


**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE GESTÃO DE INFRAESTRUTURAS PARA
ÁGUAS PLUVIAIS EM ZONAS URBANAS ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE GÊMEOS
DIGITAIS**

**DEVELOPMENT OF INFRASTRUCTURE MANAGEMENT SYSTEMS FOR RAINWATER
IN URBAN AREAS THROUGH THE USE OF DIGITAL TWINS**

**DESARROLLO DE SISTEMAS DE GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURA PARA AGUAS DE
LLUVIA EN ZONAS URBANAS MEDIANTE EL USO DE GEMELOS DIGITALES**

 <https://doi.org/10.56238/arev7n6-115>

Data de submissão: 11/05/2025

Data de publicação: 11/06/2025

Edson Américo de Almeida Joaquim

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal – FEUP, Programa Doutoral em
Engenharia do Ambiente (PDEA)
E-mail: UP202412198@up.pt
E-mail: edson.joaquim@uan.ao

Francisco de Oliveira Piqueiro

Professor Auxiliar, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), Orientador Principal
E-mail: piqueiro@fe.up.pt

José Paulo Kai

Professor Auxiliar, Faculdade de Engenharia da Universidade Agostinho Neto (FEUAN), Orientador
Secundário
E-mail: jose.kai@uan.ao

RESUMO

São muitos os casos em que a definição do espaço urbano, quer por um total desprezo da rede hidrográfica natural, quer por inadequada consideração dos escoamentos pluviais, quer pela transformação dos solos, que ocorrem em processos de retirada ou transporte de sedimentos da superfície, conduz a situações de indisponibilidade do uso do espaço, com inundações ou mesmo a situações mais graves com a destruição desse mesmo espaço urbanizado e até com acidentes humanos. Considera-se assim que é de importância capital o desenvolvimento de uma abordagem na definição das acções de urbanização, construção do edificado, que atenda às questões de projeto e implementação de soluções para mitigar os efeitos das águas oriundas das chuvadas, os quais são necessários precisamente por se ter definido essa intervenção urbanística. Este estudo visa identificar e analisar as inundações no entroncamento entre a Estrada do Camama e a via de acesso ao Campus da Universidade Agostinho Neto, em Luanda. A pesquisa envolveu trabalho de campo, pesquisa de histórico de eventos, análise de dados cartográficos e pluviométricos, com objetivo de identificar as causas das inundações, e propor soluções, devidamente fundamentadas. Identificou-se a ausência de sistema de drenagem funcional na rua, a cota da cabeceira da rua em causa, mais baixa e sem ligação funcional a rede pública de drenagem existente, agravada pela obstrução dos coletores com resíduos sólidos e cargas sedimentares de fundo. A solução proposta, consigna-se na concepção da ligação à rede de drenagem pública existente, utilizando como elementos complementares caixas de sedimentação, grelhas para retenção de resíduos sólidos e camadas drenantes para uma gestão mais eficaz do volume de água, evitando acumulação de água na superfície.

Palavras-chave: Sistemas de drenagem de águas pluviais. Inundações. Zonas urbanas.

ABSTRACT

There are many cases in which the definition of urban space, whether due to a total disregard for the natural hydrographic network, or due to inadequate consideration of rainwater runoff, or due to soil transformation, which occurs in processes of removal or transport of sediments from the surface, leads to situations of unavailability of the use of the space, with flooding or even more serious situations with the destruction of this same urbanized space and even with human accidents. It is therefore considered of paramount importance to develop an approach in the definition of urbanization actions and construction of buildings, which addresses the issues of design and implementation of solutions to mitigate the effects of water from rainstorms, which are necessary precisely because this urban intervention has been defined. This study aims to identify and analyze the flooding at the junction between Estrada do Camama and the access road to the Agostinho Neto University Campus, in Luanda. The research involved fieldwork, historical event research, analysis of cartographic and rainfall data, with the aim of identifying the causes of the flooding and proposing duly substantiated solutions. The absence of a functional drainage system in the street was identified, the elevation of the head of the street in question was lower and there was no functional connection to the existing public drainage network, aggravated by the obstruction of the collectors with solid waste and sediment loads from the bottom. The proposed solution is based on the design of the connection to the existing public drainage network, using sedimentation tanks, grates for retaining solid waste and drainage layers as complementary elements for more effective management of the volume of water, avoiding accumulation of water on the surface.

Keywords: Rainwater drainage systems. Floods. Urban areas.

RESUMEN

Existen numerosos casos en los que la definición del espacio urbano, ya sea por un desprecio total por la red hidrográfica natural, por una consideración inadecuada de la escorrentía pluvial o por la transformación del suelo, que ocurre en los procesos de remoción o transporte de sedimentos de la superficie, conlleva situaciones de indisponibilidad del espacio, con inundaciones o, incluso, situaciones más graves, con la destrucción de este mismo espacio urbanizado e incluso accidentes humanos. Por lo tanto, se considera de suma importancia desarrollar un enfoque en la definición de acciones de urbanización y construcción de edificios que aborde las cuestiones de diseño e implementación de soluciones para mitigar los efectos del agua de las tormentas, necesarias precisamente porque se ha definido esta intervención urbana. Este estudio tiene como objetivo identificar y analizar las inundaciones en la intersección entre la Estrada do Camama y el acceso al Campus Universitario Agostinho Neto, en Luanda. La investigación incluyó trabajo de campo, investigación de eventos históricos y análisis de datos cartográficos y pluviométricos, con el objetivo de identificar las causas de las inundaciones y proponer soluciones debidamente fundamentadas. Se identificó la ausencia de un sistema de drenaje funcional en la calle, la cota de la cabecera de la calle en cuestión era menor y no existía conexión funcional con la red pública de drenaje existente, agravada por la obstrucción de los colectores con residuos sólidos y cargas de sedimentos desde el fondo. La solución propuesta se basa en el diseño de la conexión a la red pública de drenaje existente, utilizando tanques de sedimentación, rejillas para la retención de residuos sólidos y capas de drenaje como elementos complementarios para una gestión más eficaz del volumen de agua, evitando la acumulación de agua en la superficie.

