



## **ANÁLISE DO USO DO SOFTWARE SWMM EM PROJETOS DE DRENAGEM URBANA: ESTUDO DE CASO NA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA DO MUNICÍPIO DE CRATO – CE.**

**Yonar Cavalcante da Silva, Maria Elenice Feitosa de Almeida, Everson de Araújo Maia, Antônio Soares Barros, Rodolfo José Sabiá.**

Tecnologia da Construção Civil, Universidade Regional do Cariri – URCA, Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil  
[yonar.cavalcante@urca.br](mailto:yonar.cavalcante@urca.br)

**Resumo:** O estudo busca avaliar a utilização do software SWMM na gestão de drenagem urbana e modelagem na cidade de Crato - CE. Identificando as potencialidades e desafios associados a ferramenta no contexto local. A pesquisa foi conduzida por revisão bibliométrica analisando literaturas existentes relacionadas ao SWMM, já os questionários foram enviados à secretaria de infraestrutura para obter informações sobre o uso do SWMM a abordagem busca entender melhor a aplicação prática do SWMM e suas implicações para a cidade. A implantação do software SWMM pela Seinfra de Crato representa um avanço importante na gestão de drenagem urbana. O software permite analisar os detalhes, melhorando a eficácia dos projetos e contribuindo para uma gestão mais sustentável das águas pluviais. O software SWMM tem a capacidade de simular cenários futuros e antecipar problemas de drenagem urbana. Integração do SWMM nas práticas da Seinfra tem potencial para influenciar positivamente a infraestrutura urbana e servir como referência para futuras iniciativas em cidades da região. Este estudo não só fornece insights sobre o uso do software SWMM em Crato – CE, mas também oferecendo uma base para a melhoria contínua na gestão das águas pluviais e no planejamento urbano e sustentável na cidade de Crato – CE.

**Palavras-chave:** SWMM; escoamento superficial; crescimento urbano.

### **1. Introdução**

Nos últimos anos, o crescimento urbano acelerado tem apresentado desafios significativos para o gerenciamento adequado das águas pluviais nas cidades. Problemas como enchentes, erosão do solo e poluição hídrica têm se intensificado, demandando soluções eficientes e sustentáveis em drenagem urbana. Nesse contexto, o uso de tecnologias avançadas,



como softwares especializados, torna-se fundamental para o desenvolvimento de projetos de redes de drenagem urbana que atendam às necessidades complexas das áreas urbanas modernas.

Ao compreendermos melhor como essas ferramentas tecnológicas podem ser aplicadas de maneira eficaz, podemos não apenas melhorar a resiliência urbana frente às mudanças climáticas, mas também promover um desenvolvimento urbano mais sustentável e integrado com o ambiente natural. Portanto, este estudo pretende oferecer uma visão abrangente sobre o estado da arte dos softwares de drenagem urbana, identificando suas potencialidades e desafios para a implementação de soluções inovadoras nas cidades contemporâneas.

O planejamento urbano é um elemento crucial para o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida nas cidades. No entanto, muitas áreas urbanas ao redor do mundo enfrentam desafios significativos devido a um planejamento inadequado ou ausente. Estas cidades mal planejadas frequentemente apresentam uma série de problemas socioeconômicos e ambientais que impactam negativamente seus habitantes e o meio ambiente.

Ao examinar os exemplos e as consequências de um planejamento urbano deficiente, este estudo visa destacar a importância crítica de políticas públicas eficazes e estratégias de planejamento urbano sustentável. Ao entender melhor as causas e impactos dessas deficiências, é possível desenvolver abordagens mais integradas e holísticas para melhorar o ambiente urbano e promover cidades mais inclusivas, resilientes e habitáveis para todos os seus cidadãos.

O software SWMM (Storm Water Management Model) é uma ferramenta amplamente reconhecida e utilizada para modelagem hidrológica e hidráulica de sistemas de drenagem urbana. Desenvolvido pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), o SWMM é projetado para simular o movimento da água através de redes de escoamento urbano, incluindo ruas, tubulações, bueiros, canais e outras estruturas de controle de águas pluviais.

