

Vol XVI, Núm 1, jan-jun, 2023, pág. 248-261.

## ANÁLISE DE RISCOS DA INUNDAÇÃO URBANA NA CIDADE DA BEIRA-MOÇAMBIQUE<sup>1</sup>

Chanel Carlos Mário  
Mário Silva Uacane

### RESUMO

As constantes inundações que tem assolado a cidade da Beira em cada época chuvosa constituem uma seria preocupação para os habitantes desta unidade territorial no seu quotidiano. Assim, o objectivo deste artigo é analisar os possíveis riscos decorrentes de inundações urbanas na Beira particularmente na época chuvosa. Para a materialização do estudo, recorreu-se a consulta bibliográfica, observação directa acompanhado de Check list, análise de documentos referentes a riscos hidrológicos na cidade da Beira fornecidos pelo INGD e uso do software ArcGIS 10.4 na elaboração de mapas da cidade da Beira tanto para enquadramento geográfico quanto para representação dos fenómenos de inundação urbana e factores de risco associados. Para análise de riscos decorrentes de inundações urbanas foi elaborado e analisado o mapa de altimetria local conjugando as áreas de inundações observadas nas épocas chuvosas mais recentes. Quanto aos resultados o estudo identificou os seguintes bairros vulneráveis aos riscos das inundações; Manga Mascarenhas, Manganhe, Vaz, Munhava Matope, Dunda, Mungaça, Chota, Chinguissura, Inhamizua, Matadouro e apurou principais riscos como desabamentos de habitações em comunidades frágeis que culmina em perdas de vidas humanas e perdas de culturas agrícolas e desalojamento, que por sua vez contribui para o atraso ao desenvolvimento socioeconómico das comunidades, neste contexto foram sugeridas acções para sua respectiva mitigação.

Palavra-chave: Risco; Inundação Urbana; Beira

### ABSTRACT

The constant floods that have plagued the city of Beira in each rainy season are a serious concern for the inhabitants of this territorial unit in their daily lives, the purpose of this article is to analyze the possible risks arising from urban floods in Beira, particularly in the rainy season. For the materialization of the study, we resorted to bibliographic consultation, direct observation accompanied by Check list, analysis of documents referring to hydrological risks in the city of Beira provided by INGD and use of ArcGIS 10.4 software in the elaboration of maps of the city of Beira both for geographic framework and for the representation of urban flooding phenomena and associated risk factors. For the analysis of risks arising from urban floods, a local altimetry map was prepared and analyzed, combining the areas of flooding observed in the most recent rainy seasons. As for the results, the study identified the following neighborhoods vulnerable to the risks of flooding; Manga Mascarenhas, Manganhe, Vaz, Munhava Matope, Dunda, Mungaça, Chota, Chinguissura, Inhamizua, Matadouro and identified the main risks such as collapse of housing in fragile communities that culminates in loss of human life and loss of agricultural crops and displacement, which in turn since it contributes to delaying the socio-economic development of communities, in this context, actions were suggested for its respective mitigation.

**Keyword:** Risk; Urban Flood; Border

### 1. INTRODUÇÃO

Este artigo procura analisar possíveis riscos decorrentes de fenómenos de inundação urbana na cidade da Beira, tomando em consideração as características físico geográficas locais. Inundação urbana é um desafio enorme e crescente ao desenvolvimento nas cidades e pelo que se observa, é que a cidade da Beira nos últimos

<sup>1</sup> Com apoio do Fundo Nacional de investigacao (FNI)/Moçambique

anos esta a experimentar a expansão urbana caracterizada pela ocupação espacial irregular com maior enfoque em áreas propensas as inundações.

As inundações são fenómenos que, num curto período de tempo, podem causar grandes prejuízos económicos, sociais e consequências ambientais desastrosas, como a transição para zonas húmidas de terrenos ribeirinhos mais baixos, a destruição das zonas húmidas e a afetação da biodiversidade e libertação de produtos tóxicos devido ao alagamento de estações de tratamento de águas residuais ou de fábricas (Gomes, 2009). A inundaç o na cidade da Beira representam um risco grave, visto que tem resultado em preju zos consider veis e at  irrepar veis para as comunidades. Um conjunto de factores pode ser relacionado quanto   ocorr ncia das inunda es e por seu turno colocam as comunidades fr geis em situa es de perigo, toda via quando ocorre chuvas, tem se observado parte da popula o clamando pelo impacto das inunda es, colocando varias entidades preocupadas.

