

Francisco Adelino Bila

Drenagem Urbana

Avaliação dos Factores que Influenciam à Ocorrência de Inundações

(Estudo do caso -Vila municipal do Distrito de Boane bairro Fixe Célula “J” quarteirão 10)

Licenciatura em Engenharia de Construção Civil Com Habilitações em
Construção e Manutenção de Obras Hidráulicas

Universidade Pedagógica de Maputo

Maputo

2023

Francisco Adelino Bila

Drenagem Urbana

Avaliação dos Factores que Influenciam à Ocorrência de Inundações

(Estudo do caso -Vila municipal do Distrito de Boane bairro Fixe Célula “J” quarteirão 10)

Monografia de Pesquisa Científica apresentado ao Departamento de Engenharias da Faculdade de Engenharias e Tecnologias, da Universidade Pedagógica de Maputo, Para obtenção do grau de licenciatura em Engenharia de Construção civil com Habilitações em Construção e Manutenção de Obras Hidráulicas.

Supervisor:

Eng^o. Fernando Evaristo Namburete

Universidade Pedagógica de Maputo

Maputo

2023

ÍNDICE

I	INTRODUÇÃO	13
1.1	Problematização e problema	14
1.2	Hipóteses.....	15
1.3	Tema e título	15
1.4	Delimitação contextual, espacial e temporal	15
1.5	Justificativa	15
1.6	Objectivos	16
1.6.1	Objectivo geral	16
1.6.2	Objectivos específicos	16
II	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	Conceito Clássico e Moderno de Drenagem Urbana.....	17
2.1.1	Sistemas de drenagem urbana.....	18
2.1.2	Tipos de escoamentos	18
2.2	Esquema e componentes de um sistema separativo integrado de drenagem de águas pluviais	19
2.2.1	Componentes dos sistemas de drenagem.....	20
2.3	Importância da drenagem urbana.....	20
2.4	Inundações	20
2.4.1	Classificação das inundações.....	21
2.5	Ciclo Hidrológico.....	22
2.6	Factores que influenciam à ocorrência de inundações urbanas	22
2.6.1	Climáticos.....	22
2.6.2	Relevo.....	23
2.6.3	Solos	23
2.6.4	Cobertura vegetal.....	24
2.6.5	Hidrológico.....	24
2.6.6	Crescimento demográfico.....	28
2.6.7	Urbanização	28
2.6.8	Económicos	29
2.7	Bacias Hidrográfica	29
2.7.1	Delimitação da bacia hidrográfica.....	29
2.8	Área de drenagem	30
2.8.1	Bacias de retenção	31
2.8.2	Dimensionamento hidráulico da bacia de retenção	31

2.8.3	Tipos de bacias de retenção	32
2.9	Resiliência das Infra-estruturas.....	33
2.10	Lista das medidas de controlo (mc) básicas.....	34
2.11	Tabela de áreas contribuintes adequadas para as medidas de controlo	36
III	METODOLOGIA DA PESQUISA.....	37
3.1	Quanto a natureza a presente pesquisa é a aplicada.....	37
3.2	Quanto aos objectivos é exploratória.....	37
3.3	Método quanto à abordagem.....	37
3.3.1	Abordagem qualitativo	37
3.3.2	Abordagem quantitativa	37
3.4	Quanto aos procedimentos técnicos.....	37
3.4.1	Bibliográfica	37
3.4.2	Documental.....	38
3.4.3	Levantamento	38
3.5	Técnicas e instrumentos de recolha e análise de dados	39
3.6	Procedimentos para análise de dados.....	39
3.7	População e amostra	39
3.7.2	Descrição da população e amostra (Área de Estudo)	40
IV	ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	43
4.1	Factores que contribuem para ocorrência de inundações no bairro fixe quarteirão 10.....	43
4.2	Linhas naturais de água e vias de acesso da área de estudo.....	44
4.3	Discussão dos dados	45
4.3.1	Delimitação da bacia hidrográfica do caso de estudo.....	45
4.3.2	Cálculos de referência	46
4.4	Tabela de cálculo da bacia baseado no método racional	47
4.5	Resultados.....	48
V	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.	51
5.1	Conclusões	51
5.2	Recomendações.....	51
VI	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.	53

Lista de tabelas

Tabela 1: Mudança da drenagem Clássica para Moderna,	18
Tabela 2: Principais componentes de um sistema de drenagem,.....	20
Tabela 3: Valores médios do coeficiente C da fórmula racional,.....	25
Tabela 4: Períodos de retorno em função da ocupação da área.....	27
Tabela 5: Lista das medidas de controlo (mc) básicas,	34
Tabela 6: Áreas contribuintes adequadas para as medidas de controlo.....	36
Tabela 7: Dados da bacia delimitada.....	46
Tabela 8: Valores de coeficientes de escoamento (C2).....	46
Tabela 9: Quantificação dos escoamentos da bacia delimitada.....	48

Lista de figuras

Figura 1 Sistema separativo integrado de drenagem de águas pluviais,	19
Figura 2 Esquema de um sistema do tipo unitário.	19
Figura 3 Ciclo hidrológico,.....	22
Figura 4 Efeito da urbanização sobre o ciclo hidrológico.....	24
Figura 5. Delimitação da área contribuinte	30
Figura 6 Estrutura de uma bacia de retenção	31
Figura 7 Bacia de Retenção - Vila Praia de Âncora,.....	33
Figura 8 Caracterização do relevo,.....	38
Figura 9 Localização da área de estudo e caracterização do relevo	40
Figura 10. Solo e actividades agrícolas exercidas no quarteirão,.....	41
Figura 11. Casas abandonadas	41
Figura 12. Obras hidráulicas existentes na área de estudo	42
Figura 13. Bloqueio das linhas naturais de água,	44
Figura 14. Bacia hidrográfica do caso de estudo	45
Figura 15 Representação gráfica de curvas de nível com a respectiva linha de perfil.....	55

LISTA DE ABREVIATURAS

RSPDADAR-Regulamento dos Sistemas Públicos de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais

I; Intensidade da chuva

IDF. Intensidade Duração e frequência

T. Período de retorno

FET- Faculdade de Engenharias e Tecnologias

UP- Universidade Pedagógica

Eq- equação

MAE- Ministério da administração Estatal

Equidistância- distância vertical entre as curvas de nível

Q- Caudal

(qs)- caudal específico (mm/mm)

A – área, superfície

Va – Volume de armazenamento

S- Declividade (m)

Dc- Declividade da linha principal da água

(h)- Tempo em horas

(min)- Tempo em minutos

L- Linha principal de água

C- Coeficiente de escoamento superficial

Tc- Tempo de concentração

δp – Margem de erro

(n) - Tamanho da amostra

γ^2 - Nível de confiança escolhido, expresso em número de desvios-padrão

(p)- Percentagem com a qual o fenómeno se verifica

q - Percentagem complementar

N- Tamanho da população

e²- Erro máximo permitido

DECLARAÇÃO DE HONRA

Declaro que esta Monografia é resultado da minha investigação pessoal e das orientações do meu Supervisor Engenheiro Fernando Namburete, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final. Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para obtenção de qualquer grau académico.

Maputo, 31 de Agosto de 2023

Francisco Adelino Bila

Dedicatória

Este trabalho é dedicado a toda minha família pela força e motivação que de várias formas apoiaram me durante a dura caminhada que o curso impõe e pelo encorajamento.

E, em especial dedico à minha esposa Graciete Salvador Tsambe e as minhas filhas Belarmina, Irene e Reginalda e a minha sobrinha Efigénia pelo amor, carinho e a presença que tem demonstrado ao longo da minha vida e no processo de formação.

A todos os amigos e colegas do curso em especial à todos os elementos do meu grupo de estudo pelo rico contributo e atenção que deram me directa ou indirectamente, para a efectivação deste curso.

A todos professores pelo acompanhamento durante o processo da minha formação académica em especial aos meus supervisores de estágio: Sr. Adolfo João Marrane e o Engenheiro Francisco Navotso e o supervisor deste trabalho o Engenheiro Fernando Namburete, pelas críticas e orientações que deram na fase de conclusão do curso.

Agradecimentos

Um especial agradecimento a Deus pela vida e por todas as oportunidades que me concede no dia-dia.

Agradeço a direcção da faculdade e aos docentes, em particular ao meu supervisor o senhor Engenheiro Fernando Namburete pelo encaminhamento científico que se dignou em me transmitir durante a formação e o acompanhamento e na elaboração desta monografia.

Agradeço ainda a direcção do conselho municipal da vila do distrito de Boane pelo acompanhamento durante a recolha de dados.

À minha família em especial as minhas filhas e esposa que sempre me deram apoio e a motivação necessária para superar nas fases mais complicadas da conjugação de esforços tendo em conta o cumprimento de outras tarefas quotidianas inadiáveis.

Resumo

A crescente ocupação de solos em áreas urbanas, vias de acesso e equipamentos usados, provocam alterações no escoamento superficial que impõem uma urbanização acompanhada pela implantação de novos sistemas de drenagem de águas pluviais ou pela reabilitação dos sistemas já existentes de modo a fazer face às exigências estruturais a que está sujeito. O presente trabalho de pesquisa, aborda informações no contexto da drenagem urbana, buscando soluções técnicas para mitigação dos factores que concorrem na ocorrência das inundações em zonas urbanas. Com base no levantamento bibliográfico e de campo foram explorados e modificados os conteúdos de vários autores, tendo-se quantificado o caudal de pico e o respectivo volume de armazenamento, o estudo foi realizado no quarteirão-10 célula “J” Bairro Fixi, Vila municipal de Boane localizado na zona baixa do bairro. Como resultados obtidos através da delimitação da área de contribuição, leituras de mapas e observação destaca se a construção de uma bacia de retenção como forma de reduzir a vulnerabilidade das famílias residentes perante a problemática de inundações.

PALAVRAS-CHAVE: drenagem; inundações; factores

Abstract

The growing occupation of land in urban areas, access roads and used equipment, causes changes in surface runoff that impose urbanization accompanied by the implementation of new rainwater drainage systems or the rehabilitation of existing systems in order to meet the demands structures to which it is subject. This research work addresses information in the context of urban drainage, seeking technical solutions to mitigate the factors that contribute to the occurrence of floods in urban areas. Based on the bibliographical and field survey, the contents of several authors were explored and modified, having quantified the peak flow and the respective storage volume, the study was carried out in block-10 cell “J” Bairro Fixi, Vila municipal de Boane located in the lower part of the neighborhood. As results obtained through the delimitation of the contribution area, map readings and observation, the construction of a retention basin stands out as a way of reducing the vulnerability of resident families in the face of flooding.

KEYWORDS: factors; floods; drainage; sustainable; resilience

I INTRODUÇÃO

Nos países em via de desenvolvimento (Sul Global) onde o défice de sistemas e mecanismo de drenagem de águas pluviais e seu aproveitamento tem sido submetido a planos secundários no processo da planificação urbana, aliado ao sistema informal de ocupação do solo para construção de residência, o que remete a população de baixa renda a exposição à riscos devido as inundações em períodos chuvosos, devido a insuficiência de infra-estruturas de drenagem urbana. (UN-HABITAT-2018).

Segundo FANTI, (2020), drenagem urbana é a gestão da água da chuva que escoar no meio urbano. As inundações aumentam a sua frequência e magnitude em razão da impermeabilização do solo assim como o desenvolvimento urbano, pode também produzir obstruções ao escoamento, como aterros, pontes, drenagens inadequadas, obstruções ao escoamento junto a condutos e assoreamento. (TUCCI, 2008).

As grandes cidades em Moçambique, vivem exemplos claros do impacto das alterações dos padrões de ocupação do solo que levam ao agravamento das inundações, pois os assentamentos humanos ocupam territórios de bacias hidrográficas onde ocorrem processos hidrológicos. Esta ocupação resulta numa alteração profunda dos aspectos hidrológicos na parte edificada da bacia com graves repercussões no movimento da água. As idades tornam o solo das bacias menos permeável, eliminam árvores e modificam a geometria das linhas de escoamento. (JUÍZO at all, 2020)

Este trabalho, reflecte a situação da vulnerabilidade das comunidades perante às épocas chuvosas, tendo em conta que o crescimento populacional proporciona o aumento da procura de espaços para construção de habitação e de infra-estruturas, que resulta no aumento da concentração nos centros urbanos e a ocupação de espaços propensas às inundações bem como de trajectos de rios sazonais deixando as populações em situações calamitosas. Trata-se de uma temática importante, que se traduz na imprescindível existência de planos gerais de drenagem de águas pluviais eficazes para um melhor controlo das águas superficiais em meio urbano.

O principal objectivo do presente trabalho é de propor soluções técnicas para o problema de inundações nas zonas urbanas em particular no quarteirão-10 célula “J” Bairro, Município de Boane; sendo as metodologias de pesquisa adoptadas: a aplicada (quanto a natureza);a

exploratória (quanto aos objectivos); quantitativa e qualitativa (quanto a abordagem) e por último quanto aos procedimentos, bibliográfica e documental.

1.1 Problematização e problema

O impacto das acções do Homem sobre o meio em que vive, resulta em varias alterações sensíveis nos cursos de drenagem natural, na impermeabilização dos solos devido a urbanização; o que diminui a parcela de infiltração aumentando por conseguinte o escoamento superficial e causando inundações e cheias. Os grandes centros urbanos de alguns países em vias de desenvolvimento, vivem situações claras do impacto das alterações dos padrões de ocupação do solo que levam ao agravamento do nível de inundações como por exemplo: os mais recentes de inundações nas cidades: Bangladesh 21 de Maio 2022; Durban, na África do Sul, em Abril de 2022.

As sucessivas inundações, ano após ano, nas zonas urbanas provocam elevados danos. Em Moçambique dada a natureza de assentamentos urbanos, localização geográfica e o agravamento dos eventos climáticos; as zonas urbanas como: Chamanculo, Mafalala, Nkobe, cidade de Xai-Xai, cidade da Beira, tem sido alvos de inundações em períodos de chuvas intensas. Nestas e por um pouco de outras zonas urbanas do país, a ocorrência de chuvas intensas, resulta em perdas humanas e económicas retardando o desenvolvimento.

De entre os vários problemas referentes à drenagem urbana na área em estudo destaca se inundações no quarteirão, que é facilmente evidenciados pela população em eventos de chuvas intensas.

Urbanização não planificada é sem dúvida um perigo para a população, visto que, aumenta o risco de inundações nas zonas ocupadas. Este facto verifica se com frequência no quarteirão-10 célula “J” Bairro Fixi, Vila municipal de Boane, em quase todas as épocas chuvas, culminando com o corte de serviços básicos indispensáveis a vida dos residentes.

Esta incerteza, quanto ao futuro, associado à forma de ocupação do solo urbano, pode ser reduzida ou até eliminada quando se adopta e se segue um plano de urbanização, mas o que se tem verificado na área de estudo, constitui uma exposição às famílias com limitações de recursos, permitindo com que a população construa as suas casas em zonas de risco; *o que nos remete a seguinte questão: Como mitigar o impacto dos factores que influenciam à ocorrência de inundações no quarteirão-10 célula “J” Bairro, Município de Boane?*

1.2 Hipóteses

- A mitigação do impacto das inundações requer a construção de sistemas de drenagem de águas pluviais e sustentáveis nas áreas urbanas;
- A mitigação do impacto das inundações não requer a construção de sistemas de drenagem de águas pluviais e sustentáveis nas áreas urbanas;

1.3 Tema e título

O presente trabalho de pesquisa com o título *avaliação dos factores que influenciam à ocorrência de inundações*, enquadra no tema que debruça sobre *Drenagem Urbana*, que tem sido objecto de estudos e debates intensos no mundo em particular nos Países do Sul Global onde o défice de sistemas e mecanismo de drenagem de águas pluviais e seu aproveitamento tem sido submetido a planos secundários no processo da planificação urbana, aliado ao sistema informal de ocupação do solo para construção de residência, o que remete a população de baixa renda a exposição à riscos devido as inundações em períodos chuvosos. A realização de pesquisas sobre este tema é relevante na sensibilização do poder legislativo em países do Sul Global a reinventar acções rumo às cidades mais resilientes, porque o desenvolvimento de novas urbes deve e sempre ser acompanhado ou precedido pelas obras hidráulicas como forma de garantir a devida drenagem, conservação e aproveitamento em períodos de seca, protecção e preservação dos recursos hídricos existentes bem como a criação de condições de segurança as populações.

1.4 Delimitação contextual, espacial e temporal

Este trabalho de pesquisa sobre avaliação dos factores que influenciam à ocorrência de inundações, aborda conteúdos referentes a processos de construção de obras hidráulicas, com destaque as que foram erguidas em zonas urbanas. A mesma foi realizada no quarteirão 10, célula “J”, Município da vila de Boane- Província de Maputo; com referência ao período de Outubro de 2021 a Fevereiro de 2022, tendo como foco uma parte deste bairro, referente a uma micro bacia hidrográfica local, que durante períodos chuvosos tem sido alvo de inundações severas em períodos chuvosos, causando perdas de bens a população e obrigando alguns moradores a abandonar periodicamente suas residências.

1.5 Justificativa

O presente trabalho de pesquisa reflecte a situação da vulnerabilidade das comunidades perante às épocas chuvosas, tendo em conta que o crescimento populacional proporciona o aumento da procura de espaços para construção de habitação e de infra-estruturas, que resulta no

aumento da concentração nos centros urbanos e a ocupação de espaços propensas às inundações bem como de trajectos de rios sazonais deixando as populações em situações calamitosas.

O tema é relevante por ser de carácter social, técnico e económico porque a procura dos espaços para a construção de habitação segura, envolve a intervenção de todos os segmentos que garantem a sustentabilidade de infra-estruturas bem como a estabilidade social.

A análise das inundações em áreas urbanas reveste-se de especial importância devido aos impactos que provocam nas actividades comerciais, nos serviços, na interrupção dos transportes e no alagamento das áreas residenciais. Contudo, a expansão da malha urbana pode levar ao desaparecimento dos cursos de água, em particular os de regime temporário, através da sua canalização subterrânea ou do seu entulhamento, sendo os antigos leitos fluviais ocupados por ruas e outro tipo de construções.

Com esta pesquisa pretende-se dar contributo na reflexão e busca de soluções para mitigação de inundações em algumas áreas residenciais, dando apoio a:

Sociedade- melhoria das condições de drenagem urbana;

Comunidade académica- na melhoria de abordagem e pesquisas sobre a drenagem urbana;

Faculdade FET- contribuir na melhoria de estudos sobre sistemas de drenagem que respondam com eficácia aos problemas que o país enfrenta rumo à resiliência das áreas urbanas;

Esta pesquisa surge da inquietação do pesquisador em ver resolvido o problema de inundações que ocorre em áreas urbanas durante os períodos de elevadas precipitações, relacionadas com insuficiência de obras hidráulicas.

1.6 Objectivos

1.6.1 Objectivo geral

Avaliar o impacto dos factores que influenciam a ocorrência de inundações no quarteirão-10 célula “J” bairro Fixi, Vila municipal de Boane.

1.6.2 Objectivos específicos

- Identificar os factores que influenciam a ocorrência de inundações no quarteirão em estudo;
- Delimitar a superfície que contribui com escoamentos pluviais para a área de estudo;
- Estudar as características topográficas para identificação de locais que permitem a recolha de maior volume de água dos escoamentos superficiais;
- Propor soluções essenciais para canalizar os escoamentos superficiais para armazenamentos temporários no local.

II REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A **Drenagem de águas pluviais** pode ser entendida como um sistema que permite que a água da chuva seja transportada e recuperada. Quando as águas pluviais não são drenadas as populações correm um potencial perigo, desde as inundações, erosões, e assoreamentos, principalmente nas áreas mais baixas das comunidades sujeitas a alagamentos que podem representar sérios prejuízos ao ambiente envolvido e à saúde da sociedade. Por outro lado, a DAP possibilita a reutilização para outros tipos de consumo que não seja para a alimentação humana (rega, aquacultura e hortas comunitárias) (TUCCI, 2005).