Este software oferece capacidades avançadas para análise de bacias hidrográficas, permitindo aos engenheiros e urbanistas modelar diferentes cenários de precipitação, avaliar o comportamento hidráulico durante eventos de chuva e prever o impacto de medidas de controle e mitigação. Além disso, o SWMM suporta a análise de qualidade da água, permitindo a simulação de processos de transporte de poluentes através do sistema de drenagem.

Com sua interface intuitiva e poderosas funcionalidades, o SWMM facilita a tomada de decisões informadas no projeto e gerenciamento de infraestruturas de drenagem urbana. A aplicação deste software contribui significativamente para a melhoria da resiliência urbana



contra enchentes, a redução da poluição hídrica e o planejamento sustentável das cidades, tornando-se uma ferramenta essencial para profissionais da área de engenharia civil e ambiental.

SWMM (O Modelo de Gestão de Águas Pluviais) programa desktop baseado em Windows, usado no mundo todo para o intuito de planejar, alisar e projetar projetos relacionados ao escoamento de águas pluviais e sistemas de drenagem, podendo ser utilizados para estimar técnicas de controle de água pluviais de infraestrutura cinza, como tubulações e drenos pluviais, essa ferramenta tem sido desenvolvida com o intuito de ajudar e também apoiar os objetivos locais, de gestão de águas pluviais para que possa reduzir o escoamento através da infiltração e retenção e ajudando na redução de descargas que causam danos aos corpos d' água.

## **2. Fundamentação teórica**

### **DESENVOLVIMENTO URBANO**

À medida que as cidades progrediam em avanços econômicos e tecnológicos, elas passaram por um desenvolvimento significativo. A construção de sistemas permitiu que indivíduos ocupassem áreas antes inabitáveis. No passado, havia certas tarefas que não podiam ser realizadas devido a inundações naturais ou à presença de calhas secundárias.

A Abes (2009) identifica os cursos de água como um aspecto significativo da gestão da terra. Com o surgimento da Revolução Industrial, foram feitos progressos em vários campos. Os níveis a que foi elevado nunca foram observados, resultando num êxodo em massa. Devido à migração da população rural para as áreas urbanas, existe um desequilíbrio entre as populações destas áreas.

De acordo com a citação de Benevolo (2001) feita por Miguez, permitiu-se que o desenvolvimento dos indivíduos progredisse sem quaisquer restrições. Como forma de garantir a sua própria sobrevivência, os humanos desenvolveram de preferência em locais que forneçam os recursos de que mais necessitam, como água e alimentos, como é o caso da cidade de Roma (Miguez, 2015).

Tucci (2008) acredita que o planejamento urbano ocorre principalmente em áreas onde vivem pessoas de renda média e alta. Processos de intrusão têm sido observados em áreas ocupadas ilegalmente, sendo que muitas vezes as construções ocorrem em áreas expostas a riscos como inundações e deslizamentos de terra, causando mortes durante a estação chuvosa.



Percebe-se que este é o conceito de cidade formal e cidade informal, e a gestão urbana geralmente afeta apenas o primeiro.

Existe alguns desafios no que o desenvolvimento urbano enfrenta, alguns deles são: Desenvolvimento sustentável, que está ligado ao crescimento da urbanização que leva ao esgotamento em grande escala, à degradação ambiental, entre outros.

Qualidade urbana, políticas públicas para a inclusão social, e assim, podendo fornecer e melhorar a qualidade de vida e tornar mais acessível o acesso a serviços básicos que são essências para criar e desenvolver as cidades. Esse desenvolvimento é essencial para que possam garantir para a população acesso os cuidados de saúde, serviços básicos, educação, moradia digna e oportunidades de emprego. Essa inclusão social tem como principal intuito reduzir a pobreza, a exclusão social, a desigualdade e desenvolver o crescimento econômico.