Para Oliveira (2002), os preju zos resultantes de inunda es contam-se a evacua o e desalojamento de pessoas e eventual perda de vidas humanas, o isolamento de povoa es, a danifica o da propriedade p blica ou privada; submers o e/ou destrui o de vias de comunica o, infra-estruturas e equipamentos, suspens o do fornecimento de bens ou servi os b sicos ( gua, electricidade, telefone, combust vel, etc.), semelhante ao que se verifica na cidade da Beira quanto aos impactos das inunda es. Al m dos preju zos apresentados pelo autor, destaca se tamb m a desordem no seio das comunidades e desesperan a social quanto o seu n vel de Vida.

A protec o de pessoas e bens, atrav s da minimiza o dos riscos associados  s inunda es urbanas constitui uma preocupa o crescente, face ao incremento de fenómenos de precipita o muito intensa, e de agita o mar tima, associados aos efeitos das altera es clim ticas, pelo que os mecanismos de gest o de inunda es assumem cada vez mais relev ncia, envolvendo diferentes entidades (Lneq, 1990). Ora, varias tem sido ac es para reduzir os seus impactos nas comunidades sobre tudo as que coabitam em  reas vulner veis   inunda es e esta pesquisa constitui Incentivo  s ac es de mitiga o e preven o, al m de servir de ferramenta de elabora o de novos planos de gest o de riscos das inunda es urbanas na cidade da Beira.

Há um conjunto de factores que estão na origem da inundação urbana. A urbanização mal planejada e gerida também contribui para o perigo crescente de inundação devido à mudança inadequada do uso do solo. Enquanto as cidades incham e crescem para acomodar o aumento populacional, a expansão urbana em larga escala ocorre frequentemente na forma de desenvolvimento não planejado, em áreas alagáveis, costeiras e para o interior dos países, bem como em outras áreas sujeitas a inundações (Robin e Lamond, 2012).

As inundações urbanas podem ter origens diferentes de acordo com os factores desencadeantes, dos quais se destacam: chuvas prolongadas originando cheias dos grandes rios; subida da temperatura com fusão de grandes quantidades de neve (cheias de fusão); chuvas intensas com cheias de pequenos e médios cursos de água; chuvas intensas juntamente com sobrecarga dos sistemas de drenagem artificiais da cidade; subida da toalha freática; galgamentos marinhos (no caso das cidades costeiras) (Tucci e Bertoni, 2003).

### 3. METODOLOGIAS APLICADAS

Para a produção deste artigo, baseou se no método da pesquisa bibliográfica que consistiu na investigação bibliográfica em material electrónico já publicado referente às inundações, desde; jornais, artigos científicos e os meios de comunicação oral, como rádios, fotografias. No contexto desta pesquisa este método auxiliou na compressão dos riscos de inundações e suas manifestações assim como as medidas que têm sido aplicadas para a sua mitigação. Mas também foi feita a consulta documental do material em formato físico disponibilizado pelo Instituto Nacional de Gestão de Desastres-INGD-Beira, este material refere se a planos de contingência de inundações na cidade da Beira, relatórios de impactos socioeconómicos das inundações de 2019 a 2022 e mapas temáticos de riscos hidrológicos da cidade da Beira.

E com o objectivo de apurar os factos nas áreas de maior ocorrência de inundações fez se a pesquisa do campo para a observação “*in loco*” de vestígios das inundações das áreas identificadas e mapeadas no momento foram extraídas imagens através de câmaras fotográficas e recolha de dados através de *Check List*. Para a identificação de áreas de risco de inundações na cidade da Beira foram aplicadas as técnicas cartográficas seguindo se os procedimentos seguintes; Para produção de mapa de risco da inundação urbana na cidade da Beira, primeiro foi obtida a imagem de satélite do sensor Landsat 8, ou seja

Modelo digital do terreno (MDT) numa plataforma online no endereço (<http://www.usgs.gov>) do ano 2021, onde foi aplicado análise Multicritério: Processo Analítico Hierárquico (PAH) que ajuda a identificar áreas com risco potencial a inundação. Esse método contribui na melhoria da gestão dos recursos ambientais.

