup>; permitiu também o contacto com a população e os líderes comunitários.

### **3.3. Compilação e apresentação da informação**

Compilação e apresentação da informação identificada e analisada; apresentação de uma proposta que permita a intervenção do Município, tendo em conta aspectos económicos, sociais e ambientais.

---

<sup>10</sup> Segundo LEE e HEANEY apud. MOURA e SILVA (2015) afirmam que a maioria das técnicas de sensoriamento remoto que têm sido aplicadas para analisar a impermeabilidade dos solos urbanos não conseguem distinguir a área total impermeável adequadamente, pois a resolução da imagem e a área espacial da copa das árvores de grande porte limitam a sua precisão.

## CAPÍTULO IV: CASO DE ESTUDO

### 4.1. Descrição do Local de Estudo

O estudo foi realizado no Bairro Fiche, no Município da Vila de Boane, na Província de Maputo. Este Município está localizado a 26° 02'36" S, 32° 19'50" L, no Distrito de Boane, na Província de Maputo, na parte Sudoeste da Cidade de Maputo, limitado a Norte pelo Posto Administrativo da Matola-Rio, através das povoações de Xitevele e Macombe, a Sul pelos rios Movene e Umbeluzi, a Este pelo rio Umbeluzi e a povoação de Beluluane e a Oeste pelo rio Movene. O Município compreende 33 bairros e 2 postos Administrativos e trata-se do maior município do País em termos de extensão de território.

Boane foi elevado à categoria de Distrito de 1ª classe em Abril de 1987, pelo decreto Lei nº 8/87e a sua Sede localizada a 30km da Cidade de Maputo foi elevada Vila pela resolução nº 9/87 de 25 de Abril do Conselho de Ministros. Em Maio de 2013, é elevado à categoria de Autarquia.

O Bairro Fiche - em homenagem ao Régulo Fiche – (MULHANGA<sup>11</sup>, C.; 2022) é um dos 33 bairros do Município da Vila de Boane, situado próximo ao centro da Vila de Boane, limitado a Norte pelo Bairro Picoco II, a Oeste pelos Bairros 3,4 e 5; a Sul pela EN2 que o separa dos bairros 2 e 25 de Setembro e a Nordeste, pelo bairro Belo Horizonte, com o qual se comunica a través de uma via em terra batida que atravessa o bairro, ligando o centro da Vila à região Norte e Nordeste deste Município (Figura 9).

---

<sup>11</sup> Líder Comunitário entrevistado (Funcionário do Ministério do Interior na situação de Reserva. Atualmente trabalha num projecto do MISAU denominado Engajamento Masculino, no Hospital Distrital de Boane.



Figura 9: Estrada para Picoco I e II. Foto do Autor. Agosto/2022

O Bairro Fiche surgiu durante a Guerra Civil de 16 anos, e o local onde se desenvolveu, era outrora uma zona agrícola, devido as suas características (zona baixa, com nível do lençol freático elevado), sendo a prática daquela actividade, potenciada pelo Instituto Pedagógico de Umbelúzi - Boane (IPU). Devido ao avanço da guerra nas zonas mais para o interior, começou a verificar-se um movimento intenso das populações afectadas, para a sede da Vila de Boane, onde havia melhores condições de segurança devido a presença militar, no quartel existente.

A área que alberga o bairro Fiche está classificada no PUMVB, como zona de uso agrícola, porém, actualmente, é ocupada quase que na sua totalidade pelo uso habitacional. O bairro é um dos mais populosos do Município com mais de 11000 habitantes, cerca de 4000 famílias (Fig. 10).

O bairro recebe constantemente pessoas que vem dos municípios vizinhos, que procuram espaço para construir e fixar residências. Constantemente são feitas atualizações através do registo dos moradores. Recorre-se a um sistema de controle em que após a obtenção do espaço, antes de oficializar a sua fixação, o novo morador apresenta uma guia do emitida no Bairro de proveniência, e através dela se faz o registo.

Função pública, comércio informal e agricultura, são normalmente as actividades predominantes do universo da população ali residente. Inicialmente, os moradores usavam parte do terreno para a construção outra para a prática da agricultura. Contudo, ao longo do tempo, com o aumento da procura do espaço para construção, foi-se transferindo esta actividade para zonas mais distantes da sede da vila, como a localidade Eduardo Mondlane.

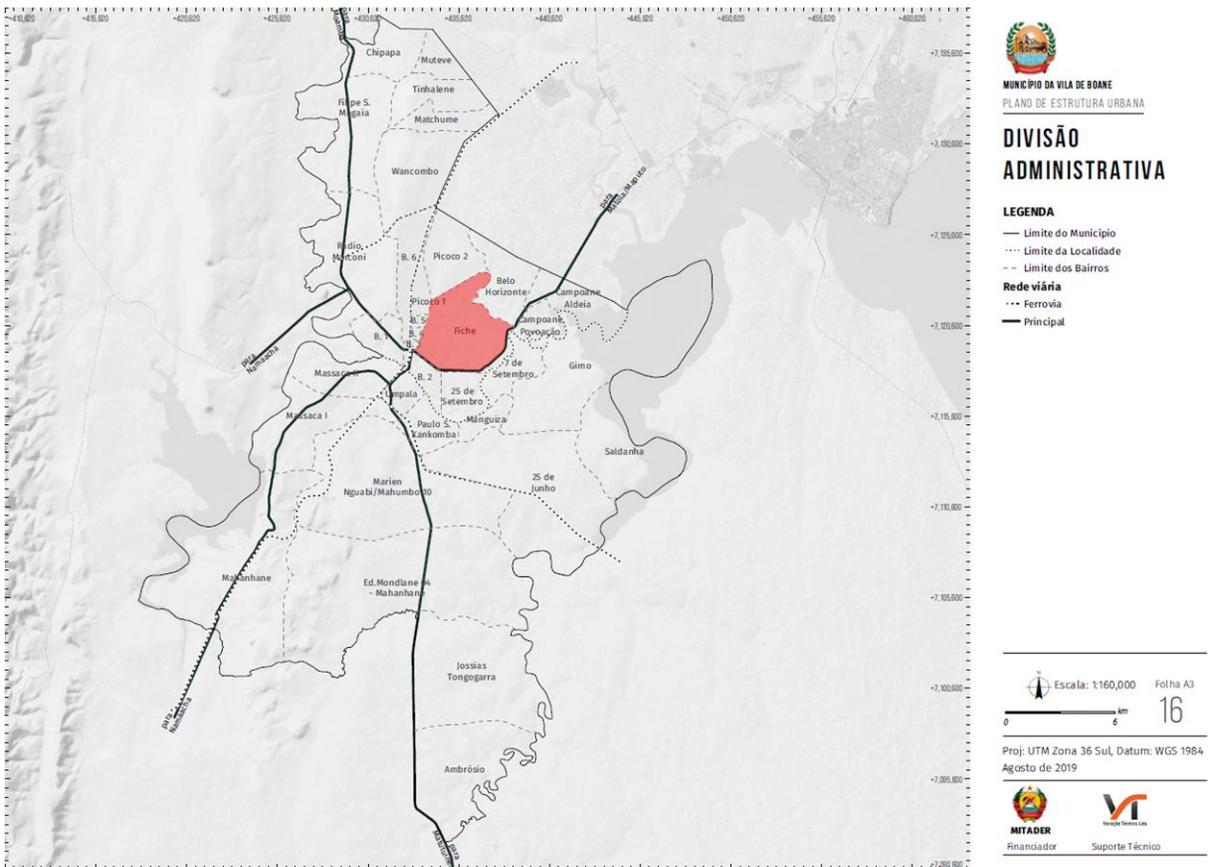


Figura 10. Localização do Bairro Fiche. Mapa de Divisão Administrativa do Município da Vila de Boane. Fonte: PEUMVB, 2019.

Há registo de ocorrência de cheias na zona, em 1984, antes da construção da Barragem dos Pequenos Libombos, contudo, após a construção da barragem, a situação controlou-se; tendo-se registado novamente no ano 2000, quando o bairro foi afectado pelas cheias que se fizeram sentir na região sul de Moçambique. O bairro Fiche foi o que mais sofreu a nível do Município de Boane, pois dada a sua localização, as águas da zona alta foram todas acumular-se na zona baixa. O governo distrital numa situação de emergência, retirou as populações mais afectadas, acomodou-as num centro denominado “ROMOS” enquanto organizava um parcelamento no bairro Pico 1, para reassentamento das populações mais afectadas, principalmente as que tinham perdido as suas casas construídas com materiais precários. Constata-se hoje, que a maioria dos moradores de Pico 1 são antigos moradores do bairro Fiche.

Face à situação acima descrita, foram tomadas algumas medidas pelo Governo Distrital, tendo a primeira, consistido em orientar as águas através dos canais naturais existentes, anteriormente ignorados, e a segunda, consistido em autorizar as populações a fazerem construções convencionais, reduzindo assim o risco de desabamento em situações futuras semelhantes.

Neste momento, de modo a colmatar a situação de propensão às inundações, as autoridades locais têm vindo a incentivar algumas medidas de prevenção, nomeadamente controlar as populações para não construírem nos canais de escoamento das águas, bem como aconselhar a construção de edifícios resilientes; coordenação com o Município para a manutenção de valas construção d novas. Ainda neste sentido, são desenvolvidas acções de sensibilização para a prevenção, através de grupos de redes sociais (WhatsApp) onde estão incluídos os chefes de quarteirão que recebem e difundem a informação.

Para efeitos de estudo, foi considerada uma amostra correspondente a um espaço urbano, que ocupa uma superfície de cerca de 3.74ha (37,886.46m<sup>2</sup>), com característica predominantemente residencial.

O espaço foi escolhido, por estar numa zona que resultou da ocupação posterior a 2002 tendo como um dos limites, a via que liga a sede da Vila de Boane aos bairros mais a Nordeste (Figs. 11 e 12), daí a possibilidade de permitir uma análise do antes e depois. Nota-se nesta imagem que o bairro já apresentava uma tendência de ocupação em expansão, com o aparecimento de moradias de construção convencional, realçando-se a malha urbana com uma via principal em terra batida, de secção mais regular e as secundárias mais irregulares com um comportamento quase que ortogonal em relação à principal, como que numa tendência de garantir o escoamento natural das águas que provêm da zona alta da sede do Município.