Infraestrutura sustentável, o desenvolvimento pode levar a degradação ambiental, à exclusão social e a desigualdade de moradia e econômica também, existe soluções de infraestruturas sustentáveis um exemplo dela é as infraestruturas verdes.

Entende-se o desenvolvimento urbano descontrolado como uma consequência que podem ter um grande impacto significativo no ambiente, na economia e na sociedade também, existe algumas dessas consequências que vem sendo frequentes através do desenvolvimento urbano descontrolado, são eles: problemas sociais, riscos para a saúde, ineficiência econômica.

Uma das grandes causas para o desenvolvimento urbano foi através da saída da população das áreas rurais para as áreas urbanas, com o intuito de melhorias de condições de vida, estudo, renda e trabalho. Esse movimento populacional é conhecido como êxodo rural, sendo responsável pelo aumento da população urbana e a expansão das cidades, esse processo de urbanização foi bastante acelerado e muito rápido e com isso vem trazendo a ausência de planejamento urbano e a concentração da população e das atividades econômicas nas cidades.

## AVALIAÇÃO DO SWMM EM EXECUÇÃO

A SWMM tem diversos desempenhos que ajuda bastante nos desenvolvimentos de projetos de rede urbana, entre eles se destacam:



**Integração do SWMM e ferramenta SIG para modelagem hidrológica:** consiste na aplicação do SWMM para simulação e avaliar a resposta hidrológica de um sistema de macrodrenagem.

**Caracterização e espacial precisa,** a integração do SWMM com ferramentas SIG permite caracterização mais acurada das sub-bacias com a inclusão de parâmetros de uso e ocupação do solo que são fundamentais para modelagem hidrológica.

**Mapeamento de uso e ocupação do solo:** desenvolvimento de mapas de uso e ocupação do solo, fundamentais para a estimativa de parâmetro como coeficientes de escoamento superficial.

**Obtenção de parâmetros físicos:** facilita a obtenção de parâmetros físicos dos elementos de drenagem, declividades e coeficientes de rugosidade que são extremamente necessários como dados de entrada no SWMM.

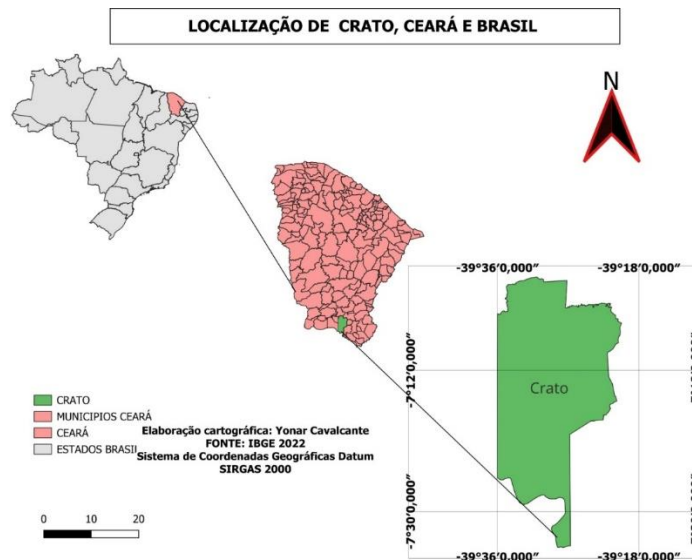
**Avaliação da influência de estragais de lid no escoamento superficial:** realizado para avaliar o impacto de estratégias de LID, os resultados mostram que a implementação de LIDS pode reduzir significativamente o volume e consequentemente taxa de pico do escoamento.

**Melhoria na calibração e validação do modelo:** caracterização física e espacial mais precisa fornecidas pela integração SWMM-SIG tem como objetivo a contribuição para a calibração e validação do modelo, com resultados com mais precisão do comportamento hidrológico.

**Visualização espacial dos resultados:** integração com SIG facilita a visualização espacial dos resultados da simulação do SWMM, como a distribuição de vazões, níveis de água e áreas inundadas auxiliando na interpretação e análise dos resultados.