Para tal, na elaboração e sobreposição dos dados foi usado ArcGIS 10.4. A partir do ArcToolbox: ferramenta Data Management Tools/Raster/Clip foi possível recortar área de interesse. Na ferramenta Spatial Analyst Tools/Surface/Slop gerou-se o mapa de declividade em formato raster. Através da ferramenta Mapa Algebra/Raster Calculator foi aplicado a seguinte formula:  $MDT\ Fill \text{ --- } Flow\ accumulation \text{ - declividade em grau - -- radiação de declividade} = (Slop\ em\ grau * 1.570796)/90 \text{ --- } Tan\ Slop \text{ --- con } (slop > 0, tan(slop), 0.001) \text{ - Flow accumulation} = (flow\ accumulation + 1) * cell\ size \text{ -- } TWI = Ln (Flow\ accumulation / Tan\ Slop)$ . Feito cálculos, foram reclassificados todos os resultados obtidos usando a ferramenta Reclassify.

Dada a natureza do modelo de mapas em pertinência foi feita análise de declividade digital. Na sequência, foi aplicado a ferramenta Overlay/Weighted Overlay para juntar os resultados obtidos através de cálculos para poder sair mapa final que é de risco de inundação. Os parâmetros para determinação de classes de riscos de inundações constam na tabela 1.

Classes	Muito Baixo	Baixo Risco	Media	Alto Risco
Soma de Pesos	7 - 12	12 - 18	18 - 26	26 - 43

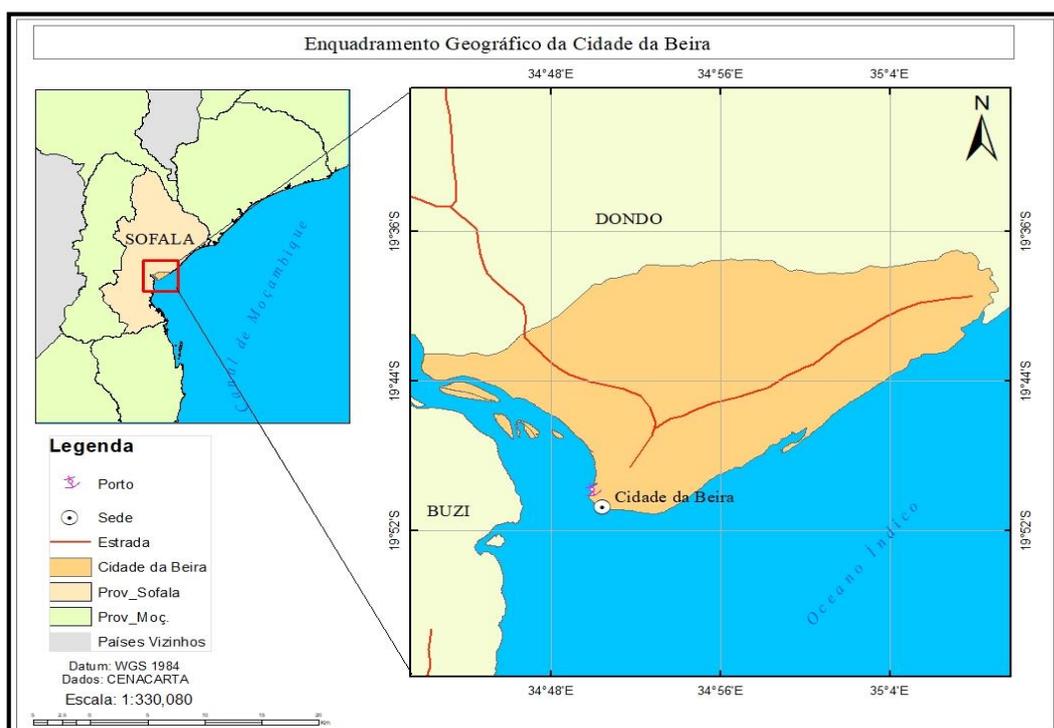
Tabela sobre a avaliação do risco de inundação / Fonte: autores, 2022

### 3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE DADOS

#### 3.1 Localização e caracterização geográfica da cidade da Beira

A cidade da Beira enquadra se na região centro de Moçambique e capital provincial de Sofala, está localizada a cerca de 1.190 km a norte de Maputo, no centro da costa do Oceano Índico. É uma cidade portuária no Canal de Moçambique, elevada a categoria de cidade em 1907, sendo inicialmente povoada em 1887. O município tem uma área de 633 km<sup>2</sup>, uma altitude média de 14 metros acima do nível do mar e está situado nas coordenadas 19° 50' sul e 34° 51' leste, pela sua localização no sistema de coordenadas o fuso horário é CAT (UTC+2) (Amaral,1969).