Na óptica de BRASÍLIA, (2005), **Drenagem de águas pluviais** é um conjunto de actividades, infra-estruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de escoamentos de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.

As inundações nas áreas urbanas, vêm, ao longo de várias décadas, tornando-se um problema crónico, como consequência principalmente, da falta de planeamento apropriado dos sistemas de drenagem. No processo de assentamento dos agrupamentos populacionais, a drenagem das águas sobressai como um dos mais sensíveis problemas causados pela urbanização, tanto em razão das dificuldades dos sistemas de drenagem quanto a razão da interferência com os demais sistemas de infra-estrutura, além de que com a retenção da água na superfície do solo, surge diversos problemas que afectam directamente a qualidade de vida da população (TUCCI, 2005).

Drenagem urbana é o gerenciamento da água da chuva que escoar no meio urbano (FANTI, 2020).

Ao longo dos tempos, e até à Idade Moderna, as obras de drenagem não foram consideradas, em regra, como infra-estruturas necessárias e condicionantes ao desenvolvimento e ordenamento dos núcleos urbanos. (MATOS, 2003)

Os autores em epígrafe apresentam conceitos que mostram a necessidade da valorização da água em todas as fases da sua produção incluindo a reutilização. Com isto ainda podemos verificar a importância da sua preservação e conservação partindo do pressuposto do uso racional deste recurso.

2.1 Conceito Clássico e Moderno de Drenagem Urbana

Segundo VIOLA, (2008), no conceito moderno a gestão deve ser consensual e feita por um grupo interdisciplinar. Os sistemas de drenagem devem ser parte integrante da organização e do uso do solo urbanos, valorizando-os.

Tabela 1, Mudança da drenagem Clássica para Moderna, Fonte: Waterbucket (2006) Adaptado de VIOLA (2008)

Mudança da drenagem Clássica para Moderna		
n	drenagem Clássica	drenagem moderna
1	Foco no sistema de drenagem	Foco no ecossistema
2	Visão reactiva (resolver problemas)	Visão Proactiva (prevenir problemas)
3	Gerido por engenheiros	Gerido por uma equipe multidisciplinar
4	Protecção das propriedades	Protecção das propriedades e do habitat
5	Escoar o mais rápido possível	Manter o funcionamento natural
6	Decisão unilateral	Consenso nas decisões
7	Responsabilidade do governo local	Parcerias com a sociedade
8	Focos em chuvas intensas	Águas pluviais integradas com o uso do solo
9	Dimensionamento baseado na vazão de pico	Dimensionamento baseado no volume

2.1.1 Sistemas de drenagem urbana

Classificação dos sistemas de drenagem urbana

Segundo o Manual de Drenagem Urbana (TOLEDO, 2017) os sistemas de drenagem urbana são classificados como de *microdrenagem e de macrodrenagem, sendo:*

Micro drenagem- é definido pelo sistema de condutos pluviais ou na rede primária urbana. Este tipo de sistema de drenagem é projectado para atender a drenagem de precipitações com risco moderado. É constituída pelas redes colectoras de águas pluviais, **poços de visita, sarjetas, bocas-de-lobo**

Macro drenagem- envolve os sistemas colectores de diferentes sistemas de microdrenagem, são dispositivos responsáveis pelo escoamento final das águas pluviais. A macrodrenagem abrange áreas superiores a 4 km² ou 400 ha, sendo que esses valores não devem ser tomados como absolutos porque a malha urbana pode possuir as mais diferentes configurações, é constituída pelos principais talwegues, fundos de vales, cursos de água. Este tipo de sistema deve ser projectado para acomodar precipitações superiores às da microdrenagem com riscos de acordo com os potenciais prejuízos humanos e materiais.

2.1.2 Tipos de escoamentos

A forma com que são tratados os escoamentos os diferencia, sendo classificados:

Sistemas separativos, constituídos por duas redes de colectoras distintas, uma destinada às águas residuais domésticas e industriais e outra à drenagem das águas pluviais ou similares;

2.2 Esquema e componentes de um sistema separativo integrado de drenagem de águas pluviais

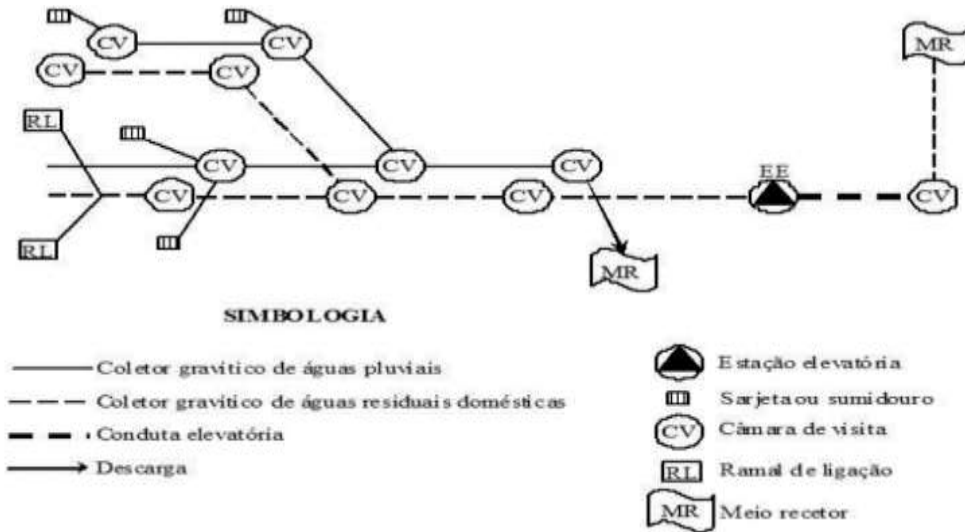


Figura 1 Sistema separativo integrado de drenagem de águas pluviais, fonte: MARQUES et all, 2013

- **Sistemas unitários**, constituídos por uma única rede de colectora onde são admitidas conjuntamente as águas residuais domésticas, industriais e pluviais;

Esquema e componentes de um sistema unitário integrado de drenagem de águas pluviais

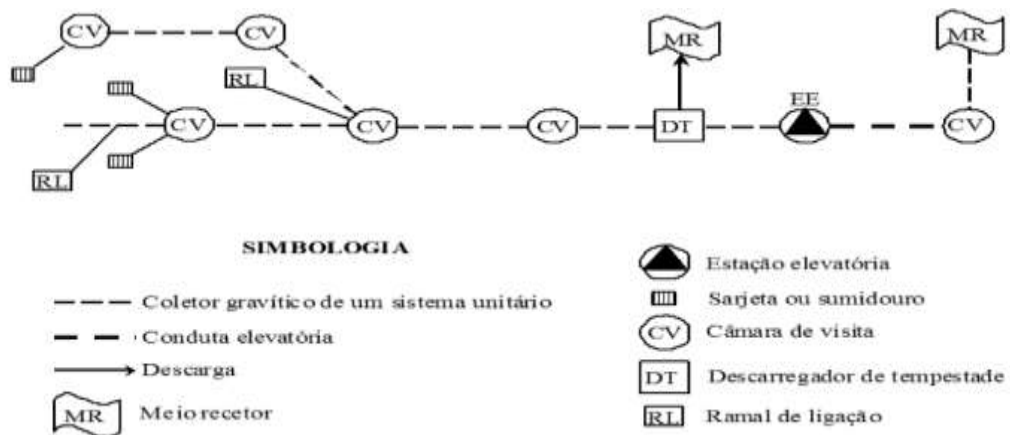


Figura 2 Esquema de um sistema do tipo unitário. Fonte: MARQUES at all, 2013

- **Sistemas mistos**, constituídos pela conjugação dos dois tipos anteriores, em que parte da rede de colectora funciona como sistema unitário e a restante como sistema separador;
- **Sistemas separativos parciais**, em que se admite, em condições excepcionais, a ligação de águas pluviais de pátios interiores aos colectores de águas residuais domésticas.

2.2.1 Componentes dos sistemas de drenagem

Tabela 2. Principais componentes de um sistema de drenagem, fonte: adaptado MARQUES et all, 2013

Componentes dos sistemas de drenagem	
Redes de colectores	Conduatas Fechadas
	Conduatas abertas
	Canais erodíveis
Os órgãos acessórios	Boca de lobo
	Câmaras de visita
	Sumidouros de grades
	Sarjetas de passeio
Os órgãos especiais e instalações complementares	Desarenadores tempestade
	Bacias de retenção
	Bacias de detenção
	Câmaras de infiltração
	Instalações elevatórias

2.3 Importância da drenagem urbana

Os colectores e as valas de drenagem tem por finalidade assegurar o transporte das águas residuais domésticas industriais e pluviais, provenientes das edificações ou da via pública, a destino final; (COSTA & MANDLATE, 2003)

2.4 Inundações

De acordo com JÚNIOR& SANTOS (2013), a inundação urbana é causada fundamentalmente pelo exacerbado aumento do escoamento superficial, geradas pelas altas taxas de impermeabilização do solo o que por seguinte, gera a diminuição dos processos de infiltração e retenção de água. As inundações ocorrem quando a capacidade de escoamento superficial torna-se superior em relação ao escoamento dos corpos hídricos que drenam o meio urbano.

Normalmente as palavras cheias e inundação estão relacionadas ao nível de água atingido. Denominar-se-á **cheia** a uma elevação normal do curso d'água dentro do seu leito, e **inundação** à elevação não usual do nível, provocando transbordamento e possivelmente prejuízos. (CARVALHO & SILVA 2006)

Segundo TUCCI (2008), os princípios básicos dos controlos de cheias são: estabelecer o controlo da bacia hidrográfica urbana e não de pontos isolados, os cenários de análise devem contemplar o futuro desenvolvimento da bacia, deve-se procurar evitar que a ampliação da enchente devido à urbanização seja transferida para a jusante, o controle para as áreas ribeirinhas

deve priorizar o uso de medidas não-estruturais como zoneamento de enchentes, seguro e previsão em tempo-real.

2.4.1 Classificação das inundações

As inundações, que de acordo com TUCCI (1999) são classificadas em ribeirinhas, urbanas e localizadas.

2.4.1.1 Inundações ribeirinhas

De acordo com TUCCI (1999) são aquelas que fazem parte da dinâmica natural de um canal de drenagem. Neste caso a ocupação não é a causa da inundação e o acidente ocorre porque áreas naturalmente inundáveis foram ocupadas.

Outras vezes, a principal causa das cheias deve-se à ocupação da área de inundação das linhas de água. Contudo, a ocupação do solo a montante da zona urbana, em toda a área da bacia hidrográfica, pode ser determinante. (MARQUES at all, 2013)

2.4.1.2 Inundações devido a urbanização

A medida que a cidade se urbaniza, em geral, ocorre os seguintes impactos: aumento das vazões máximas devido ao aumento da capacidade de escoamento através de condutos e canais e impermeabilização das superfícies, aumento da produção de sedimentos devido a desprotecção das superfícies e a produção de resíduos sólidos (lixo), devido a forma desorganizada como a infraestrutura urbana é implantada, tais como: pontes e taludes de estradas que obstruem o escoamento, redução de seção do escoamento aterros, deposição e obstrução de rios, canais e condutos de lixos e sedimentos, projectos e obras de drenagem inadequadas, redução da infiltração no solo, o volume que deixa de infiltrar fica na superfície, aumentando o escoamento superficial, devido a substituição da cobertura natural ocorre uma redução da evapotranspiração, já que a superfície urbana não retém água como a cobertura vegetal e não permite a evapotranspiração das folhagens e do solo; (TUCCI, 1999)

2.4.1.3 Inundações localizadas

A redução de uma secção de qualquer curso de água pode provocar inundação localizada, de acordo com o estrangulamento do curso de água por pilares de pontes, redução de passagens de água, de aterros e vias de comunicação, podem ter limitar a secção de escoamento. O aumento da densidade de ocupação por edificações e obras de infra-estrutura viária resulta em maiores áreas impermeáveis, como consequência, no incremento das velocidades de escoamento superficial e na redução de recarga dos lençóis freáticos. (MARQUES at all, 2013)

2.5 Ciclo Hidrológico

O ciclo hidrológico pode ser descrito como um conjunto de arcos que representam os diversos caminhos através dos quais a água na natureza circula e se transforma, constituindo um sistema de enorme complexidade. O ciclo hidrológico não tem início ou fim mas é habitual partir-se da evaporação da água dos oceanos e sua incorporação na atmosfera. (VAZ 2000)

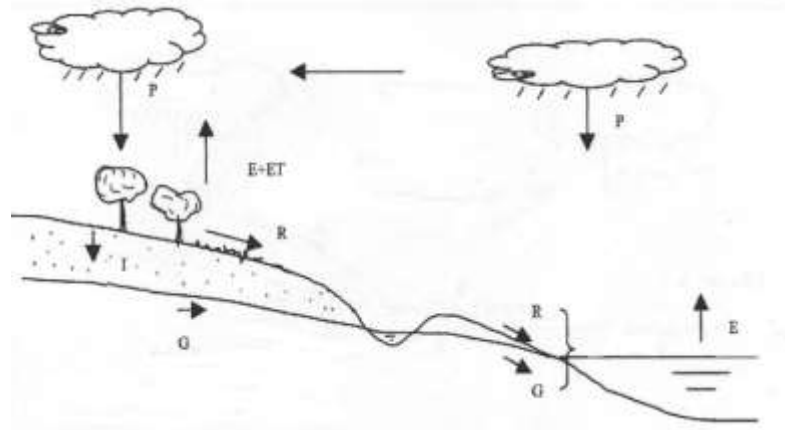


Figura 3 Ciclo hidrológico, Fonte: (VAZ 2000)

Onde: P, E, ET, I, G e Q representam respectivamente a precipitação, a evaporação, a evapotranspiração, a infiltração, o escoamento subterrâneo e o escoamento superficial

2.6 Factores que influenciam à ocorrência de inundações urbanas

Dentre os factores que contribuem para a ocorrência de inundações urbanas destacam-se: Climáticos, Relevo, Tipos De Solos, Cobertura Vegetal, Hidrológico, Crescimento demográfico, Urbanização e Económicos.

2.6.1 Climáticos

As mudanças climáticas podem vir a agravar todos os **impactos da urbanização** sobre o ecossistema urbano, já que existem grandes probabilidades de ocorrer alterações no regime de chuvas, além de dificultar mais o escoamento, pois o nível d'água no “desagúe final” no mar aumenta, podendo “afogar” muitas tubulações de drenagem. (VIOLA, 2008)

O impacto da mudança do clima nos remete à questão da vulnerabilidade dos sistemas naturais e, sobretudo, das populações humanas e suas concentrações urbanas. Inclusive, alguns dos impactos previstos mais comuns para áreas urbanas estão relacionados a eventos hidrológicos extremos (secas e chuvas intensas), que afectam a disponibilidade hídrica para seus diversos usos, inclusive abastecimento humano, o risco de inundações devido ao aumento da intensidade da precipitação e agravado pelo aumento do nível do mar, o número de deslizamentos e a produção de sedimentos. (VIOLA, 2008)

Os impactos das alterações climáticas podem ter várias repercussões (RAMOS, 2010): No escoamento dos rios:

- No volume e disponibilidade das águas superficiais ou subterrâneas;
- Na qualidade das águas;
- Na ocorrência de cheias e secas;
- De mudanças ambientais;
- E de mudanças económicas e sociais.

2.6.2 Relevo

De acordo com DA PAZ 2004, as características do relevo da bacia têm influência directa sobre o escoamento superficial, principalmente na velocidade do escoamento e na maior ou menor tendência ao armazenamento da água na superfície ou depressões do solo.

De acordo com SANCHES, 2017, relevo é a distância vertical entre o ponto mais alto e mais baixo de uma região, assim como suas características podendo ser representado através de curvas de nível ou perfil topográfico.

- **Curva de Nível** é a técnica usual de representação do relevo sobre um plano horizontal (planta topográfica). (SANCHES, 2017)
- **Perfil topográfico** é a representação de um *corte vertical em uma direcção previamente escolhida que possibilita a representação dos desníveis da superfície topográfica*. SANTINHO at. all, diz que quanto mais próximo estiverem as curvas umas das outras, mais inclinado será o terreno; quanto mais espaçadas, menos inclinado ele o será.

Declividade do curso principal da água: para dois pontos quaisquer do curso da água, a declividade é determinada pela relação entre a diferença total de elevação do leito (cotas) e a distância horizontal entre eles, que pode ser determinado com base na fórmula abaixo:

$$Dc = \frac{(Cota_{maxima} - Cota_{minima})}{L} \quad \begin{array}{l} Dc- Declividade do curso principal da água \\ L- Comprimento do curso principal da água \end{array} \quad \text{Eq. (01)}$$

2.6.3 Solos

O tipo de solos e das camadas geológicas superficiais condicionam fortemente a permeabilidade dos terrenos e, conseqüentemente, a infiltração, fenómeno que está na base da recarga dos aquíferos. Terrenos pouco permeáveis dão origem a que toda a precipitação se transforme rapidamente em escoamento superficial, gerando por isso cheias mais intensas e de menor duração. (VAZ, 2000)

2.6.4 Cobertura vegetal

A cobertura vegetal também tem bastante importância para os fenômenos hidrológicos. Duma maneira geral, terrenos com florestas e matas têm maiores infiltrações e menores velocidade de escoamento superficial do que terrenos nus ou cultivados. Isso ajuda a diminuir a erosão superficial dos terrenos e origina cheias mais prolongadas e menos intensas. Por outro lado, o tipo de vegetação influencia fortemente o fenômeno de evapotranspiração. (VAZ 2000)

2.6.5 Hidrológico

De acordo com SANTOS (2012), em condições naturais a água que não infiltra, ou pelas características do terreno ou pelo solo já encharcado, escoam em direção às drenagens, aumentando sua vazão de pico. Após a urbanização esse escoamento é intensificado pela implantação de estruturas impermeáveis no sítio urbano, a água que antes infiltrava passa a incrementar o escoamento superficial.

Segundo TUCCI (2005), a bacia rural possui maior interceptação vegetal, maiores áreas permeáveis (infiltração do solo), menor escoamento na superfície do solo e drenagem mais lenta. A bacia urbana possui superfícies impermeáveis, tais como telhados, ruas e pisos, e produz aceleração no escoamento, por meio da canalização e da drenagem superficial.