Palabras clave: Sistemas de drenaje pluvial. Inundaciones. Zonas urbanas.

1 INTRODUÇÃO

A drenagem urbana de águas pluviais e residuais representa um dos maiores desafios enfrentados pelas cidades contemporâneas, especialmente em contextos de crescimento populacional acelerado e urbanização desordenada. Problemas relacionados ao manejo inadequado dessas águas têm gerado impactos ambientais significativos, refletindo-se na degradação da qualidade da água e dos solos, na alteração de ecossistemas naturais e na redução da produtividade de atividades econômicas que dependem diretamente dos serviços ecossistêmicos. Esses efeitos são particularmente intensos em áreas urbanas com sistemas naturais sensíveis, onde a intervenção humana compromete de forma mais acentuada o equilíbrio ecológico (MONTES; LEITE, 2009).

A expansão urbana, marcada muitas vezes pela ocupação de áreas originalmente rurais, tem modificado drasticamente o comportamento dos sistemas de drenagem de águas pluviais (SDAP). A ausência de planejamento adequado, aliada ao subdimensionamento das infraestruturas existentes e ao uso de técnicas construtivas inadequadas, tem contribuído para a ocorrência frequente de inundações, entupimentos, poluição difusa e sobrecarga das redes de escoamento. Problemas como o posicionamento incorreto de sarjetas, ruas mal orientadas e a ausência de sistemas separativos entre esgoto e águas pluviais são comuns em muitas cidades, comprometendo não apenas a funcionalidade urbana, mas também a saúde pública e o bem-estar da população (JOAQUIM, 2021).

Nesse cenário, torna-se urgente repensar os modelos tradicionais de drenagem urbana, incorporando abordagens que valorizem soluções sustentáveis e integradas. A adoção de práticas como a criação de áreas permeáveis, a instalação de sistemas de drenagem superficial e o uso de dispositivos de retenção e infiltração das águas pluviais pode contribuir significativamente para a redução dos caudais de pico e para a melhoria da qualidade da água lançada nos corpos receptores. Além disso, estratégias urbanísticas que promovam a descontinuidade entre áreas impermeáveis e a preservação de espaços verdes urbanos são essenciais para atenuar os efeitos negativos do escoamento superficial (JOAQUIM, 2021).

A concepção de sistemas de drenagem mais eficientes deve considerar não apenas aspectos técnicos, mas também critérios ambientais e sociais. A retenção e infiltração de águas pluviais, o aproveitamento das áreas verdes como infraestrutura multifuncional e a utilização de tecnologias alternativas devem ser priorizados no planejamento urbano. Assim, garantir a resiliência das cidades frente aos eventos extremos e à crescente pressão sobre os recursos hídricos requer uma gestão integrada e sustentável das águas pluviais, alinhada aos princípios do desenvolvimento urbano sustentável (JOAQUIM, 2021).

Portanto busca-se elucidar o seguinte problema de pesquisa: Como pode-se verificar as inundações em zonas urbanas, devido ao mau uso dos sistemas de drenagem de águas pluviais na via de acesso ao campus universitário da Universidade Agostinho Neto?

O espaço urbano, pela sua própria definição de espaço alterado face ao seu prévio desenvolvimento natural, altera o comportamento do espaço no que respeita à transformação das chuvadas em escoamento, processos erosivos decorrentes de uma má concepção, projeto e construção de estruturas hidráulicas e da sua relação com o espaço urbano e o ambiente nele inserido.

Para o referido estudo temos como objetivo geral estudar os fenómenos que estão na base das inundações da via de acesso ao campus universitário da Universidade Agostinho Neto, sentido Camama. Para atingirmos o objetivo apresentado, enumeramos várias ações que concorrem para resolução do problema apresentado.

Para objetivos específicos temos os seguintes: Identificar e registar as inundações, seus impactos, mapeando as áreas afetadas, e respectivas contribuições. Determinar as causas principais da inundação, falhas no sistema de drenagem. Propor ações corretivas, e preventivas de modo a evitar futuras inundações. Estabelecer as bases para um termo de referência de execução de projetos.

Este artigo propõe discutir os principais problemas relacionados à drenagem urbana de águas pluviais, analisando suas causas, consequências e possíveis soluções baseadas em boas práticas de planeamento urbano e engenharia ambiental. Busca-se, assim, contribuir para a formulação de políticas públicas e estratégias técnicas que tornem os ambientes urbanos mais seguros, saudáveis e ecologicamente equilibrados.

2 METODOLOGIA

De modo a atingir-se os objetivos preconizados, utilizou-se o aporte de Cellard (2008); Gil (2008), Marconi e Lakatos (2017) a seguinte metodologia para análise da documentação existente e Bardin (1977) para a coleta de informações junto aos moradores e para estudos mais minuciosos e/ou a descrição de ações emergenciais.

Para tal, seguiu-se as etapas: Trabalho de Campo; Pesquisa de Histórico de Eventos; Análise de Dados Cartográficos; Análise de Dados Pluviométricos; Identificação das Causas dos Alagamentos; Proposta de Soluções; Recomendações.