Em termos de limites geográficos, limita-se ao Norte pelo distrito de Muanza e Oeste com o distrito de Dondo, a Leste com o Oceano Índico e ao sul com o distrito do Búzi. A cidade está localizada numa região pantanosa, junto à foz do Rio Pungue, e sobre alongamentos de dunas de areia ao longo da costa do Índico. A vegetação natural é caracterizada por terras baixas e litoral com mangais (AmaraL,1969).

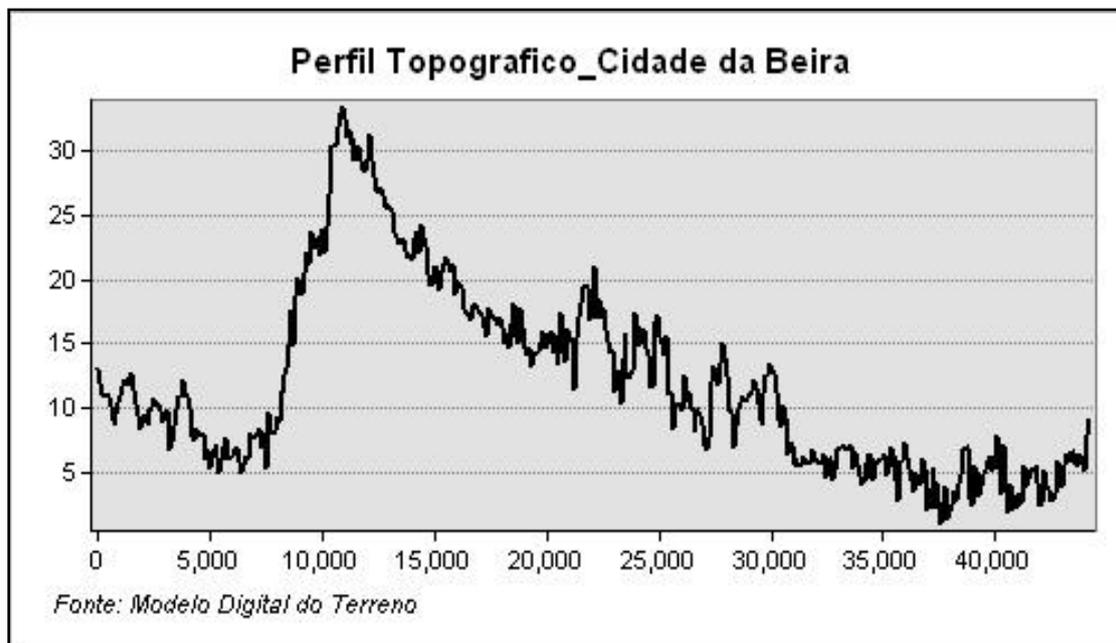


**Fig. 1.** Mapa de Enquadramento geográfico da cidade da Beira/ **Fonte:** CENACARTA, 2022 (com base em Software ArcGIS 10.4)

O clima da cidade da Beira é caracterizado pela existência de duas estações de seis meses de duração e nitidamente diferenciadas, e pela coincidência entre a estação das chuvas e o período quente e húmido. O período mais chuvoso prolonga-se entre os meses de Outubro a Março, sendo os meses de Junho a Setembro os mais secos do ano. Muchangos, (1994:12), aponta que de acordo com os dados climáticos mundiais, a temperatura mínima em média é de 21°C e máxima é de aproximadamente 30°C. Apesar da fraca amplitude térmica anual, já foram registadas temperaturas extremas de 42,9°C e 9,4°C para os períodos, quente e frio, respectivamente.