Figura 11. Delimitação da Amostra da Área de Estudo. Fonte: Google Earth. Maio/2002



Figura 12. Delimitação da Amostra da Área de Estudo. Fonte: Google Earth. 24/04/2021

Mais de 50% da área do Bairro Fiche está classificada no mapa de condicionantes do PEUB (2019), como zona inundável facto que se pode verificar no local, por estar numa zona baixa que apresenta características de bacia de retenção natural. Esta condição, torna a população ali residente extremamente vulnerável às inundações, pois é o local onde desagua o fluxo de águas pluviais que vem das zonas altas situadas a Oeste, na zona da Linha dos CFM, que liga o Porto de Maputo à Região Fronteira de Goba (Fig. 13).

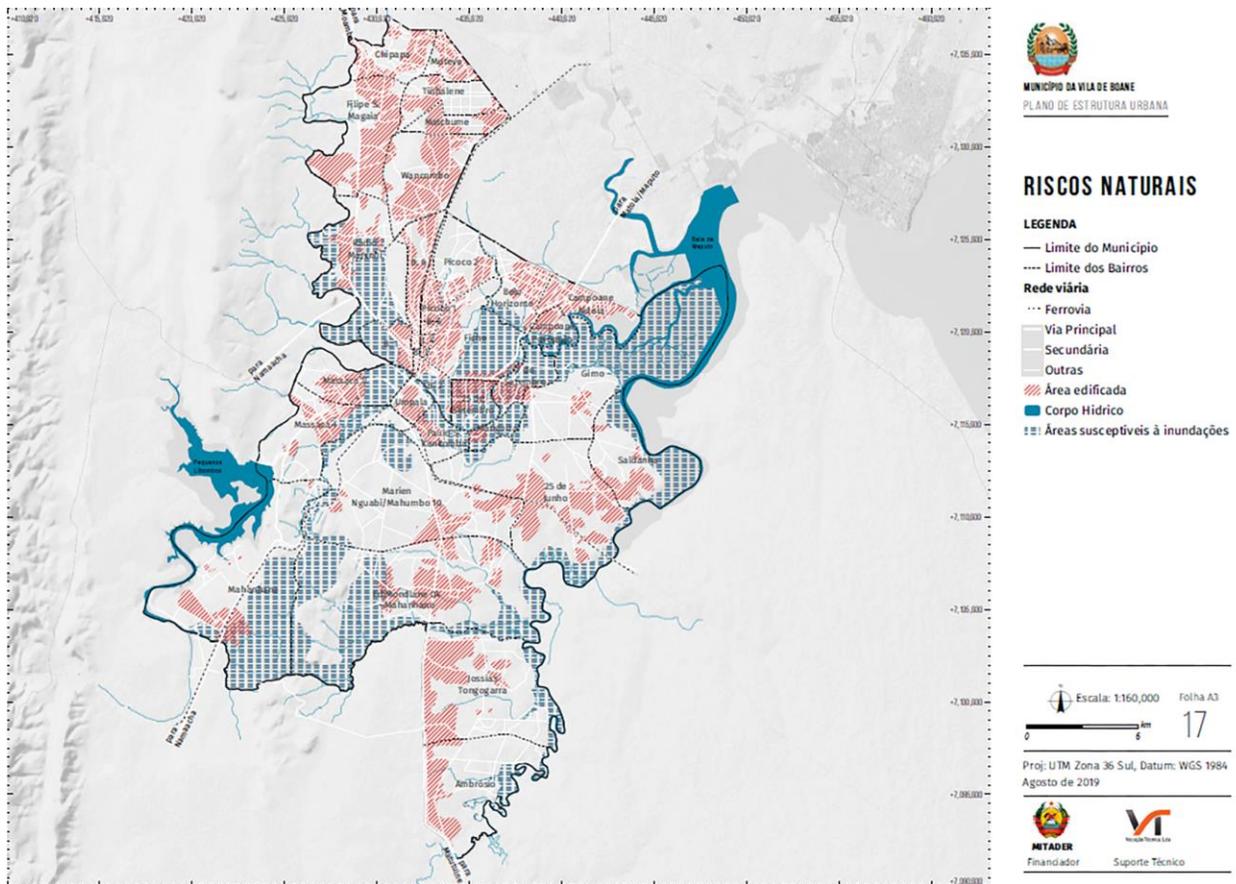


Figura 13. Mapa de Condicionantes do Município da Vila de Boane. Fonte: PEUMVB, 2019.

## 4.2. Enquadramento Histórico do Surgimento da Vila e do Município da Vila de Boane<sup>12</sup>

O território que hoje faz parte do Município de Boane era até 1895 uma área pertencente à Chefatura Matola, porém, no século XIX, os Guambe, família originária de Beluluane, foram objecto de ataque dos Nguni que invadiram Moçambique, havendo desta forma uma fusão étnica com os povos locais. Desta feita, costumes dos Nguni foram adquiridos pelo povo nativo, entre outros, a arte de criação de gado, que tem um forte valor socioeconómico na região.

Aquando da chegada dos colonos e após a construção da linha férrea que atravessa Boane, estes pretendendo informar-se sobre o nome da região, questionaram sobre o assunto o Sr. Mboene, cidadão muito popular na região. Este, equivocadamente, terá respondido dando o seu próprio nome: “*Hi mine Mboene*”, o que levou os Portugueses a designar a zona de “*Boane*”.

A autoridade tradicional em todo o Distrito é da pertença dos Matsolos (expansão da família Hanhane – Matsolo), havendo um e outro povoado onde os Matsolos conferiram o poder de chefes de terra ou povoado a outras pessoas próximas, como é o caso dos Cuambes nalguns povoados do Posto Administrativo da matola-Rio.

## 4.3. O Clima e a Precipitação

Existem duas estações bem definidas: a estação quente e húmida (chuvosa) e a estação fria e seca. A primeira estação tem início no mês de outubro e termina em março e caracteriza-se normalmente por chuvas contínuas de grande intensidade com trovoadas dispersas.

A segunda estação acontece no período de abril a setembro e é caracterizada por temperaturas amenas com tendência para redução nas noites e nas manhãs, neste último período muitas vezes com ocorrência de nevoeiro.

Segundo (MUCHANGOS, 1999, p. 38), pode-se concluir que de forma geral, Moçambique possui um clima quente e húmido, sendo que as principais variações climáticas se explicam pela continentalidade, altitude, exposição e posição geográfica, que se manifestam pelas diferenças

---

<sup>12</sup> República de Moçambique. Ministério da Administração Estatal. Perfil do Distrito de Boane. Província de Maputo. Edição 2005. Página 7

regionais e locais entre o litoral e o interior, entre vales e as terras altas e entre o barlavento<sup>13</sup> e o sotavento<sup>14</sup>.

O carácter predominante tropical do clima, releva-se sobretudo pela coincidência entre o período de chuvas e o período quente e pela amplitude térmica anual que é em todo território, inferior à diurna. A temperatura média anual é sempre superior a 20° C, excepto nas zonas montanhosas do Niassa, da Zambézia, de Tete e de manica, onde as temperaturas inferiores a 16° C na estação mais fria condicionam a ocorrência de climas de altitude<sup>15</sup> (MUCHANGOS, 199, p. 38).

As temperaturas mais elevadas registam-se entre Dezembro e Fevereiro e chegam as máximas a atingir 38° a 40° C. Os meses de Junho e Julho, são normalmente os mais frios.

Com o aumento da temperatura em Dezembro, Janeiro e Fevereiro, registam-se os valores mais elevados de pluviosidade (Fig. 14).

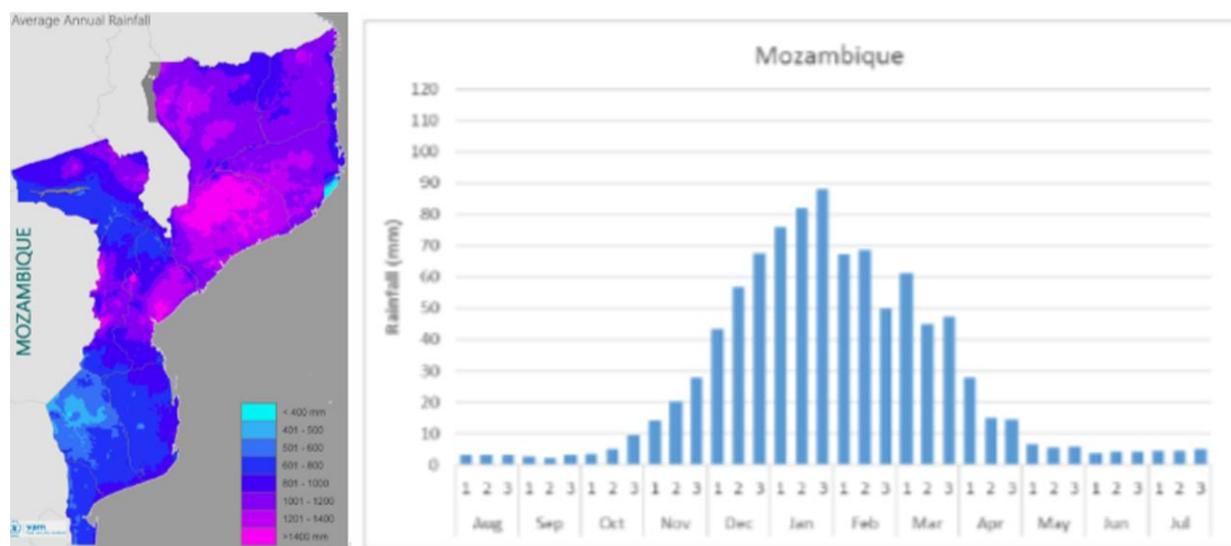


Figura 14. Pluviosidade média anual. Fonte: World Food Programme, 2017.

<sup>13</sup> Barlavento é o lado de onde sopra o vento. Quando dois barcos a navegar à vela, recebem o vento do mesmo lado, e estão em rota de colisão.

<sup>14</sup> Sotavento é o lado oposto ao lado do qual sopra o vento. Quando se veleja com o vento entrando pela valuma ou em poça rasa, o lado de sotavento é o lado em que está sua vela grande. (<https://pt.wikipedia.org>)

<sup>15</sup> Climas de altitude – aqueles que ocorrem em regiões serranas e/ou montanhosas.

