

# MAPEAMENTO DE RISCO DE INUNDAÇÃO NOS ASSENTAMENTOS INFORMAIS: CASO DO BAIRRO INHAGOIA “A” NA CIDADE DE MAPUTO

Flood risk mapping in informal settlements: case of the Inhagoia “A” neighborhood in the city of Maputo

Mapeo del riesgo de inundaciones en asentamientos informales: caso del barrio Inhagoia “A” en la ciudad de Maputo

Oswaldo De Castro Matessane<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Candidato ao grau de Mestre em Mudanças Climáticas e Gestão de Recursos Naturais, Instituto Superior Politécnico de Gaza, Moçambique, <https://orcid.org/0009-0006-6835-6195>, [castromatessane@gmail.com](mailto:castromatessane@gmail.com).*

Autor para correspondência: [castromatessane@gmail.com](mailto:castromatessane@gmail.com)

*Data de recepção: 05-12-2024*

*Data de aceitação: 07-01-2025*

*Como citar este artigo:* Matessane, O. (2025). Mapeamento de risco de inundação nos assentamentos informais: caso do bairro Inhagoia “a” na Cidade de Maputo. *ALBA - ISFIC Research and Science Journal*, 1(6), pp. 251-261. <https://alba.ac.mz/index.php/alba/issue/view/8>.

## RESUMO

O presente trabalho aborda a importância de investigação científica na área de risco de inundação, demonstrando como esse conhecimento pode ser aplicado para beneficiar a sociedade em múltiplas dimensões pelo facto de as grandes cidades em Moçambique, viverem exemplos claros do impacto das alterações climáticas o que leva ao agravamento do padrão de inundações. O bairro Inhagoia “A” enfrenta diversos desafios relacionados com a sua malha sendo a ocupação de áreas de risco de inundação e a perda de áreas verdes que vem se verificando ao longo tempo resultando da expansão urbana sem o acompanhamento dos instrumentos de ordenamento territorial. O risco de inundação nessas áreas está cada vez mais a aumentar. O presente trabalho tem como objectivo mapear áreas de risco de inundação no Bairro Inhagóia “A” na cidade de Maputo, de modo a reforçar a consciencialização dos residentes na ocupação das mesmas. Neste sentido procurou-se respostas a seguinte questão de pesquisa de que forma a educação ambiental pode influenciar na mudança de ocupação de

espaços no bairro? Para o alcance dos resultados esperados, foi aplicada a análise quantitativa e análise qualitativa, revisão bibliográfica, a modelagem hidrológica constatou-se que malha urbana do bairro influencia directamente na ocorrência cíclica das inundações no bairro. A pesquisa revela uma relação entre a estrutura da malha urbano (nível de ordenamento) e a vulnerabilidade a inundações, considerando a relação à presença de um maior ou menor risco no bairro Inhagóia “A”.

**Palavras-chave:** Risco de inundação, Mapeamento, Malha urbana.

## ABSTRACT

This work addresses the importance of scientific research in the area of flood risk, demonstrating how this knowledge can be applied to benefit society in multiple dimensions due to the fact that large cities in Mozambique are experiencing clear examples of the impact of climate change, which is leading to worsening flood patterns. The Inhagoia ‘A’ neighbourhood faces several challenges related to its fabric, including the

occupation of areas at risk of flooding and the loss of green areas that has occurred over time as a result of urban sprawl without accompanying land-use planning instruments. The risk of flooding in these areas is increasing. The aim of this study is to map areas at risk of flooding in the Inhagóia ‘A’ neighbourhood in the city of Maputo, in order to raise residents' awareness of how to occupy them, and to answer the following research question: how can environmental education influence changes in the occupation of space in the neighbourhood? In order to achieve the expected results, quantitative and qualitative analysis, a bibliographical review and hydrological modelling were applied, and it was found that the urban fabric of the neighbourhood directly influences the cyclical occurrence of flooding in the neighbourhood. The research reveals a relationship between the structure of the urban fabric (level of planning) and vulnerability to flooding, considering the relationship to the presence of a higher level of urbanisation.

**Keywords:** Flood risk, Mapping, Urban network.

## RESUMEN

Este trabajo aborda la importancia de la investigación científica en el área del riesgo de inundaciones, demostrando cómo este conocimiento puede aplicarse para beneficiar a la sociedad en múltiples dimensiones debido al hecho de que las grandes ciudades de Mozambique están experimentando claros ejemplos del impacto del cambio climático, que está conduciendo a un empeoramiento de los patrones de inundación. El barrio de Inhagoia «A» se enfrenta a varios retos relacionados con su tejido, como la ocupación de zonas con riesgo de inundación y la pérdida de zonas verdes que se ha producido a lo largo del tiempo como consecuencia de la expansión urbana sin instrumentos de planificación del uso del suelo que la acompañen. El riesgo de inundaciones en estas zonas es cada vez mayor. El objetivo de este estudio es cartografiar las zonas con riesgo de inundación en el barrio Inhagóia «A» de la ciudad de Maputo, con el fin de sensibilizar a los

residentes sobre cómo ocuparlas, y responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo puede influir la educación ambiental en los cambios en la ocupación del espacio en el barrio? Para alcanzar los resultados esperados, se aplicaron análisis cuantitativos y cualitativos, revisión bibliográfica y modelización hidrológica, y se constató que la trama urbana del barrio influye directamente en la ocurrencia cíclica de inundaciones en el barrio. La investigación revela una relación entre la estructura del tejido urbano (nivel de planificación) y la vulnerabilidad a las inundaciones, considerando la relación con la presencia de un mayor nivel de urbanización.