O relevo característico da Beira é predominantemente da planície do litoral, onde as costas altimétricas variam entre 6 e 20 metros de altitude, com um declive médio suave onde predominam alternâncias de depósitos argilosos e arenosos, (Manuel:2015) citado por (Uacane, 2018: 111). Portanto do recorte feito referente ao perfil topográfico da

cidade da Beira baseado no modelo digital do terreno demonstra que as configurações da sua superfície é caracterizada pela sinuosidade diferenciada que varia de inferior a 5 metros á 30 metros de altimetria em relação a nível da onda alta das águas do mar, como se observa no Gráfico 1. Perfil Topográfico da cidade da Beira.



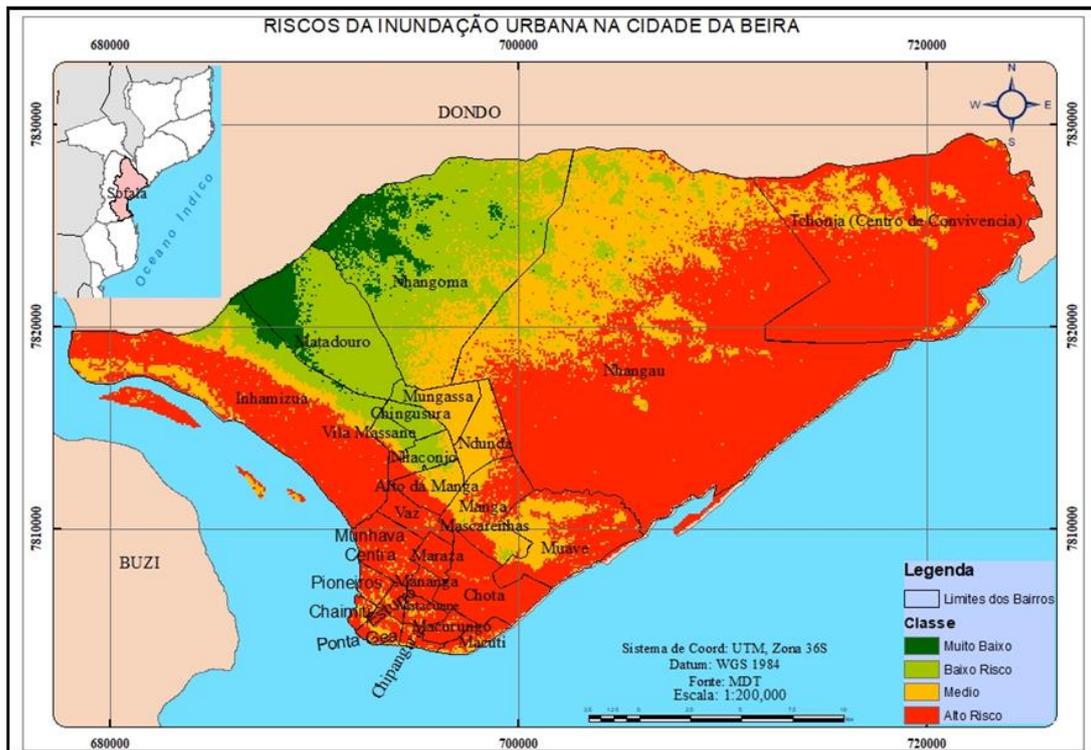
E, essa condição permite a continuação das águas do mar para o continente, (Manuel, 2015). Observavelmente o declive na cidade da Beira, com maior foco nas áreas susceptíveis ao risco de inundações varia 0-7.8%, com altimetria inferior a 25 metros dispostos pela variância da altimetria local como se apresenta na Fig. 2. Mapa de altimetria da cidade da Beira.

Em geral o declive do terreno é um indicador com peso nos processos de escoamento superficial, tanto no processo infiltração e na minimização de inundações depois de enorme precipitação local, sendo que; quando menor for o declive menor é a taxa de escoamento das águas e quanto maior for o declive maior é a taxa do escoamento das águas para áreas baixas.

O declive do terreno em todas áreas mapeadas de maior ocorrência de inundações na cidade da Beira é tido como fraco, e contribui para a estagnação das águas durante e pois da precipitação originado as inundações.



sistema de drenagem em algumas áreas desta urbe pode nos levar a entender que grande parte da Beira vive sob alto risco de inundação urbana conforme atesta a figura três onde o mapa apresenta apenas uma pequena parte com sinais de menos riscos de inundação, se confrontado com a figura 2.