### 3. Metodologia

**Imagem 01:** Cartografia Crato – CE, Brasil.



**Fonte:** autor 2024

Crato é um município situado no estado do Ceará cidade está próxima ao Parque Nacional da Chapada do Araripe, totalmente inserido no bioma Caatinga. Pertencente ao Semiárido Brasileiro, Crato possui um Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,71. O município conta com um Plano Municipal de Saneamento Básico, porém não dispõe de Política Municipal de Saneamento Básico. Em 2020 o município noticiou que não possui plano de saneamento básico (SNIS, 2020).

Em Crato, o esgotamento sanitário ainda possui uma cobertura limitada, sendo que muitas áreas da cidade não são servidas por redes de esgoto, o que torna necessário o uso de soluções alternativas como fossas sépticas.

Quanto à Política Municipal de Saneamento Básico, Crato possui um Plano que desempenha um papel fundamental na orientação das ações e investimentos nesta área. No entanto, a implementação efetiva das diretrizes desse plano enfrenta desafios devido a recursos limitados e complexidades logísticas.

**29,15%** da população total de **CRATO** tem acesso aos serviços de esgotamento sanitário. A média do estado do **Ceará** é **35,57%** e, do país, **66,95%**.



Atualmente a cidade de Crato – CE está sendo atendida pelos serviços da Ambiental com o objetivo de aprimorar o saneamento básico local. A Ambiental Crato, concessionária responsável pelo esgotamento sanitário, garantirá a coleta e tratamento de 90% do esgoto da cidade, promovendo o desenvolvimento sustentável do município.

Apesar da cobertura de coleta de esgoto ser de 32,8%, menos de 3% do esgoto coletado é efetivamente tratado. Com a atuação da Ambiental Crato, haverá um avanço significativo para que todo o esgoto coletado receba tratamento, em conformidade com a legislação. Esse progresso terá um impacto positivo direto na preservação ambiental, no turismo e, sobretudo, na saúde da população.

Os objetivos do estudo são definidos como exploratórios com abordagem qualitativa, este tipo de pesquisa é realizado quando o tema é pouco explorado, dificultando a formulação e a implementação de hipóteses, sendo o primeiro passo para um estudo aprofundado (OLIVEIRA, 2013).

O método de pesquisa adotado foi a bibliometria, que identifica um conjunto de periódicos chave que contêm as produções científicas mais significativas em relação a determinado assunto (BOTELHO, 2011). A revisão bibliométrica possibilita coletar, selecionar e analisar de forma crítica os estudos disponibilizados no banco de dados delimitado e para o prosseguimento dos objetivos desta pesquisa, a revisão é importante para selecionar e analisar o território intelectual existente para desenvolver o corpo de estudos proposto.

Foi enviando questionário à Secretaria de Infraestrutura (Seinfra) da cidade do Crato – CE, com o intuito de coletar informações essenciais sobre o cenário atual de projetos de rede de drenagem urbana o estado atual das suas operações e necessidades. Através desses questionários, buscamos entender melhor as demandas existentes, identificar áreas de melhoria e avaliar a satisfação dos usuários dos serviços oferecidos pela Seinfra. Com os dados obtidos, pretendemos traçar estratégias mais eficientes para o desenvolvimento e aprimoramento das infraestruturas públicas, visando sempre melhorar a qualidade de vida da população através da rede de drenagem e promover um ambiente mais sustentável e funcional para toda população cratense.

#### **1.1.1. Pesquisa aplicada**



O objetivo principal da pesquisa foi enviar questionários à Secretaria de Infraestrutura (Seinfra) da cidade do Crato – CE, com o intuito de coletar informações essenciais sobre o cenário atual de projetos de rede de drenagem urbana o estado atual das suas operações e necessidades. Através desses questionários, buscamos entender melhor as demandas existentes, identificar áreas de melhoria e avaliar a satisfação dos usuários dos serviços oferecidos pela Seinfra. Com os dados obtidos, pretendemos traçar estratégias mais eficientes para o desenvolvimento e aprimoramento das infraestruturas públicas, visando sempre melhorar a qualidade de vida da população através da rede de drenagem e promover um ambiente mais sustentável e funcional para toda população cratense.