De acordo com a Fig. 14, as zonas de elevada pluviosidade incluem as quatro províncias do Norte, nomeadamente, Cabo Delgado, Niassa, Nampula e Zambézia. Na Zambézia, chuvas sazonais podem atingir pouco mais e 2.000mm (WFP, 2017).

O aumento da pluviosidade, traz consigo na maioria das vezes o aumento do caudal dos rios que na sua maioria nascem no interior e desaguardam na costa moçambicana; e á media que as águas correm de montante à jusante, vão provocando estragos (destruição de infraestruturas, campos agrícolas, residências entre outros) aumentando a vulnerabilidade das populações que habitam as regiões próximas das bacias hidrográficas, não sendo excepção para as que vivem ao longo da bacia do Rio Umbelúzi.

#### 4.4. Evolução da Ocupação do Bairro Fiche

O bairro Fiche, resulta da expansão da área residencial do Município da Vila de Boane com tendência para nordeste, sendo limitado a sul pela EN2. Com uma área de cerca de 22ha (22,015,555.02m<sup>2</sup>), tem ocupação predominantemente residencial, com uma malha irregular com tendência a uma certa perpendicularidade com a EN2. A Noroeste é contornado por uma via em terra batida que liga a sede do Município da Vila de Boane, aos bairros situados mais a norte, nomeadamente, Picoco I e II, Belo Horizonte, entre outros.

Da análise à foto satélite do Google Earth de Maio de 2002 (Fig. 15), o bairro ocupava uma área de cerca de 0,79ha (793,166.51m<sup>2</sup>), 3,18% da superfície total do bairro Fiche, tendo evoluído para uma ocupação de cerca de 4,5ha (4,535,870.31m<sup>2</sup>), cerca de 20,45% da área total (Fig. 16).



Figura 15. Imagem Satélite Bairro Fiche. Abril/2021. Delimitação do Bairro Fiche – Fonte: GoogleEarth

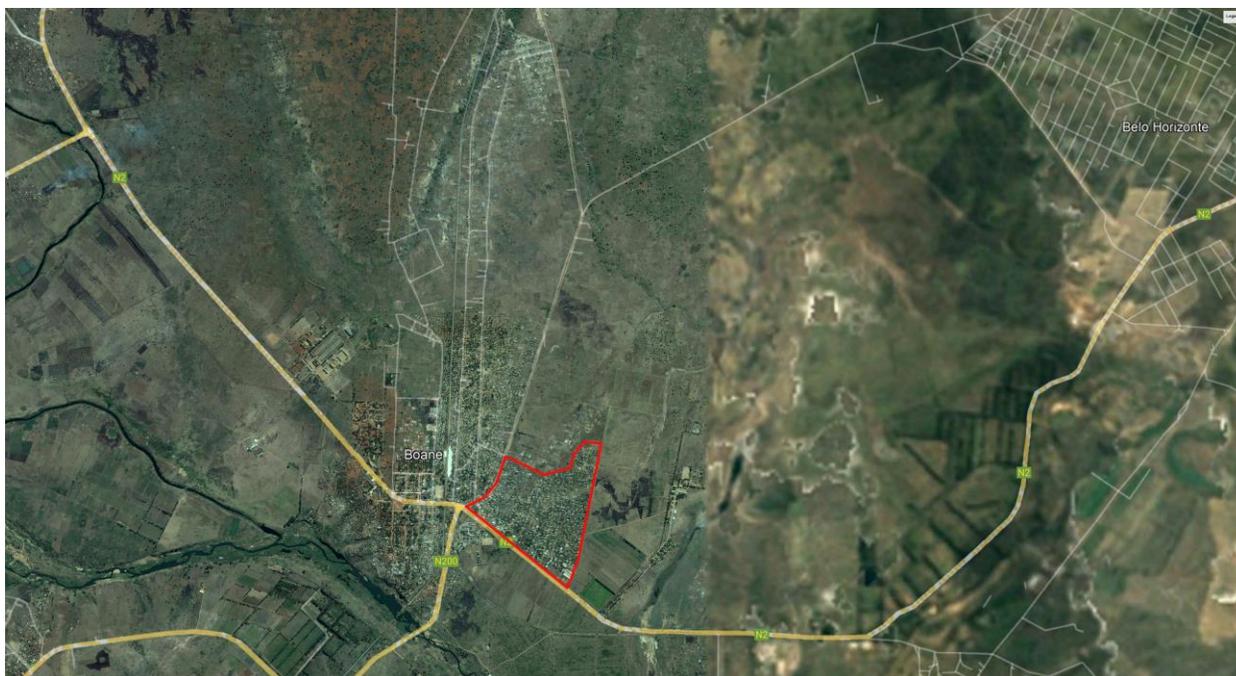


Figura 16. Imagem Satélite da Área de Estudo. Área ocupada até Maio de 2002 – Fonte: GoogleEarth



Figura 17. Imagem Satélite da Área de Estudo. Abril/2021 – Fonte: GoogleEarth

#### 4.5. População, Caracterização e Distribuição

De acordo com os dados do Censo de 2017, residem na Vila Municipal de Boane 67.295 Habitantes, numa área de 589.36 Km<sup>2</sup> que corresponde a 40% da população total do Distrito. A distribuição da população pela Vila corresponde a 114,2 Hab/Km<sup>2</sup> (Fig. 18).

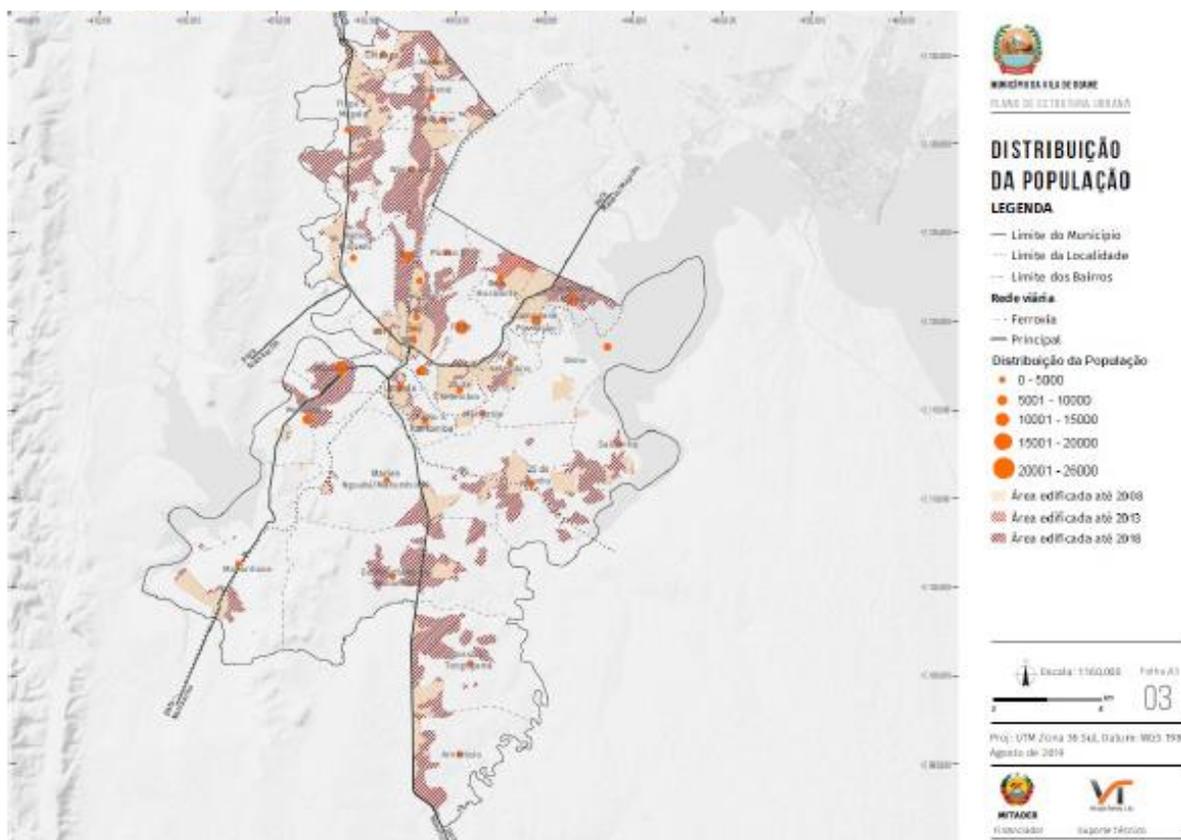


Figura 18. Distribuição da População na Vila de Boane. Fonte: PEUMVB, 2019

#### 4.6. Histórico de Inundações no Município da Vila de Boane

O Distrito de Boane possui uma das bacias hidrográficas mais importantes do país e da região sul de Moçambique, a bacia do Umbelúzi, a principal fonte responsável pelo abastecimento hídrico das Cidades de Maputo, Matola e da Vila Municipal de Boane. De acordo com LACAMURIMA, (2003, p.4);

*A bacia do Umbelúzi é vulnerável a cheias resultantes da queda excessiva da precipitação e por ciclones tropicais. Na bacia do Umbelúzi, destacam-se cinco (5) eventos de cheias catastróficas, nomeadamente, as cheias de 1972 e 1974 associadas à precipitações intensas e, aos ciclones tropicais, como por exemplo, em 1996 (Claude), 1984 (Demoína) e 2000 (Glória). No entanto, dentre as cheias*

*citadas, a cheia de 1984 ocorrida antes da construção da barragem dos Pequenos Libombos, foi a pior, tendo causado enormes danos humanos e materiais, tendo sido associada ao ciclone “Demoína”. As cheias de 2000 foram muito catastróficas, cujas causas deram-se à ocorrência de chuvas intensas. Embora nada se comparem às cheias ocorridas no mesmo ano e noutras bacias, no Umbelúzi, elas foram de magnitude inferior comparadas com as cheias de 1984.*

Nos últimos anos, devido ao efeito das mudanças climáticas, a ocorrência de ciclones ao longo do litoral de Moçambique tem sido mais frequente, e, segundo MUCHANGOS (1999, p. 36), de acordo com as estatísticas, a probabilidade de ocorrência de ciclones na costa moçambicana era de pelo menos dois por ano. Entendia-se que estes ciclones, embora de grande significado meteorológico, tinham climaticamente, pela frequência, um significado reduzido para Moçambique só afectando o litoral na fase de dissipação, com os ventos já enfraquecidos, a precipitação reduzida, mas ainda com capacidade suficiente para causar danos.