**Fig. 3** Mapa geográfico das áreas de riscos de inundações na cidade da Beira; **Fonte:** CENACARTA, 2022 (com base Software ArcGIS 10.4)

### 3.3 CARACTERIZAÇÃO DE INUNDAÇÕES NA CIDADE DA BEIRA

As inundações na cidade da Beira resultam de conjunto de factores, como se destaca, precipitação intensa, as condições de relevo local que se reveste no perfil topográfico, localização geográfica combinada da sua exposição em relação as mares oceânicas, a ocupação especial em áreas de riscos e não planeada vide na Fig.3. A inundação de superfície da área na Beira é o risco mais frequente associado ao excesso da precipitação que se tem feito sentir nas épocas chuvosas, que decorem entre os meses Dezembro a Março, período este de registo de muita chuva. Em algumas vezes tem sido acompanhadas pelos ciclones tropicais e tempestades severas como se observou em 2019 o ciclone tropical IDAI, em 2020 o ciclone CHALANE e 2021 o ciclone ELOISE, que acaba aumentando o nível do riscos sobre as comunidades, comunidades estas com fraco potencial socioeconómico.

Em geral as casas construídas de pau-pique e revestidas de argila são totalmente frágeis face aos fenômenos de inundações e, em particular, quando estas são edificadas em áreas de baixas cotas altimétricas onde ficam mais vulneráveis inundações pluviais colocando em risco as condições da habitabilidade e transitabilidade local pelas comunidades. Salienta-se que a inundação na Beira pode ser de origem pluvial assim como por galgamento marinho sendo predominante a a pluvial. Por exemplo o presente estudo apurou que em certas áreas de ocorrência de inundações como os bairros de Ndunda, Manga-Mascarenhas e Inhamizua leva em media 7 dias depois da chuvas, semelhante para os bairros de Maraza, Chota, Munhava.

**Fig. 3** Assentamentos humanos em áreas de riscos de Inundações no bairro da Manga Mascarenhas



**Fonte:** autores, 2022

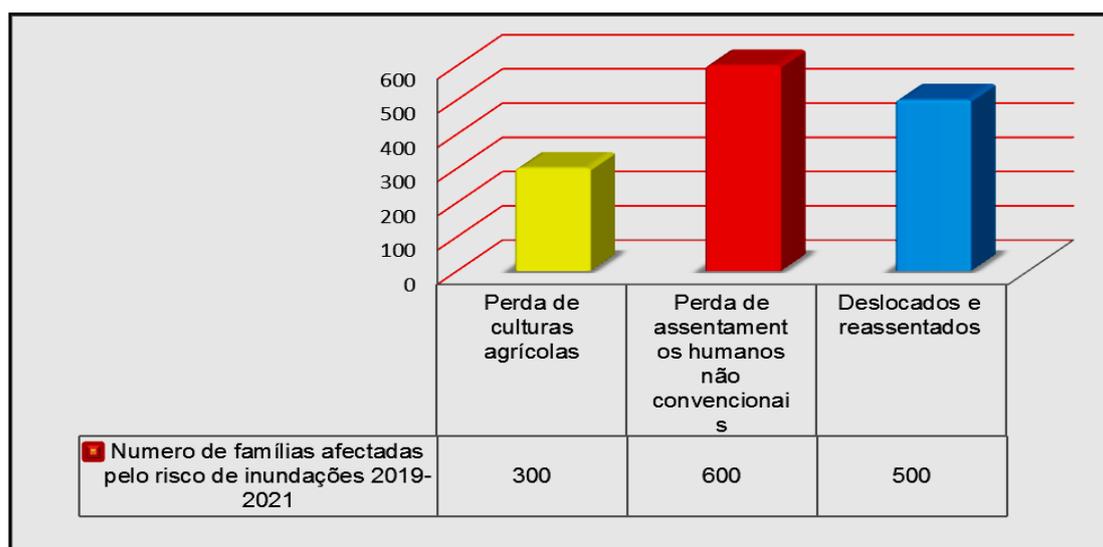
### 3.4 Riscos de inundações nas áreas mapeadas

Dados de riscos de inundações na cidade da Beira referentes ao período que compreendem 2019-2021 fornecidos pelo Instituto Nacional de Gestão de Desastres, apontam que mais de 600 famílias que se localizam nas áreas de riscos de inundações

foram afectadas pelo fenómeno no período de 2019-2021 tendo impacto negativo sobre culturas agrícolas em 300 famílias, perdas de habitações em 600 famílias e deslocando 500 famílias, como ilustra o gráfico 2. Além dos impactos mencionados anteriormente, tem se observado que a ocorrência de inundações nas áreas destacadas, criam o bloqueio de vias de acesso<sup>2</sup>, e turbidez da água que ocasiona série de doenças hídricas, preocupando as autoridades governamentais.