**Palabras clave:** Riesgo de inundación, Cartografía, Red urbana.

## INTRODUÇÃO

Actualmente verifica-se um crescimento urbano em áreas de risco ou propensas a inundações, como ao longo das costas ou rios, aliado a subida do nível do mar impulsionado pelas mudanças climáticas e pelo facto do aumento das precipitações extremas.

As inundações urbanas são um problema crescente em muitas cidades, especialmente devido ao aumento da urbanização e das mudanças climáticas. Na cidade de Maputo os assentamentos informais são vulneráveis às inundações, pelo facto de estarem localizados em áreas de baixa declividade e sem drenagem natural. Nos últimos anos, o país tem registado frequentes inundações e ciclones causando impacto negativo no desenvolvimento social e económico agravado pela crescente concentração de pessoas e bens em áreas de riscos. As áreas urbanas são particularmente susceptíveis aos impactos de inundações e outros desastres naturais, como terremotos, tempestades ou calor. Actualmente mais de 55% da população mundial vive em áreas urbanas e espera-se que a mesma aumente para 68% até 2050 (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2019)

A expansão (Mosca & Lasse, 2023) urbana em larga escala não planeada; ausência de instrumentos de **gestão do risco** de inundação

associado aos instrumentos de gestão de território; ocupação de zonas **impróprias para a construção** de habitações (e.g. inundáveis, alagáveis, sujeitas a deslizamento de terras e à erosão, etc.) tem contribuído para o aumento da perda de **vidas** humanas; **deslocação** de populações; danos no **ambiente**; no **desenvolvimento económico**; nas **actividades económicas** da comunidade.

Nos últimos anos, o país tem registado frequentes inundações e ciclones causando impacto negativo no desenvolvimento social e económico agravado pela crescente concentração de pessoas e bens em áreas de riscos, como é o caso dos mais recentes ciclones tropicais IDAI (1,85 milhões afectados) e Kenneth (375 mil afectados) (HCT & UNRCO, 2019), tempestade tropical Ana (185 mil afectados) (OCHA, 2022; Pinto, 2022), e as recentes inundações na província e cidade de Maputo (mais de 43 mil afectados IFRC, 2023 in (Mosca & Lasse, 2023).

As recentes inundações na cidade e província de Maputo foram causadas, principalmente, pelas chuvas intensas (acima de 100 mm em 24 horas) registadas nos países a montante (África do Sul e Reino de Eswatini – antiga Suazilândia) Borges 2023 in (Mosca & Lasse, 2023), com impactos reflectidos na perdas agrícolas, destruição de infra-estruturas socioeconómicas (pontes, estradas, abastecimento de água e electricidade, habitação, hospitais, escolas), causando a interrupção do funcionamento socioeconómico e subsistência das populações e, mais uma vez, colocando em causa a capacidade governamental de resposta, que, geralmente, recorre à ajuda humanitária para fazer face às emergências causadas pelos eventos climáticos extremos (Mosca & Lasse, 2023).

Cerca de 6.479 famílias, o equivalente 32.395 pessoas, foram afectadas pelas chuvas fortes que causaram inundações urbanas na cidade de Maputo, durante a época chuvosa e ciclónica 2022/2023 também resultaram em cinco mortes e um ferido grave (Agência de Informação de Moçambique, 2023).

Actualmente, as entidades responsáveis aos vários níveis de decisão tendem a desvalorizar o planeamento que seja sustentado na gestão do risco, verificando-se ausência de adopção de medidas adequadas, sendo um elemento crítico na definição de estratégias no âmbito das alterações climáticas; estas estratégias devem ser definidas com base no reconhecimento do risco de inundação e da sua relevância no processo de planeamento.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objectivo mapear áreas de risco de inundação no Bairro Inhagoia “A” na Cidade de Maputo, de modo a reforçar a consciencialização dos residentes na ocupação das áreas o risco.

#### *Contribuição da pesquisa*

O presente trabalho pretende ser uma contribuição num período em que as grandes cidades em Moçambique, vivem exemplos claros do impacto das alterações dos padrões de ocupação do solo que levam ao agravamento do padrão de inundações. Procurando enfatizar a necessidade da materialização da integração do mapeamento do risco de inundação no processo de desenvolvimento socioeconómico a diferentes escalas e na avaliação de propostas de desenvolvimento.

