

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento  
23/11 | 100% online  
24/11 | e gratuito

## O USO PYTHON WNTR PARA SIMULAÇÃO HIDRÁULICA DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA.

**Mariana Helena Vieira Gomes**

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da

Universidade Estadual de Campinas, Unicamp, Brasil.

marianahelenavieiragomes@gmail.com

**Resumo:** A simulação hidráulica de sistemas de distribuição de água é um elemento fundamental na gestão eficiente e resiliente do abastecimento de água em áreas urbanas e rurais. Com a crescente demanda por soluções que permitam avaliar o desempenho das redes de distribuição, prevenir vazamentos, otimizar o fluxo de água e aumentar a resiliência em face de eventos adversos, o uso de ferramentas de simulação se tornou crucial. Nesse contexto, o Python WNTR (Water Network Toolkit for Resilience) se destaca como uma poderosa biblioteca de código aberto, projetada para modelar e analisar redes de distribuição de água. Este resumo expandindo abordará como o Python WNTR pode ser empregado para realizar simulações hidráulicas avançadas, fornecendo insights valiosos para profissionais de engenharia hidráulica e gestores de sistemas de água em todo o mundo.

**Palavras-chave:** Rede de distribuição, Modelagem hidráulica, WNTR.

### 1. INTRODUÇÃO

O Python WNTR, conhecido como Water Network Toolkit for Resilience, representa uma ferramenta de código aberto que desempenha um papel significativo na modelagem, simulação e análise de sistemas de distribuição de água [3]. Este software robusto oferece uma ampla gama de funcionalidades, permitindo que engenheiros e especialistas em água avaliem o desempenho de sistemas de abastecimento de água, identifiquem áreas de melhoria e otimizem planejamentos e operações.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento  
23/11 | 100% online  
24/11 | e gratuito

Uma das características mais notáveis do Python WNTR é a sua integração perfeita com a linguagem de programação Python, amplamente reconhecida na comunidade de ciência de dados e engenharia. Essa integração torna a biblioteca acessível e altamente personalizável, permitindo que os usuários ajustem as simulações de acordo com suas necessidades específicas [7]. Além disso, o Python WNTR oferece diversas funcionalidades, tais como:

- **Modelagem Detalhada:** A biblioteca viabiliza a criação de modelos minuciosos de redes de distribuição de água, incorporando elementos como tubulações, válvulas, bombas, tanques e reservatórios, permitindo que sejam personalizados para refletir com precisão sistemas reais [3].
- **Simulações Dinâmicas:** Com o Python WNTR, é viável conduzir simulações hidráulicas dinâmicas, que consideram eventos em tempo real, como a abertura e fechamento de válvulas, flutuações na demanda e manutenção [6].
- **Avaliação de Resiliência:** Um destaque do Python WNTR é a sua capacidade de avaliar a resiliência das redes de abastecimento de água, permitindo que os usuários testem a capacidade dessas redes de resistir a falhas e se recuperar de eventos como vazamentos, falta de energia e desastres naturais [3].
- **Otimização e Planejamento:** A biblioteca também suporta análises de otimização, possibilitando que os usuários determinem como ajustar os sistemas para melhorar o desempenho e economizar recursos [3].
- **Visualização de Dados:** Além de modelagem e simulação, o Python WNTR disponibiliza ferramentas para visualizar os resultados de forma clara e compreensível [3].

## 2. MÉTODOS

Neste estudo, utilizamos a base de dados - Scopus como fonte de pesquisa para a obtenção de informações científicas relevantes relacionadas ao tema em questão. A Scopus oferece ampla cobertura de qualquer banco de dados interdisciplinar de resumos e citações.

O software WNTR não apenas desempenhou um papel crucial em projetos de pesquisa específicos, mas também tem sido citado em uma série de artigos recentes, destacando seu impacto na comunidade científica. Esses artigos abrangem uma variedade de tópicos, desde estudos de caso práticos até avanços teóricos, e revelam a crescente aceitação e reconhecimento do Python WNTR como uma ferramenta

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento  
23/11 | 100% online  
24/11 | e gratuito

valiosa na modelagem hidráulica. Pesquisadores têm explorado suas capacidades em análises de vulnerabilidade, planejamento de emergência e desenvolvimento de estratégias operacionais, demonstrando como essa biblioteca se tornou um recurso essencial para avançar o conhecimento e as práticas no campo da gestão de sistemas de distribuição de água.

### 3. RESULTADOS

Através desta revisão da literatura sobre o uso python WNTR para simulação hidráulica de sistemas de distribuição de água, destacou-se o papel duradouro do Python WNTR na evolução das soluções para os desafios complexos enfrentados pelos sistemas de abastecimento de água em todo o mundo. Os resultados obtidos neste estudo contribuem para aprimorar as simulações hidráulicas e têm potenciais impactos em diversos setores.

[2] empregou na sua estrutura de pesquisa o simulador hidráulico WNTR em conjunto com um modelo de vazamento adequado para processar volumes significativos de dados a fim de identificar todos os parâmetros essenciais relacionados ao cenário de vazamento.