Contudo, actualmente, tal situação deu uma reviravolta, com a ocorrência cada vez mais frequente de eventos ciclónicos, que devastam a região costeira de Moçambique trazendo consequências nefastas para o desenvolvimento económico e social (Ciclones Dineo em 2017, Idai e Keneth em 2019; Guambe em 2020 e mais recentemente, o Ciclone Eloise em 2021).



Figura 19. Efeitos do ciclone Dineo na Província de Inhambane. 2017. Fonte: GABINFO (2017)

Importa referir que apesar de não terem ocorrido directamente na Região de Maputo, estes e outros fenómenos atmosféricos provocaram efeitos devastadores sobre as infraestruturas, equipamentos sociais e outros (Figs. 19 e 20).

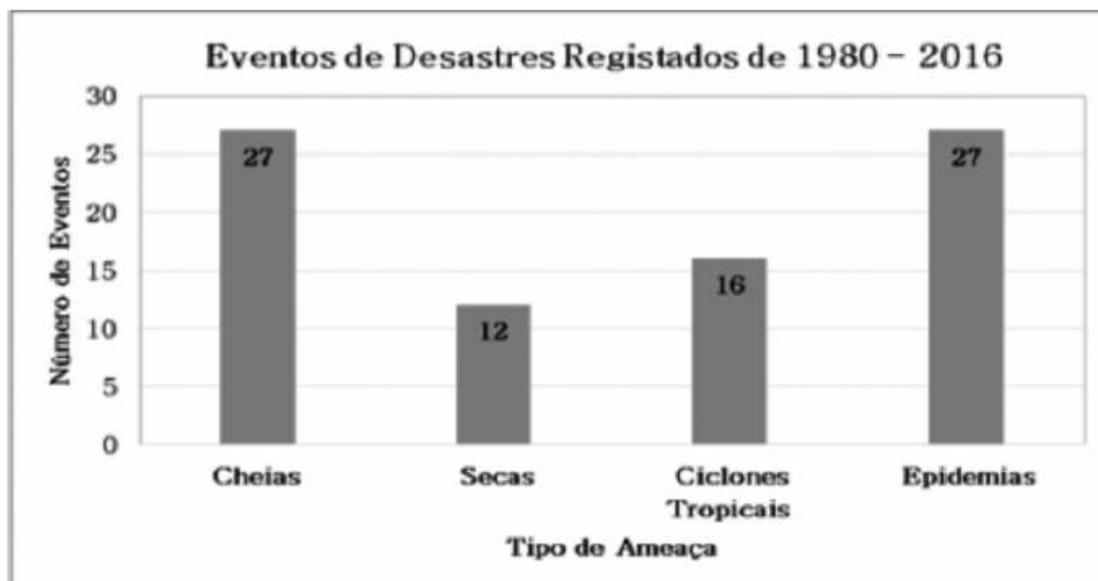


Figura 20. Visão histórica geral dos desastres (1980-2016) Fonte: Apud. Centro de Pesquisa Epidemiológica de Desastres (CRED): EM-DAT.

Frequentemente, os meios de comunicação social reportam os problemas causados pelos desastres naturais (Fig. 21) em todos o país e concretamente no Distrito de Boane, na bacia do rio Umbelúzi. Á medida que as chuvas torrenciais caem à montante, forçam o aumento das descargas da albufeira dos Pequenos Libombos, transformando o rio num feroz devastador de culturas, afectando a produção de centenas de famílias ali residente.



DESTAQUE MAIS PRIMEIRO PLANO

## RIO UMBELÚZI: Inundações devastam culturas em Boane

18 de Janeiro, 2022



Visita-nos em  
[mozabanco.co.mz](http://mozabanco.co.mz)

Active agora o seu jornal digital  
aportil do seu smartphone tablet ou computador

Save it Application  
from the App Store

Destaques

Figura 21. Jornal Notícias de 24 de Julho de 2022. Fonte: [HTTPS://WWW.JORNALNOTICIAS.CO.MZ/CANAIS/PRIMEIRO-PLANO/RIO-UMBELUZI-INUNDACOES-DEVASTAM-CULTURAS-EM-BOANE/](https://www.jornalnoticias.co.mz/canaais/primeiro-plano/rio-umbeluzi-inundacoes-devastam-culturas-em-boane/). Consultado a 24 de Julho de 2022, às 16H41.

### 4.7. Levantamento de dados no Bairro Fiche

Para o desenvolvimento da pesquisa, foi efectuada uma leitura e análise prévia do local escolhido como amostra (Fig. 22) para a leitura do espaço de acordo com os objectivos da pesquisa; e foram também realizados levantamentos físicos no Bairro Fiche, que consistiram em:

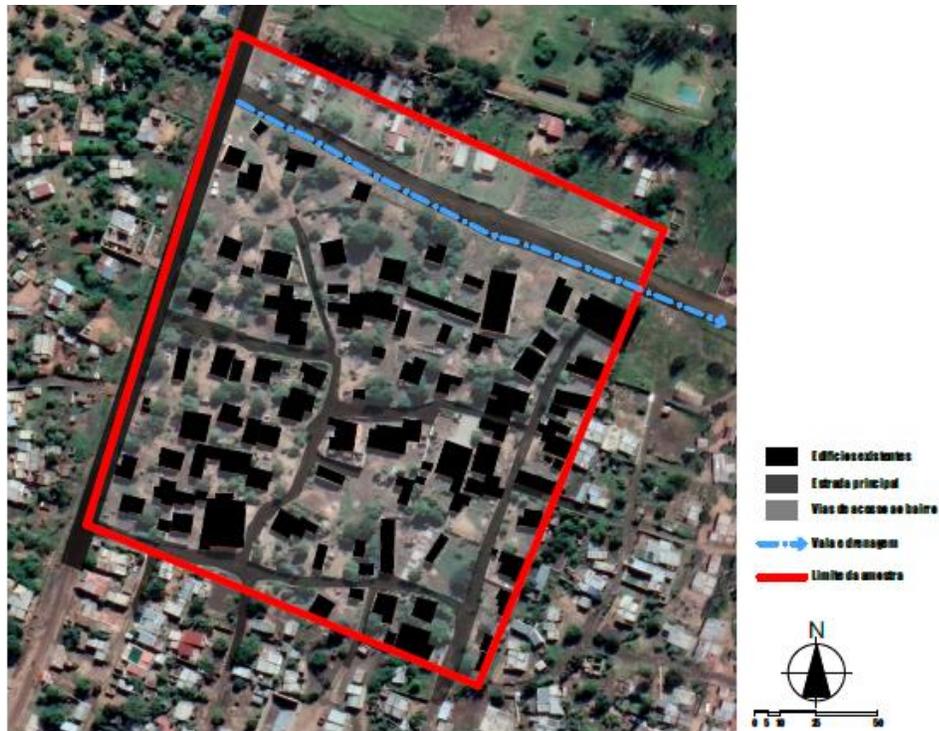


Figura 22: Amostra Local de Estudo. Fonte: Elaborado pelo Autor

- a) Inquérito á moradores de forma individual e/ou a famílias, conforme o guião em Anexo 1;
- b) Levantamento físico de tipologias de moradias para verificação da área de cobertura e pavimentada;
- c) Levantamento para definição das dimensões e configuração das parcelas/terrenos.
- d) Verificação da posse de DUAT dos terrenos ocupados.

Do levantamento efectuado, constatou-se o seguinte:

#### 4.7.1. Rede de Infraestruturas

Existência de algumas infraestruturas básicas, nomeadamente uma estrada principal com pavimento em “Tout-venant” (Tuvenal)<sup>16</sup> devidamente compactado cuja elevação está a uma cota

<sup>16</sup> Termo de origem francesa referente a material de mina ou pedra utilizada antes de qualquer tratamento. Agregado britado de granulometria extensa. Agregado não seleccionado. Agregado bem graduado. Gravelha. Fonte: <https://www.engenhariacivil.com/dicionario/tout-venant>. Consultado a 15/09/2022. 23h32.

de cerca de 1,2 metros na maioria dos troços em relação às bermas; o que demonstra a intenção do Município de garantir condições básicas de mobilidade bem como aumentar a regularidade da manutenção. Ao longo desta via, foram construídas/abertas valas de drenagem de águas pluviais, nalguns troços, principalmente na faixa à esquerda para quem segue no sentido Boane – Picoco II (Fig.22).



Figura 23: Infraestruturas existentes

Ao longo desta via, podem ser identificados pontos de recolha de lixo que é depositado em contentores, cuja recolha é feita por meio de camiões pelo Município. Nota-se também a existência de uma linha de distribuição de energia elétrica de media tensão, que se ramifica para o interior do bairro através de um Posto de Transformação.

As estradas secundárias na sua maioria apresentam-se em avançado estado de degradação, pois a sua manutenção não existe por parte do Município; ela depende exclusivamente da boa vontade dos moradores, que pela condição precária de subsistência, não conseguem contribuir senão com a mão de obra em actividades de manutenção, mas a mesma não acontece regularmente, pois a maioria dos moradores não tendo viatura pessoal, acaba se conformando em circular nas condições existentes. Normalmente são vias cujo pavimento é de terra local (são normalmente

solos argilosos com potencial agrícola e pecuário, dada a natureza da zona baixa onde se situa o bairro). Nota-se nalgumas vias, vestígios de acumulação de águas da chuva registada na última época chuvosa (Fig.24).



Figura 24: Condição das vias no interior do bairro. Foto do Autor. Julho de 2022

O abastecimento de água e fito através da rede do Fundo de Investimento do Património de Abastecimento de Água (FIPAG) a maioria das famílias tem um ponto de abastecimento de água

no quintal. Normalmente o fornecimento é feito nas manhãs havendo necessidade das famílias de garantirem reservatórios para a sua conservação.

