

IV-874 – OTIMIZAÇÃO DE UMA REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL COM UTILIZAÇÃO DO WATERSMART NETWORK OPTIMIZATION

Raul Lucas Lima Alves⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Estadual Vale do Acaraú.

Endereço⁽¹⁾: Avenida John Sanford 1489 – Junco – Sobral – CE – CEP:62030-002 – Brasil – Tel. (88) 998587500 – Email: raullucasla@gmail.com

RESUMO

Este artigo apresenta um novo software de otimização para redes de distribuição de água conhecido como WaterSmart Network Optimization ou WSNO. A rede de distribuição de água é um sistema complexo e dinâmico que requer constantes ajustes para garantir que a água esteja sendo fornecida de forma eficiente e sustentável. O novo software de otimização apresentado neste artigo utiliza algoritmos avançados de otimização para encontrar soluções ideais para problemas complexos na rede de distribuição de água. Ele é capaz de considerar múltiplos objetivos, como a minimização de perdas de água, a maximização da eficiência do sistema e a redução de custos operacionais. O artigo utilizou de uma comunidade com já relatados problemas de água para fazer os testes do software, se o mesmo era capaz de identificar e de ajudar resolver esse problema de forma mais econômica possível. Os resultados obtidos pelo software mostram que é possível melhorar significativamente a eficiência da rede de distribuição de água, isso pode levar a uma economia significativa de recursos e a uma melhoria na qualidade de vida dos usuários da rede. O WSNO tem o potencial de se tornar uma ferramenta importante para empresas de distribuição de água, governos e organizações que trabalham para melhorar a eficiência e a sustentabilidade das redes de distribuição de água em todo o mundo

PALAVRAS-CHAVE: WaterSmart, WSNO, Otimização de rede de distribuição.

INTRODUÇÃO

A aprovação da Lei nº 14.026 em julho de 2020 trouxe uma nova perspectiva para o setor de saneamento básico no Brasil. A nova legislação determina que até o ano de 2033, 99% da população brasileira deve ter acesso à água potável e 90% ao tratamento e coleta de esgoto. Diante dessa nova exigência legal, alguns municípios já começaram a movimentação de capital para que essa mudança aconteça, visto que a Lei nº 11.445/2007 determina que a prefeitura de um município é responsável por fazer toda e qualquer obra de saneamento e posteriormente entregá-la para fiscalização e gerenciamento por uma empresa.

Em meio a esse cenário, uma pesquisa realizada em uma pequena comunidade rural no interior do município de Jijoca, no Ceará, identificou problemas constantes de falta de água em algumas casas, principalmente em horários de pico de consumo. Esse fato foi relatado ao órgão competente SISAR (Sistema Integrado de Saneamento Rural), que por sua vez ficou com a função de identificar o motivo e tentar encontrar uma possível solução.

Para otimizar a rede de distribuição de água na comunidade rural em questão, o gerente técnico do SISAR decidiu utilizar uma nova ferramenta online, o WSNO (WaterSmart Network Optimization). Essa ferramenta online foi desenvolvida pela MACS Energy & Water GmbH, uma empresa que presta consultoria e soluções no processo de transformação digital no setor de água e esgoto.

O WSNO é um aplicativo online premiado pela Comissão Europeia durante o Horizon 2020 com o selo de excelência. Ele é uma ferramenta utilizada para a rápida prototipagem, avaliação e otimização técnica e econômica de redes de distribuição de água. Utilizando a mesma base de cálculo do EPANET, o WSNO possui um design mais simples e eficiente, utilizando um mapa interativo para o desenvolvimento do projeto.

Essa ferramenta online é uma inovação tecnológica que promete trazer uma maior eficiência para o setor de saneamento básico, auxiliando na gestão de redes de distribuição de água e no processo de tomada de decisão

para solução de problemas relacionados à distribuição de água. Através da utilização do WSNO, o gerente técnico do SISAR pôde identificar as áreas da comunidade que sofriam com a falta de água em horários de pico de consumo e encontrar soluções para otimizar a distribuição de água, evitando desperdícios e garantindo um melhor atendimento às necessidades da população.

O setor de saneamento básico é fundamental para a qualidade de vida das pessoas e para o desenvolvimento socioeconômico do país. A nova legislação aprovada em 2020 traz um desafio significativo para o setor, mas também abre oportunidades para inovações tecnológicas que possam contribuir para uma maior eficiência na gestão dos recursos hídricos. Nesse sentido, ferramentas como o WSNO podem trazer ganhos significativos para a gestão de redes de distribuição de água, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida.