As cidades de Maputo e Quelimane mostram como a mudança de ocupação do solo ao longo do tempo e provavelmente as alterações climáticas produzem novos padrões de inundação. Urbanização é sem dúvida uma tendência inevitável, incontrolável e positiva que, contudo, tem o potencial de aumentar muito o risco de inundações nas zonas ocupadas (Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos, 2021)

O mapeamento da área de risco de inundação é fundamental, devido a diversidade de problemas que as afectam, ou seja, existência de assentamentos em áreas impróprias para edificação de habitações dentro da cota mínima de inundação e em áreas com aptidão para pratica de agricultura, e a maioria da população residente é de baixa renda.

#### *Causas das inundações nas áreas urbanas*

As inundações em áreas urbanas são fenómenos condicionados por factores naturais, que podem ser agravados devido a factores antrópicos. Tucci (1999) in (Santos K. R., 2012) apresenta tal afirmação e assinala também que processos naturais e antrópicos podem actuar de forma integrada nas inundações em áreas urbanas.

Assim, sobre as modificações empreendidas pelo desenvolvimento urbano, Tucci (1999) in (Santos K. R., 2012) destaca que os principais efeitos que alteram os componentes do ciclo hidrológico natural são:

- a) Mudanças no balanço hídrico em relação ao quantitativo, que compreende redução da infiltração no solo, aumentando o escoamento superficial. Com a redução da cobertura vegetal natural também ocorre redução da evapotranspiração.
- b) Aumento da temperatura nas áreas urbanas, onde as superfícies impermeáveis em consequência aumentam e absorvem parte da energia solar, aumentando a temperatura ambiente, produzindo ilhas de calor na parte central dos centros urbanos, onde predomina o asfalto e o concreto e a emissão de partículas na atmosfera é constante.

O crescimento urbano intenso e sem planeamento pode provocar impactos ambientais que modificam as condições naturais de uma determinada região. O modelo desordenado das ocupações urbanas e o aumento da impermeabilização do solo são factores determinantes para diminuir a infiltração, aumentar o escoamento superficial e consequentemente modificar o ciclo das águas nas cidades (Gama, Barros, Laudares, Totaro, & Paula, 2019)

Segundo Tucci (2003) in (Santos K. R., 2012) as enchentes aumentam a sua frequência e magnitude devido à impermeabilização, ocupação do solo e a construção da rede de condutos pluviais. O desenvolvimento urbano pode também produzir obstruções ao escoamento, como aterros e pontes, drenagens inadequadas, obstruções ao escoamento junto

a condutos e assoreamento. Quando são construídos condutos e canais, e quando as superfícies são impermeabilizadas, pode ocorrer o aumento das vazões máximas em até 7 vezes e da sua frequência devido ao aumento do escoamento

Segundo (Rodrigues, 2024) na Cidade de Maputo as inundações são, sobretudo, causadas pela deficiente implementação de políticas públicas do sector ambiental e de ordenamento territorial, que se manifesta através da falta de execução do plano territorial existente, falta de construção e de reabilitação de infra-estruturas de escoamento de águas pluviais à altura de responder à actual demanda populacional, falta de fiscalização da construção de obras públicas e privadas em espaços de propensos a inundações, até à destruição de ecossistemas sensíveis como os mangais das zonas costeiras.

*O Problema: Definição, Formulação e Argumentação Declaração e Questão*

Actualmente os centros urbanos enfrentam graves problemas de inundações. Estas inundações resultam de um longo processo de transformação e desestabilização da natureza pelo homem e acompanhado dum crescimento urbano rápido não planeado, colocando em risco qualidade de vida e a natureza.

A falta dos planos de ordenamento territorial e ou da sua implementação, constitui a principal causa das ocupações desordenadas dos solos urbanos, uma situação que se vive na maior parte das cidades e vilas moçambicanas, resultando daí os graves problemas de gestão ambiental e do saneamento do meio. No bairro Inhagoia “A” **verifica-se** ao longo do tempo a ocupação das áreas de drenagem natural bem como das bacias por áreas habitacionais o que tem reduzido a capacidade natural das áreas das bacias e canais naturais de drenagem obstruídos.

Actualmente, as entidades responsáveis aos vários níveis de decisão tendem a desvalorizar o planeamento que seja sustentado na gestão do risco, verificando-se ausência de adopção de medidas adequadas, sendo um elemento crítico na definição de estratégias no âmbito

das alterações climáticas; estas estratégias devem ser definidas com base no reconhecimento do risco de inundação e da sua relevância no processo de planeamento.

Conforme descrito atrás, as inundações no bairro Inhagoia “A” representam um grave **problema**, uma vez que atingem áreas densamente ocupadas ocasionando prejuízos consideráveis e irreparáveis para a população. Um conjunto de factores pode ser relacionado quanto à ocorrência das inundações. A falta de planeamento para ocupação das áreas propensas as inundações, resultando a ocupação de áreas consideradas de risco de inundação.

Nesse sentido este trabalho procura responder a seguinte **questão** qual é a composição do tecido urbano no bairro Inhagoia “A” em relação as áreas de risco de inundação?

