

# **ENCHENTES E MUDANÇAS CLIMÁTICAS: PLANEJANDO O FUTURO DA RONDON PACHECO COM MODELAGEM MATEMÁTICA**

**Estudante(s): Henrique de Oliveira Rodrigues Garcia Lacerda  
(henriquewhile@gmail.com), Isadora Araújo Brito (britoisadoraaraujo@gmail.com),  
Randio Marques de Carvalho Filho (randiomarques7@gmail.com)**

**Orientador: Higor Eduardo Soares da Silva (higor.soares@ufu.br)**

**Coorientadora: Emily de Vasconcelos Santos (emily.vasconcelos@gmail.com)**

**Escola Municipal Dr. Joel Cupertino Rodrigues**

## **Resumo**

A Avenida Rondon Pacheco, localizada em Uberlândia (MG), apresenta recorrentes problemas de alagamentos devido à impermeabilização do solo, canalização de córregos e insuficiência do sistema de drenagem pluvial. Este trabalho tem como objetivo demonstrar, por meio de modelagem matemática e protótipo em maquete, como soluções sustentáveis, como bacias de retenção e aumento de áreas permeáveis, podem reduzir o pico de escoamento superficial e minimizar enchentes. Para tanto, foram aplicados o método racional, a equação de chuvas intensas (IDF) de Uberlândia e experimentos práticos em maquete simulando diferentes cenários de drenagem. Os resultados apontam que o uso de reservatórios de retenção e superfícies permeáveis é capaz de reduzir significativamente a vazão de pico, contribuindo para o enfrentamento das mudanças climáticas no território urbano. Conclui-se que a Matemática, aliada à Engenharia, pode fornecer ferramentas simples e eficazes para a compreensão e mitigação dos problemas de drenagem urbana.

**Palavras-chave:** Drenagem urbana; Modelagem Matemática; Enchentes; Matemática Aplicada; Sustentabilidade.

## **Introdução e justificativa**

A água é um dos elementos mais essenciais para vida e, ao mesmo tempo, um dos que mais sofrem com os impactos das mudanças climáticas e da urbanização desordenada. A Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (2021–2030), proclamada pela ONU, enfatiza a importância da cultura oceânica (ocean literacy), entendida como a

capacidade de compreender a influência dos oceanos sobre o ser humano e o impacto da ação humana sobre o oceano.

Apesar do nome, essa cultura não se limita apenas aos oceanos e mares: inclui também rios, lagos, estuários e manguezais, pois todos esses ambientes estão interligados pelo ciclo da água. Assim, mesmo em territórios distantes do mar, como o município de Uberlândia (MG), refletir sobre a gestão das águas urbanas é também uma forma de promover a cultura oceânica.

A escolha deste tema está diretamente relacionada à realidade local, com relação a Avenida Rondon Pacheco na cidade de Uberlândia - MG, uma das principais vias da cidade, que apresenta recorrentes episódios de alagamentos em períodos de chuva intensa. Esse problema ocorre pela combinação de fatores como impermeabilização do solo, canalização de córregos e sistemas de drenagem insuficientes (Nathalie et al, 2018). Compreender matematicamente esse fenômeno e propor soluções acessíveis — como bacias de retenção, áreas permeáveis e manutenção das redes pluviais — é uma forma de articular a Modelagem Matemática com problemas concretos do território, tornando o aprendizado mais significativo.

Os impactos desse tema são múltiplos. Do ponto de vista ambiental, os alagamentos acarretam degradação da qualidade da água e assoreamento de córregos. No aspecto social, provocam prejuízos econômicos, transtornos à mobilidade urbana e riscos à segurança da população. Além disso, os cenários de mudanças climáticas projetam um aumento da frequência e intensidade de chuvas, o que tende a agravar a situação. Nesse contexto, este trabalho se justifica pela necessidade de compreender, por meio de modelagem, cálculos matemáticos e experimentos em maquete, como estratégias de drenagem sustentável podem reduzir esses impactos e contribuir para a resiliência urbana.