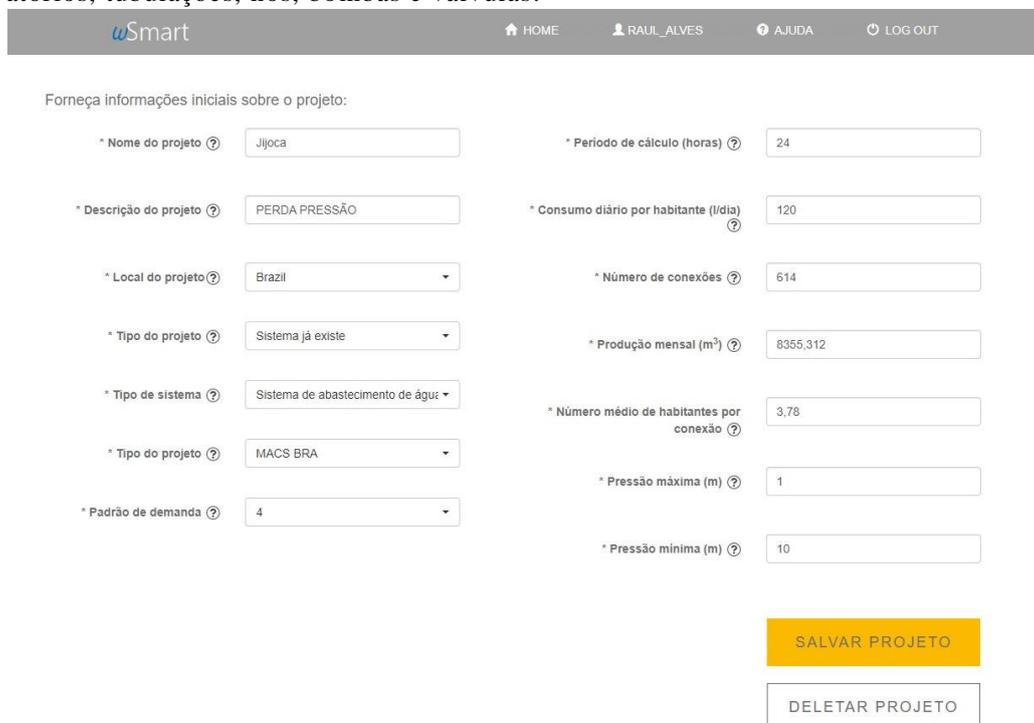
OBJETIVO DO TRABALHO

Demonstrar a eficiência do aplicativo online WSNO na otimização e avaliação de redes de distribuição de água, ajudando empresas que trabalham com áreas rurais e comunidades de pequeno porte, pois facilitaria o dimensionamento tornando ele mais técnico, simples e eficaz, diminuindo também o seu custo

METODOLOGIA UTILIZADA

Para utilizar o WaterSmart Network Optimization (WSNO), não é necessária a instalação de nenhum software, apenas uma conexão estável com a internet e um navegador web são necessários. O aplicativo pode ser acessado através do link: <http://46.4.196.90:8001>.

Ao acessar o link, é necessário criar um novo projeto e fornecer todas as principais informações sobre ele, como mostra a Figura 1. Isso auxiliará no dimensionamento da rede. Todos os dados foram fornecidos pelo SISAR, responsável pela administração da rede de distribuição. Na página de informações iniciais sobre o projeto, foram fornecidos dados sobre a fonte de água, reservatórios, tubulações, nós, bombas e válvulas.



* Nome do projeto ?	Iljoca	* Período de cálculo (horas) ?	24
* Descrição do projeto ?	PERDA PRESSÃO	* Consumo diário por habitante (l/dia) ?	120
* Local do projeto ?	Brazil	* Número de conexões ?	614
* Tipo do projeto ?	Sistema já existe	* Produção mensal (m³) ?	8355,312
* Tipo de sistema ?	Sistema de abastecimento de água	* Número médio de habitantes por conexão ?	3,78
* Tipo do projeto ?	MACS BRA	* Pressão máxima (m) ?	1
* Padrão de demanda ?	4	* Pressão mínima (m) ?	10

SALVAR PROJETO

DELETAR PROJETO

Figura 1 – Página de informações iniciais do projeto - WSNO

A Figura 2 mostra o WSNO, que possui uma aparência semelhante ao Google Earth e um mapa interativo, com símbolos dos objetos hidráulicos semelhantes aos do EPANET, que foram utilizados para o dimensionamento da rede. Na parte superior da imagem, estão representados ícones referentes aos objetos hidráulicos.