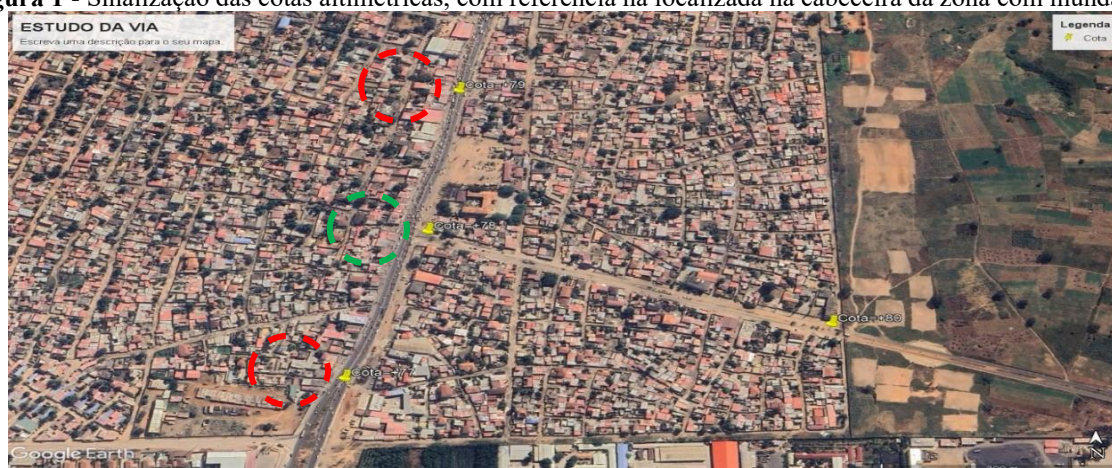
3 RESULTADOS

3.1 DESCRIÇÃO DO EVENTO

3.1.1 Descrição e caracterização das inundações

As inundações na área em estudo já possuem alguma recorrência, como pode ser verificado nas imagens abaixo, de 2013 até o presente ano de 2024, variando em termos de periodicidade e intensidade dependendo das condições meteorológicas. No entanto, a partir da constatação feita in loco, após a precipitação do dia 10/12/2024, pode-se verificar que a área de inundação na região mais crítica (na cabeceira Oeste da Rua de acesso ao Campus da UAN) estendeu-se por uma área de aproximadamente 1.200 m² e apresentou uma profundidade de aproximadamente 40 cm na cota mais baixa.

Figura 1 - Sinalização das cotas altimétricas, com referência na localizada na cabeceira da zona com inundação.



Fonte: Google Earth 2024

Sinalização das cotas da via principal do Camama, onde observa-se que na zona da cabeceira a via de acesso ao Campus Universitário, tem uma cota altimétrica de +78, facto este que influencia na contribuição da inundação. Pois a cota desta via em relação a zona em estudo é maior.

Com menor gravidade, no entanto, também foram registados alagamentos de menor escala no percurso longitudinal da via até a cabeceira Este (entrada do Campus), situados maioritariamente no meio-fio, entre a estrada e o passeio.

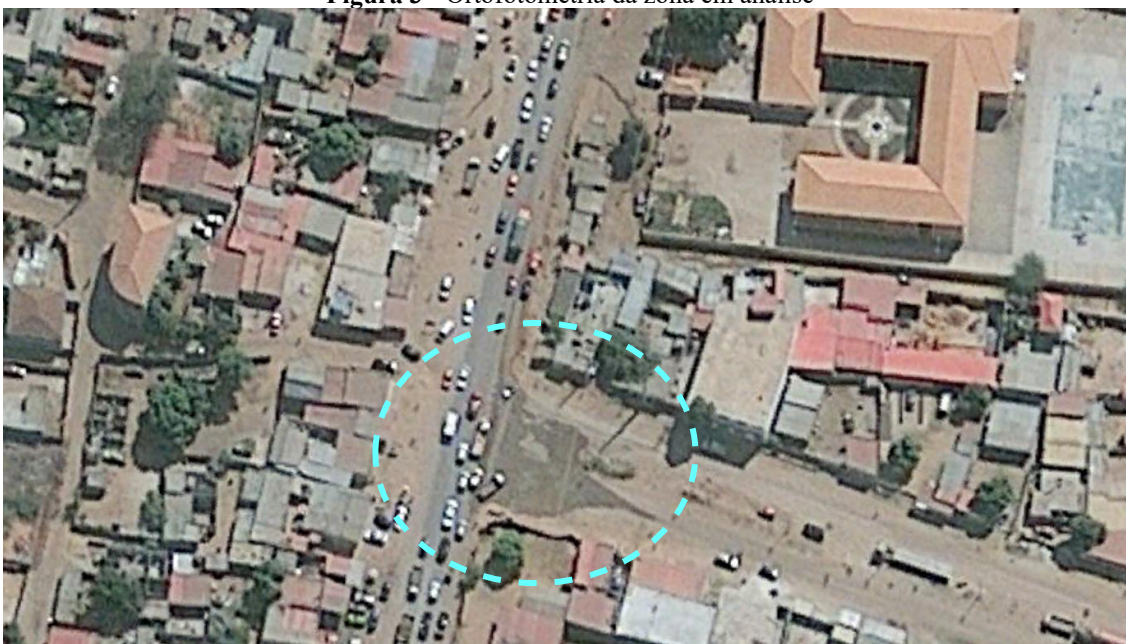
Em seguida, apresentamos o registro de inundações de 2013 a 2024, verificadas por meio de ortofotometrias.