Os principais impactos locais das inundações urbanas são as perdas materiais e humanas, interrupção de actividade económica e social nas áreas inundadas, contaminação por doenças de veiculação hídrica como são os casos de leptospirose e cólera. (Mendes; Marco; e Andrade, 2004).

**Gráfico 2.** Impacto do risco de inundações urbanas nas comunidades 2019-2021



**Fonte:** Elaborado com base nos dados do INGD-Beira<sup>3</sup>

A paralisação de varias actividades socioeconómicas no seio das comunidades é outro impacto das inundações na cidade da Beira, destaca se ainda que o maior risco do fenómeno de inundações esta relacionado as famílias frágeis socioeconomicamente, famílias de baixa renda que constituem acamadas comunitárias mais vulneráveis aos riscos de inundações urbanas na cidade da Beira, ora estas ocupam áreas susceptíveis e edificando habitações precárias.

<sup>2</sup> Vide a **Fig. 3** Inundação no bairro da Manga Mascarenhas, cidade da Beira 2019, imagem extraída no âmbito de colecta de dados de campo, página seguinte.

<sup>3</sup>Extraídos em Relatórios de impactos socioeconómicos das inundações 2019-2021. Beira. Instituto Nacional de Gestão de Desastres-INGD.

**Fig. 3** Inundações no bairro da Manga Mascarenhas, cidade da Beira 2019



**Fonte:** Autores, 2019

Há uma tendência geral em pensar que as vítimas de inundações constantemente afectadas na Beira estão acostumadas ao fenómeno, mas, por outro lado é a extrema limitação que lhes caracteriza que no final elas permanecem nestes locais e os reassentados regressam logo que as águas vazam. Portanto o fenómeno remete-nos á pesquisas estratégicas em encontrar soluções sustentáveis para a minimização mitigação dos seus ricos. Ainda no contexto de riscos de inundações na Beira sente-se que deveriam ser desenvolvidas acções no sentido de mitigar cada vez mais os impactos locais do fenómeno de inundações urbanas, por exemplo:

- **A ampliação e implantação de sistema de drenagem:** Os sistemas de drenagem minimizam os impactos das chuvas no meio ambiente, evitando alagamentos, enchentes e inundações e portanto de extrema importância no âmbito de gestão de riscos de inundações urbanas.
- **A retirada e reassentamento das comunidades:** A retirada e respetivo reassentamento das famílias afetadas.

- Depois de retirada das famílias afetadas, há necessidade de requalificar as áreas em que sofreram tal problema.

### 3.5 Considerações finais

A inundação urbana na Beira constitui risco hidrológico preocupante visto que tem colocado em perigo a vida das comunidades assoladas por este fenómeno. O estudo constatou que grande parte da cidade da Beira é vulnerável aos riscos de inundações e com as alterações climáticas a tendência do fenómeno de ocorrência de inundações na cidade da Beira poderá agravar se cada vez mais tornando uma questão relevante não só para as entidades governamentais, mas também para a sociedade em geral.

Os impactos locais das comunidades estão associados a precariedade das condições socioeconómicas das famílias que coabitam nas áreas de maior vulnerabilidade, neste caso tipo de assentamento, a sua renda e atividades diárias praticadas por elas tem um peso enorme no risco. Há necessidade aplicação bem especificada de planos de gestão de riscos das inundações urbanas na cidade da Beira, embora possam existir ferramentas previamente elaboradas para essa finalidade, mas, com alguma falha, eventualmente no processo de implementação. As inundações em todas as áreas identificadas ocorrem sempre em períodos de chuvas e, estas são observadas em todos os anos, criando danos no tecido humano local.