#### **4.7.2. Tipologia de Moradias**

Como consequência da abertura dada pelas autoridades municipais, predominam no bairro edifícios de construção com materiais convencionais, alguns cuja construção já foi concluída, estando a maioria ainda em processo de construção. Nota-se aqui, claramente, a incapacidade de boa parte dos moradores devido a sua condição humilde, de iniciarem e concluírem a construção das suas moradias.

A informalidade do bairro reflete-se na malha urbana e conseqüentemente as construções vão sendo executadas obedecendo a malha espontânea que ali existe, reflectindo-se também nas soluções construtivas existentes. Nota-se que os edifícios apresentam à partida alguns problemas básicos, nomeadamente, a questão da orientação; conforto; tecnologia construtiva entre outros.

Predominam edifícios de construção com alvenaria de blocos de cimento e areia, cobertura em chapa de ferro galvanizado com perfil ondulado e/ou “İBR”, normalmente não rebocados (Fig. 25).

Para evitar o acúmulo de águas na época chuvosa, a maioria dos terrenos não é pavimentado, o que, aumenta a capacidade de infiltração das águas em momentos de pico das chuvas, visto ser uma zona propícia a inundações.

Devido às características dos solos locais, lamacentos em época de chuva e quando secos, bastante poeirentos, muitos moradores optam por investir no plantio de relva de modo a garantir a redução de poeiras que provocam constipações e mancham as roupas quando postas a secar, sempre que haja ventania.

Um aspecto notável, é a consciência em manter as árvores existentes, e também a prática de plantio de árvores de sombra.

Não existem vestígios de utilização de sistemas de recolha de águas pluviais através da cobertura dos edifícios, o que reduziria consideravelmente o volume de água das chuvas a ser desperdiçado nos momentos de pico.



Figura 25: Tipologia de habitações existentes. Foto do Autor. Julho de 2022

As cotas de soleira são muito baixas normalmente com um máximo de 200mm de altura o que torna os edifícios mais vulneráveis em situação de inundação. Quase sempre, sem muro de vedação e os limites do terreno não estão demarcados convencionalmente, sendo que cada morador tem domínio dos seus limites através do posicionamento dos edifícios ali construídos que na maioria das vezes ocupam a parte posterior da parcela.

#### 4.8. Nível de Impermeabilização de Solos

No bairro Fiche, o solo é naturalmente impermeável, o que propicia o escoamento de águas à superfície. A infiltração natural, apesar de acontecer, leva mais tempo, implicando a acumulação de águas por algum tempo, sempre que ocorra alguma precipitação. Esta situação, vem agravar-se com a construção de edifícios numa zona de risco de inundações, reduzindo a capacidade de infiltração natural.

O artigo 14 da Lei no 20/99 de 1 de Outubro, Lei do Ambiente, “proíbe a implantação de infraestruturas habitacionais ou para outro fim que, pela sua dimensão, natureza ou localização, provoquem um impacto negativo significativo sobre o ambiente...”; e estabelece a sua aplicação especialmente à zona costeira, às zonas ameaçadas de erosão ou desertificação, às zonas húmidas, às áreas de protecção ambiental e a outras zonas ecologicamente sensíveis.

Ao orientar a construção de moradias com materiais convencionais, o MVB não cumpriu com o preceituado nesta Lei, o que permitiu que este local se torne mais sensível e aumentando o risco de outras zonas do Município passarem a registar problemas de inundações devido ao surgimento de obstáculos no caminho normal das águas.

Para a análise o nível de impermeabilização dos solos na amostra apresentada para o caso de estudo, foi necessário obter a área total impermeabilizada e a área efectiva (MOURA & SILVA, 2015, p. 81).

A **área total impermeabilizada**, representa toda a área de uma bacia ou sub-bacia urbana recoberta por materiais e construções que impedem a infiltração da água da chuva no subsolo.

A **área impermeabilizada efectiva** é definida como área impermeabilizada directamente conectada ao sistema de drenagem, como por exemplo, as ruas e os passeios pavimentados. Sendo que para o caso do local de estudo, a estrada é de terra batida e não existem passeios pavimentados, tal que este parâmetro é considerado com 0% de contribuição para a impermeabilização dos solos.

Do levantamento e análise de alguns edifícios, sendo a taxa de ocupação recomendada pela Postura Municipal (40% de construção e 30% de espaço verde)<sup>17</sup>, constata-se que:

- (i) os edifícios construídos não têm projecto e quando existe, não foi submetido para aprovação pelo Município e a construção não obedeceu a um licenciamento;

---

<sup>17</sup> Postura de Construção do Município de Maputo. Não foi possível ter acesso à Postura de Construção do Município da Vila de Boane.

- (ii) a taxa de ocupação não obedece à Postura recomendável para o efeito (40% de área construída e 30% de área verde).

Neste contexto, tendo em conta a cobertura a área da amostra do estudo e a área total impermeabilizada, teremos:

Tabela 4: Dados Obtidos da Análise da Amostra. Fonte: Elaborado pelo Autor

Item	Descrição	Área (m <sup>2</sup> )	Taxa de Ocupação (%) <sup>18</sup>
1	Amostra Local de Estudo	36.366,52	18.13
2	Área total impermeabilizada (área construída)	6.595,65	
3	Área impermeabilizada efectiva (áreas impermeáveis diretamente conectadas - ruas e passeios) <sup>19</sup>	4.487,65	

#### 4.9. Soluções Recomendadas

Tendo em conta as soluções o abordado anteriormente, neste tipo de situação, os autores recomendam soluções estruturais e as não estruturais. As soluções estruturais são normalmente soluções de engenharia, e envolvem grandes investimentos financeiros, que regra geral, os Municípios não possuem.

Contudo, é necessário desviar as águas que correm à superfície, para valas de drenagem assim como recuperar de certa forma, a capacidade de infiltração da água no solo (TUCCI, 2005), de forma sustentável. Para que isso aconteça uma das soluções mais recomendadas são:

---

<sup>18</sup> Taxa relativa apenas à área construída

<sup>19</sup> Neste caso, a área impermeabilizada efectiva não é considerada na equação para a análise do nível de impermeabilização, visto que as ruas não estão pavimentadas e não existem passeios.

#### 4.9.1. Jardins de Chuva

Os jardins de chuva, estruturas que utilizam a actividade biológica de plantas e microrganismos para remover os poluentes das águas pluviais, e contribuem para a infiltração e retenção de volumes de água de precipitação (YASAKI et al. 2013, apud MOURA & SILVA, 2015, p. 82); trazendo áreas permeáveis para o espaço público e os terrenos.

Os jardins de chuva (Figs. 26 e 27), podem ser descritos como rasas depressões de terra, que recebem águas de escoamento superficial. Os fluxos de água se acumulam nas depressões formando poças e gradualmente a água é infiltrada no solo. Os poluentes são removidos por adsorção, filtração, volatilização, troca de iões e decomposição (YASAKI et al 2013, apud MOURA & SILVA, 2015, p. 83).

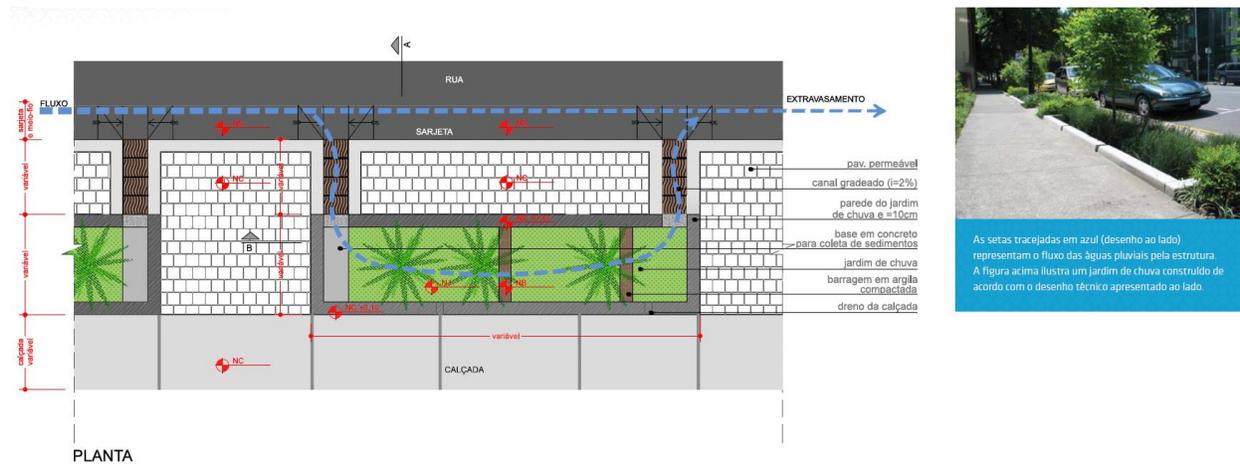


Figura 26: Jardim de chuva no passeio. Fonte: Projeto Técnico - Jardins de Chuva. Soluções para Cidades.

Com este sistema, a água infiltra-se já limpa o que permite que seja posteriormente reaproveitada para o abastecimento através de furos. O seu uso é recomendado em áreas de planícies, e o solo do local deve ter capacidade de infiltração entre 7 e 200mm/h. o nível máximo do lençol freático deve ser de até 1m, deve ser acompanhada de saneamento do meio para evitar a contaminação das águas à superfície (YASAKI et al 2013, apud MOURA & SILVA, 2015).



Figura 27: Jardins de Chuva. Fonte:

[https://www.google.com.br/search?q=jardins+de+chuva&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKewikhqazqp76AhXSYMAKHQvHDDUQ\\_AUoAXoECAIQAw&biw=1920&bih=955&dpr=1#imgrc=Vy1fA4cu\\_ZJzkM](https://www.google.com.br/search?q=jardins+de+chuva&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKewikhqazqp76AhXSYMAKHQvHDDUQ_AUoAXoECAIQAw&biw=1920&bih=955&dpr=1#imgrc=Vy1fA4cu_ZJzkM)

Consultado a 18/09/2022. 14h27.