Figura 2 - Ortofotometria da zona em análise



Fonte: Google Earth, 2013

Figura 3 - Ortofotometria da zona em análise



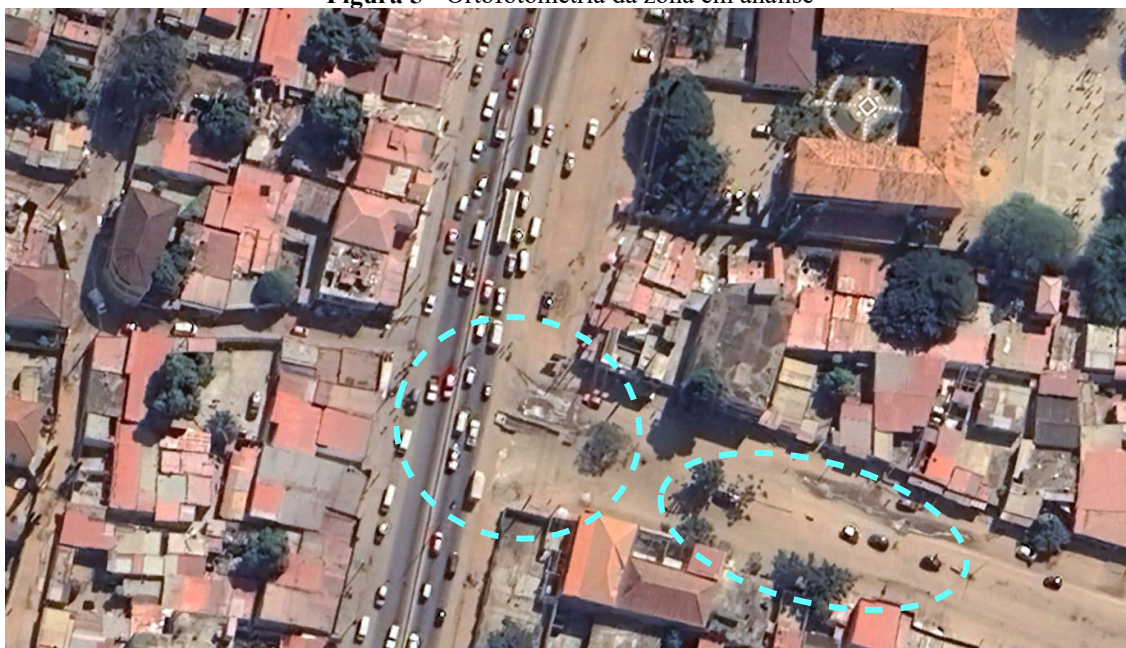
Fonte: Google Earth, 2013

Figura 4 - Ortofotometria da zona em análise



Fonte: Google Earth, 2015

Figura 5 - Ortofotometria da zona em análise



Fonte: Google Earth, 2024

3.2 IMPACTOS VISÍVEIS

Tal como acontece em inúmeras localidades, são visíveis os danos materiais nas zonas inundadas e nas áreas adjacentes as mesmas, tais como:

- Erosão do tapete asfáltico, provocado pela percolação, e exposição prolongada a água.
- Danificação do meio fio, valetas, lancis, passeios, vedações de lotes adjacentes as áreas inundadas.

Os impactos negativos estendem-se aos danos provocados as viaturas, paralisação ou congestionamento na circulação automóvel e pedonal.

A paralisação da água e sua contaminação, com resíduos sólidos e de esgotos, representam sérios riscos para a saúde pública, como a proliferação de mosquitos e outras pragas, aumentando a incidência de doenças como a malária.

Os constrangimentos causados, bem como o mau cheiro gerado, certamente afetam a qualidade de vida e conforto dos moradores e transeuntes, onde muitos são estudantes, funcionários e professores da UAN, que usam a via como principal acesso ao campus.

Infraestrutura Escolar: As instalações educacionais podem ser danificadas pela água, impactando negativamente as atividades educacionais.

3.3 CAUSAS DA INUNDAÇÃO

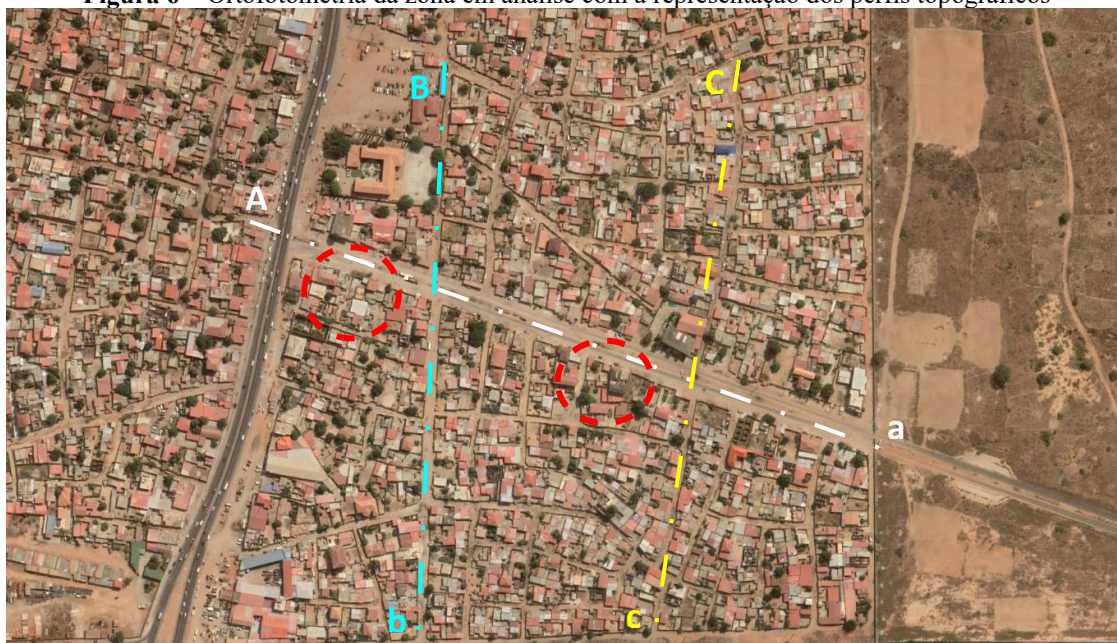
- a) Falta de infraestrutura de drenagem de água pluviais e residuais, na via de acesso ao Campos da UAN.
- b) Baixa permeabilidade do solo, contribui para estagnação das águas por longos períodos.
- c) Impossibilidade de drenagem superficial das águas, atendendo que a cota da cabeceira *Oeste*, da via em causa, está mais baixa em relação a *Rua Direita do Camama*.
- d) A partir da análise de imagens aéreas de 2002, até ao presente, constatou-se a interrupção do curso superficial natural de água, da cabeceira da rua, até a jusante a *Oeste*, provocada pela subida da cota da Rua direita do Camama, com a intervenção realizada no ano de 2009, e a posterior, agravada com a intervenção realizada em 2017. Atualmente existe uma diferença de cota entre a Rua direita do Camama, e a cabeceira da Rua de Acesso ao Campus, de aproximadamente 80 centímetros.
- e) Constatou-se igualmente que a última intervenção realizada a Rua Direita do Camama, em 2017, incluiu um sistema de recolha de água pluviais, composto por bocas de lobo laterais, para recolha de águas no meio fio, associadas a caixas de inspeção, interligadas por manilhas, que por sua vez, escoam as águas por gravidade, à jusante.