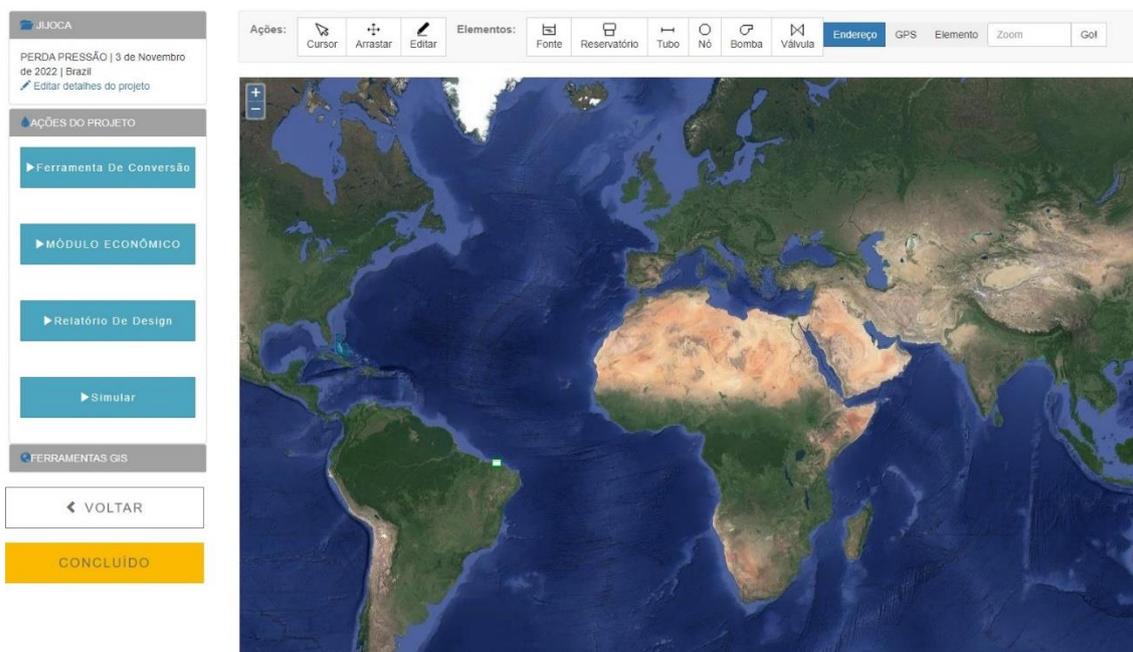


Figura 2 – Página de edição da rede de distribuição de água - WSNO

Para realização do projeto foi necessário a ida de profissionais a campo para conversar com o morador local responsável pela manutenção dos reservatórios e ele teve que mostrar para equipe do SISAR onde era a fonte de água, os dois reservatórios e até onde ia a rede de distribuição, pois não havia um projeto prévio daquela localidade e várias modificações na rede foram feitas pela prefeitura sem um devido projeto.

Após isso todos os dados foram colocados no WSNO, a Figura 3 mostra um fluxograma feito para demonstrar o passo a passo da inserção de dados para o dimensionamento e em seguida a figura 4 ilustra como fica a rede já inserida no WaterSmart.