#### 4.9.2. Materiais Permeáveis

Outra solução implica a adoção de materiais permeáveis que podem estar disponíveis de forma mais acessível e em grande escala. Os mesmos são recomendados a nível da EU (Ambiente, 2012), realçando-se os seguintes (Fig. 28):

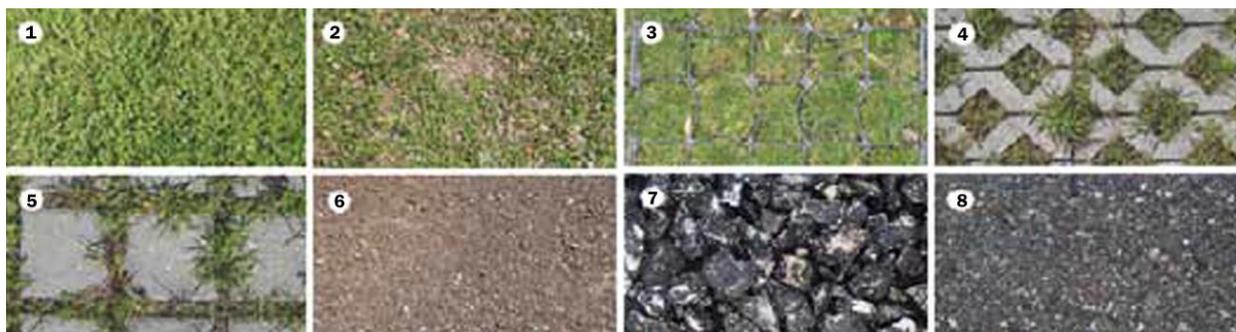


Figura 28: Superfícies mais comuns, da mais a menos permeável. Fonte: Relatório EU. Orientações sobre as melhores práticas para limitar, atenuar ou compensar a impermeabilização dos solos.

- a) **Relva:** apesar de não ser um material permeável no sentido estrito, pode ser uma alternativa adequada a outros materiais, pois protege a superfície do solo impedindo o escoamento da água, a poeira e a formação de lama. Permite uma cobertura vegetal total, contribuindo assim para criar um microclima adequado. Em certas condições, como a falta de chuva, o uso intensivo, necessidades de manutenção mais elevadas ou razões estéticas, uma boa alternativa pode ser a utilização de material acolchoado constituído por casca de árvores, resíduos estruturados de plantas lenhosas.
- b) **Relva com Gravelha:** assemelha-se à relva convencional e pode absorver até 100% da água da chuva. Também conhecida como “relva reforçada com gravelha”, é actualmente a técnica mais promissora para as áreas de estacionamento e estradas menos frequentadas. Os custos de construção correspondem actualmente a menos de metade dos custos das camadas de asfalto convencional e requerem pouca manutenção. No entanto, a sua construção exige mão de obra qualificada. No passado devido a más práticas, alguma destas superfícies apresentavam-se obstruídas e sem capacidade de drenagem da água. Nos últimos anos, a técnica melhorou significativamente e a relva com gravelha é hoje uma superfície ecológica promissora para os parques de estacionamento públicos. Os principais obstáculos ao êxito da sua utilização são actualmente a falta de experiência dos construtores e as restrições impostas pelas autoridades responsáveis pela gestão da água que, em muitos casos, exigem que as águas da chuva vindas das grandes superfícies sejam dirigidas para uma rede de tratamento de águas residuais, dada a possibilidade de as águas poluídas contaminarem o lençol freático.
- c) **Grelhas de Enrelvamento de Plástico:** assemelham-se a relvados convencionais, são poucos dispendiosas e fáceis de instalar.
- d) **Grelhas de Enrelvamento de Betão:** têm mais estabilidade que as de plástico e duram mais tempo, mas os custos de instalação são consideravelmente mais elevados.
- e) **Superfícies de Macadame:** são o tipo mais tradicional de superfícies semipermeáveis. Também são conhecidas como caminhos de saibro e estradas de terra. Em função das

camadas de subsolo, são utilizadas em passeios e estradas com baixa densidade de tráfego. Em comparação com as superfícies de asfalto convencional, as superfícies de macadame são menos dispendiosas, mas requerem mais manutenção e provocam muita poeira. Em princípio não têm vegetação.

- f) **Pavimentos de Betão Permeável:** são compostos por blocos com grandes vazios, e blocos permeáveis. A água passa pelos vazios entre os blocos ou pelos próprios blocos porosos. Os blocos de betão com vazios são normalmente utilizados em áreas urbanas para parques de estacionamento altamente frequentados, entradas e pátios. São instalados sobre uma camada permeável de pedra triturada de granulometria aberta. As juntas são preenchidas com húmus e sementes de gramíneas ou pedra triturada. O preenchimento com gravilha torna a superfície mais macia e é preferível para os parques de estacionamento onde se utilizam carrinhos de compras. Para a infiltração, é ideal uma junta de 3cm de largura. Nos solos com uma baixa capacidade de infiltração, a totalidade ou parte da água drenada é conduzida até desaguar, através de condutas de drenagem perfuradas, na sub-base a partir da qual pode penetrar em zonas de solo com maior capacidade de infiltração ou onde pode ser temporariamente armazenada num leito de gravilha, a fim de permitir uma percolação mais lenta.
- g) **Blocos de Betão Permeável:** consistem em betão compostos de grânulos compactados. Esta estrutura sólida é porosa, pois a água drena directamente através da superfície do bloco. São instalados sem vazios. A sub-base inferior é constituída por gravilha compactada de 15 a 30cm de espessura, dependendo da intensidade de utilização e da estabilidade à geada. Podem ser limpos de vez em quando por tratamento de superfície com água de alta pressão a fim de libertar os vazios obstruídos com poeiras, que reduziram a sua eficácia ao longo do tempo.
- h) **Asfalto poroso:** requer a mesma técnica de construção que o asfalto normal. É constituído por asfalto betuminoso comum no qual os finos foram peneirados e reduzidos, criando um espaço vazio para o tornar altamente permeável á água. A percentagem de vazio no asfalto poroso é de cerca de 15-20%, enquanto no asfalto convencional é de 23%.

Entretanto, um dos principais obstáculos à aplicação de superfícies permeáveis são os seguintes:

- (i) **Legislação/códigos de construção restritivos** – em muitos casos, a licença de construção ou a autorização ambiental exige que se utilize pavimento convencional e que a água da chuva seja conduzida para a rede de esgotos. Por exemplo, este é frequentemente o caso dos grandes parques de estacionamento, em que se assume que há contaminação da água de escoamento;
- (ii) Falta de conhecimentos especializados, fazendo prevalecer as técnicas de asfaltagem convencionais;
- (iii) Maior produção de ruído em comparação com as superfícies convencionais. Este problema pode ser solucionado, reduzindo o ruído, com a criação de faixas lineares de rolamento para as rodas dos automóveis;
- (iv) Preconceitos: as superfícies permeáveis têm a reputação de ser dispendiosas ou problemáticas. As más práticas de construção podem ter contribuído desnecessariamente para esta ideia.

## **CAPÍTULO V: LEGISLAÇÃO E POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A GESTÃO DE DESASTRES NATURAIS EM MOÇAMBIQUE**

Apesar das várias prioridades para actuação existentes, Moçambique tem investido algum esforço para melhorar as respostas contra os efeitos dos desastres naturais, de modo particular, na criação de legislação e políticas para a sua gestão.

### **5.1. Regulamento da Lei no 20/97, de 1 de Outubro, a Lei do Ambiente**

Em Outubro de 1997, a Assembleia da República aprovou a Lei do Ambiente, com o objectivo de definir as bases legais para uma utilização e gestão correctas do ambiente e seus componentes, com vista à materialização de um sistema de desenvolvimento sustentável.

### **5.2. Regulamento da Lei nº 15/2014, de 20 de Junho, a Lei de Gestão das Calamidades**

Em 2016, através do decreto no 7/2018 de 21 de Março, do Conselho de Ministros, foi criado o Regulamento da Lei no 15/2014, de 20 de Junho, a Lei de Gestão das Calamidades, com o objectivo de estabelecer o regime jurídico da gestão das calamidades, compreendendo a prevenção, mitigação dos efeitos destruidores das calamidades e desenvolvimento de acções de socorro e assistência, bem como acções de reconstrução das áreas afectadas.

### **5.3. Plano Director para Redução do Risco de Desastres 2017 – 2030 (PDRRD)**

A partir do ano 2000, o País passou a adoptar uma abordagem proactiva visando reduzir a vulnerabilidade das comunidades locais, da economia e das infraestruturas. Foi assim que em 2006, o Governo aprovou o Plano Director de Prevenção e Mitigação das Calamidades Naturais (PDPMCN) para um período de 10 anos (2006 – 2016), estando actualmente em vigor o Plano Director para Redução do Risco de Desastres 2017 – 2030 (PDRRD), aprovado na 36ª sessão Ordinária do Conselho de Ministros a 17 de Outubro de 2017, que ao abrigo da Lei no 15/2014, de 20 de Junho, destaca a Redução do Risco de Desastres (RDR) como a sua principal linha de acção para a redução da vulnerabilidade aos eventos extremos no País. Este plano focaliza a

incorporação total da RDR nos planos de Governação a todos os níveis. Para a sua operacionalização, aposta na formação e a profissionalização dos intervenientes na RDR, bem como o fortalecimento da resiliência humana e infraestrutural face à frequência, alternância, ciclicidade e intensidade dos eventos extremos que afectam o País. Busca trazer um mecanismo de monitoria das acções sectoriais em consonância com os principais instrumentos de planificação, incluindo o Quadro de Indicadores de Redução do Risco de Desastres (QIRRD), aprovado pelo Conselho de Ministros, em Janeiro de 2017.

#### **5.4. Estratégia Nacional de Adaptação e Mitigação de Mudanças Climáticas (ENAMMC) 2013 – 2025**

Aprovada na 39ª Sessão de Conselho de Ministros a 13 de Novembro de 2012, trouxe as linhas estratégicas e prioritárias a adoptar para a implementação nesse período e o plano de acção para 2013 – 2014. Assumindo que as MC são directa ou indirectamente atribuídas às actividades humanas, a ENAMMC foi preparada com vista a identificar áreas chave de actuação e acções que podem ser levadas a cabo com vista a diminuir a gravidade dos impactos através de acções de adaptação e de redução dos riscos climáticos e aproveitar as oportunidades de mitigação e desenvolvimento de baixo carbono que contribuam para a redução de Gases com Efeito de Estufa (GEE), que causam as MC.