A pesquisa em questão foi dividida em duas etapas distintas de questionários enviados aos responsáveis da Seinfra. As etapas de perguntas foram cuidadosamente delineadas para abordar diferentes aspectos das operações e necessidades atuais da Secretaria de Infraestrutura. O objetivo primordial foi identificar quais software a Seinfra trabalha para o desenvolvimento de projetos de rede de drenagem e entender profundamente as demandas existentes. Essa abordagem estruturada permitirá conhecer melhor como funciona o desenvolvimento de projetos de drenagem.

Tabela 01: questionário da 1º etapa da pesquisa

| Perguntas da primeira etapa |                                                                                                                           |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 01º                         | A prefeitura emprega a metodologia SWMM em suas auditorias ou projetos de rede de drenagem urbana?                        |
| 02º                         | Caso não utilize atualmente, a prefeitura tem planos de adotar o software SWMM para conformidade com as normas?           |
| 03º                         | O funcionário ou técnico do setor possui conhecimento sobre o SWMM?                                                       |
| 04º                         | Você conhece alguma prefeitura no Estado do Ceará que já utiliza a metodologia SWMM em seus projetos de rede de drenagem? |
| 05º                         | A prefeitura tem expectativas para as primeiras experiências com o uso do SWMM?                                           |

Fonte: autor 2024



A primeira etapa do questionário visa procura se a prefeitura atualmente utiliza o uso do software SWMM seus projetos de rede de drenagem urbana. O nível de conhecimento dos funcionários foi abordado, para garantir que a equipe da Seinfra Crato – CE, esteja capacitado para utilizar a metodologia de forma eficaz. O questionário também procurou identificar se há conhecimento sobre outras prefeituras do estado do Ceará que já utilizam o SWMM.

Por fim essas perguntas abrangem aspectos chave, desde a adoção atual e futura do SWMM, até a capacitação de equipe e o conhecimento sobre experiências similares em outras localidades, e assim, fornecendo uma visão completa das demandas e preparativos necessários para a implementação do SWMM.

Tabela 02: questionário da 1º etapa da pesquisa

| Perguntas da segunda etapa |                                                                                                                  |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 01º                        | Quais são os principais desafios enfrentados pela SEINFRA ao utilizar o SWMM?                                    |
| 02º                        | Existem limitações técnicas ou operacionais no uso do SWMM? Se sim, quais são?                                   |
| 03º                        | Quais foram os principais resultados alcançados com o uso do SWMM?                                               |
| 04º                        | Como o uso do SWMM tem impactado as políticas e ações de gestão de águas pluviais?                               |
| 05º                        | Existem exemplos concretos de melhorias ou projetos implementados graças ao uso do SWMM?                         |
| 06º                        | Há necessidade de novas funcionalidades ou melhorias no software para atender melhor às necessidades da SEINFRA? |
| 07º                        | Existem novos projetos ou áreas de expansão para o uso do SWMM?                                                  |

Fonte: autor 2024

Resultados tem como o principal intuito avaliar os principais resultados alcançados com o uso do SWMM. Essa informação é crucial para medir o impacto e a eficácia do software na região de águas pluviais e para justificar sua continuidade e expansão.



O impacto nas políticas e ações também explora com o uso do SWMM tem impactado as políticas e ações relacionadas à gestão de águas pluviais. As melhorias e projetos que foram implementados graças ao uso do SWMM, tendo esses exemplos ajuda a entender melhor a demonstração e o valor que o software e a sua contribuição para a eficiência dos projetos de drenagem urbana.

As necessidades de novas funcionalidades ou melhorias no software para melhor atender as necessidades da SEINFRA foi outra demanda importante. Identificar essas necessidades pode orientar futuras atualizações ou adaptações do SWMM.

O questionário investigou a existência de novos projetos ou áreas de expansão para o uso do SWMM. Entender esses planos é essencial para prever a evolução do uso do software e o potencial de sua aplicação em novos contextos ou iniciativas.