A maior parte dos efeitos da urbanização sobre o ciclo hidrológico tem origem directa no aumento das superfícies impermeáveis, que diminuem a capacidade de infiltração, retenção e evapotranspiração e aumentam a velocidade do escoamento das bacias urbanas. A remoção da vegetação natural e o nivelamento das depressões naturais do terreno diminuem a interceptação e o armazenamento da chuva. (TUCCI & MELLER 2007)

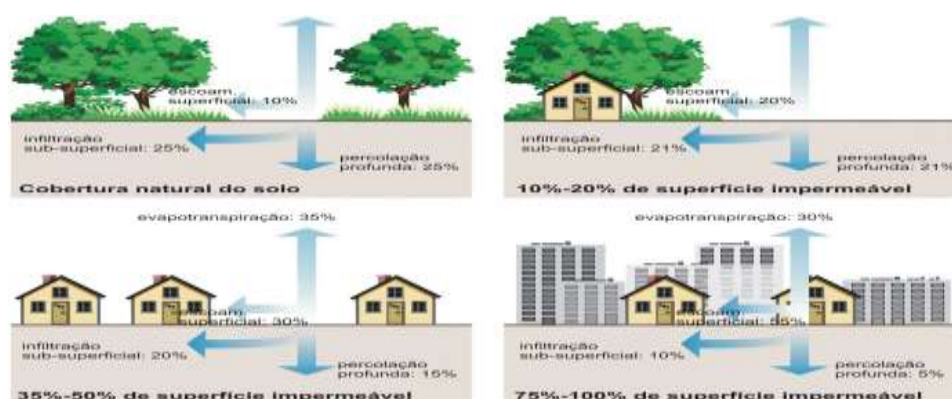


Figura 4 Efeito da urbanização sobre o ciclo hidrológico Fonte: (DA PAZ, 2004)

2.6.5.1 Coeficiente de Escoamento Superficial (C)

Nos métodos tradicionais, racional e afins, que permitem estimar os caudais de ponta, é utilizado o conceito de coeficiente de escoamento, que se define como a razão entre a precipitação

útil, isto é, aquela que dá origem a escoamento directo na rede e a precipitação efectiva, ou seja, aquela que cai dentro da bacia. (ARTIGO 105 BR 2003)

Segundo SILVA & CARVALHO (2006), Coeficiente de escoamento superficial, ou coeficiente runoff, ou coeficiente de deflúvio é definido como a razão entre o volume de água escoado superficialmente e o volume de água precipitado. Este coeficiente pode ser relativo a uma chuva isolada ou relativo a um intervalo de tempo onde várias chuvas ocorreram

Os valores do coeficiente de escoamento, C, apresentados no quadro a seguir correspondem a um período de retorno compreendido entre 5 a 10 anos. MATIAS (2006)

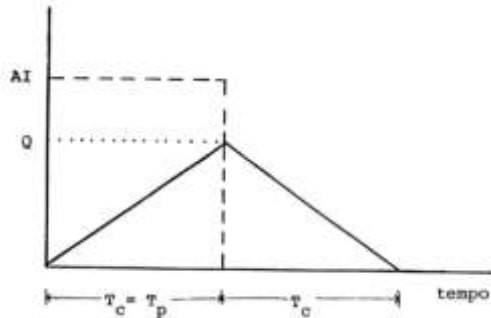
Tabela 3 Valores médios do coeficiente C da fórmula racional, (CHOW 1964). Apude MATIAS (2006)

	Tipo de ocupação	Coeficiente C
Zonas verdes:	Relvados em solos arenosos	0,05 a 0,20
	Relvados em solos pesados	0,15 a 0,35
	Parques e cemitérios	0,10 a 25
	Campos desportivos	0,20 a 0,35
Zonas comerciais:	Centro da cidades	0,70 a 0,95
	Periferia	0,50 a 0,70
Zonas residenciais:	Vivendas no centro da cidade	0,30 a 0,50
	Vivendas na periferia	0,25 a 0,40
	Prédios de apartamentos	0,50 a 0,70
Zonas industriais:	Indústria dispersa	0,50 a 0,80
	Indústria concentrada	0,60 a 0,90
Vias férreas		0,20 a 0,40
Ruas e estradas:	Asfaltadas	0,70 a 0,95
	De Betão	0,80 a 0,95
	De tijolo	0,70 a 0,85
Passeios		0,75 ã 0,85
Telhados		0,75 ã 0,95
Baldios		0,10 ã 0,30

2.6.5.2 Métodos de quantificação de volume de água em bacias hidrográfica

De acordo com (VAZ 2000) a fórmula racional dá bons resultados para pequenas bacias onde é admissível que a precipitação intensa atinja simultaneamente toda a bacia. Na África do Sul, a fórmula Racional é aplicada a uma gama muito extensa, desde pequenas bacias urbanas até bacias com áreas de 5,000 km², considerado o limite superior de aplicação deste método.

Segundo TOMAZ (2002), o método racional estabelece uma relação entre a chuva e o escoamento superficial (deflúvio). É usado para calcular a vazão de pico de uma determinada bacia, considerando uma seção de estudo. A chamada fórmula racional é a seguinte:



Princípio do Método Racional. Relação precipitação – escoamento

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3600} \quad \text{Eq. (02)}$$

Sendo:

Q= vazão de pico (m^3/s)

C= coeficiente de escoamento superficial varia de 0 a 1.

I= intensidade média da chuva (mm/h);

A= área da bacia (km^2) ($1km^2=100ha$)

O Método Racional considera que o caudal de ponta de cheia só ocorre quando toda a bacia está a contribuir para o escoamento, isto é, quando a duração da chuvada crítica é igual ao tempo de concentração, (LOURENÇO 2014)

2.6.5.3 Precipitação

A intensidade da precipitação é definida como a quantidade de precipitação ocorrida por unidade de tempo. (VAZ 2000)

De acordo com o (BR 2003 de 1 de Julho), Para o cálculo da intensidade de precipitação de um determinado projecto segue se os seguintes passos:

- Localização da área de estudo no mapa e identificação da região pluviométrica.
- Cálculo da intensidade da precipitação para a duração e período de retorno escolhidos com base nas curvas I-D-F de Maputo.
- Afectação do valor obtido pelo factor multiplicativo correspondente à região pluviométrica em causa. Expressão analítica das curvas I-D-F para Maputo:

$$I(\text{mm/h}) = a * t(\text{min})^b \quad \text{Eq. (03)}$$

a,b- parâmetros dimensionais;

t- duração em minutos igual ao tempo de concentração (T_c);

T- período de retorno em anos;

2.6.5.4 Período ou Tempo de retorno.

O período de retorno, T, é o intervalo de tempo que decorre, em média, para que um determinado evento seja igualado ou excedido. (MATIAS. 2006)

O período de pode ser estimado também em função de um estudo dos custos da obra, associando o custo da obra e o custo de sua manutenção. A lógica deste cálculo é: quanto maior o (T), maior o custo da obra, pois maior será a intensidade da chuva estimada no projecto e por consequência, o caudal de escoamento do projecto. Em contrapartida, menor será o custo de manutenção da infra-estrutura de drenagem, pois haverá maior segurança e menor necessidade de intervenção. Assim, deve-se buscar minimizar o custo total das obras de drenagem, sem o comprometer o seu funcionamento. Para obras de microdrenagem, o período de retomo recomendável é de 5 a 10 anos e para obras de macrodrenagem recomenda-se utilizar o período de retorno de 50 ou 100 anos. (VALE at all,2016)

Tabela 4 Períodos de retorno em função da ocupação da área. Fonte: VALE at all, (2016)

Tipo de obra	Tipo de ocupação	Período de retorno (anos)
Microdrenagem	Residencial	2
Microdrenagem	Comercial	5
Microdrenagem	Edifícios de serviços públicos	2-5
Microdrenagem	Aeroportos	5-10
Macrodrenagem	Áreas comerciais e residenciais	50-100
Macrodrenagem	Área de importância específica	500

2.6.5.5 Tempo de concentração

Tempo de concentração de uma bacia, (t_c) é o tempo necessário para que uma gota de água caída no ponto hidráulicamente mais afastada da bacia atinja a secção considerada. O tempo de concentração (t_c) é maior para uma bacia muito alongada, sendo a intensidade de precipitação (I), inversamente proporcional ao tempo de concentração (t_c), esta é tanto menor quanto maior for o tempo de concentração (t_c). (MATIAS. 2006)

De acordo com o manual TOLEDO-PR 2017, o tempo de concentração pode ser calculado pela fórmula de Kirpich.

SILVEIRA, (2005), argumenta que a formula de Kirpish, frequentemente usada nestas situações tem tido resultados razoáveis para bacias urbanas até 26 Km², sem que seja necessário aplicar coeficientes redutores.

Para bacias com áreas de drenagem superiores a 100 ha (1 km²), o tempo de concentração poderá ser calculado pela fórmula de KIRPICH modificada, expressa na equação 05, (DER/SP) apude: (FRANCO, 2004)

Método de Kirpish:

$$t_c = 57. \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385} \quad \text{Eq. (04)}$$

Método de Kirpish
modificada para bacias acima
de 100ha

$$t_c = 85,2 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385} \quad \text{Eq. (05)}$$

Tc- tempo de concentração (em min)

L = comprimento do curso de água principal da bacia (em km)

H = diferença de elevação entre o ponto mais remoto da bacia e o exutório (m).

2.6.6 Crescimento demográfico

A ocupação do solo desencadeia impactos nos processos hidrológicos devido ao desenvolvimento da área urbana. Com o revestimento de grande parte da superfície por construções, ocorre a redução da infiltração pela impermeabilização do terreno, há eliminação dos pontos de detenção superficial nas áreas construídas, a rugosidade nas superfícies é reduzida, substitui-se os pequenos canais da drenagem natural por tubulações subterrâneas, os canais de drenagem natural são rectificadas, assim como os planos de escoamento superficial se tornam pequenos. Novos canais e sistemas de canais artificiais são construídos (TUCCI & GENZ, 1995).

2.6.7 Urbanização

A **urbanização** é a transformação do solo através da provisão de infra-estruturas, equipamentos e edificações que assegurem a fixação física das populações em condições de beneficiarem de serviços de crescente nível e qualidade nos domínios da saúde, ensino, tráfego rodoviário, saneamento, comércio e lazer, entre outros. (Regulamento de solos urbano 2006)

Segundo o TUCC. 2008, desde o século passado, o desenvolvimento urbano passou a criar padrões de concentração urbana. Nas grandes cidades, houve um processo de desconcentração urbana em direcção à periferia, deixando o centro das cidades despovoado e degradado. Dificuldades de vias de transporte, aumento de tráfego, deterioração do transporte têm levado a mudanças de atitude nesse processo. O desenvolvimento sustentável urbano tem o objectivo de melhorar a qualidade da vida da população e a conservação ambiental. É também essencialmente integrador na medida em que a qualidade de vida somente é possível com um ambiente

conservado que atenda às necessidades da população, garantindo harmonia do homem e da natureza.

2.6.7.1 Impacto do desenvolvimento urbano no ciclo hidrológico

O desenvolvimento urbano altera a cobertura vegetal provocando vários efeitos que alteram os componentes do ciclo hidrológico natural. Com a urbanização, a cobertura da bacia é alterada para pavimentos impermeáveis e são introduzidos condutos para escoamento pluvial, gerando as seguintes alterações no referido ciclo: Redução da infiltração no solo, o volume que deixa de infiltrar fica na superfície, aumentando o escoamento superficial. Além disso, como foram construídos condutos pluviais para o escoamento superficial, tornando-o mais rápido, ocorre redução do tempo de deslocamento. Desta forma as vazões máximas também aumentam, antecipando seus picos no tempo; (TUCCI. 1999)

2.6.8 Económicos

De acordo com TUCCI, (2005) nas últimas décadas, os problemas da urbanização vêm ocorrendo por um ou mais factores, destacando se entre eles:

Imigrantes de baixa renda e sem capacidade de investimento. Essa população carente tende, então, a invadir áreas públicas ou a comprar áreas precárias para estabelecimento de edificações, sem infra-estrutura da urbanização formal. Formam-se, assim, as chamadas áreas de risco de inundação ou de deslizamento:

- Défice de emprego, baixa renda e pouco poder aquisitivo de moradia;
- Legislações equivocadas de controlo do espaço urbano;
- Incapacidade do município de planear e antecipar a urbanização e investir no planeamento de espaços seguros e adequados como baseado desenvolvimento urbano;
- Crise económica em geral.
- O município consegue apenas controlar as áreas de médio e alto valor económico, com regulamentação do uso do solo, onde estabelece a cidade formal.

2.7 Bacias Hidrográfica

2.7.1 Delimitação da bacia hidrográfica

Normalmente, os limites da bacia são estabelecidos analisando a topografia do terreno (relevo), através das curvas de nível (linhas indicativas da altitude do terreno, cotas em relação a um referencial, como o nível do mar). **Bacia** é definida como o conjunto de áreas que contribuem para um ponto, é fácil perceber que as regiões de terreno mais elevado estabelecem uma divisão entre

aparte do terreno cujo escoamento segue até o rio em questão e a parte cujo escoamento segue para outro rio de outra bacia. (DA PAZ, 2004)

2.7.1.1 Caracterização da bacia hidrográfica

De acordo com CARVALHO, (2009), a caracterização da bacia hidrográfica é feita pelo conhecimento de elementos físicos climatológicos: perímetro, relevo (altitude e declividade), forma, rede de drenagem (caracterização dos regimes dos cursos de água existentes), solo, humidade do solo, cobertura vegetal, formação geológica, evapotranspiração, precipitação, características térmicas, localização.

2.8 Área de drenagem

A área de drenagem é a área da projecção horizontal da superfície da *bacia hidrográfica*, sendo normalmente determinada por planimetria ou por utilização de GIS (Sistema de Informação Geográfica), em cartas com escalas. **A área de drenagem** tem uma importância enorme nos valores dos escoamentos, que se podem, duma maneira geral, considerar funções crescentes da área. (DA PAZ, 2004)

As bacias possuem a seguinte estrutura: **nascente, rio principal, divisores de águas, afluentes e foz.**

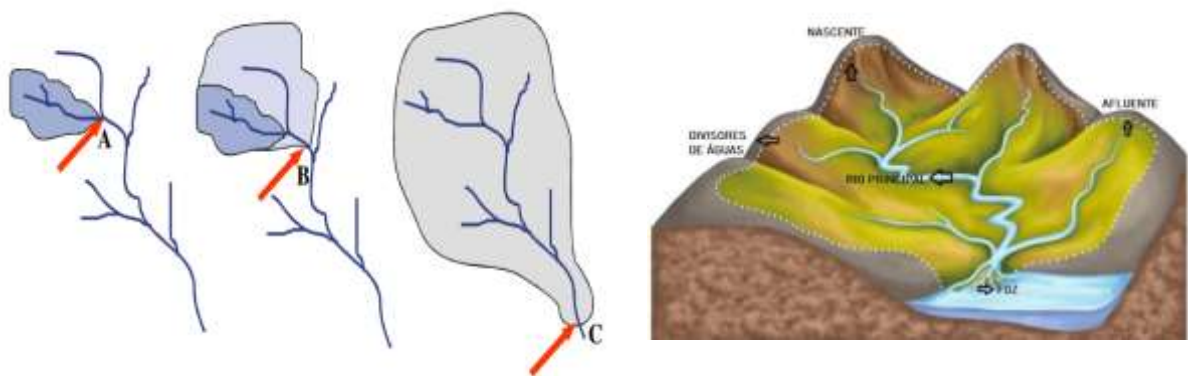


Figura 5. Delimitação da área contribuinte **Fonte:** DA PAZ 2004

Um sistema de drenagem deve escoar as águas sem produzir impactos negativos no local de implementação deste, nem nas zonas urbanas a jusante. É na mesma óptica que MARQUES at all (2013), defende que o sistema de drenagem urbana que transfere os escoamentos para secções mais afastadas, sem qualquer preocupação com a retenção de volumes escoados e dos caudais majorados por essas zonas, pode causar problemas a outras áreas urbanas localizadas a jusante.

2.8.1 Bacias de retenção

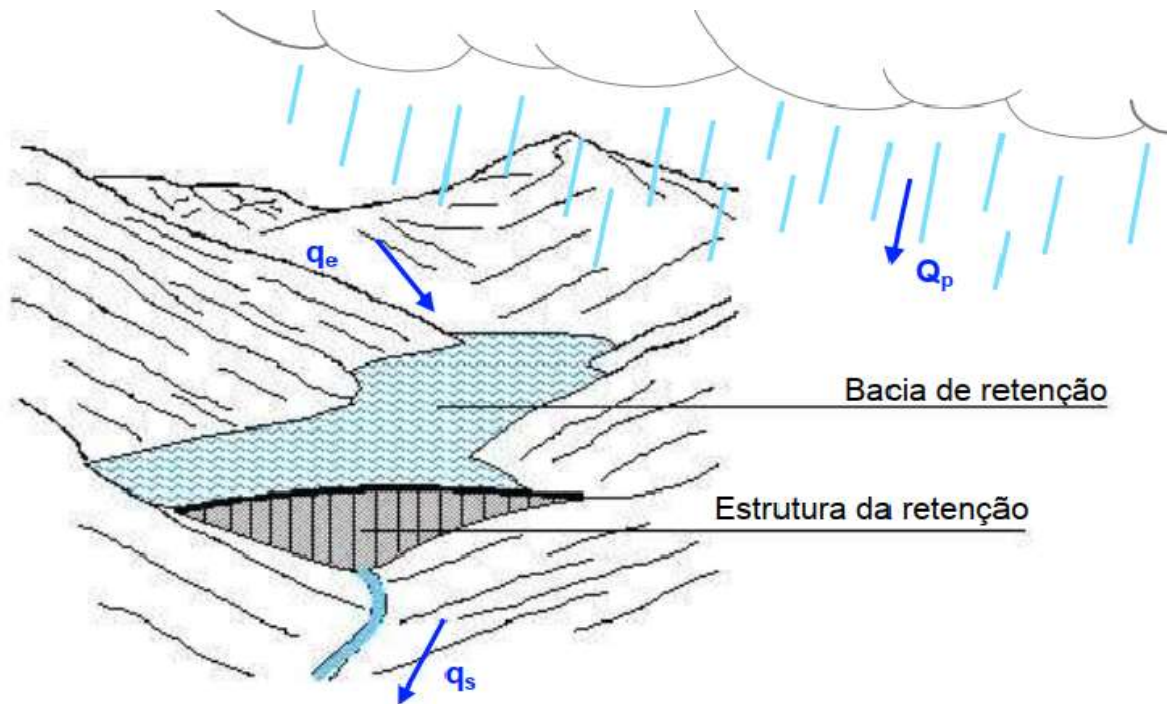


Figura 6 Estrutura de uma bacia de retenção Fonte: (Matias, 2006)

Onde: Q_p - Caudal precipitado; q_e -Caudal afluente (entrada); q_s - Caudal efluente (saída)

De acordo com o artigo 153º do projecto de regulamento dos sistemas públicos de distribuição de água e de drenagem de águas residuais de Moçambique, (2000); as bacias de retenção são estruturas que se destinam a regularizar o escoamento pluvial afluente, amortecendo os caudais de ponta e permitindo compatibilizar o seu valor com limites previamente fixados. Para além do aspecto fundamental de regularização dos caudais afluentes, as bacias de retenção podem ainda apresentar as seguintes vantagens:

- Contribuir para o melhoramento da qualidade das águas pluviais;
- Contribuir para o melhor aproveitamento do sistema de drenagem global onde se encontram integradas, quando da ocorrência de precipitações excepcionais;
- Possibilitar a constituição, quando se trate de bacias de água permanente, de polos de interesse turístico e recreativo, especialmente quando integradas no tecido urbano ou em zonas verdes;
- Constituir reservas contra incêndios ou para fins de rega.

2.8.2 Dimensionamento hidráulico da bacia de retenção

MATIAS, 2006, fundamenta que, dimensionamento hidráulico de uma bacia de retenção consiste, no cálculo do volume necessário ao armazenamento do caudal afluente, correspondente à

precipitação com um determinado período de retorno, para que o caudal máximo efluente não ultrapasse um determinado valor pré-estabelecido. No entanto o mesmo pode ser conseguido através de vários métodos, destacando o método Holandês baseado no conhecimento das curvas de Intensidade-Duração-frequência (**IDF**) da precipitação na zona em estudo.

Permite calcular o volume necessário para armazenar o caudal afluente resultante da precipitação crítica, do período de retorno **T**, para garantir um caudal constante **q**, correspondente à capacidade máxima de vazão da estrutura de drenagem a jusante.