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de Estudo e manifestação do problema

O bairro de Inhagóia “A” localiza-se no centro do distrito municipal KaMubukwana, apresentando os seguintes limites territoriais, a Sul pelo Bairro Inhagóia B, a Norte pelo bairro 25 de Junho A, a Oeste pelo vale de Infulene e a Este pelo bairro Nsalene. O Bairro ocupa uma área de 0,848km<sup>2</sup>, com uma população de cerca de 5900 habitantes de acordo com o censo de 2017.

Vicente *et. al* (2006) in (Conselho Municipal de Maputo, 2013), afirma que algumas áreas da Cidade de Maputo são propensas a inundações quando há chuvas fortes. As causas de inundações nessas áreas são principalmente de natureza geológica e topográfica, mas associadas a práticas de uso de terra.

Segundo Da Maia & Cossa (2010) in (Conselho Municipal de Maputo, 2013), a Cidade de Maputo teve uma urbanização acelerada, em que apenas foi aumentando a população que passado algum tempo devido a falta de espaço adequado passou a ocupar áreas impróprias para habitação, surgindo assim as zonas suburbanas.

(Rodrigues, 2024) argumenta que as causas das inundações na cidade de Maputo vão muito para além dos fenómenos naturais que o

Governo menciona. As inundações são, sobretudo, causadas pela deficiente implementação de políticas públicas do sector ambiental e de ordenamento territorial, que se manifesta através da falta de execução do plano territorial existente, falta de construção e de reabilitação de infra-estruturas de escoamento de águas pluviais à altura de responder à actual demanda populacional, falta de fiscalização da construção de obras públicas e privadas em espaços de propensos a inundações, até à destruição de ecossistemas sensíveis como os mangais das zonas costeiras. Ainda *ibidem*, afirma que, percebe-se a falta de implementação ou consideração dos Planos Directores e dos Planos de Estrutura existentes e a sua adequação à nova realidade, a densidade populacional, a falta de fiscalização e a ausência de adopção de políticas de gestão urbana, baseadas no conhecimento científico, por parte dos gestores urbanos, concorrem para as inundações que ocorrem na cidade de Maputo.

No bairro Inhagoia “A” o surgimento de construções, grande parte delas de forma desordenada, condicionaram os trajectos dos escoamentos naturais conforme ilustra a figura 1 sendo que em alguns casos, implicaram o seu bloqueio integral.



Figura 1: Erosão resultante das chuvas no bairro Inhagóia “A”, Osvaldo De Castro Matessane, 2023

### Metodologia

O presente trabalho é uma **pesquisa aplicada**, pois pretende-se gerar conhecimentos para aplicação prática com vista a solucionar problemas específicos (Gerhardt & Silveira , 2009). O Objectivo amplo do trabalho é de

**carácter explicativo**, cuja maior profundidade ficou reservado à dissertação de Mestrado em curso, que constitui o centro deste trabalho. O trabalho é também de **carácter exploratório** para a compreensão do problema por isso o uso de técnicas para colecta de dados como análise documental e observação. Permitiu a aplicação de **procedimentos analíticos** para abordagem

do problema - análise mista (análise **quantitativa** e análise **qualitativa**) e **procedimentos técnicos** - bibliográfico, documental, levantamento de campo (colecta de dados - dentre os quais os dados da precipitação de Janeiro 2000 a Dezembro 2010 da estação meteorológica Maputo observatório conforme a tabela I.

**Tabela I: Registos de precipitação para Cidade de Maputo no período 2000 – 2010, INAM 2023**

YEAR	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
JAN	47.5	229.4	27.1	110.9	280.7	217.6	130.6	120.8	18.4	37	325.6
FEB	71.2	206.9	23.1	38	180.1	345.1	53.9	7.7	69.4	127.4	52.4
MAR	73.2	97.9	59.2	29.2	359.7	109	25.3	64.1	132.4	25.1	163.3
APR	115.3	10.8	194.2	7.9	90.1	15.9	50.4	48.1	53.8	32.6	17.5
MAI	29	157.7	19	75.2	16.5	10.1	4.8	8.4	4	8.5	25.3
JUN	0.3	10.7	3	9.6	26.7	2.2	5	5.3	42.3	40.8	1.1
JUL	8.1	7.3	3.4	10.6	136.3	5.8	0.4	14.3	7.2	5	0.4
AUG	31.7	23.1	14	15.8	9.6	1.3	0	49.1	3.3	2.7	24.3
SEP	97	78	12	6.2	29.7	20.8	17.8	111	12.4	24.1	1
OCT	50.3	113.9	32.9	34.7	72.4	55.1	19.9	39.1	141.3	27.2	31.5
NOV	98.8	189.9	15.6	241.3	47.2	89.8	65.8	49.6	24.4	122.5	28.7
DEC	44.1	56.8	46.4	72.8	12.3	86.1	110.8	39.9	102.9	244.2	210.1

O modelo digital de terreno com a resolução de 30m (foi usado para a modelagem hidrológica e foi obtido no portal OpenTopography<sup>1</sup>. Como não foi possível obter o modelo que cubra somente do bairro Inhagoia “A”, houve necessidade de se fazer uma extracção aplicando a técnica de geoprocessamento “*Extract by Mask*” na caixa de ferramentas do *Spatial Analyst* no ArcGIS cujo resultado foi o modelo do bairro Inhagoia “A”.

e a base cartográfica da área de estudo e **estudo de caso** (bairro Inhagoia “A”).