Para [8] a biblioteca WNTR desempenhou um papel fundamental na integração entre o software de modelagem hidráulica de redes de abastecimento de água, EPANET, e o ambiente da linguagem de programação Python. Além disso, a biblioteca foi instrumental na correlação das características e informações de simulação hidráulica da rede de distribuição de água com as funcionalidades oferecidas pela biblioteca Network.

O software WNTR, conforme apresentado por [5] foi empregado nas simulações hidráulicas e de qualidade da água do sistema de distribuição de água potável para investigar a capacidade dos pontos de amostragem regulatórios em situações de resposta a emergências.

[1] através da combinação das ferramentas Epanet e da biblioteca WNTR, desenvolveu um algoritmo capaz de minimizar o tempo necessário para a restauração da capacidade de abastecimento da rede de distribuição de água.

[4] utilizou o WNTR para avaliar uma abordagem fundamentada em modelo gráfico de estimativa em tempo real do estado de falhas no sistema de distribuição de água durante eventos de desastres de grande escala.

Para a simulação hidráulica o WNTR utiliza um modelo de demanda orientada por pressão (PDD) proposto por [9], no qual a demanda de água fornecida aos usuários finais é uma função da pressão no nó específico. Esse modelo relaciona o volume real entregue, a demanda esperada e as pressões no sistema, considerando limites superiores e inferiores de pressão para garantir o fornecimento adequado de água aos clientes [6].

PUC-Campinas    EESC USP    Comitês PCJ

APRESENTAM:

**SUSTENTARE & WIPIS 2023**  
WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento  
23/11 | 100% online  
24/11 | e gratuito

$$d = \begin{cases} 0 & p \leq P_0 \\ D_f \sqrt{\frac{p - P_0}{P_f - P_0}} & P_0 \leq p \leq P_f \\ D_f & p \geq P_f \end{cases} \quad (1)$$

Já os vazamentos podem ter um impacto significativo na hidráulica da rede [6]. No WNTR, a taxa de fluxo de massa do fluido através do orifício é expressa como:

$$d^{\text{vazar}} = C_d U_m \sqrt{2\rho p} \quad (2)$$

#### 4. CONCLUSÕES

O WNTR oferece uma diversificada gama de métricas que podem funcionar como parâmetros indicativos de resiliência, englobando medidas topográficas, hidráulicas e de qualidade da água. Essas medidas podem ser realizadas em diferentes níveis, seja nos nós e tubulações individuais ou no contexto global do sistema como um todo [7]. As futuras diretrizes de desenvolvimento estarão voltadas para a incorporação da modelagem das interações críticas com outros setores de infraestrutura, como o domínio elétrico, a expansão da simulação e análise de cenários de desastres adicionais com base em eventos reais, a otimização das medidas de resposta e o projeto de rede, assim como estratégias de modernização que visem aprimorar a resiliência.

#### REFERÊNCIAS

- [1] ANTONOWICZ, Ariel; NOWAK, Mariusz; URBANIAK, Andrzej. Task Scheduling Algorithm for Renovation Teams of Water Distribution Systems. In: 2020 21th International Carpathian Control Conference (ICCC). IEEE, 2020. p. 1-6.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento  
23/11 | 100% online  
24/11 | e gratuito

- [2] BRAHMBHATT, Parth; MAHESHWARI, Abhilasha; GUDI, Ravindra D. Digital twin assisted decision support system for quality regulation and leak localization task in large-scale water distribution networks. *Digital Chemical Engineering*, v. 9, p. 100127, 2023.
- [3] EGITO, Tuane Batista do. Otimização de sistemas de distribuição de água com ênfase na eficiência energética de bombas e operação de reservatórios. 2022.
- [4] HAN, Qing et al. Enabling state estimation for fault identification in water distribution systems under large disasters. In: 2018 IEEE 37th Symposium on Reliable Distributed Systems (SRDS). IEEE, 2018. p. 161-170.
- [5] HAXTON, T. et al. Water Distribution System Tools to Support Security and Resilience:(137). In: WDSA/CCWI Joint Conference Proceedings. 2018.
- [6] KLISE, Katherine A. et al. A software framework for assessing the resilience of drinking water systems to disasters with an example earthquake case study. *Environmental modelling & software*, v. 95, p. 420-431, 2017.
- [7] KLISE, Katherine A.; MURRAY, Regan; HAXTON, Terra. An Overview of the Water Network Tool for Resilience (WNTR). 2018.
- [8] MARVIN, Gabriel et al. Water distribution network leak localization with histogram-based gradient boosting. *Journal of Hydroinformatics*, v. 25, n. 3, p. 663-684, 2023.
- [9] WAGNER, Janet M.; SHAMIR, Uri; MARKS, David H. Water distribution reliability: simulation methods. *Journal of water resources planning and management*, v. 114, n. 3, p. 276-294, 1988.