### SUGESTÕES

Como estratégias iniciais que se desenham para mitigar os riscos de inundações na cidade da Beira, sugere-se as seguintes acções que devem ser vistas e consideradas de forma integrada:

- a) Mapeamento das áreas de ocorrência de inundações e controle da sua ocorrência fatal;
- b) Divulgação de informação sobre as áreas vulneráveis e factores de ocorrência de inundações nas comunidades através de meios mais concretos possíveis;
- c) Ampliação do sistema de drenagem urbana sobretudo em todas as áreas identificadas como foco de risco de inundações;
- d) Controle da expansão urbana e boa gestão sobre as formas de uso e ocupação do espaço urbano;

- e) Sensibilização para não ocupação de áreas vulneráveis e de riscos de inundações urbanas, e a monitoria na ocupação espacial urbana.
- f) Implementação de instrumentos legais sobre a proibição ocupacional em áreas de riscos hidrológicos.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Amaral, I. (1969). Beira, cidade e Porto do Índico. *Finisterra Revista Portuguesa de Geografia*, 4 (7), 76-93. <https://sil0.tips/download/beira-cidade-e-porto-do-indico> acessado em 11 de Novembro 2021
- Costa, Francisco da Silva (2021). Riscos de inundação e suas manifestações. Imprensa da Universidade de Coimbra. [https://doi.org/10.14195/978-989-26-1936-1\\_4](https://doi.org/10.14195/978-989-26-1936-1_4)
- Gomes P (2009). *Impacte da subida do nível do mar sobre o turismo*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- INGC. (2013). *Plano de Contingência*. Maputo: Instituto de Gestão de Calamidades INGD/ Beira: Base dados. Acessado a 12 de Marco de 2022
- Kobiyama M, Mendonça M, Moreno D, Marcelino I, Marcelino E, Gonçalves E, Brazetti L, Goerl R, Moller G, Rudorff F (2006). *Prevenção de desastres naturais: Conceitos básicos*. Organic Trading. Curitiba.
- LNEC. (1990) *As cheias em Portugal. Caracterização das zonas de risco*. 1º Relatório: análise preliminar, Rel. 142/90 – NHHF, MOPTC, Lisboa.Sp
- Madeira C (2005). *Cheias e inundações do Rio Tejo em Abrantes*. Territorium 12, p. 55 – 67.
- Mendes, Heloisa Ceccato; Marco, Gerson de; Andrade, Juliana Pontes M. et all. (2004). *Reflexões sobre impactos das inundações e propostas de políticas de públicas mitigadoras*. São Carlos. USP
- Muchangos; Aniceto (1994). *Cidade da Beira. Aspectos geográficos*. Editora escolar, Maputo, Moçambique.
- Robin, Abhas K Jha Robin; Lamond, Bloch Jessica (2012). *Cidades e Inundações Um guia para a Gestão Integrada do Risco de Inundação Urbana para o Século XXI*. Um Resumo para os Formuladores de Políticas. Banco Mundial / Escritório de Brasília

Tucci C, Bertoni J (2003). *Inundações Urbanas na América do Sul. Associação Brasileira dos Recursos Hídricos*. Porto Alegre.

**Apoio: Fundo Nacional de Investigacao (FNI) /Moçambique.**

**Recebido:20/3/2022. Aceito:08/12/2022.**

**Autores:**

**Chanel Carlos Mário** - Mestrando em Gestão Ambiental na Unilicungo-Beira e Licenciado em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Comunitário, e Habilitações em Ecoturismo pela Universidade Pedagógica, é membro das FADM

E-mail: chanelmario5@gmail.com: 840217241, 870217241, 826945252

País: Moçambique

**Mário Silva Uacane** - Docente e pesquisador do Departamento de Ciências da Terra e ambiente; Director-adjunto da pós-graduação da Faculdade de Ciências e Tecnologia, na Universidade Licungo em Moçambique; Coordenador do Grupo de Pesquisa Estudos Ambientais e Paisagens (GPEAP).

E-mail: uacanehomo1@gmail.com;

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6782-0631>;

<https://sites.google.com/view/mario-uacane>; [http://fct.unilicungo.ac.mz/?page\\_id=495](http://fct.unilicungo.ac.mz/?page_id=495)

País: Moçambique