#### **5.5. Plano Director para Prevenção e Mitigação das Calamidades Naturais (PDPMCN)**

Parte integrante da estratégia do combate à pobreza, e por isso parte do Programa Quinquenal do Governo. Com efeito, de forma específica, o Programa do Governo para o período que vai entre 2005 a 2009 reconhece que as calamidades naturais e os seus efeitos destruidores agravam a situação da pobreza absoluta. Por isso o Governo definiu no seu Programa os seguintes objectivos:

- (i) reduzir o número de vítimas humanas e perda de propriedade;
- (ii) consolidar a cultura de prevenção;
- (iii) dotar o País de meios de prevenção e mitigação.

Com vista ao cumprimento destes objectivos, o Governo identificou algumas acções, nomeadamente:

- (i) efectuar o mapeamento das zonas de risco;
- (ii) reforçar os meios do sistema de aviso prévio;
- (iii) mobilizar recursos para prevenção e mitigação dos efeitos das calamidades naturais;
- (iv) reforçar a coordenação regional e internacional, particularmente na gestão das bacias hidrográficas;
- (v) criar um banco de dados que possibilite a realização dos estudos nas áreas do clima e seus impactos;
- (vi) promover a construção e uso de sistemas de armazenamento de água nas zonas de estiagem para o consumo humano, animal e irrigação;
- (vii) intensificar acções de formação e educação cívica.

Entretanto, apesar de grandes avanços na produção de legislação, a sua divulgação está ainda aquém do desejado, visto que um dos principais veículos, o Boletim da República (BR), não chega à maioria da população e mesmo para aqueles que têm acesso aos meios tecnológicos, incluindo internet, nem sempre é fácil encontrar remotamente, a informação que se procura, pois a mesma nem sempre é colocada à disponibilidade.

## **CAPÍTULO VI: LIMITAÇÕES DO ESTUDO, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

### **6.1. Limitações do Estudo**

A pesquisa realizada, apresentou limitações importantes quanto à sua população. A intenção inicial que ditou a elaboração do guião de entrevistas, baseou-se na possibilidade de colher a opinião de famílias, contudo acabou sendo apenas possível colher a opinião individual, mas com um público alvo bastante diversificado composto por jovens e adultos de ambos os sexos, visto que a maioria das famílias estava sempre dispersa no horário possível das entrevistas devido as actividades do dia a dia.

Outro aspecto que limitou, foi a desconfiança de alguns moradores do bairro que apesar de terem sido informados através do responsável, não se mostravam totalmente disponíveis a partilhar a sua opinião alegando em muitos dos casos, que poderia haver possíveis represálias, assim como que as entrevistas tinham como perspectiva uma retirada das pessoas daquele lugar, num horizonte muito próximo.

Também foi limitação, o pouco tempo dado para a realização do trabalho de campo, tendo-se disponibilizado erroneamente maior parte do tempo para a pesquisa bibliográfica. Portanto, não houve um equilíbrio neste contexto, contudo, o facto de já ter explorado o estado de arte do tema, permitiu fazer as observações e análises mais contextualizadas ao fenómeno em estudo e resultou em comparações mais objectivas.

A dado momento durante as entrevistas, foi possível perceber que algumas questões poderiam ter sido colocadas de outra forma, ou que as alternativas de resposta deveriam ter sido mais diversificadas. Este aspecto, permitiu, porém, melhorar o guião para as fases seguintes.

### **6.2. Conclusões**

No decurso desta pesquisa, tentamos trazer à discussão, o risco de ocorrência de inundações urbanas devido ao aumento das áreas impermeabilizadas, quer em termos de construção de edifícios (a influencia da área coberta) quer em termos de pavimentação de solos (passeios, ruas, e terrenos – áreas impermeáveis directamente conectadas) como consequência do crescimento da ocupação de solos, gerada pela urbanização.

Para o efeito, primeiro foi analisado o estado de arte sobre alguns temas pertinentes, nomeadamente, impermeabilização de solos e inundações urbanas, com vista a entender como os autores abordam este assunto cuja discussão é cada vez mais contemporânea devido aos constantes impactos das Mudanças Climáticas nesta perspectiva.

As inundações urbanas provocam impactos nas infraestruturas e na população, que muitas vezes são imprevisíveis, contudo, podem ser adoptadas medidas de prevenção e controle, nomeadamente, as estruturais e não estruturais. Ao combinar estas medidas, abrimos espaço para tornar as políticas existentes mais efectivas e se não existirem políticas específicas, passa a existir uma abertura para a sua criação.

A questão das inundações em qualquer lugar do mundo que não haja planeamento e/ou pouco interesse e fraca capacidade da administração pública, não passa apenas por uma questão ambiental, ou seja, da geomorfologia, dos altos índices pluviométricos, da vazão dos corpos hídricos, mas também por uma questão social, económica, estrutural e principalmente política, onde a prevenção revela-se importante ao passo que a ineficiência do planeamento resulta constantemente no dispêndio de milhões (BORGES, 2013, p. 23).

A maioria dos problemas de inundações, resultam de uma visão errônea da gestão das águas pluviais por parte da sociedade e até mesmo dos profissionais, que ainda priorizam projectos locais, sem uma visão integrada com a bacia hidrográfica, os aspectos sociais e institucionais das cidades.

A área de estudo, identificada para o desenvolvimento desta pesquisa, apresenta grandes desafios e o risco de inundação está presente devido as condições geofísicas do espaço onde se localiza. A expansão urbana que se verifica na área de estudo, está desacompanhada da expansão das redes de infraestruturas (estradas e passeios pavimentados) e apesar da tentativa de construção de valas de drenagem, são evidentes as dificuldades financeiras que o Município tem para fazer frente às reais necessidades das comunidades ali presentes. Estas não conseguem desenvolver práticas que permitam a sua autoprotecção e contam exclusivamente com a boa vontade e o interesse do poder local que apresenta outras prioridades de intervenção.

Conclui-se que a impermeabilização de solos na área de estudo, poderá a médio prazo, constituir a principal causa das inundações urbanas que se verificam actualmente naquele lugar. O aumento das áreas construídas/cobertas, influencia no incremento da quantidade de águas pluviais que nos momentos de pico das chuvas poderá acumular-se e não encontrando caminhos naturais

para o seu rápido escoamento superficial, aumentará o tempo de concentração em vários pontos do bairro.

### 6.3. Recomendações

As **instituições moçambicanas vocacionadas para a gestão do risco**, nomeadamente, o INGD, **devem ter um papel mais activo e investir em equipamento** (drones); programas (software) de análise remota e através destes instrumentos, **criar uma base de dados** que permita a consulta e actualização permanente bem como a **difusão da informação** pelos meios disponíveis, de modo a que estejam à disposição das instituições reguladoras, bem como da população no geral.

O poder local (Município) queixa-se da falta de técnicos capacitados e de recursos financeiros. Os poucos técnicos afectos, nem sempre têm a sensibilidade necessária para junto das comunidades garantir a implementação rigorosa dos planos, devido, por um lado, a limitações de várias ordens (condições de mobilidade para fiscalização e monitoria contínua; falta de equipamento, entre outros) que desmotivam a sua entrega às actividades planificadas; e por outro lado, a inexistência ou precariedade de estruturas de assistência às comunidades em casos de ocorrência de desastres. Deve-se portanto **investir na capacitação e reforço dos Recursos Humanos**.

Nota-se também que a nível local, as instituições vocacionadas ao controle do risco de desastres, estão mais vinculadas a nível do governo central e não conseguem fazer-se sentir na base, junto às comunidades da forma que seria considerada a ideal. Há necessidade de **estabelecer esta descentralização do INGD** de modo que aquela, se faça representar com toda a sua capacidade de actuação a nível das comunidades locais.

O poder administrativo tem um papel importante na **definição de políticas que permitam reduzir o risco** e prevenir os impactos causados pelas inundações, e deve investir na melhoria dos instrumentos de Ordenamento Territorial (OT), Planos Municipais (PM), propondo a identificação e o mapeamento das áreas de risco; o zoneamento para o uso compatível do espaço disponível; e, investimento para que os planos sejam implementados de forma rigorosa e com a participação e

treinamento das comunidades beneficiárias para que as decisões tomadas sejam eficientes quando se registem inundações.

Finalmente, apesar das dificuldades existentes, o Município deve envidar esforços no sentido de garantir que haja uma mudança para melhor, **apostando na elaboração e implementação de planos**, como o caso do PUMVB que procurou trazer informação actualizada sobre, por exemplo o mapeamento das áreas de risco, de modo a resolver um problema que se prevê, poderá ser o principal “calcanhar de Aquiles” no processo de expansão urbana que ali se verifica.

A possibilidade de um **reordenamento urbano**, com principal incidência na requalificação da malha urbana, vê-se como uma das principais acções a serem levadas a cabo de forma participativa, pelo município de modo a garantir que as águas possam fluir de forma natural para a bacia de retenção mais próxima.

## CAPÍTULO VII: REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### 7.1. Livros, Dissertações e Teses

- Ambiente, C. E. do. (2012). Orientações Sobre as Melhores Práticas para Limitar, Atenuar ou Compensar a Impermeabilização Dos Solos. <https://doi.org/10.2779/88588>
- BERNARDO, B. J., DGEDGE, G. S., & NHAMBIRE, E. E. (2021). A exposição a inundação das escolas e seus efeitos sobre o tempo de leccionação – Caso de algumas escolas da Cidade e Província de Maputo / Moçambique. i, 97–105.
- BORGES, N. S. (2013). Gestão do risco de inundações urbanas coimbra outubro de 2013. Universidade de Coimbra.
- BRAGA, J. O. (2016a). Urbanas : Estudo De Caso Na Cidade De Santa Maria - Df. Universidade de Brasília. Instituto de Ciências Humanas.
- BRAGA, J. O. (2016b). Urbanas : Estudo De Caso Na Cidade De Santa Maria - Df.
- CETESB. (2011). Norma Técnica P4.261. In 2a Edição (2nd ed., Issue 11).
- LACAMURIMA. (2003). Impacto da Precipitação nas Cheias da Bacia do Umbelúzi. Universidade Eduardo Mondlane.
- LANGA, V. S. (2021). Análise da capacidade de adaptação da comunidade de Gimo em Boane em resposta aos impactos das mudanças climáticas na agricultura. Univesridade Eduardo Mondlane.
- LEAL, M. (n.d.). “Água e Território um tributo a Catarina Ramos.” 1–17.
- Licco, E. A., & MacDowell, S. F. (2015). Alagamentos, Enchentes Enxurradas e Inundações: Digressões sobre seus impactos sócio econômicos e governança. Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística, 5(3), 159–174. <http://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistainiciacao/>
- LIMA, H. M., Silva, E. S., & Raminhos, C. (2006). Bacias de retenção para gestão do escoamento: métodos de dimensionamento e instalação. Rem: Revista Escola de Minas, 59(1), 97–109. <https://doi.org/10.1590/s0370-44672006000100013>
- MAE. (2005). Ministério da Administração Estatal PROV Í NCIA DE MAPUTO Edi ç ão 2005. Perfis Distritais de Mocambique, 47.
- MOREIRA, A. e RAMALHO, P. (2019). 濟無No Title No Title No Title. 9–25.