Na visita de campo realizada, verificou-se que o sistema de recolha e escoamento de águas supracitado, não se encontra em funcionamento, pois as caixas de inspeção encontram-se totalmente obstruídas com resíduos sólidos e terra. Os sedimentos, provenientes das ruas transversais adjacentes, bem como dos passeios não pavimentados, vão-se depositando nas caixas, juntamente com resíduos sólidos, gerando a obstrução total do sistema. Atendendo que a caixa de inspeção na cabeceira, da Rua

de Acesso ao Campos, encontra-se obstruída, não existe ligação das águas que drenam superficialmente da mesma, para o sistema público de recolha de águas a jusante, na Rua Direita do Camama, causando inundação.

3.4 PERFIS TOPOGRÁFICOS DO TERRENO

Figura 6 – Ortofotometria da zona em análise com a representação dos perfis topográficos



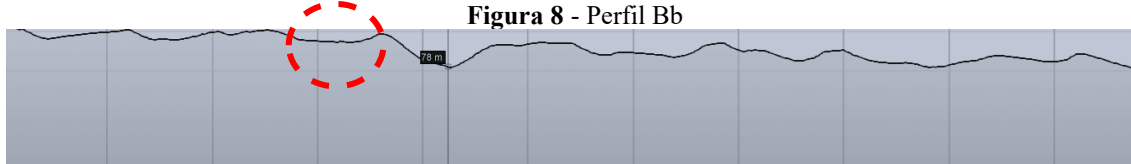
Fonte: Google Earth, 2024

Figura 7 - Perfil Aa



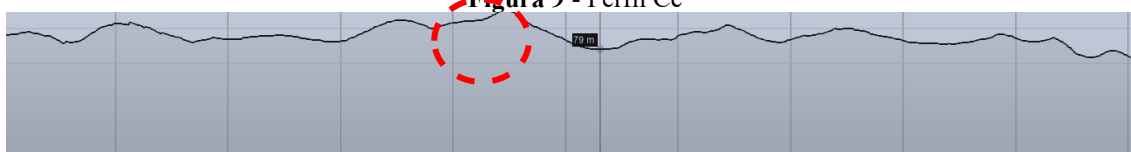
Fonte: Elaboração Própria (2024)

Figura 8 - Perfil Bb



Fonte: Elaboração Própria (2024)

Figura 9 - Perfil Cc

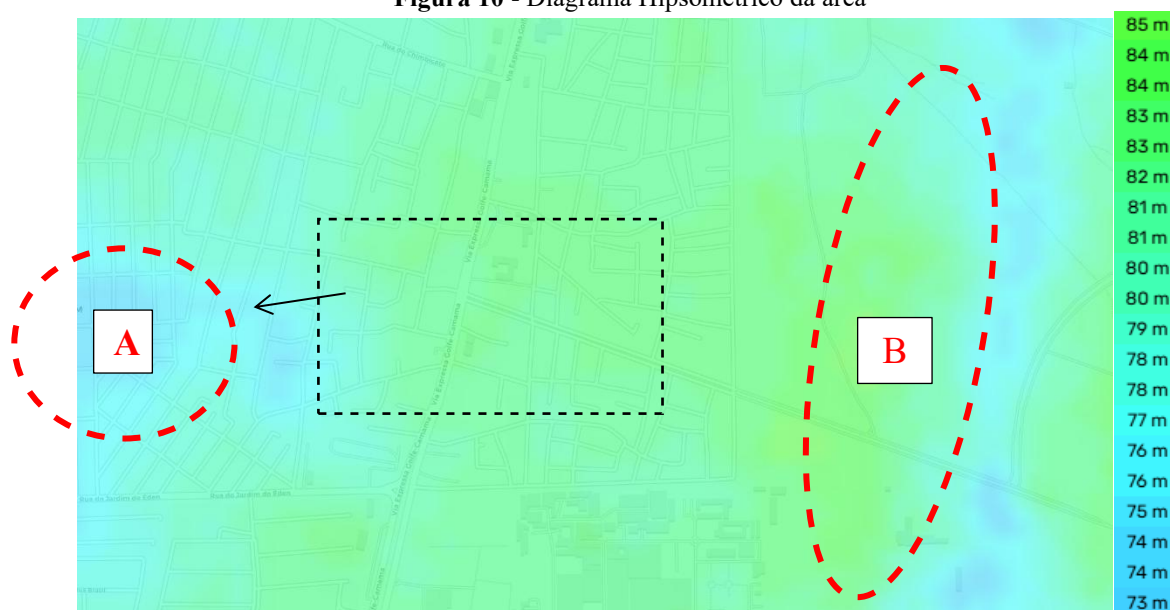


Fonte: Elaboração Própria (2024)

A partir da análise feita in situ, e a partir da interpretação dos perfis traçados, constatou-se que as contribuições para o volume presente na Via em estudo (AA), provêm das ruas transversais, que interceptam a mesma. O cálculo preliminar da área correspondente as zonas à montante, bem como da própria via, é de 190.000,00 m². É importante realçar que o presente cálculo foi baseado em dados topográficos com baixa precisão, e que para etapas posteriores do estudo, será necessário o levantamento topográfico da área em causa, para obtenção de dados precisos.

A partir do diagrama hipsômetro abaixo, pode-se identificar os pontos de cota mais baixa, correspondentes as jusantes dos percursos naturais de água. Onde a zona A, corresponde a Jusante natural da zona que hoje corresponde a cabeceira da Via em estudo. E a zona B corresponde ao curso de água natural intermitente denominado de Rio Cambamba.

Figura 10 - Diagrama Hipsométrico da área



Fonte : topographic-map.com (2024)

3.5 EVIDÊNCIAS NAS ZONAS EM QUESTÃO

Na Figura 10 apresenta a zona sinalizada, onde representa a área crítica e concentrada de água, causada pelos fatores acima referenciados. Na Figura 11, mostra o ponto crítico, onde toda água se concentra, a Figura 12, ilustra a concentração de sedimentos causada pela erosão dos solos, originando obstrução e assoreamento em caixas de visitas implantadas na zona.