Para estimativa da precipitação na área de estudo para diferentes tempos de retorno, foi empregue o método probabilístico de distribuição de Gumbel, recomendado por Righetto (1998) in (Santos , Souza, Martildes, William de , & Santos, 2019), que consiste na

distribuição das precipitações mensais para fins de projectos de ordenamento territorial e outros, que obedeceu a seguinte sequência:

1. Ordenar registos mensais de precipitação em ordem decrescente.
2. Cálculo da probabilidade acumulada a partir da Equação de probabilidade
3. Cálculo o período de retorno em anos a partir da Equação do Período de retorno

#### *Cálculo da Probabilidade (P)*

Segundo (Santos , Souza, Martildes, William de , & Santos, 2019), (Para se calcular a probabilidade de chuvas acumuladas, é necessário um conjunto de eventos de precipitações médias anuais para a

<sup>1</sup>OpenTopography - uma plataforma que oferece uma ampla gama de funcionalidades. Os usuários podem explorar e baixar dados topográficos, como modelos digitais de elevação (MDE), imagens de lidar com o terreno e perfis topográficos. Esses dados são essenciais para uma variedade de aplicações, incluindo estudos de geologia, análise de riscos naturais, modelagem

hidrológica, planeamento urbano, entre outros. O OpenTopography foi desenvolvido pela comunidade científica e é mantido pela OpenTopography Facility, uma organização sediada na Universidade da Califórnia, San Diego. A missão do OpenTopography é fornecer acesso aberto e fácil a dados topográficos e recursos relacionados para a comunidade científica, pesquisadores e o público em geral.

determinação da probabilidade com os dados de maneira ordenada.

A probabilidade de ocorrência de um evento hidrológico de uma observação é o inverso do período de retorno, conforme Mays (2001). Como exemplo, para período de retorno de 100 anos a probabilidade é de 0,01. Em outras palavras, a probabilidade de ocorrer em um ano, uma chuva de período de retorno de 100 anos é de 1%. Consequentemente, a probabilidade de não ocorrer é de 0,99, ou seja, 99%.

$$P = \frac{m}{N+1} \quad (\text{equação 1})$$

Onde:

m: Ordem.

N: Quantidade de dados da série histórica

*Tempo de retorno (T)*

Período de retorno (T) é o período de tempo médio que um determinado evento hidrológico é igualado ou superado pelo menos uma vez. É um parâmetro fundamental para a avaliação e projecto de sistemas hídricos, como reservatórios, canais, vertedores, bueiros, galerias de águas pluviais, dentre outros (Righetto, 1998) in (Santos, Souza, Martildes, William de, & Santos, 2019).

Período de retorno (T) é o período de tempo médio que um determinado evento hidrológico é igualado ou superado pelo menos uma vez. É um parâmetro fundamental para a avaliação e projecto de sistemas hídricos, urbanização dentre outros (Righetto, 1998) in (Santos, Souza, Martildes, William de, & Santos, 2019).

No caso da drenagem urbana, estamos falando da intensidade e duração de uma chuva.

$$T = \frac{1}{P} \quad (\text{equação 2})$$

Onde:

P é a Probabilidade ocorrência do evento

T é o Tempo de retorno do evento em anos

Para estimativa da precipitação na área de estudo para diferentes tempos de retorno, foi empregue o método probabilístico de distribuição de Gumbel, recomendado por

Righetto (1998) in (Santos, Souza, Martildes, William de, & Santos, 2019) que consiste na distribuição das precipitações mensais para fins de projectos de ordenamento territorial e outros, que obedeceu a seguinte sequência:

1. Ordenar registos mensais de precipitação em ordem decrescente.
2. Cálculo da probabilidade acumulada a partir da Equação de probabilidade – equação 1
3. Cálculo o período de retorno em anos a partir da Equação do Período de retorno – equação 2

*Mapeamento da área de risco de inundação*

“As áreas de risco de inundação podem ser utilizadas como uma ferramenta de grande importância para o planeamento urbano, ordenamento territorial. Elas consistem na elaboração de mapas que possuem como produto final a representação das regiões mais afectadas em caso de cheias” (Rezene, 2012). O processo de mapeamento da área de risco de inundação fez-se aplicando uma sucessão de passos automatizados, baseados nas características das extensões aplicadas a modelagem hidrológica no ArcGIS (ferramenta *Hydrology*). A modelagem hidrológica, o ArcGIS permite a realização de uma série de estudos, como a aplicação de modelos de conversão de chuva em vazão, previsão de cheias ou, ainda, delimitação das áreas sujeitas a inundações.

Geralmente, estes estudos são realizados utilizando-se modelos hidrológicos que rodam dentro do ArcGIS, sendo necessário alimentá-los com diversos dados de entrada, como uso e ocupação do solo, topografia, tipo de solo, dados de precipitação e outros.