#### 4. Resultados

A pesquisa realizada na Secretaria de Infraestrutura do Crato teve como principal objetivo investigar a utilização do programa SWMM (Storm Water Management Model) no planejamento e execução dos projetos de drenagem urbana. O SWMM, desenvolvido pela EPA, é um software amplamente reconhecido e utilizado para modelar o comportamento das águas pluviais e o escoamento superficial em áreas urbanas. Sua aplicação permite a simulação detalhada de como a precipitação afeta o escoamento, o transporte de poluentes e a interação com sistemas de drenagem.

O intuito da pesquisa foi compreender se a Secretaria de Infraestrutura do Crato está empregando o SWMM como ferramenta auxiliar na concepção e otimização de suas redes de drenagem. O SWMM como um software completo tem como oferecer um conjunto robusto de ferramentas para modelar e prever o desempenho dos sistemas de drenagem, possibilitando uma análise precisa das condições de escoamento, a avaliação de diferentes cenários de precipitação e a identificação de possíveis pontos críticos que podem causar problemas de inundação.

Durante a investigação, procurou-se determinar como o SWMM poderia contribuir para a eficiência dos projetos de drenagem urbana da cidade. Isso incluiu avaliar se o software está sendo usado para a melhoria dos projetos de rede de drenagem urbana.



A pesquisa visou, portanto, oferecer um panorama claro sobre a integração do SWMM nas práticas da Secretaria de Infraestrutura, identificar eventuais lacunas. A análise do uso do SWMM é crucial para garantir que a Secretaria possa maximizar a eficácia de seus projetos, promover uma gestão sustentável das águas pluviais e melhorar a resiliência urbana frente a eventos climáticos extremo.

Conforme a resposta à pergunta 04 da Tabela 01, o engenheiro da Seinfra confirmou que, atualmente, apenas o município de Crato utiliza o software SWMM. A pesquisa inicial tinha o objetivo de verificar se as prefeituras da região Crajubar têm acesso a essa plataforma. Até agora, apenas a Seinfra do Crato confirmou o uso do SWMM em seus projetos.

De acordo pergunta 03 da Tabela 02, que visava identificar os principais resultados obtidos nos projetos, a resposta foi o dimensionamento de redes de drenagem urbana e passagens molhadas. O objetivo desse trabalho foi aprimorar a infraestrutura para os habitantes dos distritos na região do Crato, garantindo que as passagens molhadas sejam dimensionadas de maneira eficaz, resultando assim em melhorias significativas para a população.

Com base nas respostas do primeiro questionário aplicado, observamos que o software SWMM é utilizado de forma integrada com plataforma CAD para o dimensionamento de redes de drenagem urbana. A utilização do SWMM em combinação com o CAD permitir uma modelagem precisa das redes, com transferência eficaz dos dados para o SWMM para dimensionamento.

Os participantes do questionário indicaram que já utilizam o software em seus trabalhos, embora não tenham recebido nenhum treinamento formal no ambiente de trabalho os mesmos conhecem o software através de cursos acadêmicos fazendo com que permitam ter um conhecimento mais aprimorados.

Os benefícios destacados incluem uma maior precisão nos projetos, resultando em significativa economia através de um dimensionamento correto e na redução de retrabalhos. Esses resultados evidenciam a importância da integração de ferramentas avançadas para aprimorar a eficiência e a eficácia das infraestruturas urbanas.

|                                                            |
|------------------------------------------------------------|
| <b>Resposta da primeira etapa do questionário aplicado</b> |
|------------------------------------------------------------|



Workshop Internacional

# SUSTENTARE & WIPIS 2024

Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos

[www.sustentarewipis.com.br](http://www.sustentarewipis.com.br)