Diversos trabalhos acadêmicos já abordaram essa problemática em Uberlândia. Nathalie et al. (2018), ao analisar o risco de alagamentos na cidade, destacaram a vulnerabilidade da Avenida Rondon Pacheco e a importância de se considerar a ocupação do solo e a declividade na gestão do escoamento superficial. Petrucci e Oliveira (2019) desenvolveram equações de chuvas intensas (IDF) específicas para Uberlândia, oferecendo parâmetros fundamentais para o dimensionamento de obras de drenagem. Goulart e Matsuoka (2021), por sua vez, aplicaram técnicas de geotecnologias e análise multicritério (AHP) para mapear áreas de risco de inundações urbanas, evidenciando que fatores como

impermeabilização e proximidade de cursos d'água são determinantes para os episódios de alagamentos.

Assim, este trabalho insere-se nesse contexto, articulando ao referencial já existente com uma proposta didática: utilizar a Matemática para modelar o escoamento de águas pluviais e, por meio de uma maquete experimental, simular soluções que possam reduzir os impactos dos alagamentos urbanos em Uberlândia.

## **Objetivos**

A presente pesquisa busca responder à seguinte questão: como a Matemática, aplicada à modelagem hidrológica e à experimentação em maquete, pode contribuir para compreender os alagamentos na Avenida Rondon Pacheco (Uberlândia-MG) e propor soluções sustentáveis para reduzir seus impactos?

De forma geral, o objetivo do estudo é investigar, por meio de modelagem, cálculos matemáticos e de um protótipo experimental, alternativas de drenagem urbana capazes de reduzir os alagamentos na Avenida Rondon Pacheco, relacionando os resultados com a cultura oceânica e com o enfrentamento das mudanças climáticas no território local.

Para alcançar esse objetivo maior, foram definidos objetivos específicos: aplicar a equação de chuvas intensas (IDF) de Uberlândia e o método racional para calcular a vazão de pico em diferentes cenários de chuva; construir uma maquete representando um trecho da avenida, simulando situações de drenagem com diferentes graus de impermeabilização do solo; realizar experimentos em que se mede e compara o escoamento de água em situações com e sem soluções sustentáveis, como bacias de retenção e áreas permeáveis; analisar os dados coletados, identificando a redução do pico de vazão nos diferentes cenários; e, por fim, aproximar os alunos da relação entre Matemática, Engenharia e sustentabilidade, estimulando a reflexão sobre como problemas locais podem ser enfrentados com conhecimento científico.

## **Metodologia**

O desenvolvimento do trabalho foi estruturado em etapas que uniram a pesquisa bibliográfica, a modelagem matemática e a experimentação prática por meio da construção de uma maquete. Inicialmente, realizou-se um estudo sobre os problemas de drenagem urbana na

Avenida Rondon Pacheco, em Uberlândia, por meio da leitura de artigos científicos já publicados sobre o tema (Nathalie et al., 2018; Petrucci & Oliveira, 2019; Goulart & Matsuoka, 2021). Esses trabalhos forneceram embasamento para compreender as causas dos alagamentos, como a impermeabilização do solo, a canalização de córregos e a insuficiência das redes de drenagem pluvial.

Em seguida, aplicou-se a modelagem matemática utilizando dois instrumentos principais: a equação de chuvas intensas (IDF) desenvolvida para Uberlândia e o método racional para cálculo da vazão de pico. A equação IDF permitiu calcular a intensidade de precipitações para diferentes períodos de retorno e durações de chuva, enquanto o método racional possibilitou estimar o escoamento superficial esperado em uma área de contribuição definida. Esses cálculos serviram como base para o planejamento dos experimentos na maquete.

Na etapa prática, foi construída uma maquete representando um trecho da Avenida Rondon Pacheco. A base foi confeccionada em caixa de acrílico, simulando o terreno em escala reduzida. Para reproduzir a realidade urbana, foram utilizados materiais como cartolina preta para representar o asfalto (área impermeável), terra e musgo artificial para áreas permeáveis, tubos de PVC para simular bocas-de-lobo e sistemas de drenagem, além de uma pequena caixa plástica adicional representando uma bacia de retenção (piscinão). A simulação da chuva foi feita com uma garrafa PET perfurada, funcionando como um chuveiro, calibrada para liberar um volume de água proporcional ao calculado nos modelos matemáticos.