A área de risco de inundação foi determinada a partir do modelo de digital elevação de terreno usando modelo hidrológico no ArcGIS aplicando uma sucessão de passos automatizados, baseados nas características das extensões aplicadas a modelagem hidrológica através das ferramentas de Hidrologia na caixa de ferramentas do *Spatial Analyst*.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

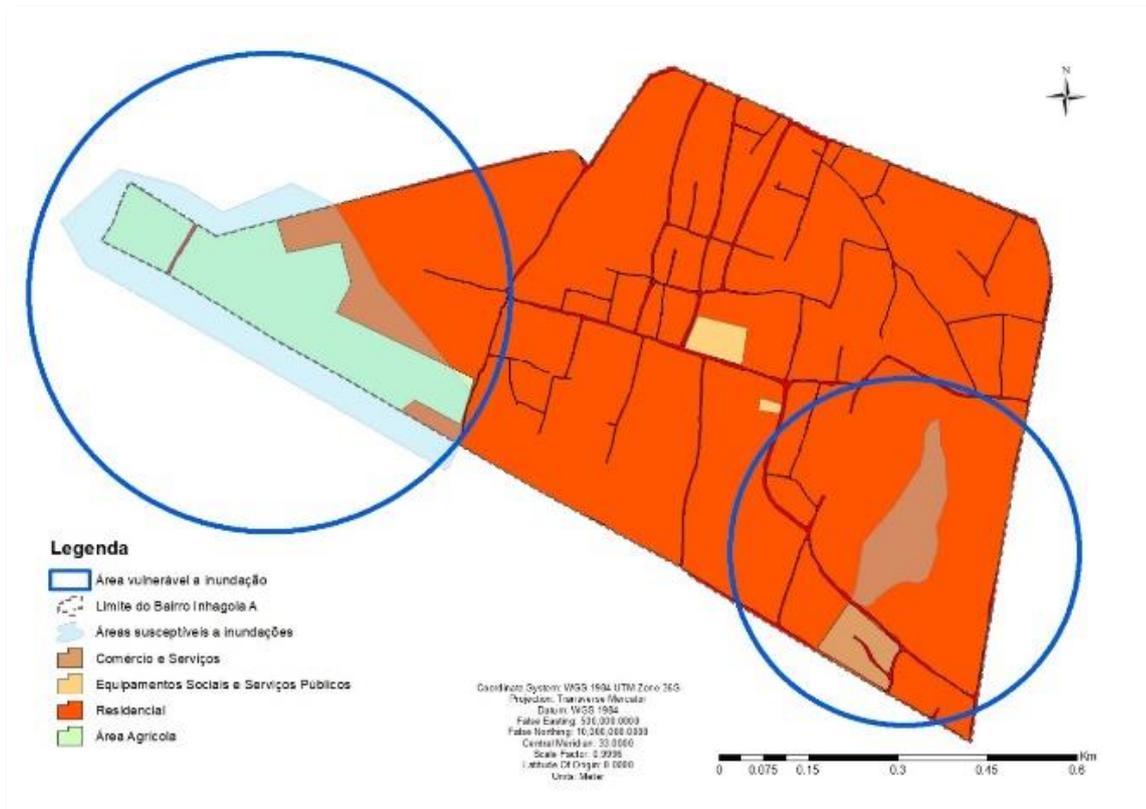
O uso de mapas para a comunicação de perigo e risco é, deste modo, uma valiosa ferramenta para a tomada de decisão. Mapas de perigo de inundação são ferramentas visuais para comunicar a situação de perigo numa área. Os mapas de risco de inundação incorporam informações dentro do contexto de dados sobre bens e população expostos, e a sua vulnerabilidade ao perigo. Podem frequentemente, ser articulados em termos de dano esperado e podem ser usados como ferramentas suplementares para a tomada de decisão (Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos, 2021)

A previsão de inundações é outra ferramenta essencial que possibilita a antecipação dos efeitos que possam resultar, ajudando a população a tomar decisões sobre as medidas a implementar mesmo antes do perigo as afectar, num esforço de salvar vidas e bens (*ibidem*).

### Vulnerabilidade a inundação urbana no Bairro Inhagóia “A”

O Bairro Inhagóia “A” está sujeito a inundações, especialmente durante a estação chuvosa, devido a uma combinação de factores que incluem topografia do bairro, as precipitações intensas, drenagem inadequada, crescimento urbano desordenado e as mudanças climáticas que aumentam a frequência e a intensidade de eventos climáticos extremos.

A análise da vulnerabilidade de inundação permitiu identificar as áreas susceptíveis a inundações e avaliar o grau de vulnerabilidade de diferentes regiões no bairro. Esta análise foi feita combinando os dados sobre a probabilidade de ocorrência de inundações com as informações sobre a exposição e a sensibilidade das áreas afectadas conforme ilustra o mapa 1.



**Mapa 1: Mapa de vulnerabilidade a inundação**

Foram identificadas duas áreas vulneráveis a inundação, a área com o círculo maior que compreende a zona baixa do bairro caracterizada por concentração desordenada

das habitações que outrora era a zona de prática de agricultura que foi transformada em residencial. A segunda área do círculo menor é uma depressão que vem sendo ocupada

gradualmente. Todas as águas no bairro drenam para estas duas zonas.