**18 a 22**  
de novembro

Transmissão online • Evento gratuito

Realização




Apoio Institucional




| Perguntas | Seinfra Crato Ceará – respostas                                                                                                                                                            |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 01        | Faço a utilização do software SWMM atrelado a outra plataforma CAD, onde no CAD faço a modelagem da rede e esta plataforma direciona os dados tratados para o SWMM para o dimensionamento. |
| 02        | Já faço o uso dessa plataforma.                                                                                                                                                            |
| 03        | Sim, na universidade fiz um curso básico do mesmo.                                                                                                                                         |
| 04        | Não obtive treinamentos diretamente no trabalho, mas estudei o software na época da faculdade.                                                                                             |
| 05        | Somente a prefeitura do Crato até o momento                                                                                                                                                |
| 06        | Uma melhor assertividade nos projetos, além de gerar economia devido ao dimensionamento correto e não gerar retrabalhos.                                                                   |

Tabela 01: Resposta da primeira etapa do questionário aplicado

Fonte: Autor 2024

Tabela 02: Respostas da segunda etapa do questionário aplicado

| Respostas da segunda etapa do questionário aplicado |                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Perguntas                                           | Seinfra Crato Ceará – respostas                                                                                                                                                                                            |
| 01                                                  | Muitas vezes a ausência de dados para alimentação do sistema se torna um fator limitante para o uso da plataforma.                                                                                                         |
| 02                                                  | Acredito que não existam operacionais, mas com relações a técnicas existe uma ausência na oferta de cursos de capacitação na região como um todo.                                                                          |
| 03                                                  | Em geral foi o dimensionamento de redes de drenagem urbana e passagens molhadas.                                                                                                                                           |
| 04                                                  | A utilização do software traz uma maior assertividade no dimensionamento de projetos de drenagens pluviais, trazendo uma maior segurança além de garantir economia, evitando projetos superfaturados e superdimensionados. |
| 05                                                  | Algumas redes de drenagem implantadas em vias do município um exemplo disso: Rua Santa Isabel, Vila São Bento.                                                                                                             |



|    |                                                                                                                                                  |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 06 | Acredito que uma plataforma mais intuitiva e que traga um sistema mais parecido com o cad ajudara bastante a quem não conhece o sistema do SWMM. |
| 07 | De momento não.                                                                                                                                  |

Fonte: Autor, 2024.

Baseando-se nas respostas do segundo questionário aplicado, nota-se que o software SWMM possui uma ausência de falta **de dados** para alimentar o sistema é destacada como uma limitação significativa. Isso sublinha a necessidade urgente de melhorar a coleta e a qualidade dos dados para garantir que o SWMM funcione de maneira eficaz e forneça resultados precisos.

Embora não haja problemas operacionais com o uso do SWMM, foi identificado uma carência de capacitação técnica na região. A falta de treinamento disponível ressalta a importância de desenvolver e oferecer programas educacionais para melhorar a proficiência no uso do software.

O software SWMM tem sido utilizado para o uso de dimensionamento de redes de drenagem molhadas. Esses são exemplos claros da aplicação prática do software, evidenciando sua utilidade na gestão e aprimoramento da infraestrutura de drenagem do município.

O uso do software tem proporcionado maior assertividade no dimensionamento dos projetos de drenagem de pluvial, o que resulta em maior segurança e economia. Ao evitar projetos superfaturados e superdimensionados, o software ajuda a otimizar recursos e melhorar a eficiência dos projetos.

Foram citados exemplos de rede drenagem implantadas com o uso do SWMM com as obras nas ruas Santa Isabel e Villa São Bento. Esses exemplos ilustram como o software tem sido eficiente em resolver eventuais problemas na infraestrutura da cidade do Crato – CE.

## 5. Conclusões

A adoção do software SWMM pela Secretaria de Infraestrutura do Crato (SEINFRA) representa um avanço significativo e positivo na gestão de drenagem urbana e no planejamento de obras de infraestrutura. Entre os principais pontos positivos desta iniciativa, destaca-se a capacidade do SWMM de proporcionar análises detalhadas e precisas do comportamento das



águas pluviais e do sistema de drenagem, permitindo a criação de projetos mais eficazes e adaptados às necessidades específicas da cidade.