Figura 11 - Zona da Camama, entrada do campus universitário



Fonte: Google Earth, 2024

Figura 12 - Zona afetada pela inundação



Fonte: Elaboração Própria (2024)

Figura 13 - Assoreamento de caixa de visita no local



Fonte: Elaboração Própria (2024)

3.6 IMPACTOS

A zona inundada tem gerado diversos impactos sociais, económicos e ambientais para a comunidade. Esses impactos são resultado das frequentes enchentes que afetam a área, principalmente durante o período chuvoso. Aqui estão alguns dos principais impactos:

3.6.1 Impactos Económicos

Danos a comércios locais: Os negócios que funcionam na área inundada, como pequenas lojas e mercados, enfrentam sérios prejuízos. Muitos deles sofrem danos materiais significativos e perdem a clientela devido ao acesso dificultado. Aumento de custos com reparação: A reconstrução de infraestrutura e a ajuda humanitária exigem recursos elevados da Administração e do Estado.

3.6.2 Impactos Ambientais

Contaminação da água: As inundações podem levar ao transbordo de esgoto e lixo, resultando na contaminação de corpos d'água, o que prejudica o ecossistema local e torna a água imprópria para consumo (Figura 13). Erosão do solo: A água das chuvas pode provocar a erosão do solo, danificando áreas de vegetação e prejudicando a biodiversidade local.

3.6.3 Impactos na Infraestrutura

Danos em vias públicas: As chuvas fortes e as inundações danificam o asfalto e outras estruturas de ruas e avenidas, aumentando a necessidade de reparos e dificultando a mobilidade urbana (Figura 14).

Dificuldade no transporte público: As vias alagadas prejudicam o tráfego de ônibus e outros meios de transporte, afetando a rotina dos moradores e dificultando o acesso a serviços essenciais, como saúde e educação.

Figura 14 - Dano de pavimento (à esquerda) e desníveis de vias (à direita)



Fonte: Elaboração Própria (2024)

3.7 MEDIDAS ADOTADA

Para mitigar os impactos das inundações da zona em questão e em outras áreas vulneráveis, é necessário adotar um conjunto de medidas integradas, que envolvem tanto ações emergenciais quanto soluções de longo prazo. Algumas dessas medidas incluem:

3.7.1 Melhorias na Infraestrutura de Drenagem

Ampliação e manutenção do sistema de drenagem pluvial: É fundamental melhorar o sistema de drenagem da região, instalando galerias, canais, órgãos de drenagem (sarjetas e sumidouros) que possam escoar a água das chuvas de forma eficiente, evitando o acúmulo de água e o alagamento das ruas.

Desobstrução regular de galerias, canais e outros órgãos de drenagem: A limpeza frequente dos canais de drenagem e das bacias de retenção de água impede o entupimento e a obstrução do fluxo, o que pode agravar as enchentes.

3.7.2 Requalificação Urbana e Planejamento Territorial

Desenvolvimento de um plano de ocupação ordenada: A expansão desordenada das cidades, especialmente em áreas de risco, é um dos principais fatores que contribuem para as enchentes. A implementação de políticas públicas para evitar a ocupação de áreas de risco e promover o ordenamento urbano é crucial.

3.7.3 Ações de Educação e Conscientização

Educação ambiental: A população precisa ser conscientizada sobre os impactos ambientais das práticas inadequadas, como o despejo de lixo em ruas e canais. A realização de campanhas educativas pode incentivar o cuidado com o meio ambiente e a adoção de boas práticas, como o descarte correto de resíduos. Informação sobre riscos e precauções: É importante informar os moradores sobre os riscos das inundações, medidas preventivas (como a construção de moradias mais elevadas ou a instalação de sistemas de drenagem domésticos).

3.7.4 Investimentos em Saneamento Básico

Implantação de sistemas de esgoto e tratamento de águas pluviais: A melhoria do sistema de esgoto e a instalação de sistemas adequados de drenagem de águas pluviais são essenciais para evitar a contaminação das águas e a propagação de doenças. Além disso, a criação de soluções sustentáveis, como as fossas sépticas ecológicas, pode melhorar a qualidade de vida local.

3.7.5 Parcerias com a Comunidade e Setor Privado

Participação da comunidade nas soluções locais: A criação de grupos de trabalho comunitários para discutir e implementar soluções para problemas como o lixo, o uso do solo e o manejo da água pode aumentar a eficácia das ações de mitigação. Parcerias público-privadas para investimentos: A colaboração com empresas e organizações não governamentais pode ajudar a viabilizar recursos para as melhorias de infraestrutura, bem como apoiar a execução de projetos ambientais e sociais.

Essas medidas devem ser implementadas de forma contínua e integrada, com o engajamento de todos os níveis de governo, sociedade civil e a comunidade local, para reduzir os impactos das inundações e promover a sustentabilidade no bairro Camama, propriamente na zona em análise.

4 RECOMENDAÇÕES E DISCUSSÃO

Aqui estão algumas recomendações que podem ser adotadas para mitigar e prevenir os impactos das inundações e em áreas semelhantes:

- Projeto de drenagem pluvial e de pavimento
- Reforço na Infraestrutura de Drenagem: Construção de canais e galerias de drenagem eficientes: A ampliação do sistema de drenagem pluvial, com a construção de novos canais e galerias, deve ser priorizada, garantindo o escoamento adequado das águas das chuvas e evitando inundações.
- Manutenção periódica da drenagem existente: Manter os bueiros, redes de esgoto e canais sempre desobstruídos, evitando que o lixo e o entulho obstruam o fluxo da água.
- Proteção Ambiental: Reflorestamento e recuperação de áreas verdes, investir no reflorestamento de áreas desmatadas, ajudando a reduzir a erosão do solo e a retenção das águas pluviais.
- Implantação de sistemas de gestão de resíduos sólidos: Melhorar a gestão do lixo na comunidade, com a criação de pontos de coleta e reciclagem, para reduzir o impacto da sujeira nas vias públicas e sistemas de drenagem.
- Educação Ambiental e Conscientização Comunitária: Campanhas de conscientização sobre o lixo e o descarte correto, incentivar a população a evitar o despejo de lixo e entulho nas vias públicas e em canais, caixas de visita que são grandes causadores de obstrução e alagamentos.
- Melhorias no Saneamento Básico: Expansão da rede de esgoto e água tratada para garantir o acesso universal ao saneamento básico, com a instalação de sistemas adequados de coleta de esgoto e tratamento de águas pluviais.
- Parcerias e Apoio social: Colaboração com organizações não governamentais (ONGs) e o setor privado, estimular a colaboração entre o setor público, privado e ONGs para implementar projetos de melhoria da infraestrutura e ações sociais que possam beneficiar diretamente a comunidade.
- Ações Corretivas: Sugerir soluções para evitar futuras inundações, como melhoria do sistema de drenagem, obras de infraestrutura, regularização do uso do solo e preservação de áreas verdes.
- Monitoramento e Prevenção: Recomendar o monitoramento contínuo das condições meteorológicas e da infraestrutura de drenagem, além de planos de emergência em caso de novos eventos.

Essas recomendações exigem um esforço conjunto das autoridades municipais e governamentais, com o envolvimento da sociedade local. A implementação eficaz dessas ações pode reduzir significativamente os impactos das inundações e melhorar a qualidade de vida dos moradores do bairro.

4.1 TERMO DE REFERÊNCIA PARA EXECUÇÃO DOS PROJETOS E AÇÕES PRELIMINARES

- Solicitação de informação junto da administração local, sobre a possibilidade de existência de projetos em curso ou paralisados, para a zona em estudo, respeitando a sua compatibilização.
- Solicitação de um levantamento topográfico da zona em estudo, incluindo dados planimétricos e altimétricos das vias, vegetação, lotes e ruas adjacentes, cotas das caixas de visita (de superfície e de fundo), cota de entrada das tubagens as caixas, bem como todo e qualquer obstáculo que se concluir pertinente.
- Importante realçar a necessidade de Limpeza pré-levantamento topográfico: de modo a possibilitar a medição da cota de entrada da tubagem nas caixas de visita, bem como as suas cotas de fundo.
- Elaboração de um projeto viário, compatibilizado com o traçado urbano e infraestruturas existentes (nomeadamente, rede eléctrica, telecomunicações, abastecimento de água), bem como aquelas por implementar, como a rede de drenagem de águas pluviais e residuais. O mesmo será alvo de licenciamento junto da Administração Municipal.
- O projeto deverá incluir para além do traçado da rede (vide layout no Anexo A.2), a memória de cálculo, medições e quantidades, especificações técnicas, detalhes técnicos construtivos, bem como todos elementos necessários para a orçamentação e execução dos trabalhos.
- Atendendo a necessidade de uma medida de contingência contra a obstrução do sistema:
 1. Deverão ser previstos caixas de sedimentação,
 2. Sarjetas com grelhas para retenção dos resíduos sólidos
 3. Fornecimento do manual de utilização e manutenção com a especificação da periodicidade da limpeza.

Atendendo a necessidade de implementação de mecanismos de gestão do volume de água proveniente de descargas atmosféricas atípicas, deverá prever-se camadas drenantes constituídas por areia, brita, geotêxtil, e geodreno, em tubo PEAD corrugado perfurado.

5 CONCLUSÃO

As inundações observadas no entroncamento entre a Estrada do Camama e a via de acesso ao Campus da Universidade Agostinho Neto, assim como em outras áreas vulneráveis, refletem a existência de problemas estruturais, ambientais e sociais interligados. Esses eventos resultam, em grande parte, da ausência de um sistema de drenagem eficiente, do crescimento urbano desordenado e da limitada conscientização da população quanto à gestão dos resíduos sólidos.

A mitigação dos impactos das inundações nesta área requer uma abordagem multidisciplinar e integrada, que contemple o fortalecimento da infraestrutura de drenagem, a proteção ambiental e a promoção da educação comunitária. Somente por meio do compromisso conjunto entre as autoridades públicas e a população local será possível desenvolver soluções sustentáveis, reduzir os danos recorrentes e garantir um ambiente urbano mais seguro, resiliente e saudável para todos.

REFERÊNCIAS

- AKAN, A. O., & HOUGHTALEN, R. J. Urban Hydrology, Hydraulics and Stormwater Quality: Engineering Applications and Computer Modeling. John Wiley & Sons, 2003.
- BANK, W. Climate Risk and Adaptation Country Profile . Angola: The World Bank Group, 2011.
- BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 1977. (Reimpressões posteriores são frequentemente usadas, como 2009 ou 2016).
- CELLARD, André. A análise documental. In: POUPART, Jean et al. A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos. Petrópolis: Vozes, 2008. p. 295–316.
- CONSTRUÇÃO, M. d. Normas de Planeamento Urbano e Ordenamento Territorial. Angola, 2010.
- GEOFISICA, I. -I. Dados Pluviométricos da Provincia de Luanda. Angola: INAMET. 2020 - 2024.
- GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- JOAQUIM, E. A. OS SDAP- sistemas de drenagem de águas, no espaço urbano e as condicionantes paisagísticas e arquitectónicas. Angola, Luanda: UAN, Faculdade de Engenharia, 2021.
- JOAQUIM, E. Google Earth. Obtido de Imagens de satélite: Disponível em: www.Google Earth. Acesso em: 15 de Dezembro de 2024.
- MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Técnicas de pesquisa. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- MONTE, R. M., & LEITE, J. F. A drenagem urbana de águas pluviais e seus impactos – Cenário atual da Bacia do Córrego Vaca-Brava. Brazil: Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Católica de Goiás, 2009.
- PAULO, P. d. Manual de Drenagem Urbana. São Paulo: Secretária de Infraestrutura Urbana e Obras, 2002.
- PÚBLICAS, M. D. RGSPPDADAR - Regulamento Geral de Sistemas Públicos e Prediais de Drenagem de Águas Residuais e Pluviais. Angola: Ministerio das Obras Públicas de Angola, 2010.
- Silveira, A. Hidrologia Aplicada. São Paulo: Editora de USP, 2001
- TÉCNICAS, A. -A. NBR9649: Projecto de rede de drenagem urbana. Rio de Janeiro, 1993.
- TOMAZ, P. Capítulo 277 - Caixa de Sedimentação. Em P. Tomaz, Curso de Manejo de Água Pluvial (pp. 277- 44). Brasil. 2019
- TUCCI, C. E. Drenagem urbana: Coteitos básicos. Brasil: Instituto de Pesquisas Hidráulicas - IPH/UFRGS. 2008.
- TUCCI, C. E. Gestão da drenagem urbana. Brasília: Agência Nacional de Águas (ANA). 2012.