De acordo com o regulamento dos sistemas públicos de distribuição de água e de drenagem de águas residuais, artigo 156 alínea 5 o pré-dimensionamento do volume de armazenamento pode ser calculado pelo mesmo método (Holandês). Expressão cuja análise de aplicação é desenvolvida por (ROSSANE, 2014) nos termos a seguir:

$$V_a = 10 \times \left[\frac{-bqs}{(1+b)} \right] \times \left[\frac{60 \times qs}{a \times (1+b)} \right]^{\frac{1}{b}} \times C \times A \quad \text{Eq. (06)}$$

$$qs = \frac{6 \times Q}{(C \times A)} \quad \text{Eq. (07)}$$

V _a	- Volume de armazenamento (m ³);
q _s	- Caudal específico efluente, ou seja, o caudal por área activa da bacia de drenagem (mm/minuto);
C	- Coeficiente de escoamento;
a,b	- Parâmetros da curva Intensidade-Duração-Frequência
Q	- caudal máximo efluente (m ³ /s);
A	- Área da bacia de drenagem (ha)

2.8.3 Tipos de bacias de retenção

Segundo (BICHANÇA, 2006) as bacias de retenção podem classificar-se:

Quanto à sua localização relativamente ao colectador ou canal de drenagem, em:

- Bacias em série;
- Bacias em paralelo.

Quanto á sua posição relativamente à superfície do solo, em:

- Bacias a céu aberto;
- Bacias enterradas.

Quanto ao seu comportamento hidráulico, as bacias a céu aberto podem ser:

- Bacias secas
- Bacias com nível de água permanente



Figura 7 Bacia de Retenção - Vila Praia de Âncora, Fonte: [Wikipedia](#) acessado as 17:50 17-03-2022

Sustentabilidade das infra-estruturas

A base do desenvolvimento no uso do solo é a implementação da urbanização, preservando os caminhos naturais do escoamento e priorizando a infiltração. Essa fase tem sido denominada desenvolvimento sustentável. (TUCCI 2008)

O desenvolvimento sustentável urbano tem o objectivo de melhorar a qualidade da vida da população e a conservação ambiental. É também essencialmente integrador na medida em que a qualidade de vida somente é possível com um ambiente conservado que atenda às necessidades da população, garantindo harmonia do homem e da natureza. (TUCC. 2008)

2.9 Resiliência das Infra-estruturas

Segundo UNSIDR (2017), deve se avaliar a capacidade e a adequação da infra-estrutura crítica, desenvolverem plano ou uma estratégia para a sua protecção, actualização e manutenção. Onde for necessário garantir o desenvolvimento das infra-estruturas de protecção e mitigação dos riscos. Porque uma infra-estrutura adequada e bem conservada é fundamental para proporcionar os serviços essenciais, responder a catástrofes e reduzir a criação dos riscos e os impactos das alterações climáticas. Para o efeito é necessário preparar e implementar um plano de resposta da infra-estrutura ou uma estratégia para proteger a infra-estrutura crítica, utilitários e serviços nos seguintes moldes:

- Promover uma compreensão partilhada dos riscos entre a cidade e os diversos fornecedores dos serviços públicos, nos sistemas de infra-estrutura e dos riscos da cidade;

- Manter os códigos apropriados dos edifícios e os regulamentos que ajudem na construção da infra-estrutura crítica em áreas de baixo risco;
- Gerir os planos da continuidade para o fornecimento dos serviços críticos;
- Investir na manutenção e na actualização da infra-estrutura crítica.

Garantir que a infra-estrutura de protecção/mitigação de risco (por exemplo, estruturas de defesa a inundação, projectos sísmicos) esteja em vigor quando necessário e seja mantido de forma adequada.

- Supervisionar para garantir que a infra-estrutura de protecção existente esteja bem projectada e construída, com base nas informações de risco;
- Administrar os processos que mantêm a protecção da infra-estrutura e garantir a integridade e operabilidade dos activos críticos;
- Ter políticas em vigor para permitir a monitorização, a manutenção e o melhoramento da infra-estrutura de drenagem (levando em conta as alterações climáticas).

Podem nomear-se dois tipos de práticas. Uma que interfere com o sistema de drenagem (por exemplo, a utilização de bacias de retenção) e outra adoptada no sentido de reduzir e/ou atrasar o escoamento pluvial afluente à rede (aumentar o volume de infiltração; aumentar o volume de água retida e interceptada em depressões e na vegetação; promover o armazenamento temporário das águas; permitir que durante a ocorrência de precipitações intensas, se crie uma altura do escoamento superficial nos passeios, arruamentos, parques de estacionamento).

2.10 Lista das medidas de controlo (mc) básicas

Tabela 5 Lista das medidas de controlo (mc) básicas, fonte: SUDERHSA / CH2M HILL 2002

Obra	Característica Principal	Variantes	Função	Efeito
Pavimento Poroso	Pavimento com camada de base porosa como reservatório	Revestimento superficial pode ser permeável ou impermeável, com injeção pontual na camada de base porosa. Esgotamento por infiltração no solo ou para um exutório	Armazenamento temporário da chuva no local do próprio pavimento. Áreas externas ao pavimento podem também contribuir	Retardo e/ou redução do escoamento pluvial gerado pelo pavimento e por eventuais áreas externas

Trincheira de infiltração	Reservatório linear escavado no solo preenchido com material poroso	Trincheira de infiltração no solo ou de retenção, com esgotamento por um exutório	Infiltração no solo ou retenção, de forma concentrada e linear, da água da chuva caída em superfície limítrofe	Retardo e/ou redução do escoamento pluvial gerado em área adjacente
Vala de infiltração	Depressões lineares em terreno permeável	Vala de infiltração efectiva no solo ou vala de retenção sobre solo pouco permeável	Infiltração no solo, ou retenção, no leito da vala, da chuva caída em áreas marginais	Retardo e/ou redução do escoamento pluvial gerado em área vizinha
Poço de Infiltração	Reservatório vertical e pontual escavado no solo	Poço preenchido com material poroso ou sem preenchimento, revestido. Poço efectivamente de infiltração ou de injeção directa no freático	Infiltração pontual, na camada não saturada e/ ou saturada do solo, da chuva caída em área limítrofe	Retardo e/ou redução do escoamento pluvial gerado na área contribuinte ao poço
Micro reservatório	Reservatório de pequenas dimensões tipo 'caixa da água' residencial	Vazio ou preenchido com material poroso. Com fundo em solo ou vedado, tipo cisterna	Armazenamento temporário do esgotamento pluvial de Áreas impermeabilizadas próximas	Retardo e/ou redução do escoamento pluvial de Áreas impermeabilizadas
Telhado reservatório	Telhado com função reservatório	Vazio ou preenchido com material poroso	Armazenamento temporário da chuva no telhado da edificação	Retardo do escoamento pluvial da própria edificação
Bacia de detenção	Reservatório vazio (seco)	Reservatório sobre leito natural ou escavado. Com leito em solo permeável ou impermeável, ou com leito revestido	Armazenamento temporário e/ou infiltração no solo do escoamento superficial da área contribuinte	Retardo e/ou redução do escoamento da área contribuinte
Bacia de retenção	Reservatório com água permanente	Reservatório com leito permeável (freático aflorante) ou com leito impermeável	Armazenamento temporário e/ou infiltração no solo do escoamento superficial da área contribuinte	Retardo e/ou redução do escoamento da área contribuinte
Bacia subterrânea	Reservatório coberto, abaixo do nível do solo	Reservatório vazio, tampado e estanque. Reservatório preenchido com material poroso	Armazenamento temporário do escoamento superficial da área contribuinte	Retardo e/ou redução do escoamento da área contribuinte

Condutos de armazenamento	Condutos e dispositivos com função de armazenamento	Armazenamento temporário do escoamento no próprio sistema pluvial	Amortecimento do escoamento afluyente à macro drenagem	Condutos reservatórios alargados. Condutos reservatórios adicionais em paralelo
Faixas gramadas	Áreas de escape para enchentes	Faixas gramadas ou arborizadas	Amortecimento de cheias e infiltração de contribuições laterais	Faixas de terreno marginais a corpos de água

2.11 Tabela de áreas contribuintes adequadas para as medidas de controlo 2002

Tabela 6 Áreas contribuintes adequadas para as medidas de controlo fonte SUDERHSA / CH2M HILL 2002

Medida de Controlo MC	Área de Contribuição (ha)									
	0a2	2a4	4a6	6a8	8a10	10a12	12a14	14a20	20a40	> 40
Pavimento Poroso	○	○	○	◐	◐	●	●	●	●	●
Trincheira de infiltração	○	○	◐	●	●	●	●	●	●	●
Vala de infiltração	○	○	◐	●	●	●	●	●	●	●
Poço de Infiltração	○	◐	◐	●	●	●	●	●	●	●
Microrreservatório	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Telhado reservatório	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Bacia de detenção	●	◐	◐	◐	◐	○	○	○	○	○
Bacia de retenção	●	●	●	◐	○	○	○	○	○	○
Bacia subterrânea	○	○	○	◐	●	●	●	●	●	●
Condutos de armazenamento	○	◐	●	●	●	●	●	●	●	●
Faixa gramada	○	○	◐	●	●	●	●	●	●	●

- viabilidade de implantação
- ◐ viabilidade depende de condição específica
- inviável, a princípio

III METODOLOGIA DA PESQUISA.

3.1 Quanto a natureza a presente pesquisa é a aplicada.

A pesquisa aplicada concentra-se em torno dos problemas presentes nas actividades das instituições, organizações, grupos ou actores sociais. Está empenhada na elaboração de diagnósticos, identificação de problemas e busca de soluções. (THIOLLENT 2009).

3.2 Quanto aos objectivos é exploratória

As pesquisas exploratórias objectivam facilitar familiaridade do pesquisador com o problema objecto da pesquisa, para permitir a construção de hipóteses ou tornar a questão mais clara. (GIL1991).

3.3 Método quanto à abordagem

Na pesquisa foram aplicados os seguintes métodos de abordagem **qualitativo e quantitativo**:

3.3.1 Abordagem qualitativo

Segundo GIL (2002), o uso dessa abordagem propicia o aprofundamento da investigação das questões relacionadas ao fenómeno em estudo e das suas relações, mediante a máxima valorização do contacto directo com a situação estudada, buscando-se o que era comum, mas permanecendo, entretanto, aberta para perceber a individualidade e os significados múltiplos.

3.3.2 Abordagem quantitativa

Segundo RICHARDSON (1999), a pesquisa quantitativa é caracterizada pelo emprego da quantificação, tanto nas modalidades de colecta de informações quanto no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas.

3.4 Quanto aos procedimentos técnicos

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, documental e de levantamento de dados:

3.4.1 Bibliográfica

Porque o autor recorreu a várias obras literárias que constituem a investigação dos temas sobre: drenagem urbana, hidrografia geral, construção de obras hidráulicas, documentos técnicos sobre hidráulica geral e outras obras literárias já elaboradas constituídos por livros, legislação pertinente e artigos. GIL (2002) afirma que a pesquisa bibliográfica é baseada em material que o público em geral tem acesso e é constituída de um estudo sistematizado.

3.4.2 Documental

Pelo facto de que foram analisados alguns documentos mapas. De acordo com VERGARA (2009), a pesquisa documental é realizada em documentos de órgãos públicos e privados de qualquer natureza.

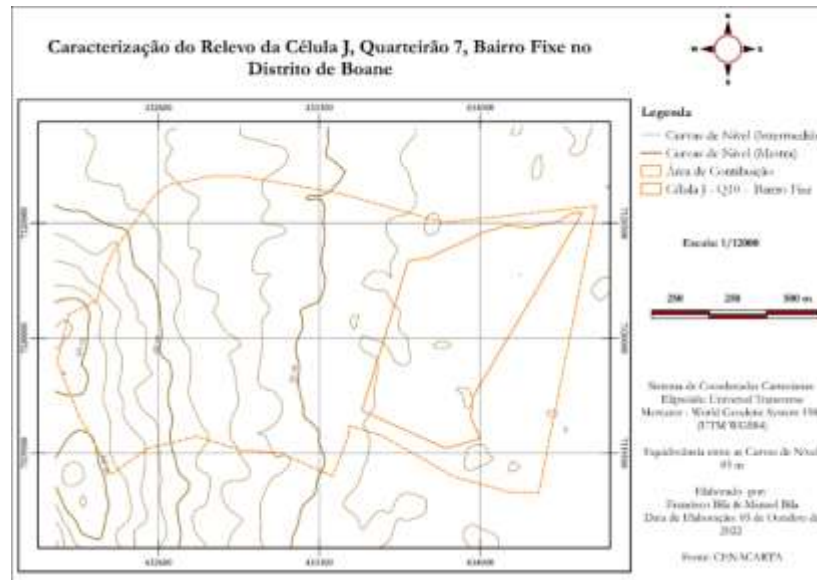


Figura 8 Caracterização do relevo, Fonte: Cenacarta

Com o recurso ao mapa acima (caracterização do relevo da área do estudo), foram analisadas as curvas (linhas) de nível numa correspondente à 2360000 Km² com o intuito de determinar a área de contribuição bem como a declividade cuja a variação da elevação entre a cota mais alta e a baixa da bacia é de 47m

3.4.3 Levantamento

É um procedimento que apresenta uma descrição de abordagem quantitativa ou numérica de tendências, atitudes ou opinião de uma população. Porque serão realizadas entrevistas com base num questionário com perguntas fechadas a um grupo de pessoas que vivem numa área específica propensa às inundações em períodos chuvosos.

Tomando em consideração a área de 475624 m², delimitada pela linha contínua no mapa da figura número 8 que corresponde ao quarteirão 10 do bairro Fixi célula 'J'. foi feito um levantamento de campo onde participaram 164 pessoas em representação de igual número de famílias das quais 73,3% são residentes e 26,7% são visitantes. A participação destes últimos veio a enriquecer o levantamento uma vez que apesar de não serem residentes mostraram consciência e sensibilidade em relação aos factores em análise e as suas contribuições são relevantes.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolha e análise de dados

A metodologia de pesquisa de recolha de dados a aplicada, foi a bibliográfica, a de campo e inquéritos, privilegiando os seguintes procedimentos:

- Leitura (abordagem indirecta);
- Entrevistas (abordagem directa);
- Observação, auscultação e registo no acto do exercício das actividades;
- Registos fotográficos;
- Uso de software: word, excel, Global Mapper e Google Earth;
- Confrontação entre dados colectados e a informação disponibilizada nas instituições de tutela.
- Global mapper – determinação das linhas naturais e da linha do curso principal;
- Tabela da curva IDF da Província de Maputo- para determinação dos parâmetros (a;b);

3.6 Procedimentos para análise de dados

Para a análise e discussão de dados foram tomados em consideração várias ferramentas e procedimentos segundo sua eficácia, dos quais se destacam:

- Leituras topográficas da área (curvas de níveis) - na determinação da inclinação da bacia;
- Formula Kirpish- cálculo do tempo de concentração;
- Fórmula racional- cálculo do caudal de pico;
- Uso do método Holandês segundo recomenda o BR.I série. Numero 26 de 1 de Julho de 2003-para o cálculo do volume de armazenamento;
- MS Excel (tabelas de cálculos e Gráficos) - síntese e análise do caudal e o respectivo armazenamento tendo em conta a variação do coeficiente de escoamento superficial.

Para além dos procedimentos acima referido, foi também aplicado a técnica de análise do conteúdo, ou seja, depois de feita a pesquisa bibliográfica, captação das imagens, respondidos os questionários, a análise crítica do conteúdo dos dados obtidos; elaborou se uma síntese dos mesmos com base em ferramentas estatísticas (quadros, tabelas e gráficos) com o intuito de elucidar os demais procedimentos aplicáveis na busca da solução do problema.

3.7 População e amostra

De acordo com o Chefe adjunto do quarteirão10 célula “J” Bairro Fixi, Vila municipal de Boane o local de estudo é composto por 460 casas. E à semelhança da natureza do bairro, as casas deste local, surgem de assentamentos de natureza informal. O referido número de casas foi objecto

de estudo (população) dos quais usando as formulas de GIL (2008.p 95) determinou se uma amostra de 164 elementos; que responderam a um inquérito de perguntas fechadas.

3.7.1.1 Cálculo do tamanho de amostra e da margem de erro

Dados	Cálculo do tamanho de amostra	Cálculo da margem de erro
= 95% equivalente a dois(2) desvios .p= 80% q= (100 – p) = 20% N= 460 e= 5%	$n = \frac{\gamma^2 \times p \times q \times N}{e^2(N - 1) + \gamma^2 \times p \times q}$	$\delta p = \sqrt{\frac{pq}{n}}$
	$n = \frac{2^2 \times 80 \times 20 \times 460}{5^2(460 - 1) + 2^2 \times 80 \times 20}$	$\delta p = \sqrt{\frac{80 \times 20}{164}} = 3,12$
	$n = \frac{2944000}{17875}; \quad \mathbf{n = 164}$	
Nota: 3,12 corresponde ao valor de um desvio e o desvio real será de 6,24%, considerando os dois desvios dos 95% da margem de confiança.		

3.7.2 Descrição da população e amostra (Área de Estudo)

3.7.2.1 Localização

O quarteirão '10' bairro fixi 'J' no Município de Boane Província de Maputo, localiza se na zona baixa e é limitado pela rua do cemitério a Oeste, estrada Nacional N2 a Sul e a área de extensões agrárias de Boane a Este. Dada a sua localização físico e geográfica é influenciado pela contribuição hidrológica da zona alta (Vila municipal) aliada à insuficiência de obras de drenagem; torna-o propenso às inundações em períodos chuvosos.

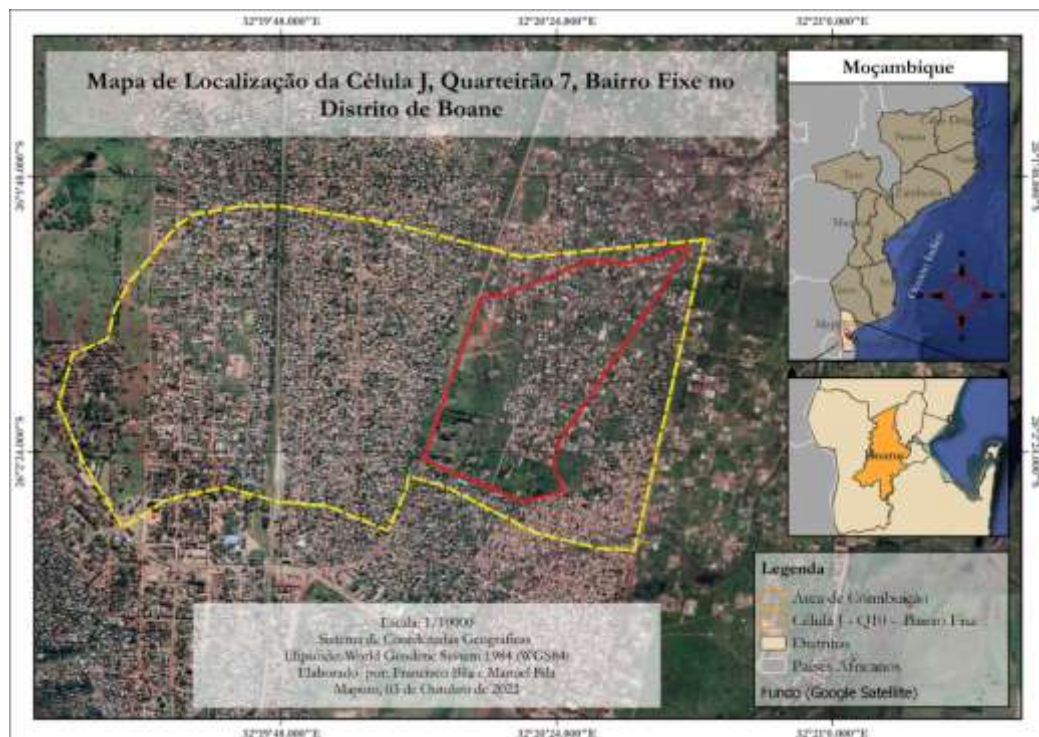


Figura 9 Localização da área de estudo e caracterização do relevo Fonte: CENACARTA

3.7.2.2 Condições Climáticas e Hidrográfica do Local

O clima da região é sub-húmido com deficiência de chuva na estação fria, podendo trazer tempestades violentas e chuvas torrenciais de curta duração, a temperatura média anual é de 23,7 °C com uma amplitude de 8,8°C, A pluviosidade média anual é de 752mm variando entre os valores médios de 563,6 em períodos húmidos e 43,6mm em períodos secos. O período húmido estende se do mês de Novembro a Março e seco de Abril a Outubro. (MAE 2005)

3.7.2.3 Solos e Vegetação

A área de estudo possui solos argilosos, de acordo com MAE 2005 oferece um bom potencial agrícola e pecuário. Verificam se pequenos aproveitamentos de água que se acumula durante épocas chuvosas em pequenas actividades agrícolas- plantio de arroz, cana-doce segundo mostram as figuras abaixo.