O uso do SWMM possibilita uma avaliação mais completa dos riscos de enchentes e da capacidade dos sistemas de drenagem existentes, o que é fundamental para a implementação de soluções que previnam inundações e melhorem a qualidade das águas urbanas. Isso se traduz em uma redução significativa de problemas relacionados a alagamentos e danos materiais, promovendo maior segurança e conforto para os cidadãos.

Além disso, o software facilita a simulação de cenários futuros, permitindo à SEINFRA antecipar e planejar adaptações às mudanças climáticas e ao crescimento urbano. Essa abordagem proativa contribui para um desenvolvimento mais sustentável e resiliente, alinhando-se com as melhores práticas de engenharia e gestão ambiental.

Outro benefício relevante é a eficiência na alocação de recursos. Com análises mais precisas e dados confiáveis, a SEINFRA pode direcionar investimentos de forma mais estratégica, priorizando intervenções que terão o maior impacto positivo e evitando gastos desnecessários.

A integração do SWMM nas operações da SEINFRA do Crato fortalece o compromisso com a inovação, a sustentabilidade e a eficiência na gestão de infraestruturas urbanas. A implementação deste software é um passo fundamental para melhorar a qualidade de vida dos habitantes do Crato e garantir que a cidade esteja melhor preparada para enfrentar os desafios futuros relacionados à drenagem urbana e ao manejo das águas pluviais.

A pesquisa realizada na Seinfra do município de Crato – CE, teve como principal intuito mitigar a utilização do SWMM e consequentemente trazendo relevância para a comunidade acadêmica quanto para a comunidade regional. A pesquisa pode impactar significante a gestão das águas pluviais e a infraestrutura urbana do município.

Os resultados e metodologia apresentados neste trabalho podem servir como referência para futuras pesquisas, podendo ajudar outros acadêmicos a entender melhor as práticas e desafios que estão associados ao uso do SWMM.



## 6. Agradecimentos

**Gostaria de expressar minha sincera gratidão pela oportunidade de enviar meu artigo. Acredito que o tema abordado é de extrema relevância para o desenvolvimento urbano mais sustentável.**

## 7. Referências bibliográficas

BATEZINI, R. Estudo preliminar de concretos permeáveis como revestimento de pavimentos para áreas de veículos leves. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

Botelho, Daysa Carolina Mendes. "Concreto permeável: análise de desempenho voltada para pavimentação, a fim de combater inundações em centros urbanos." *Brazilian Journal of Development* 6.3 (2020): 16486-16506.

COSTA, C. S; ALVES, E. M. A; BARBOZA, T.D. Uso de pavimentos permeáveis como medida de controle das inundações urbanas. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) -Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2011.

DE FREITAS, Braulio Tosta Mendes et al. IX-068–AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE SUPERFÍCIES PERMEÁVEIS NA REDUÇÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL NO MUNICÍPIO DE CUIABÁ-MT.

Haddad, E. A., & Teixeira, E. (2015). Economic impacts of natural disasters in megacities: The case of floods in São Paulo, Brazil. *Habitat International*, 45, 106-113.

PIRES, RODRIGO AZEVEDO GONÇALVES, et al. "Viabilidade técnica do asfalto permeável, como alternativa na mitigação de inundações em áreas urbanas." VII SINGEP– Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade (2018): 1-14.



SUZUKI, C. Y; AZEVEDO, A. M; JÚNIOR, F. I. K. Drenagem subsuperficial de pavimentos: Conceitos e dimensionamento. SãoPaulo: Oficina de Textos, 2013. 240 p.

Tristão, Marcus Vinicius Oliveira. "Avaliação do desempenho da rede de drenagem da cidade de Goiandira-GO com uso do programa SWMM." (2021). TCC (Graduação), universidade federal de Uberlândia.

TUCCI, C. E. M. Inundações urbanas. In. Tucci, C. E. M.; Porto, R. L. L. e Barros, M. T. Drenagem urbana. Porto Alegre, RS: ABRH, 1995. Editora da Universidade. UFRGS.