Os experimentos foram conduzidos em três cenários distintos: (a) situação atual, com grande impermeabilização e drenagem limitada; (b) implantação de bacia de retenção, que armazenava a água temporariamente e liberava o escoamento de forma controlada; e (c) ampliação de áreas permeáveis e limpeza das bocas-de-lobo, permitindo maior infiltração e melhor escoamento da água. Durante os testes, a água escoada foi coletada em recipientes graduados e medida a cada 30 segundos, possibilitando a conversão dos valores em vazão (mL/s).

Os dados obtidos foram registrados em planilha e representados em gráficos de vazão em função do tempo. Esse procedimento possibilitou comparar o comportamento do escoamento em cada cenário e verificar a redução do pico de vazão em situações com soluções sustentáveis.

Assim, a metodologia utilizada articulou teoria e prática a medida que os cálculos matemáticos forneceram previsões que foram testadas em protótipo e a maquete possibilitou aos estudantes visualizar de maneira concreta os efeitos das intervenções de drenagem urbana. Dessa forma, a construção do trabalho se manteve alinhada aos objetivos da pesquisa, mostrando que a Matemática pode ser um instrumento fundamental para compreender e propor soluções para os problemas ambientais e sociais enfrentados no território local.

## **Resultados e Discussão**

Os cálculos iniciais com a equação IDF de Uberlândia mostraram que, para uma chuva de 30 minutos e período de retorno de 10 anos, a intensidade seria de cerca de 72,6 mm/h. Aplicando o método racional, obteve-se um pico de vazão em torno de 121 L/s para uma área urbana de 1 hectare, valor que serviu de referência para os experimentos com a maquete.

Nos testes práticos, o cenário A (situação atual) apresentou rápido acúmulo de água e escoamento intenso, simulando os alagamentos reais da avenida. O cenário B (com bacia de retenção) reduziu em torno de 40% o pico de vazão, liberando a água de forma mais lenta. Já o cenário C (com áreas permeáveis e limpeza das bocas-de-lobo) mostrou redução de aproximadamente 30%, favorecendo a infiltração no solo.

Os resultados indicam que intervenções como bacias de retenção e aumento de áreas permeáveis são eficazes para diminuir o escoamento superficial. A combinação dessas medidas tende a ser ainda mais eficiente, alinhando-se às recomendações de estudos anteriores (Nathalie et al., 2018; Petrucci & Oliveira, 2019; Goulart & Matsuoka, 2021). O experimento permitiu visualizar, de forma prática, como a Matemática pode auxiliar na análise de problemas urbanos e na busca de soluções sustentáveis.

## **Conclusões**

O trabalho mostrou que a Matemática, aplicada por meio da equação de chuvas intensas (IDF) e do método racional, pode ser utilizada para compreender os alagamentos urbanos da Avenida Rondon Pacheco. A construção da maquete e os experimentos práticos evidenciaram que soluções como bacias de retenção e áreas permeáveis reduzem significativamente o pico de vazão, contribuindo para a mitigação de enchentes.

Além de aproximar os alunos da realidade de sua cidade, o estudo reforça a importância da cultura oceânica em sentido amplo, que envolve não apenas mares e oceanos, mas também rios e sistemas urbanos de drenagem. Dessa forma, a pesquisa alia teoria, prática e conscientização ambiental, apontando caminhos para enfrentar as mudanças climáticas em nível local.

### **Referências**

NATHALIE, P. C., et al. (2018). **Análise do risco de alagamentos na cidade de Uberlândia-MG: o caso da Av. Rondon Pacheco**. Brazilian Geographical Journal, 9(1).

PETRUCCI, N. C., & Oliveira, L. F. C. (2019). **Equações de chuvas intensas para Uberlândia (MG)**. Revista Brasileira de Geografia Física, 12(5), 1770–1786.

GOULART, F. B., & Matsuoka, M. T. (2021). **Mapeamento de áreas de risco de inundações urbanas em Uberlândia (MG) com uso de geotecnologias e AHP**. Revista Brasileira de Cartografia, 73(3), 813–829.