ANEXO A.1

Fotografias tiradas no local, após a precipitação (10 de Dezembro de 2024)



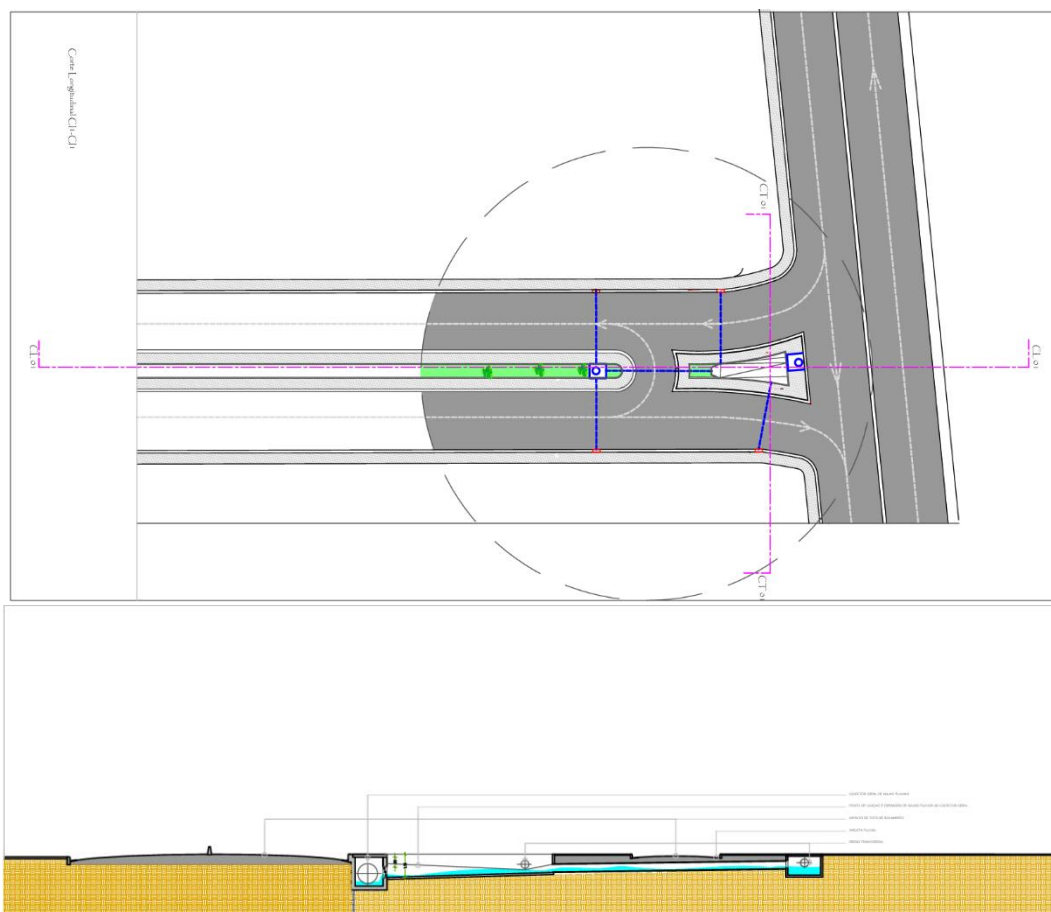
Vistas da cabeceira Oeste inundada, da rua de acesso ao campus



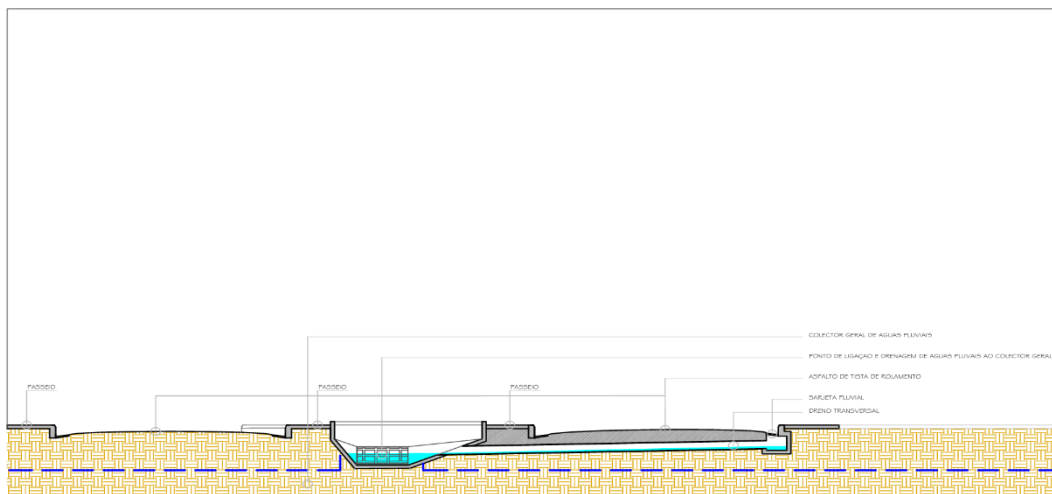
Vistas das bermas alagadas da rua de acesso ao campus



ANEXO A.2 – PROPOSTA DE ARRANJO DA ZONA DE INTERVENÇÃO



Corte Longitudinal C11-C11



ANEXO A.3 – AXONOMETRICA DA ÁREA EM ESTUDO



Representação tridimensional das secções longitudinais e transversal da área em estudo