Figura 10. Solo e actividades agrícolas exercidas no quarteirão, fonte: autor

No bairro é comum o abandono de casas e terrenos na época chuvosa e alguns casos por longo tempo após as chuvas. A pesquisa identificou várias casas em pontos dispersos que segundo os entrevistados foram abandonados em épocas chuvosas transactos e continuam até então sem os ocupantes; segundo mostram as figuras abaixo.



Figura 11. Casas abandonadas Fonte: autor

3.7.2.4 Tipos de obras hidráulicas existentes

Durante a pesquisa foi possível identificar várias obras hidráulicas tipo: pontes, canais erodíveis, segundo mostram as figuras abaixo; estes foram construídos em alguns pontos de forma estratégica como forma de canalizar a água para zonas mais baixas onde tem sido aproveitada para pequenas actividades agrícolas (plantio de arroz e cana doce) – mesmo sem descrever objectivamente a função destas, os entrevistados revelaram ser de extrema importância na redução da incidência das inundações no bairro, pelo que se dedicam na sua manutenção usando meios de que dispõe.



Figura 12. Obras hidráulicas existentes na área de estudo Fonte: autor

IV ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

A definição do quarteirão 10 deste bairro para o presente estudo de pesquisa científica, justifica se por reunir características relevantes (zona baixa, natureza do solo, insuficiência de obras hidráulica) que servem de alicerces na busca de soluções do problema da pesquisa em particular quarteirão-10 célula “J” Bairro, Município de Boane.

Os problemas mais comuns enfrentados pela comunidade durante épocas chuvosa são:

Rotura de vias, corte de (corrente eléctrica, abastecimento da água potável), dificuldades de circulação para aceder aos serviços (escolas, transporte, saúde), destruição de casas entre outros. A ocorrência de inundações nesse bairro ou em outros com características similares está relacionado com a fraca manutenção das obras hidráulicas existentes (reabilitação, limpeza), assentamentos informais, bloqueio da drenagem natural (linhas naturais de água), a natureza física geográfica do local, isto é; este quarteirão é assolado por águas pluviais provenientes da zona alta (administração municipal), as características do solo impermeável (solo argiloso), de acordo como mostram as figuras abaixo.

4.1 Factores que contribuem para ocorrência de inundações no bairro fixe quarteirão 10

Relativo a estrutura urbano do bairro, os intervenientes no inquérito afirmaram estarem numa área informal, isto é; não possuem títulos de Direito de Uso e Aproveitamento de Terra e nem Licenças de construção das residências onde vivem.

Analisando a equidistância das curvas de nível do mapa da figura 8 e a linha do perfil topográficas em anexos, permitem entender que as inundações que ocorrem nesta área, são fortemente influenciadas pelas características do relevo, pela impermeabilização devido à redução da cobertura vegetal da área de contribuição e por se localizar na zona baixa para onde é escoada a água pluvial contribuída pela zona alta

4.2 Linhas naturais de água e vias de acesso da área de estudo

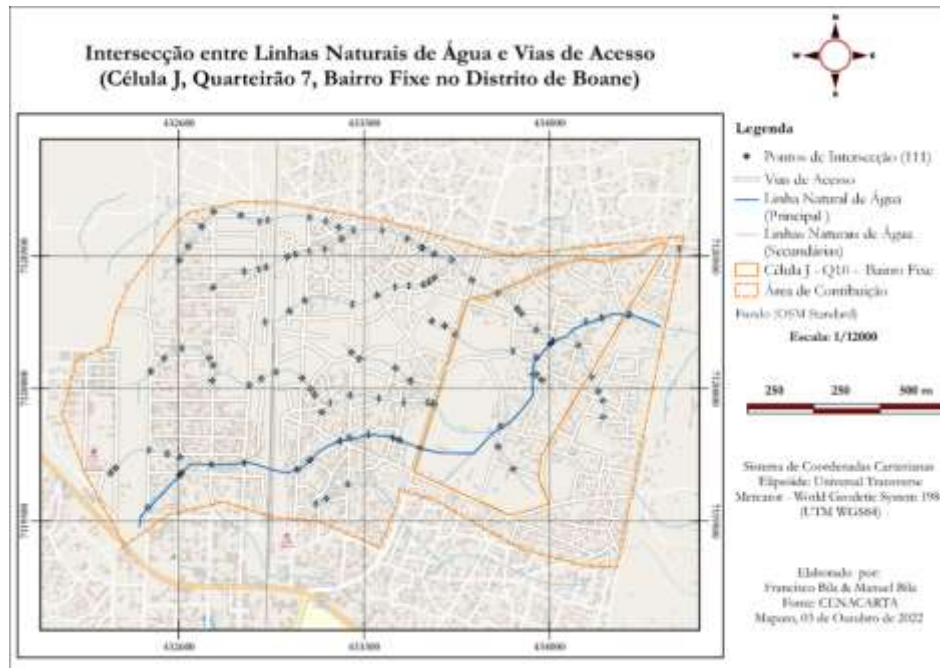


Figura 13. Bloqueio das linhas naturais de água, Fonte: CENACARTA

A figura acima evidencia construções nas trajetórias de linhas naturais de água que colocam em causa a circulação desta para possíveis pontos de retenção temporária (vide o quadro de legenda do Mapa).

A pesquisa apurou que, grande parte da água da chuva é escoada através das ruas, e por alguns canais erodíveis construídos em perímetros estratégicos com ajuda da pá retroscavadora do município, isto é; o bairro não possui um sistema estruturado de drenagem de águas pluviais nem estação de tratamento ou outra infra-estrutura de retenção, reciclagem e aproveitamento para outros fins.

A construção de um sistema de drenagem de raiz, pode ter um impacto positivo visto que o bairro regista um crescimento demográfico significativo, o que implica no aumento de áreas de contribuição (impermeáveis) e a consequente redução do índice de absorção da água pluvial pelo solo; facto que propicia a ocorrência de inundações dadas as condições do local e em relação a área residencial adjacente do lado Oeste (zona alta).

Os entrevistados entendem que a construção de obras hidráulicas à semelhança das que existem, representaria ganho na mitigação do problema de inundações desde que seja devidamente planeada e construída para responder com eficácia aos seus afins.

4.3 Discussão dos dados

4.3.1 Delimitação da bacia hidrográfica do caso de estudo

Através de curvas de níveis foi possível delimitar a área da bacia hidrográfica, que vai permitir analisar a proveniência e o sentido de escoamento da água pluvial que se concentra no quarteirão 10 do bairro Fixi. A figura abaixo ilustra os contornos da bacia, as linhas naturais de água, a orientação das linhas naturais de água, a linha que representa a maior extensão de escoamento e os prováveis pontos para construção de bacias de retenção que irão receber a água contribuída pela zona alta. Com base na principal linha natural da água foi possível determinar o tempo de concentração para o cálculo da intensidade da chuva indispensável na quantificação do caudal de pico.

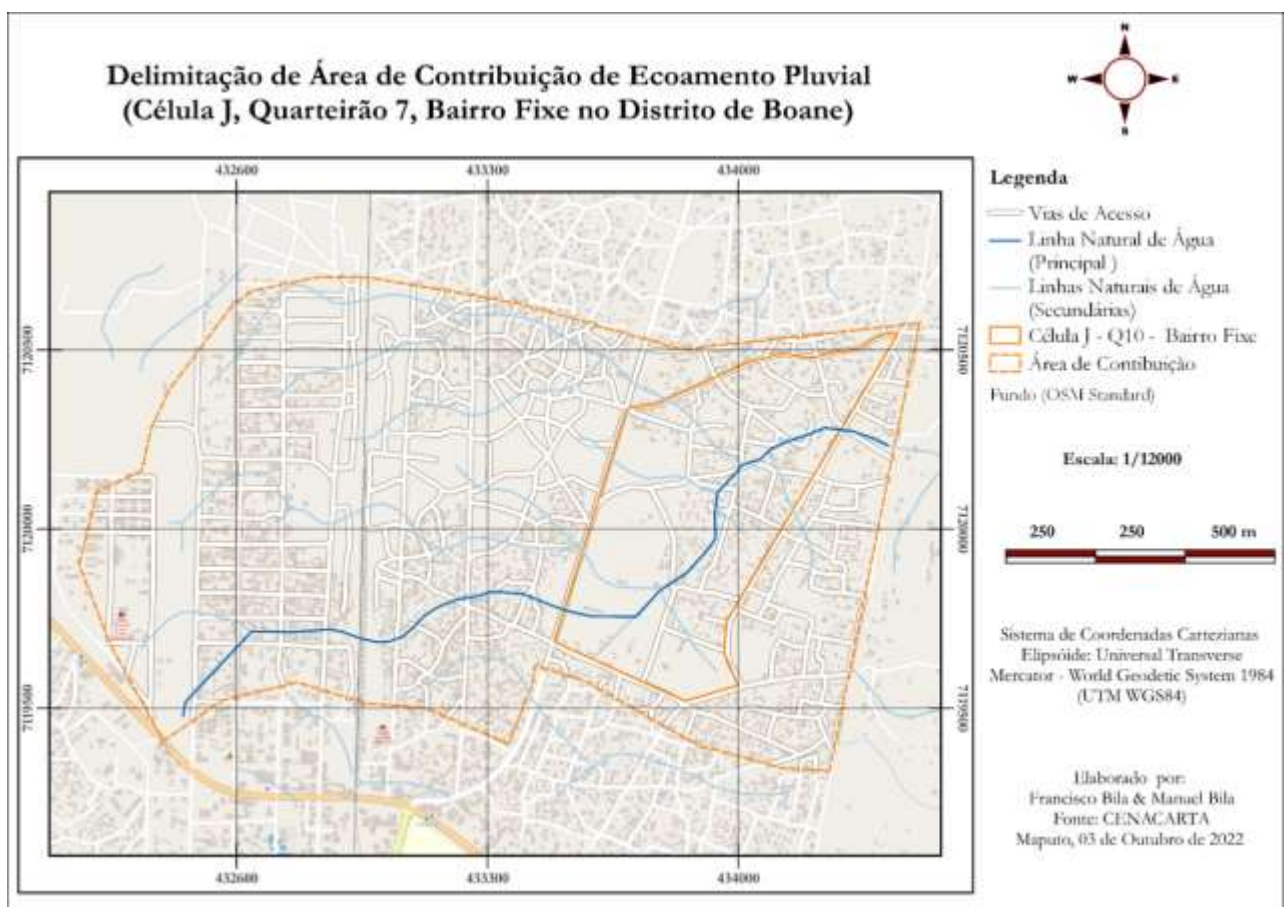


Figura 14. Bacia hidrográfica do caso de estudo Fonte: CENACARTA

Tabela 7. Dados da bacia delimitada

Período de retorno	T=5 Anos	
Parâmetros da curva I-D-F	a	694,504
	b	-0,593
Tempo em (min)	36,099	
Tc (min)	36,099	
Intensidade da chuva (m/h)	0,083	
Área da bacia (m ²)	2360000	
Curso principal: L (Km)	2,43	
Declividade S (m)	47	
Declividade percentual S (%)	0,193	

RSPDAEDARS, 2003 (de Julho) estabelece que expressão analítica das curvas I-D-F para Maputo que permite obter o valor da intensidade precipitação (I) é a seguinte:

I(mm/h)= onde: t(min).

SUDERHSA/CH2MHILL 2002.

Tabela 8. Valores de coeficientes de escoamento (C). Fonte: MORANO (2006)

Zonas de aplicação do coeficiente	Coeficiente volumétrico de escoamento (C)
Zona rural	0,25
Zona suburbana	0,40
Zona urbana	0,60
Zona urbana central	0,80

4.3.2 Cálculos de referência

Diferença de elevação – H	Declividade do curso principal da água – Dc
$H = c_{max} - c_{min}$	$Dc = \frac{(Cota_{maxima} - Cota_{minima})}{L}$
$H = (61 - 14) \quad H = 47m$	$\frac{(61 - 14)}{2430} \quad 0,0193m/m$

Tc- tempo de concentração eq. 04	(I)-precip. I(mm/h); t(min)	(Q) Mét. Racional
$Tc = 85,2 \times \left(\frac{L}{H}\right)^{0,385}$	$I(mm/h) = a * t(min)^b$	$Q = \frac{C \times I \times A}{3600}$
$Tc = 85,2 \times \left(\frac{2,43}{47}\right)^{0,385}$	$I = 694,504 * 53,58^{(-0,593)}$	$Q = \frac{0,6 \times 0,06525 \times 2360000}{3600}$
$Tc = 53,958 \text{ Minutos}$	$I = 65,247mm/h \approx 0,06525 m/h$	$Q = 25,663 (m^3/s)$

Volume de armazenamento e caudal específico pelo método (Holandês)

$(Q_{\text{especifico}})$	$qs = \frac{6 \times Q}{(C \times A)}$	$qs = \frac{6 \times 25,665}{(0,6 \times 236)}$	$qs = 1,0875 \text{ mm/min}$
<p>Volume de armazenamento (m³)</p> $Va = 10 \times \left[\frac{-bqs}{(1 + b)} \right] \times \left[\frac{60 \times qs}{a \times (1 + b)} \right]^{\frac{1}{b}} \times C \times A$ $Va = 10 \times \left[\frac{-(-0,59383) \times 1,0875}{(1 - 0,59383)} \right] \times \left[\frac{60 \times 1,0875}{694,504 \times (1 - 0,59383)} \right]^{\frac{1}{(-0,593)}} \times 0,6 \times 236$ <p>$Va = 26584,33 \text{ m}^3$</p>			

<p>V_a</p> <p>q_s</p> <p>C</p> <p>a,b</p> <p>Q</p> <p>A</p>	<p>- Volume de armazenamento (m³);</p> <p>- Caudal específico efluente, ou seja, o caudal por área activa da bacia de drenagem (mm/minuto);</p> <p>- Coeficiente de escoamento;</p> <p>- Parâmetros da curva Intensidade-Duração-Frequência</p> <p>- caudal máximo efluente (m³/s);</p> <p>- Área da bacia de drenagem (ha)</p>
---	---

4.4 Tabela de cálculo da bacia baseado no método racional

O uso do método racional no cálculo do caudal de pico (Q), tem a ver com os requisitos e dados característicos da bacia em estudo que estão em concordância com o mesmo. Enquanto o volume de armazenamento (V) calculado a partir do Método holandês pela fórmula publicada no BR 2003 de 1 de Julho; o caudal de pico depende da variação do coeficiente de escoamento superficial que é influenciado pela acção do Homem no processo natural do ciclo hidrológico, e que é proporcional às impermeabilizações devido as mudanças que o mesmo provoca na bacia cuja sua tendência para (C=1), implica no aumento do caudal de pico e por conseguinte no volume da água por armazenar. Como horizonte de análise da variação do caudal para o caso de estudo, adoptou se o valor de C=0,6 que corresponde a zona urbana e de acordo com os valores de cálculo apresentados na tabela, quando o valor de C tende para C=1, resulta em valores máximos de escoamento assim como de armazenamento.

Tabela 9. Quantificação dos escoamentos da bacia delimitada Fonte: autor

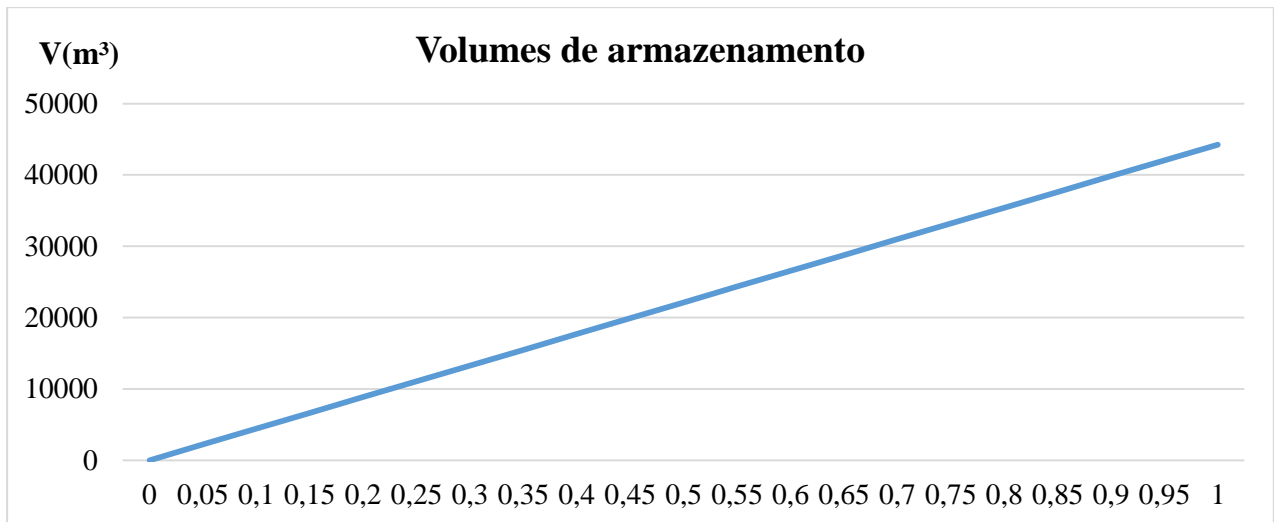
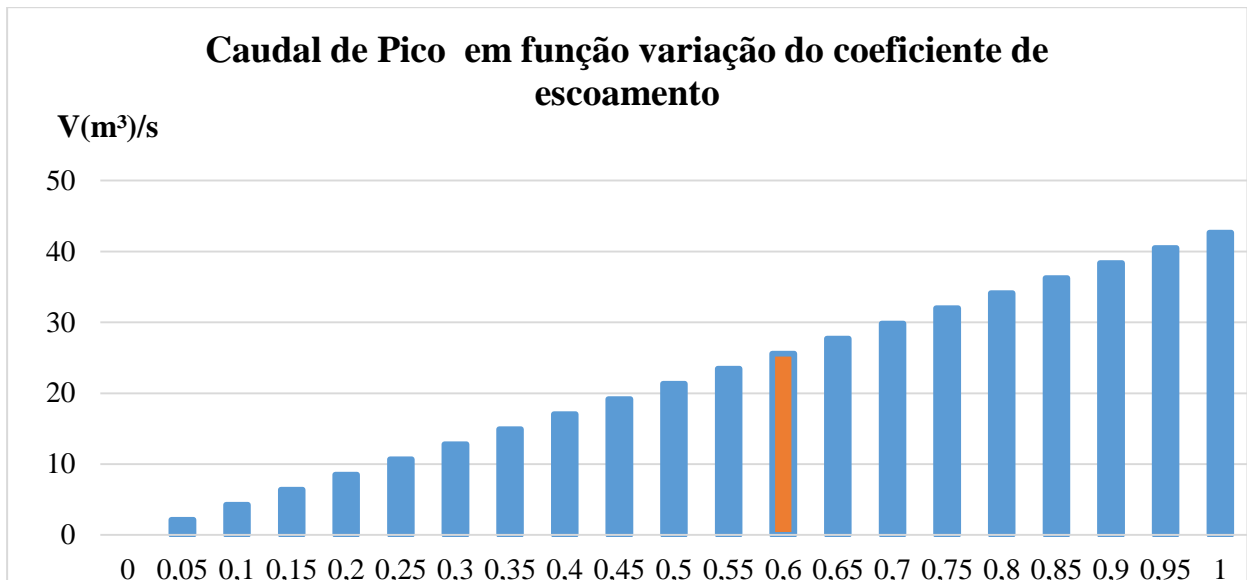
a	b	I (m/h)	C	A (m ²)	Q (m ³ /s)	qs (mm/min)	Vol. (m ³)
694,504	-0,59383	0,065032	0	2360000	0	-----	0
694,504	-0,59383	0,065032	0,05	2360000	2,132	1,084	2212,788322
694,504	-0,59383	0,065032	0,1	2360000	4,263	1,084	4425,576644
694,504	-0,59383	0,065032	0,15	2360000	6,395	1,084	6638,364966
694,504	-0,59383	0,065032	0,2	2360000	8,526	1,084	8851,153288
694,504	-0,59383	0,065032	0,25	2360000	10,658	1,084	11063,94161
694,504	-0,59383	0,065032	0,3	2360000	12,790	1,084	13276,72993
694,504	-0,59383	0,065032	0,35	2360000	14,921	1,084	15489,51825
694,504	-0,59383	0,065032	0,4	2360000	17,053	1,084	17702,30658
694,504	-0,59383	0,065032	0,45	2360000	19,184	1,084	19915,0949
694,504	-0,59383	0,065032	0,5	2360000	21,316	1,084	22127,88322
694,504	-0,59383	0,065032	0,55	2360000	23,448	1,084	24340,67154
694,504	-0,59383	0,065032	0,6	2360000	25,663	1,087	26583,45986
694,504	-0,59383	0,065032	0,65	2360000	27,711	1,084	28766,24818
694,504	-0,59383	0,065032	0,7	2360000	29,842	1,084	30979,03651
694,504	-0,59383	0,065032	0,75	2360000	31,974	1,084	33191,82483
694,504	-0,59383	0,065032	0,8	2360000	34,106	1,084	35404,61315
694,504	-0,59383	0,065032	0,85	2360000	36,237	1,084	37617,40147
694,504	-0,59383	0,065032	0,9	2360000	38,369	1,084	39830,18979
694,504	-0,59383	0,065032	0,95	2360000	40,500	1,084	42042,97812
694,504	-0,59383	0,065032	1	2360000	42,632	1,084	44255,76644