Mapeamento da área de risco de inundação  
A urbanização é sem dúvida uma tendência inevitável, incontornável e positiva que, contudo, tem o potencial de aumentar muito o risco de inundações nas zonas ocupadas. O impacto do futuro crescimento urbano sobre o risco de inundações é influenciado pelas políticas e escolhas dos residentes nas cidades, pois eles podem ou não ocupar áreas em risco de inundação ou adoptar planeamento e projectos urbanos adequados. Esta incerteza, quanto ao futuro, associado à forma de ocupação do solo urbano, pode ser reduzida ou

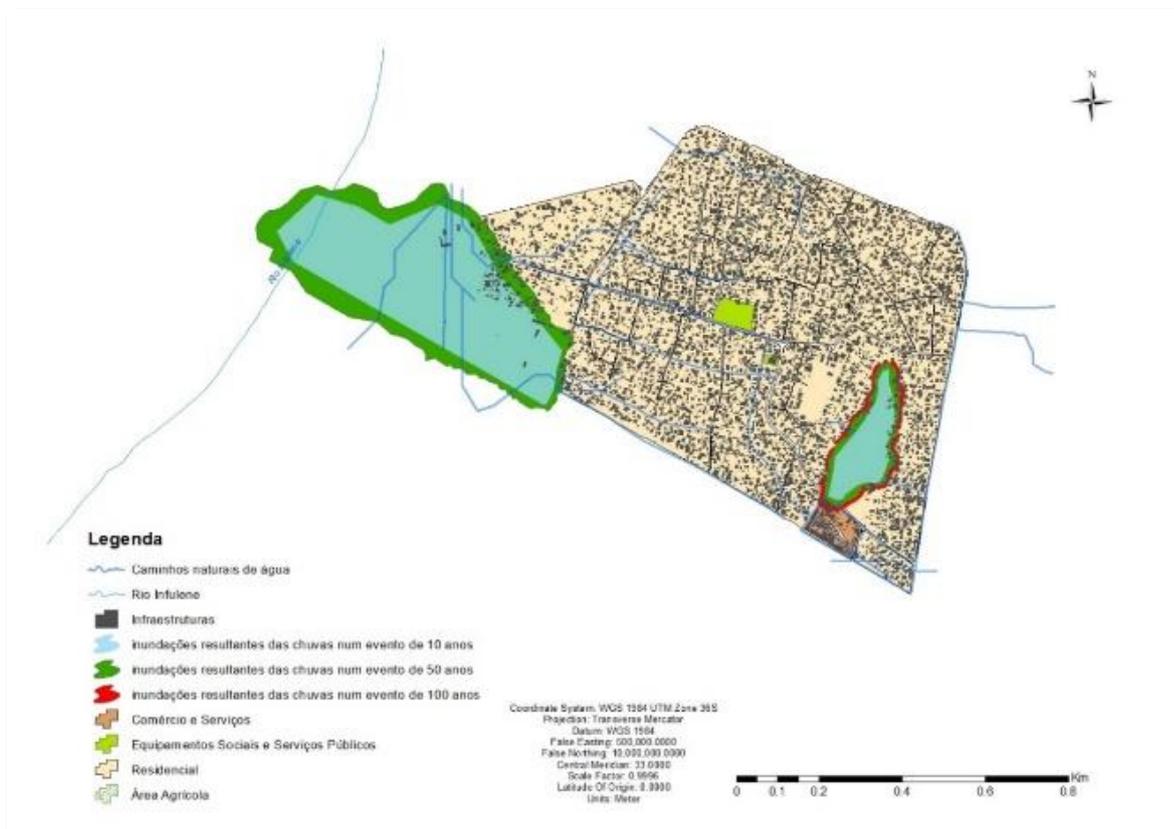
até eliminada quando se adopta e se segue um plano de urbanização. Isto exige firmeza das entidades de gestão do solo autárquico no exercício do seu poder de regulamentar o uso do solo urbano (Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos, 2021).

Um dos resultados foi o cálculo do período de retorno e a respectiva precipitação. Para os dados históricos de precipitação ilustrados na tabela I foram considerados os intervalos de tempo médio entre a ocorrência de um evento e outro de precipitação de 1, 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos que permitiram determinar intensidade cada tempo de retorno conforme indica a tabela II usando a equação 1 e 2.

Tabela II: Tempo de retorno da precipitação

Período de Retorno (ano)	1	2	5	10	20	50	100
Precipitação (mm/mês)	176	231	303	358	413	485	540

Como segundo resultado, temos o mapa temático de áreas de risco de inundação, que foi dividido em classes, de acordo com os diferentes períodos de retorno.



Mapa II: Mapa de risco de inundação do Bairro Inhagoia “A”

No mapa II estão representadas as áreas de risco de inundação a partir dos dados da tabela II, este mapa indica que as áreas de risco mapeadas encontram na zona baixa do bairro e pode se verificar que os caminhos de escoamento superficial naturais se encontram bloqueados pela disposição da malha urbana (construções sem observância dos instrumentos de ordenamento territorial). As áreas com menor cobertura em termos de inundação são do período de retorno de 1 ano sendo a de maior cobertura de 100 anos. A partir da tabela I pode se constatar que 0 evento de precipitação na ordem de 359.7 mm/mês foi alcançado no mês de março no ano de 2004. Olhando para os dados dispostos na tabela este valor pode ser igualado ou ultrapassado a cada 10 anos.