- MOURA, E. F. da S., & SILVA, S. R. da. (2015). Estudo Do Grau De Impermeabilização Do Solo E Propostas De Técnicas De Drenagem Urbana Sustentável Em Área Do Recife-Pe. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, 3(15), 78–93.  
<https://doi.org/10.17271/231884723152015993>
- MUCHANGOS, A. dos. (1999). *Paisagens e Regiões Naturais* (do Autor).
- OLIVEIRA, V. (2018). *Revista de Morfologia Urbana* 2018. 6(August), 1–75.
- POMPÊO, C. (2000). Drenagem Urbana Sustentável. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 5(1), 15–23. <https://doi.org/10.21168/rbrh.v5n1.p15-23>
- SARAIVA, M. G. da, & CARVALHO, L. (2009). RISCO DE INUNDACAO-"Metodologia para formulacao do indicador riprocity n 4". 1–19.
- TUCCI, C. (2003). Inundações e drenagem urbana. *Inundações Urbanas na América do Sul*. In Abrh.
- TUCCI, C. E. M. (2005). *Gestão de Águas Pluviais Urbanas* Gestão de Águas Pluviais Urbanas Carlos E. M. Tucci. 1. Cesar R. *Gestão de Águas Pluviais Urbanas Ge s t ão d e Ág u as Plu Viais Urb an as Carlo s E . M . Tu c c i*. Published Online 2005.
- TUCCI, CARLOS. (2004). Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil. *Revista de Gestão de Água Da América Latina*, 1(1), 59–73.  
<https://doi.org/10.21168/reg.v1n1.p59-73>
- ZONENSEIN, J. (2016). Índice de Risco de Cheia como Ferramente de Gestão de Enchentes. 15(2), 1–23.

## **7.2. Legislação**

Lei nº 20/97 de 1 de Outubro. Lei do Ambiente. Governo de Moçambique, 1997.

MICOA. *Estratégia Nacional de Adaptação e Mitigação de Mudanças Climáticas, 2013 – 2025*. Maputo. 13 de Novembro de 2012

Regulamento da Lei nº 15/2014, de 20 de Junho. Lei de Gestão das Calamidades. Conselho de Ministros. BR. nº 34.

Conselho de Ministros. *Plano Director para Redução do Risco de Desastres 2017 – 2030 (PDRRD)*. 17 de Outubro de 2017.

Estratégia Nacional de Adaptação e Mitigação de Mudanças Climáticas (ENAMMC) 2013 – 2025, 2013.

Plano Director para Prevenção e Mitigação das Calamidades Naturais (PDPMCEN), 2005.

## **Anexo I: Lista de Entrevistados**

### **Técnicos do Município da Vila de Boane**

dr. Simon Mateus Zengeni – Chefe de Departamento de Recursos Humanos

Sr. Olívio Joaquim Macuácuca – Técnico Vereação de Urbanização

Sr. Custódio Mulhanga – Secretário do Bairro Fiche

### **Moradores**

Sra. Esmeralda José Mahumane – Quarteirão 3, Casa n<sup>o</sup> 186

Sra. Fina Nunes – Bairro 7, J – Quarteirão 22, Casa n<sup>o</sup> 22

Família Muthombene

Família Mandlate

Família Mazanga

Família Nenengue

Sra Amélia Chaisse

## Anexo II: Questionário Técnico do Município e/ou Autoridades Locais



Faculdade de Arquitectura e Planeamento Físico  
Mestrado em Planeamento Regional e Urbano  
Questionário aos Técnicos do Município e Autoridades Locais

1. Nome completo \_\_\_\_\_

2. Profissão \_\_\_\_\_

3. Função \_\_\_\_\_

4. Direcção/ Sector em que trabalha \_\_\_\_\_

5. Há quanto tempo trabalha? \_\_\_\_\_

6. Presenciou alguma situação de inundações no Município?

Sim  Não

7. Quando? \_\_\_\_\_

8. Quais as possíveis causas?

a) Saturação de solos  b) Impermeabilização de solos

c) Construções irregulares  d) Inexistência de rede de drenagem

e) Degradação da rede de drenagem  f) Inexistência de bacias de retenção

9. Quais foram as soluções adoptadas?

a) Ocupação de zonas planeadas  b) Controle das taxas de ocupação

c) Construção e manutenção de rede de drenagem

10. Normas de construção prevêm questões de prevenção às inundações?

Sim  Não

11. Exemplo do processo de aprovação de projectos.

## Anexo III: Questionário Moradores do Bairro Fiche



Faculdade de Arquitectura e Planeamento Físico  
Mestrado em Planeamento Regional e Urbano  
Questionário Moradores do Bairro Fiche

1. Nome completo \_\_\_\_\_

2. Idade \_\_\_\_\_

3. Agregado familiar

Total  Homens  Mulheres

4. Residência

Bairro \_\_\_\_\_ Quarteirão \_\_\_\_\_ Casa nr \_\_\_\_\_

5. Tipo de construção \_\_\_\_\_ Convencional \_\_\_\_\_ Precária \_\_\_\_\_

6. Há quanto tempo vive no local? \_\_\_\_\_

7. Como descreve o bairro onde vive?

- a) Tem rede de drenagem de águas pluviais
- b) Tem rede de saneamento
- c) Tem estradas em condições de transitabilidade
- d) Recolha de lixo
- e) Rede eléctrica
- f) Rede de abastecimento de água
- g) Construções materiais convencionais
- h) Construções materiais alternativos

8. Já presenciou uma situação de inundações?

Sim  Não

9. Quando? \_\_\_\_\_

10. Quanto tempo durou?

Dias  Semanas  Anos

11. Quais acha que devem ser as intervenções a efectuar para conter as inundações?

- a) Reordenamento do bairro
- b) Alargar as ruas
- c) Controlar as construções
- d) Construir rede de drenagem
- e) Reduzir a impermeabilização de solos
- f) Construir em locais seguros

Anexo IV: Credencial



Faculdade de Arquitectura e Planeamento Físico

CREDECIAL

No âmbito das actividades de formação desenvolvidas nesta Faculdade, o (s) elemento (s) abaixo indicado (s), aluno (s) ou professor (es) da disciplina de:

MESTRADO EM PLANEAMENTO REGIONAL URBANO necessitam de recolher dados  
ESTATÍSTICAS / FOTOGRAFIAS / de  
natureza ACADÉMICA junto de  
MUNICÍPIO DA VILA DE BICANE

Solicita-se às estruturas competentes as maiores facilidades no desempenho das suas tarefas.

É (são) portador (es) desta credencial:

- 1 ROBERTO ANDRÉ JOÃO (827336230)
- 2
- 3
- 4
- 5

Maputo, aos 22 de Agosto de 2022

P.<sup>o</sup> O DIRECTOR DA FACULDADE.  
Carlos Manuel Serra  
(Prof. Dr. João Teodósio Tique, Arq.)



Anexo V: Solicitação de Autorização Para Recolha de Dados

MUNICÍPIO DA VILA DE BOANE  
ASSUNTO: SOLICITAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO PARA RECOLHA DE DADOS  
EXMOS SENHORES

ROBERTO ANDRÉ JOÃO, ARQUITECTO E PLANEADOR FÍSICO, PORTADOR DO BI Nº 1101005110147, EMITIDO PELO ARQUIVO DE IDENTIFICAÇÃO DE MAPUTO, DOS 22/11/2021, ESTUDANTE DO CURSO DE MESTRADO EM PLANEAMENTO REGIONAL E URBANO, NA FACULDADE DE ARQUITECTURA E PLANEAMENTO FÍSICO DA UEM, VEM MUI RESPEITOSAMENTE SOLICITAR A V/EXCIA QUE SE DIGNÉ AUTORIZAR A EFECTUAR LEVANTAMENTO DE DADOS (ESTATÍSTICOS, FOTOGRÁFICOS, GEOMORFOLÓGICOS, SOCIAIS) E REALIZAÇÃO DE INQUÉRITOS E ENTREVISTAS, NO ÂMBITO DA ELABORAÇÃO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO COM O TEMA: INUNDAÇÕES URBANAS, PELO QUE PEDE DEFERIMENTO

BOANE, 22 DE AGOSTO DE 2022

872261360  
SR. JAHAL

Roberto André João



## Anexo VI: Autorização para Recolha de Dados

EXMO SENHOR,  
ROBERTO  
ANDRÉ JOÃO

Nota n.º 110/CMVB/VAF/SRH/SIC/024.1/2022

Boane, 23 de Agosto de 2022

### ASSUNTO: PEDIDO DE RECOLHA DE DADOS

Em relação ao pedido formulado pela Senhora **Roberto André João**, Estudante finalista, na Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de Arquitetura Planeamento Físico, que solicita a V. Excia a autorização de recolha de Dados Estatísticos e Fotográficos, no âmbito da realização do trabalho do final do Curso, na área de Planeamento e Ordenamento Territorial, **Recaiu o seguinte despacho:**

“Autorizo”

O Presidente do Conselho Municipal

Jacinto Lapido Loureiro

29/08/2022

*Recolha de dados  
@ Jacinto Lapido Loureiro  
@ Hermínia António Tiziana Mondlane  
29/08/2022*

A Vereadora de Administração e Finanças

Hermínia António Tiziana Mondlane  
(Tec. Sup. Adm. Pub. N1)



Anexo VII: Proyecto Técnico Jardins de Chuva

PROJETO TÉCNICO:  
JARDINS DE CHUVA