Descrição dos parâmetros da tabela. Font: autor

a;b	Parâmetros da curva I-D-F Maputo	A	Área de contribuição da bacia
I	Intensidade da chuva (m/h)	Q	Caudal de pico (m ³ /s)
C	Coefficiente de escoamento superficial	qs	Caudal específico (mm/min)
V	Volume de água acumulada (m ³)		

4.5 Resultados

A medida em que se agravam as condições de impermeabilização do solo, os valores de escoamento e armazenamento tendem para os mais insustentáveis provocando inundações na zona mais baixa. Os gráficos que se seguem ilustram essa tendência de agravamento das condições de escoamento cujo impacto recai sobre as construções localizadas nas zonas de afluência das linhas naturais de água.



Dimensões da Bacia de retenção

Recorrendo ao aplicativo, Google Earth foi possível estimar através do traçado de um polígono correspondente a **25000m²** de área disponível no quarteirão onde poderá se implementar a construção da bacia de retenção.

Dimensões da bacia de retenção				Volume de referencia 26553, m³			
Profundidade (m)	2	3	4	5	6	7	8
Área da bacia (m ²)	13276,73	8851,153	6638,365	5310,692	4425,577	3793,351	3319,182
Comprimento (m)	115,2247	94,08057	81,47616	72,87449	66,52501	61,59019	57,61235

Feitas as iterações tomando em conta a área disponível e variando a profundidade no intervalo de (2-8)m é possível construir uma bacia de retenção eficaz para o controlo de escoamentos superficiais produzidos na área delimitada.

Para mitigar o impacto dos factores que influenciam a ocorrência das inundações nas áreas urbanas à semelhança do bairro Fixi, passa pela construção de um sistema de drenagem de águas sem produzir impactos negativos no local da sua implementação bem como na zona a jusante, para o efeito a adopção de uma solução genérica com amortização de escoamentos a partir da parcela mais pequena da área da bacia (medidas de controlo), serve para reduzir o efeito final do escoamento durante a precipitação. A intercepção dos escoamentos através de adopção de medidas de controlo na fonte visa harmonizar a relação entre a precipitação na região, infiltração e o escoamento superficial (coeficiente de escoamento superficial) que pode retardar e evitar caudais de pico. E a projecção da rede de drenagem seguindo a orientação das linhas naturais de água é uma das soluções consideráveis.

- Com a realização desta pesquisa foi possível verificar e confirmar a hipóteses levantadas (A mitigação do impacto das inundações passa pela construção de infra-estruturas de mais sistemas de drenagem de águas pluviais sustentáveis nas áreas urbanas) no início deste trabalho que apontam a insuficiência de sistemas de drenagem, ocupação informal como alguns dos factores que influenciam as inundações naquele bairro. E que é possível adoptar algumas das soluções e medidas para amortizar os escoamentos superficiais reduzindo assim os impactos do caudal máximo durante a ocorrência das precipitações e minimizar os efeitos socioeconómico deste flagelo natural (inundações) recorrendo à construção de:
 - Um sistema de drenagem de raiz, bacias de retenção, bacia de detenção, poços de infiltração, pavimento poroso, trincheira de infiltração, bacia subterrânea, como forma de tornar as áreas urbanas localizadas nas zonas baixas mais sustentáveis e resilientes e reduzir a vulnerabilidade das famílias residentes;
 - A aplicação ou construção destas infra-estruturas de forma isolada ou combinada pode tornar as áreas urbanas localizadas em zonas baixas, mais sustentáveis e resilientes reduzindo a vulnerabilidade das famílias residentes em períodos chuvosos.

V CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.

5.1 Conclusões

Para o presente trabalho de pesquisa e de acordo com os objectivos propostos- **Avaliar os factores que influenciam à ocorrência de inundações no quarteirão-10 célula “J” bairro Fixi, Vila municipal de Boane**, pode se concluir que a mitigação dos impactos das inundações nas zonas urbanas passa pela:

- Construção de um sistema de drenagem capaz de responder com eficácia ao escoamento superficial;
- Aplicação correcta das medidas de controlo da bacia.

A delimitação da bacia permite o conhecer as características da área de contribuição, com a qual pode ser feito estudos da inclinação com o fim de melhor interpretar o sentido dos escoamentos;

Foi possível também entender que:

- As inundações que ocorrem nestas zonas derivam de diversos factores naturais conjugados, tais como: assentamentos informais, características do relevo do bairro, a redução da cobertura vegetal, o bloqueio de linhas naturais de escoamentos superficiais, a ineficácia do sistema de drenagem existente.
- A área disponível (25000 m²) possibilita a construção de bacia de retenção de escoamentos superficiais durante períodos chuvosos.

5.2 Recomendações

Feita a reflexão em torno das conclusões sobre as medidas de mitigação dos factores que influenciam as inundações na área de estudo recomenda-se:

- Identificar e mapear as trajectórias dos cursos naturais de água;
- Orientar o parcelamento tendo em conta o sentido das linhas naturais de água;
- Construção de valas e drenagem na orientação das linhas naturais de água como forma de minimizar transtornos em projectos futuros;
- Construção de sistemas de drenagem de raiz;
- Implementação das medidas de controlo em função do nível da evolução do processo de ocupação da terra;
- Manutenção, reabilitação e limpeza regular das obras hidráulicas existentes;

- Para minimizar os factores de natureza humana podem ser aplicando medidas preservação e conservação da cobertura verde com os objectivos de manter as condições naturais de infiltração das áreas ocupadas;
- Que a água contribuída seja gerida ao nível das pequenas parcelas (talhões) como forma de reduzir os caudais de escoamento e por conseguinte os efeitos da erosão;

Propor soluções necessárias para canalizar os escoamentos superficiais para armazenamentos temporários no local.

- Com recurso a programas multisectoriais de monitoria dos desastres naturais (inundações e outros), os governos locais, podem reduzir os problemas do défice de infra-estruturas e tornar as áreas urbanas em expansão mais sustentáveis e resilientes.

VI REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- MARQUES, A. S. at. All, *Hidrologia urbana Sistemas de drenagem de águas pluviais urbanas*. Lisboa.2013
- DA PAZ, A. R. *Hidrologia Aplicada*. 2004
- VAZ, A. C.&HIPÓLITO, J. R. *Hidrologia e Recursos Hídricos*. 2ª Edição 2000.
- TUCCI, C.E. M. *Gestão de Águas Pluviais Urbanas*. Brasil. 2005
- COSTA, C. B. & MANDLATE, L. P. *Saneamento básico, manual da disciplina de Hidráulica*. IIM. Maputo. 2003
- CARVALHO, J. A. *Obras hidráulicas*. EDITORA UFLA Lavras – MG 2009
- CARVALHO D. F. & SILVA L. D. B., *hidrologia capítulo 7. escoamento superficial*.2006
- TUCCI, C. E. M. *Aspectos Institucionais no Controle de Inundações*. In: I Seminário de Recursos Hídricos do Centro-oeste. Brasília. 1999
- SANTOS,K. R. *Inundações urbanas*. In: Um passeio pela literatura, 2012
- JÚNIOR, V. J. S; SANTOS, C. O. *A evolução da urbanização e os processos de produção de inundações urbanas*. In Artigo de revisão de literatura.2013
- MATOS, J. S. *Aspectos Históricos e Actuais da Evolução da Drenagem de Águas Residuais em Meio Urbano* Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura do Instituto Superior Técnico. Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa 2003
- MATIAS, M. G. B. *Bacias de Retenção estudo de métodos de dimensionamento*. Dissertação do grau de Mestre em Engenharia Civil da Universidade Porto. 2006
- VIOLA, H. *gestão de águas pluviais em áreas urbanas*. Dissertação de pós-graduação de engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. BRASIL. 2008, 26p.
- RAMOS A. M., *Influência das mudanças climáticas devido ao efeito de estufa na drenagem urbana de uma grande cidade*. Tese de pós-graduação em Engenharia Civil, do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. 2010
- BICHANÇA M. F. *Bacias de retenção em zonas urbanas como contributo para a resolução de situações extremas: cheias e secas*. Dissertação de Mestrado em Vias de Comunicação, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 2006

MACEDO, F.R.; SOUZA, M.L. de. *Elaboração de Perfil Topográfico Utilizando Softwares Vectoriais. Geomae, Campo Mourão, v.9, n.1,*

JUÍZO, D.& TUCCI, C. *Guião Metodológico para Elaboração de Planos de Mitigação de Riscos: Drenagem, Enchentes e Erosão*, edição M. O. P. H. R. H.2020

https://www.cm-caminha.pt/pages/1210?news_id=94 17:50 17-03-2022

TUCCI, C. E. M. *Águas urbanas*. In: estudos avançados. 2008

UNISDR, *Como Construir Cidades Mais Resilientes*. Genebra. 2017

TOMAZ, P. *Cálculos hidrológicos hidráulicos para obras municipais Capítulo 1 Conceito de reservatório de retenção (piscinão)*. 2002

LOURENÇO R. *Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentáveis*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Especialização em Construção Urbana. Instituto Politécnico de Coimbra. 2014

THILLEN, M. *Metodologia de pesquisa- acção*. São Paulo; 2009.

GIL, A.C. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. São Paulo.1991

GIL, A.C. *Como elaborar projectos de pesquisa*. 4ª Edição. São Paulo; Atlas, 2002

RICHARDSON, R.J. *Pesquisa Social: Métodos e Técnicas*. 3ª Edição. São Paulo: Atlas,1999.

VERGARA,S.C. *Projectos e Relatórios de Pesquisa em Administração*. São Paulo; Atlas 2009

REGULAMENTO DOS SISTEMAS PÚBLICOS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA E DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DE MOÇAMBIQUE 1 de Julho 2003 I-série número 26
Matias, M. G. B. *Bacias de retenção estudo de métodos de dimensionamento*, 2006

FANTI, E. I. B., *Drenagem Urbana: O que é e como funciona?* 2020.

SILVEIRA, A.L. *Desempenho de Fórmulas de Tempo de Concentração em Bacias Urbanas e Rurais*. Porto Alegre, RS. 2005

FRANCO, E. J., *Dimensionamento de Bacias de Detenção das Águas Pluviais com Base no Método Racional*. Curitiba, 2004

SANCHES, A. E., *Cartografia Relevo: Curvas de Nível, Nivelamento e cálculo de Volumes*. Manual 2017.

SANTINHO, M. S. at. all, *Matemática multimídia, Curvas de Nível*. Brasil.

MAE. *Perfil do distrito de Boane, província de Maputo* 2005

ANEXOS

Aspectos legais

Regulamento dos sistemas públicos de distribuição de água e de drenagem de águas residuais ARTIGO 93, dos Sistemas de drenagem de águas pluviais (1-4)

1. Na concepção de sistemas de drenagem de águas pluviais deverão ser cuidadosamente analisadas as áreas em que é possível promover a infiltração de águas pluviais e em que o escoamento se pode fazer superficialmente, tendo estes procedimentos como objectivo, em sistemas separativos, limitar a extensão da rede pluvial.

2. Sempre que possível dever ser praticado o estabelecimento de linhas de drenagem superficial através dos espaços livres, sob a forma de valetas ou valas largas e pouco profundas.

3. Devem também ser cuidadosamente analisadas soluções que interferindo quer ao nível da bacia hidrográfica, quer ao nível do sistema de drenagem propriamente dito, possam contribuir, por armazenagem, para a redução de caudais de ponta, de modo a reduzir o diâmetro dos colectores ou as dimensões das valas de drenagem para jusante.

4. Deverá ser evitada a opção por colectores enterrados em zonas afectadas significativamente por fenómenos de erosão e de transporte de sedimentos. Quando for inevitável a adopção de colectores enterrados, deve prever-se a instalação de órgãos adequados à retenção de sedimentos (incluindo caixas de areia), nos dispositivos de entrada na rede, e tomar medidas para a sua adequada manutenção.

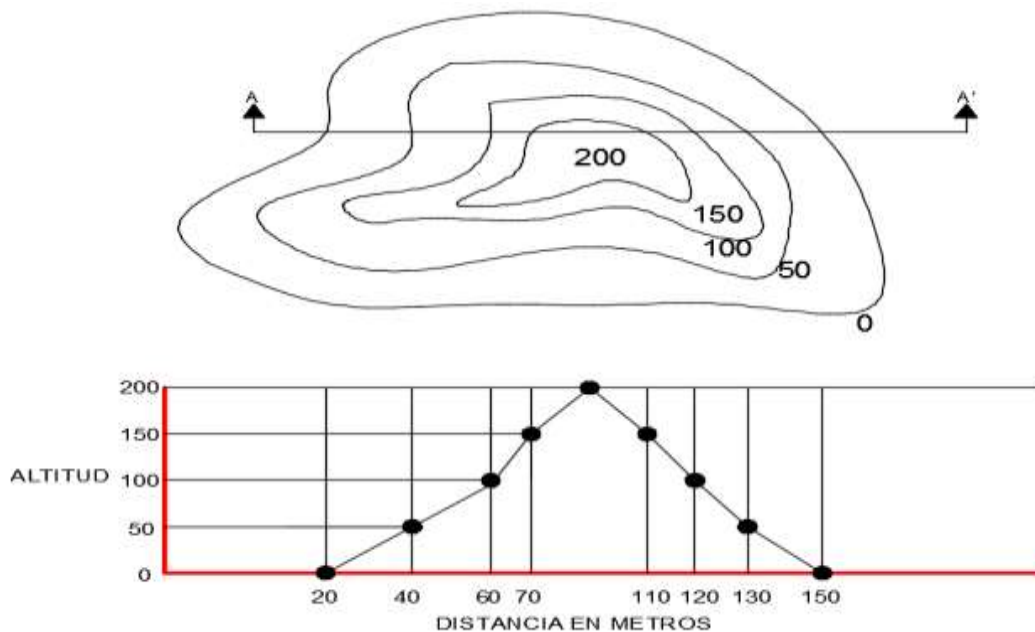


Figura 15 Representação gráfica de curvas de nível com a respectiva linha de perfil

Fonte: perfil <https://adenilsongiovanini.com.br/blog/perfil-topografico>. A cessado 12-06-2022

Glossário

Assoreamentos é o acúmulo de sedimentos (terra, lixo e matéria orgânica) no fundo de um rio.

Boca de lobo é um dispositivo em que sua forma é de caixa colectora de água pluvial e a mais comum no sistema de captação da chuva segundo Botelho (2011). Podem ser localizadas em finais de trecho de rua antes do cruzamento, antes da faixa de travessia de pedestres e parte mais baixa de quarteirão.

Esgoto cloacal domiciliar – esgoto sanitário

Perfis transversais: são cortes verticais do terreno ao longo de uma determinada linha, é obtido a partir da intersecção de um plano vertical com o terreno.

Vertente é o declive de um dos lados de uma montanha, por onde escoam a água da chuva. Neste caso é sinónimo de encosta. Em uma bacia hidrográfica, as vertentes são elementos fundamentais nos terrenos montanhosos, pois contêm grande parte da vegetação e estabelecem uma ligação entre o relevo e o leito fluvial.

Polígono - figuras planas e fechadas

Resistência - Opor resistência, não ceder, Suportar

Resiliência - capacidade de voltar ao estado normal

Impacto: repercussão, efeito, resultado, consequência, implicação,

Sub-húmido- Clima moderadamente Húmida

Localização e população do distrito de Boane

Distrito de Boane

O distrito de Boane está localizado a sudoeste da província de Maputo, sendo limitado a norte pelo Distrito de Moamba, a sul e este pelo Distrito de Matutuine. Foi elevada à vila pela resolução No o/87 de 25 Abril de 1987 e possui uma superfície de 815 Km²(MAE, 2005).

A população deste distrito é de 213 268 habitantes de acordo com os resultados do censo populacional de 2017.



INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA
DELEGAÇÃO PROVINCIAL DE MAPUTO



FOLHETO ESTATÍSTICO, 2018

DISTRITO DA BOANE

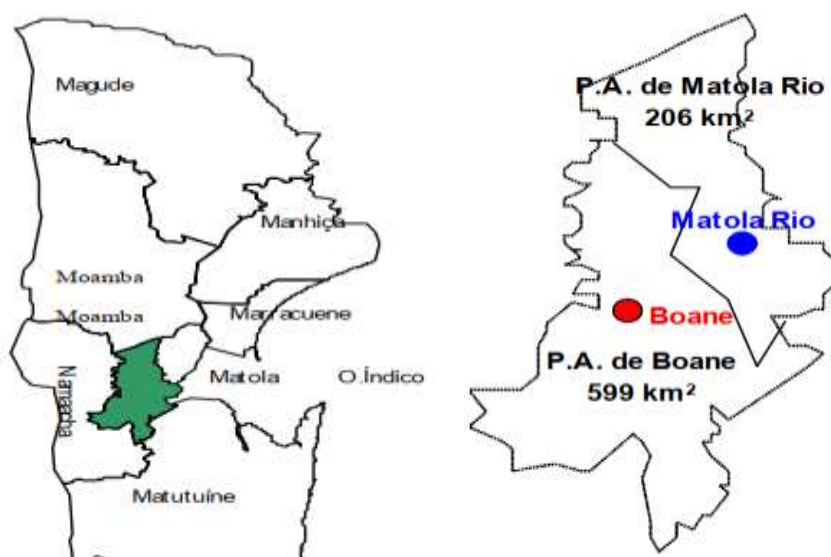
Indicadores Socio - Demográficos, 2018

População

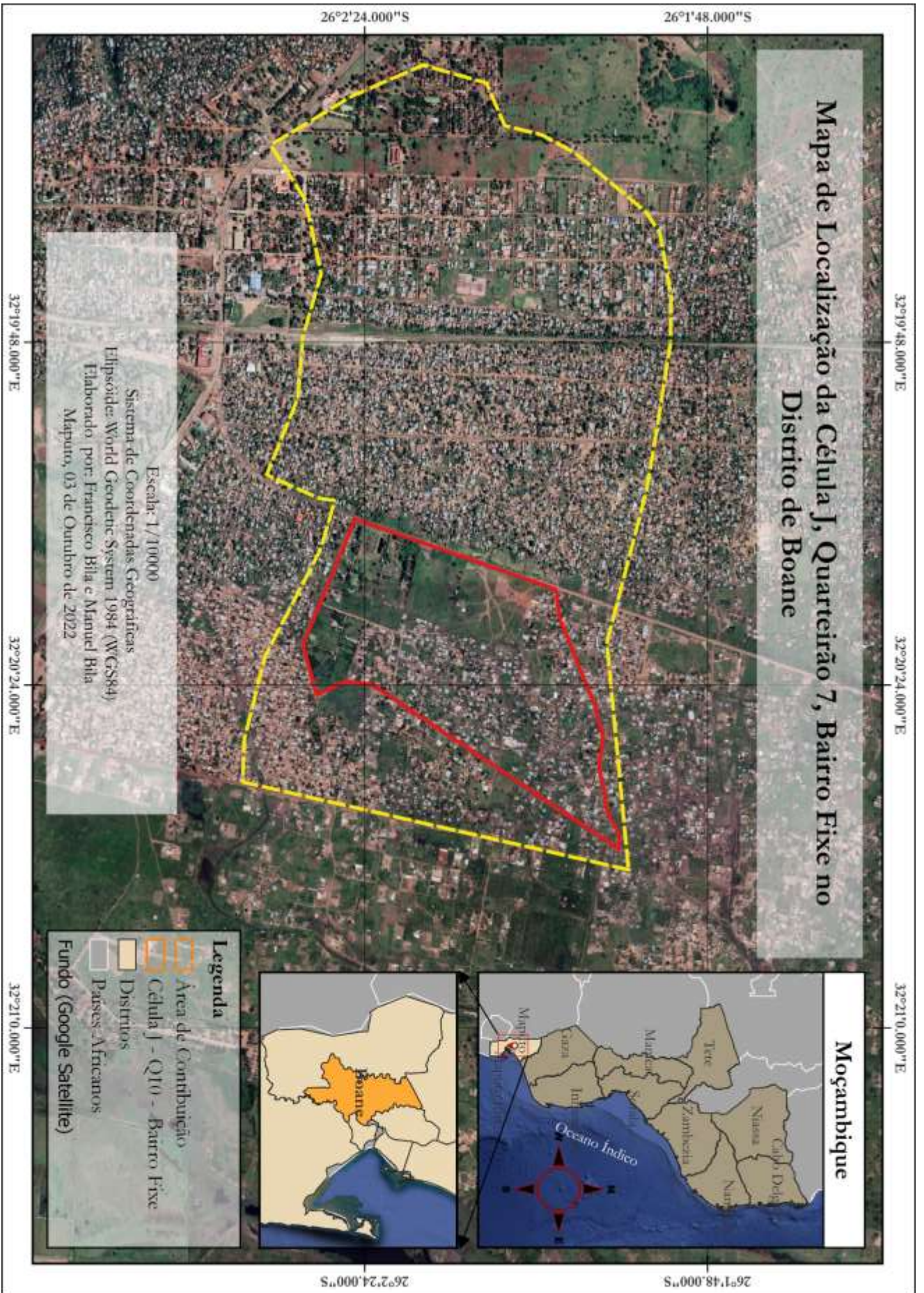
Total	Homens	Mulheres
213 268	103 206	110 062

Fonte: Resultados Definitivos do Censo Geral da Pop e Habitação 2017

O mapa do distrito de Boane na figura abaixo.



Fonte: perfil de Boane 2005



Delimitação de Área de Contribuição de Ecoamento Pluvial (Célula J, Quarteirão 7, Bairro Fixe no Distrito de Boane)



Legenda

-  Vias de Acesso
-  Linha Natural de Água (Principal)
-  Linhas Naturais de Água (Secundárias)
-  Célula J - Q10 - Bairro Fixe
-  Área de Contribuição
-  Fundo (OSM Standard)

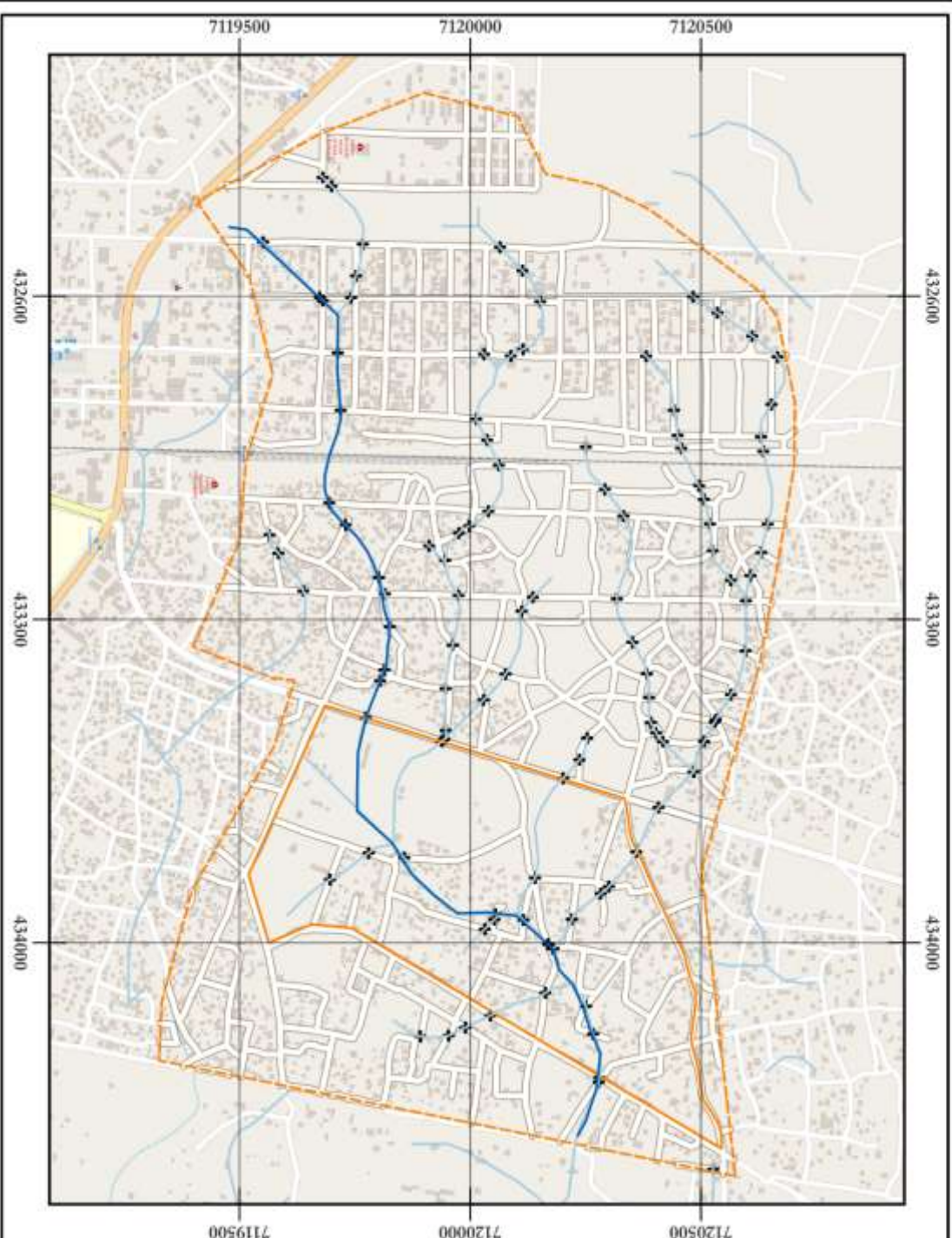
Escala: 1/120000



Sistema de Coordenadas Cartezianas
Elipsóide: Universal Transverse
Mercator - World Geodetic System 1984
(UTM WGS84)

Elaborado por:
Francisco Bila & Manuel Bila
Fonte: CENACARTA
Maputo, 03 de Outubro de 2022

Intersecção entre Linhas Naturais de Água e Vias de Acesso (Célula J, Quarteirão 7, Bairro Fixe no Distrito de Boane)



Legenda

- + Pontos de Intersecção (111)
- Vias de Acesso
- Linha Natural de Água (Principal)
- Linhas Naturais de Água (Secundárias)
- Célula J - Q10 - Bairro Fixe
- Área de Contribuição

Fundo (OSM Standard)

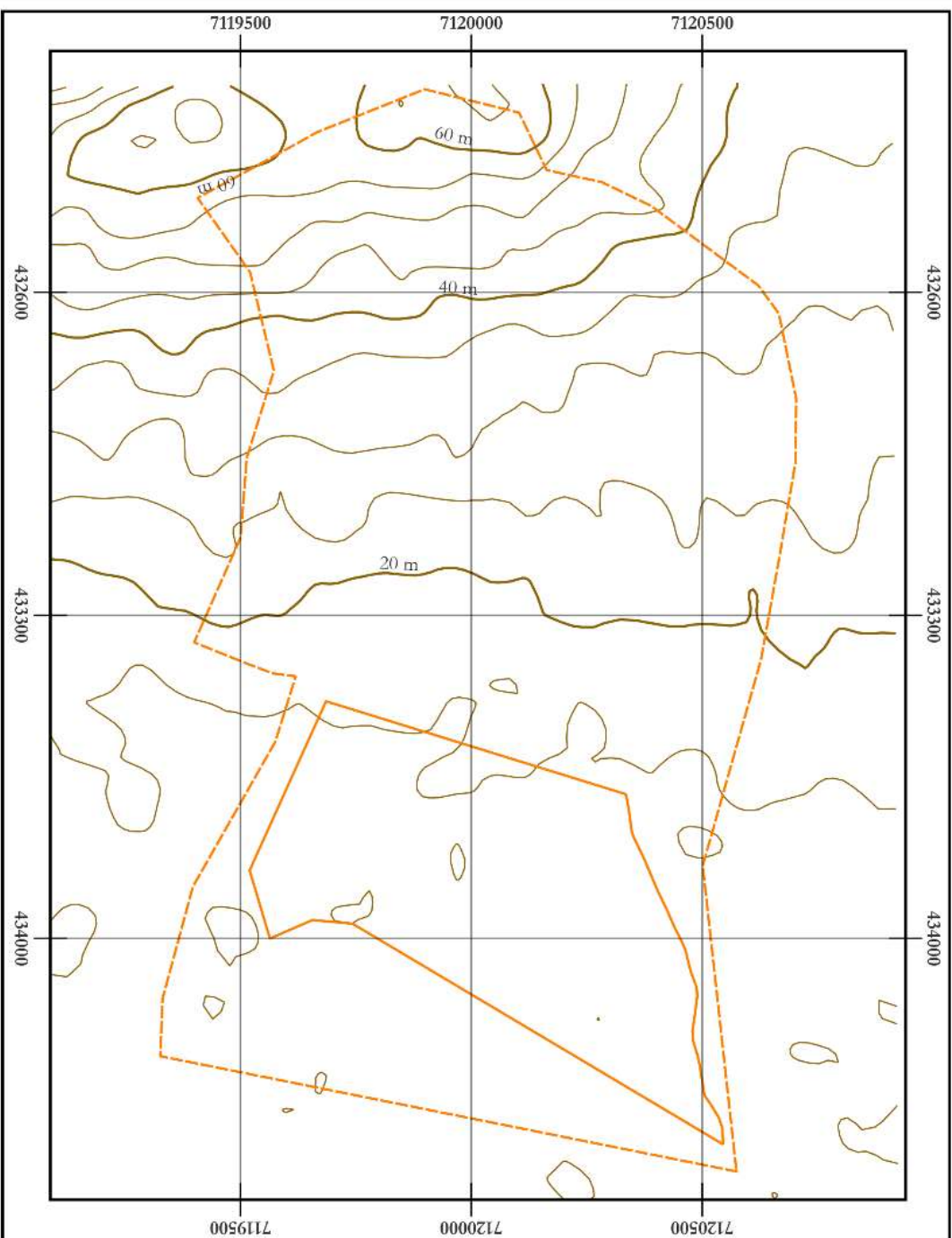
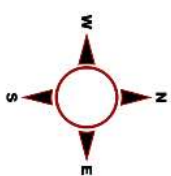
Escala: 1/12000



Sistema de Coordenadas Cartezianas
Elipsóide: Universal Transverse
Mercator - World Geodetic System 1984
(UTM WGS84)

Elaborado por:
Francisco Bila & Manuel Bila
Fonte: CENACARTA
Maputo, 03 de Outubro de 2022

Caracterização do Relevo da Célula J, Quarteirão 7, Bairro Fixe no Distrito de Boane



Legenda

- Curvas de Nível (Intermediária)
- Curvas de Nível (Mestra)
- Área de Contribuição
- Célula J - Q10 - Bairro Fixe

Escala: 1/12000



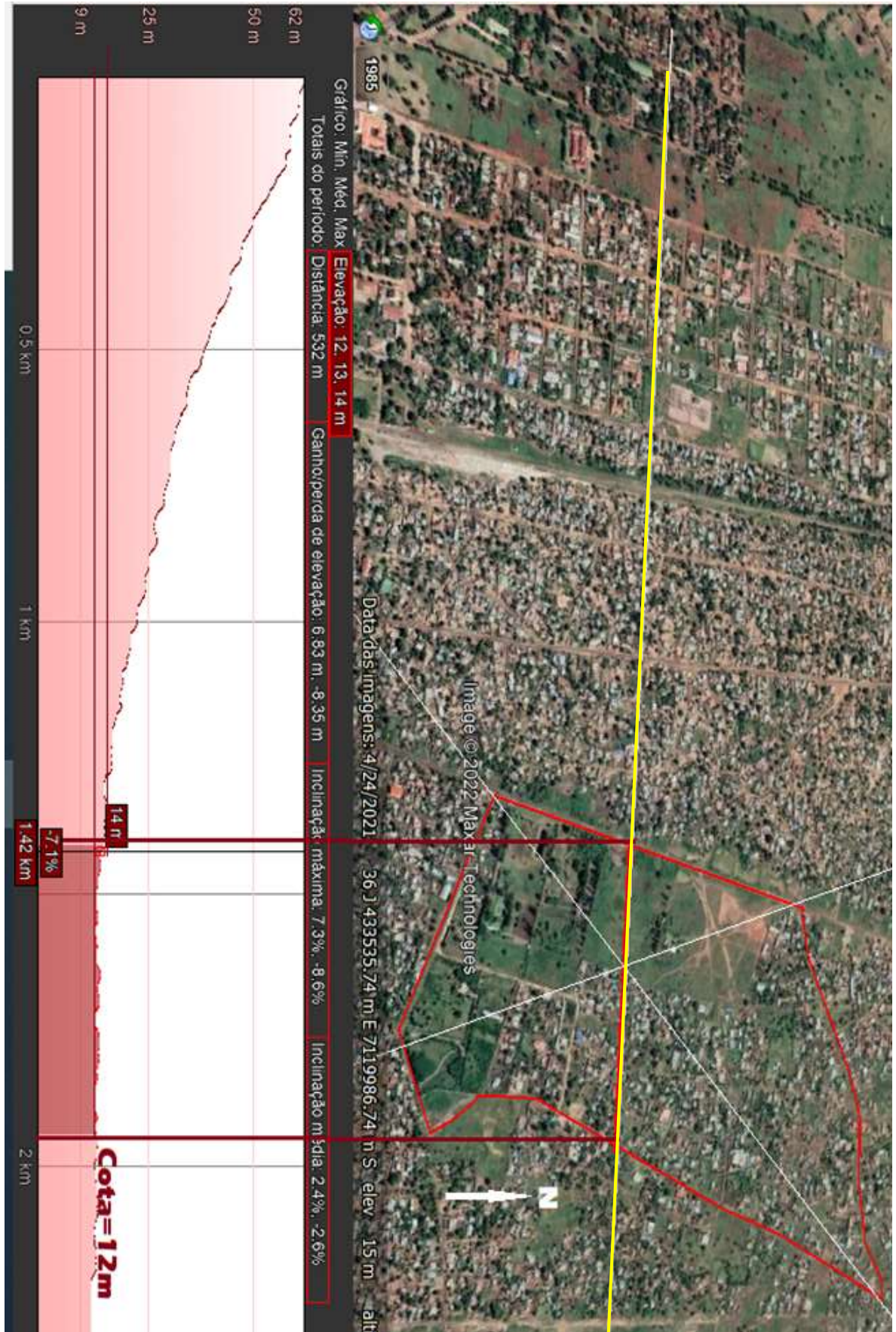
Sistema de Coordenadas Cartezianas
 Elipsóide: Universal Transverse
 Mercator - World Geodetic System 1984
 (UTM WGS84)

Hquidistância entre as Curvas de Nível:
 05 m

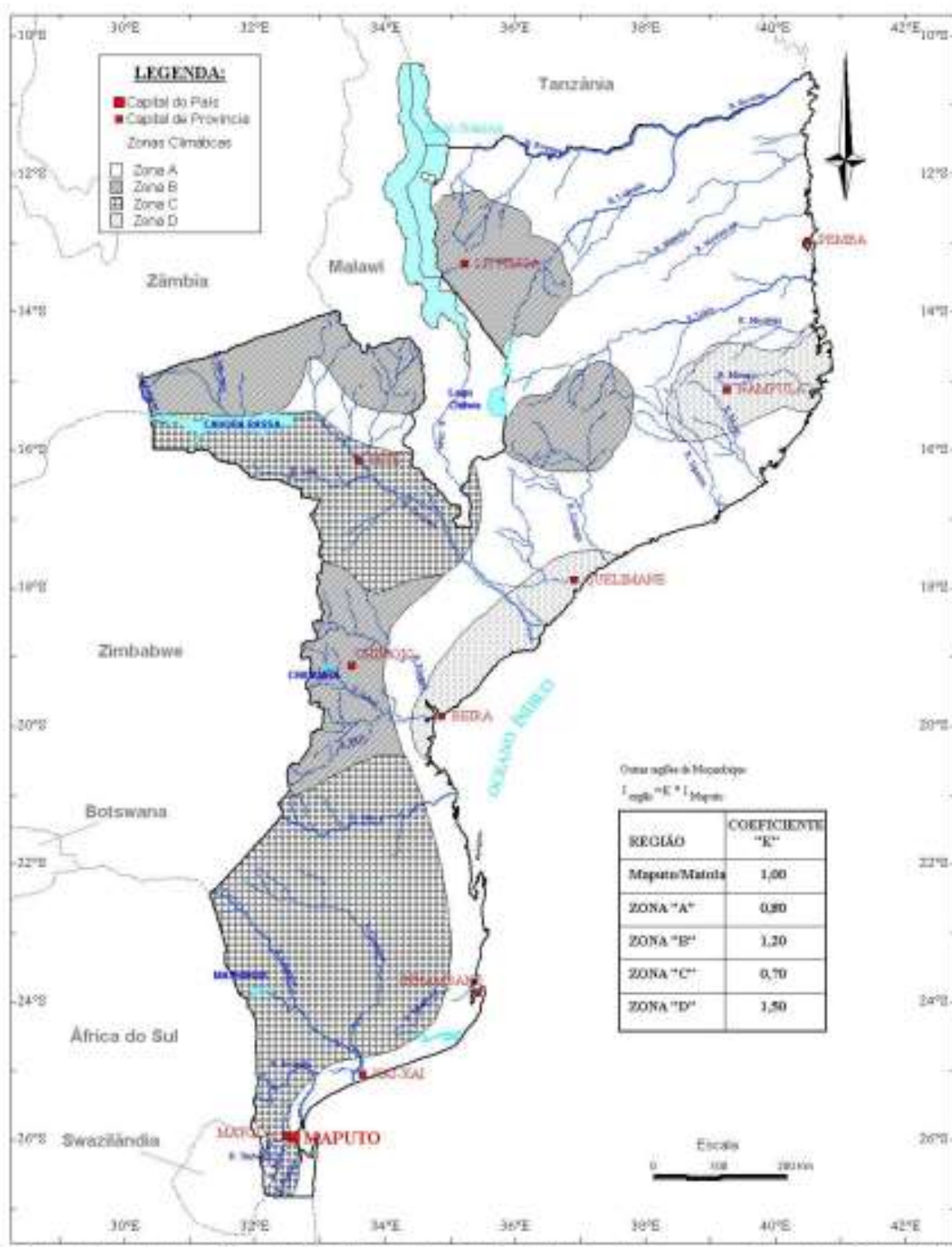
Elaborado por:
 Francisco Bila & Manuel Bila
 Data de Elaboração: 03 de Outubro de
 2022

Fonte: CENACARTA

Representação do relevo da área de estudo através da linha de perfil topográfico



Regiões pluviométricas de Moçambique



Fonte: RSPDADAR

Dimensionamento da Bacia de retenção da área de estudo pelo procedimento do RSPDAEDARS, 2003

Dados da Bacia

O período de retorno, artigo 106, foi considerado de 10 anos tendo em conta a exposição ao risco que os residentes se encontram devido a morfologia do relevo, zona baixa e com tendências a uma planície.