## CONCLUSÃO

O presente trabalho concluiu que mapeamento das áreas de risco de inundação é um processo essencial para entender, mitigar e gerenciar os impactos das inundações, por isso deve envolver a análise de vários factores e a aplicação de diferentes metodologias na identificação de áreas de risco, para se desenvolver estratégias de mitigação.

No bairro Inhagoia "A" chegou-se a conclusão que a malha urbana exerce uma influência directa na ocorrência de inundações para qualquer evento de precipitação intensa que se regista, actuando como agente de aumento do escoamento superficial. As áreas de risco de inundação no bairro representam um grave problema ambiental e social dado a existência de um número elevado de habitações que não param de crescer resultando no aumento da área impermeabilizada e consequentemente a perda da área verde.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência de Informação de Moçambique. (2023). Obtido em 15 de Janeiro de 2024, de Agência de Informação de Moçambique: <https://aimnews.org/2023/05/19/maput>

o-intemperies-afectam-mais-de-seis-mil-familias/ A

Conselho Municipal de Maputo. (2013). Proposta do Plano Municipal de Educação.

Gama, K. N., Barros, A. J., Laudares, S., Totaro, J. H., & Paula, G. A. (2019). Processos de urbanização: avaliação dos rios de inundação de áreas ribeirinhas do rio Piracicaba em área do bairro Santa Cruz e centro industrial, município de João Monlevade-MG. Minas Gerais: Revista Observatório de la Economía Latinoamericana. Obtido em 2 de Março de 2024, de <https://www.eumed.net/2019/07/avaliacao-rios-inundacao.html>

Gerhardt, T. E., & Silveira, D. T. (2009). Métodos de pesquisa. (E. UFRGS, Ed.) Porto Alegre: UFRGS. Obtido em 12 de Agosto de 2023, de <https://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>

Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos. (2021). Guião Metodológico para Elaboração de Planos de Mitigação de Riscos: Drenagem, Enchentes e Erosão (1ª edição, 2021 ed.). Maputo, Moçambique: Programa de Desenvolvimento Urbano e Local. Obtido em 16 de Fevereiro de 2024, de <https://www.pdul.gov.mz/Manuais-Guioes-e-Estudos/Infra-estrutura-e-servicos>

Monteiro, I. R., & Kobiyama, M. (2014). Proposta de metodologia de mapeamento de perigo de inundação. REGA - Revista de Gestão de Água da América Latina, 10, 13 - 25. Obtido em 16 de Fevereiro de 2024, de [https://www.researchgate.net/publication/262449863\\_Proposta\\_de\\_metodologia\\_de\\_mapeamento\\_de\\_perigo\\_de\\_inundacao](https://www.researchgate.net/publication/262449863_Proposta_de_metodologia_de_mapeamento_de_perigo_de_inundacao)

Mosca, J., & Lasse, N. (28 de Fevereiro de 2023). Inundações em Moçambique: o factor humano como agravante. Destaque Rural Nº 209, p. 9.

Rezene, G. (2012). Modelo hidrológico e hidráulico para estimativa e

Matessane, O. (2025). *Mapeamento de risco de inundação nos assentamentos informais: caso do bairro Inhagoia “a” na Cidade de Maputo.*

delimitação de áreas inundadas: uma ferramenta de auxílio à elaboração de Planos Diretores de Drenagem Urbana. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia. Obtido em 16 de Fevereiro de 2024, de <https://doi.org/10.14393/ufu.di.2012.4>

Rodrigues, M. (2024). Causas das Inundações Cíclicas em Maputo: mudanças climáticas ou deficientes políticas públicas de ordenamento territorial? Maputo: Centro de Integridade Publica. Obtido em 19 de Maio de 2024, de [https://www.cipmoz.org/wp-content/uploads/2024/04/Causas-das-inundacoes-na-Cidade-de-Maputo\\_Abril2024\\_-Revisto.pdf](https://www.cipmoz.org/wp-content/uploads/2024/04/Causas-das-inundacoes-na-Cidade-de-Maputo_Abril2024_-Revisto.pdf)

Santos, G. F., Souza, Y. R., Martildes, J. A., William de , P., & Santos, L. L. (2019). Estimativa de chuva de projeto utilizando o método probabilístico de Gumbel para o município de Campina Grande - PB. Realize Editora, Anais IV CONAPESC, p. 5.

Santos, K. R. (1 de Agosto de 2012). Inundações urbanas: um passeio pela literatura. *Élisée*, pp. 177-190.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2019). *World Urbanization Prospects*. New York: United Nations.

*Matessane, O. (2025). Mapeamento de risco de inundação nos assentamentos informais: caso do bairro Inhagoia “a” na Cidade de Maputo.*