Tempo de concentração, Artigo 104, “tempo de concentração é a soma do tempo inicial com o tempo de percurso” $T_p + T_b = T_c$

T_b ou T_i – Tempo inicial 15 minutos

Tempos iniciais (para bacias de cabeceira):

Inclinação do terreno	AI < 50% (min)	AI > 50% (min)
muito inclinado	5.0	5.0
inclinado	10.0	7.5
médio e plano	15.0	10.0

T_p - Tempo de percurso

Velocidades medias aproximados de escoamentos superficiais (m/s), Chow at all 1988

Tipo de escoamento	Declive do terreno (%)			
	0 - 3	4 - 7	8 - 11	12 - 15
Escoamento não canalizado:				
Bosques e florestas	0 - 0,5	0,5 - 0,8	0,8 - 1,0	1,0 -
Pastos	0 - 0,8	0,8 - 1,0	1,0 - 1,3	1,3 -
Terrenos cultivados	0 - 0,9	0,9 - 1,4	1,4 - 1,7	1,7 -
Terrenos urbanizados	0 - 2,6	2,6 - 4,1	4,1 - 5,2	5,2 -
Escoamento em canal:				
Canal natural mal definido	0 - 0,6	0,6 - 1,2	1,2 - 2,1	2,1 -
Canal bem definido	Cálculo por uma fórmula de regime uniforme (e.g. Manning-Strickler)			

$$T_p = \frac{L}{V}$$

$$T_p = \frac{2430m}{2,6m/s}$$

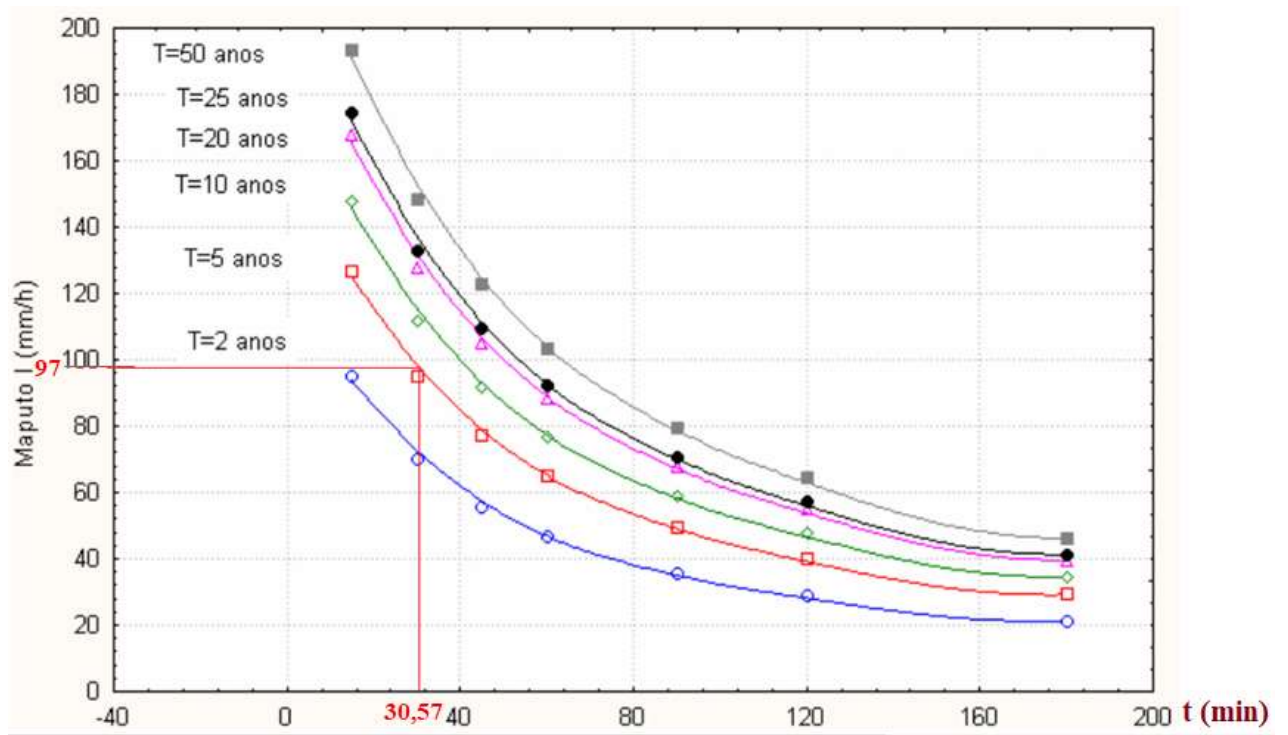
$$T_p = 936,61s$$

$$T_p = 15,57 \text{ minutos}$$

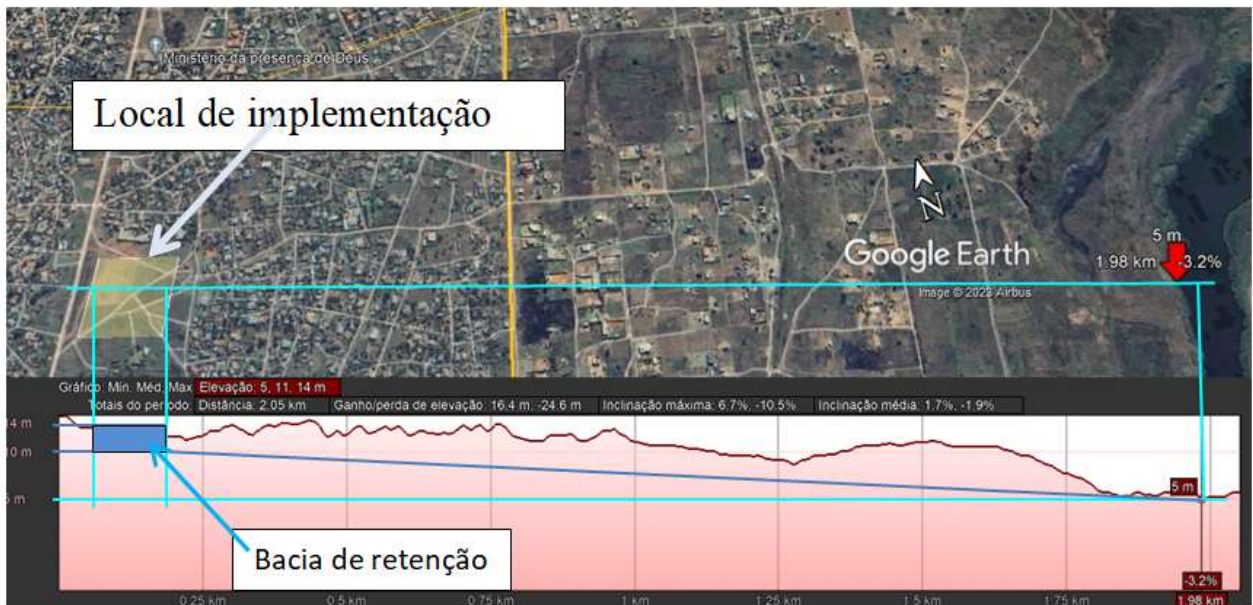
Onde, L- comprimento do curso principal (2,43m= 2430m) e V- velocidade, depende da inclinação e o tipo de uso do solo (2,6m/s).

$$T_c = 15 + 15,57 \quad T_c = 30,57 \text{ minutos.}$$

Intensidade da precipitação, pelas curvas IDF do anexo 11 do mesmo regulamento



Perfil topográfico do relevo da área de implementação da Bacia de retenção



Dados

Período de retorno		T=10 Anos
Parâmetros da curva I-D-F	a	797,3841
	b	-0,5869
Tempo em (min)		30,57
Tc (min)		36,099
Intensidade da chuva (m/h)		0,097
Área da bacia (m ²)		2360000
Curso principal: L (Km)		2,43
Declividade S (m)		47
Declividade percentual S (%)		0,193

Caudal de pico

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3600}$$

$$Q = 42,14 \text{ m}^3/\text{s}$$

(Q_{específico})

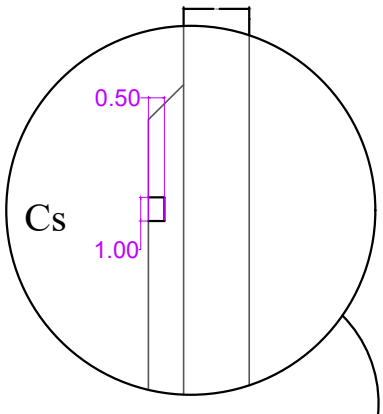
$$qs = \frac{6 \times Q}{(C \times A)}$$

$$qs = 1,785 \text{ mm/min}$$

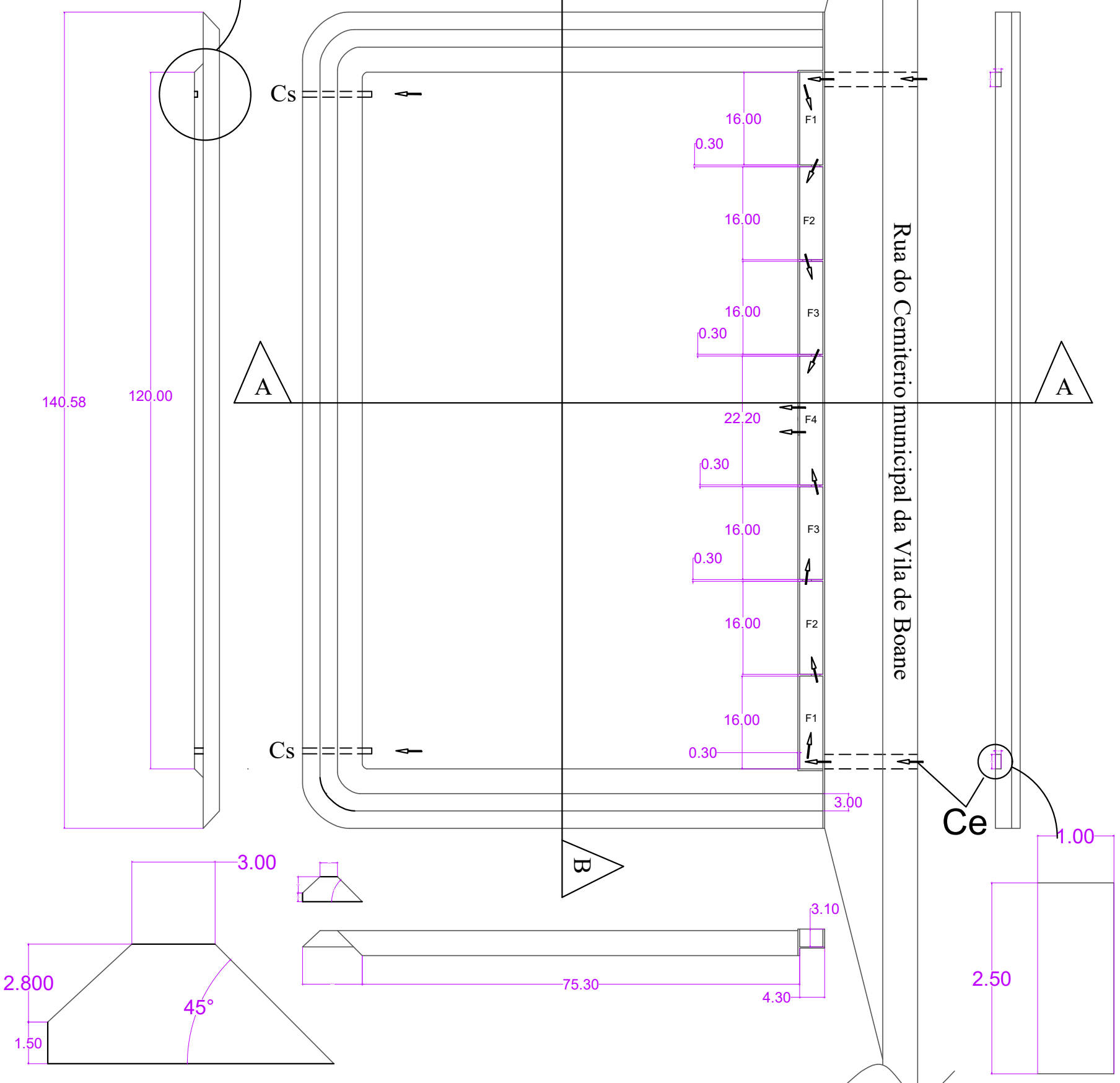
$$\text{Volume de armazenamento artigo 156. } Va = 10 \times \left[\frac{-bqs}{(1+b)} \right] \times \left[\frac{60 \times qs}{a \times (1+b)} \right]^{\frac{1}{b}} \times C \times A$$

$$Va = 24348,5 \text{ m}^3$$

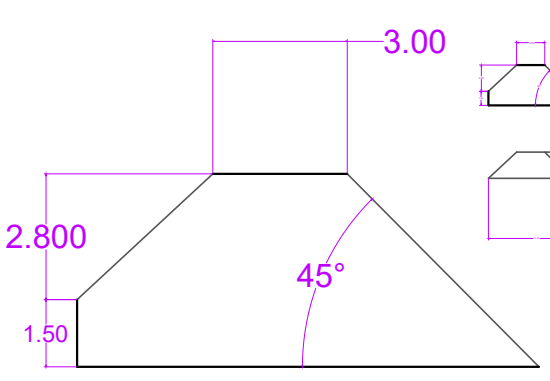
Dimensões da bacia de retenção							
Volume de referência 24348,54 m ³							
Profundidade	2,6	3	4	5	6	7	8
Área	9364,822	8116,179	6087,134	4869,707	4058,089	3478,362	3043,567
Lado	96,77201	90,08984	78,02009	69,78329	63,70313	58,97764	55,16853



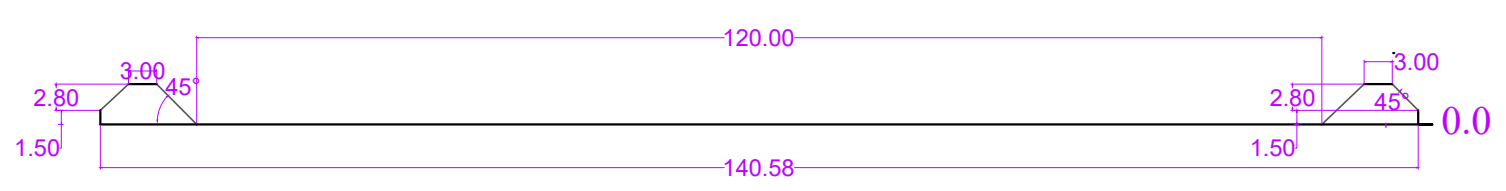
→ Sentido dos escoamentos
 Fi- Filtro-i
 Ce- Canal de entrada na Br.
 Br. Bacia de Retencao
 Cs- Canal de Saida na Br.



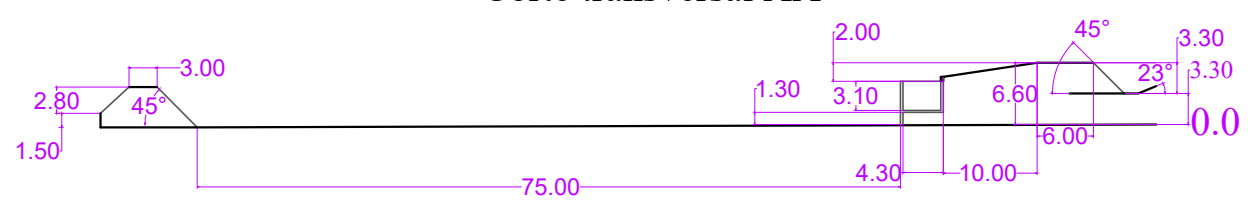
Bacia de Retencao Proposta



Corte longitudinal BB



Corte transversal AA





FACULDADE DE ENGENHARIAS E TECNOLOGIAS- FET

Campus Universitário de Lhanguene, Av. do Trabalho nº2482, Cidade de Maputo,
Cell: +258 82 241 4880/860628899, correio electrónico: secretariaestec@up.ac.mz, website: www.up.ac.mz

CREDENCIAL

À CONSELHO MUNICIPAL DA VILA DO DISTRICTO DE BOANE

Credencia-se o(a) FRANCISCO ADELINO BILA,
Portador(a) do Bilhete de Identidade 110400170727M, emitido pelo Arquivo de
Identificação Civil de MAPUTO, aos 29 de JANEIRO de 2019
Filho(a) ADELINO BILA e de BELARMINA MATSINHE,
estudante do 5 Ano do Curso de LING. ENG. CONSTRUÇÃO CIVIL, a fim de
efectuar a recolha de dados para O TRABALHO DE CULMINAÇÃO DO CURSO junto aos
especialistas na área de PLANEAMENTO E INFRAESTRUTURAS.

Mais se informa que a duração da consulta será de 45 dias.

Maputo, aos 16 de DEZEMBRO de 20 21





MUNICÍPIO DE BOANE

**VEREAÇÃO DE ADMINISTRAÇÃO E FINANÇAS
SECÇÃO DE RECURSOS HUMANOS**

**Exmo. Senhor
Francisco Adelino Bila
Boane**

Nota n.º 190/CMVB/VAF/SRH/SIC/001.5/2021

Boane, 29 de Dezembro de 2021

ASSUNTO: Pedido de Recolha de Dados

Em relação ao pedido formulado pelo requerente acima mencionado, estudante do 5º ano do nível Superior *do curso de Engenharia e Construção Civil, na Faculdade de Engenharias e Tecnologias*, que solicita a Vossa Excia a autorização de pedido de recolha de dados, **Recaiu o seguinte despacho:**

‘Autorizo’.

O Presidente do Conselho Municipal

Jacinto Lapido Loureiro

30 / 12 / 2021

A Vereadora de Administração e Finanças



Hermínia António Timrane
(Tec. Sup. Adm. Púb. N1)