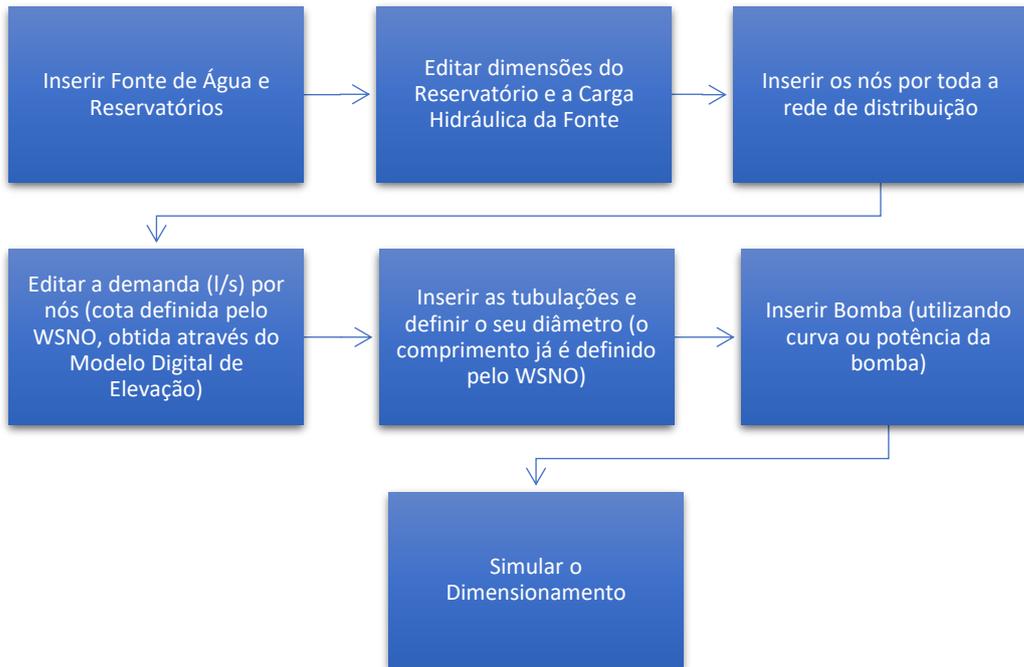


Figura 3 – Fluxograma de um ciclo de execução

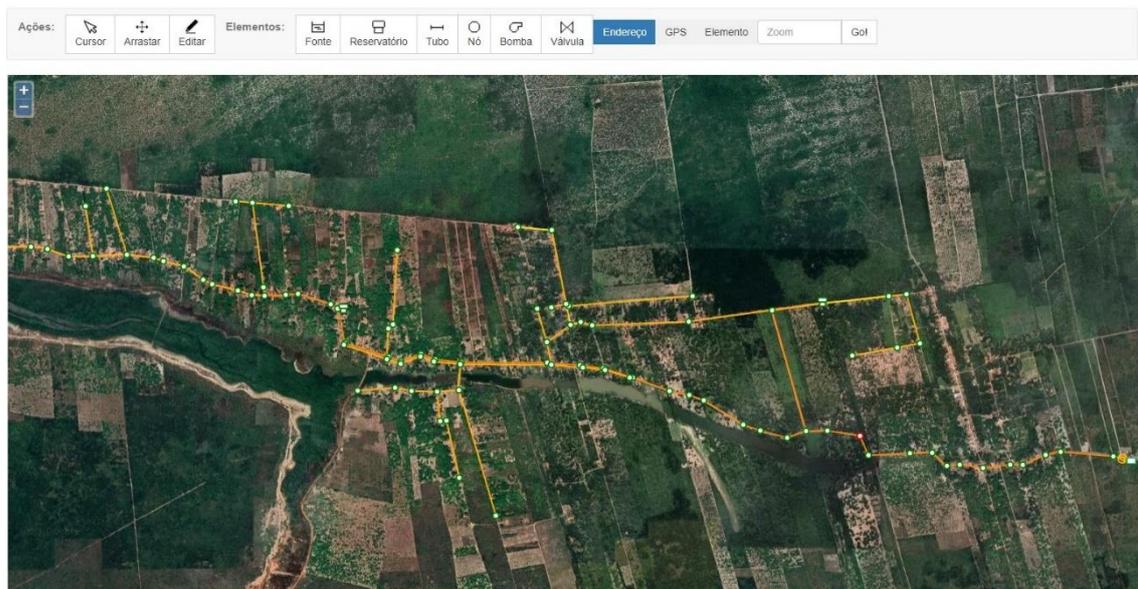


Figura 4 – Rede de distribuição de Jijoca, Ceará - WSNO

RESULTADOS OBTIDOS

Após todos os dados inseridos de acordo com o sistema existente e a simulação sendo executada, foi possível identificar onde o problema de falta de pressão existia, confirmando assim as reclamações prévias da comunidade local. A pressão em alta demanda chegou a atingir 46,6% da comunidade e ser insuficiente em 4,1%. Na imagem 5 podemos ver uma captura de tela feita no programa onde podemos ver em vermelho onde a pressão é negativa, e seguindo para uma página de “Visão geral dos resultados” disponibilizada pelo WSNO, podemos ver uma análise gráfica da pressão em alta e baixa demanda, como pode ser visto na Figura 6.



Figura 5 – Resultado da simulação da rede de distribuição de Jijoca (nós), Ceará - WSNO

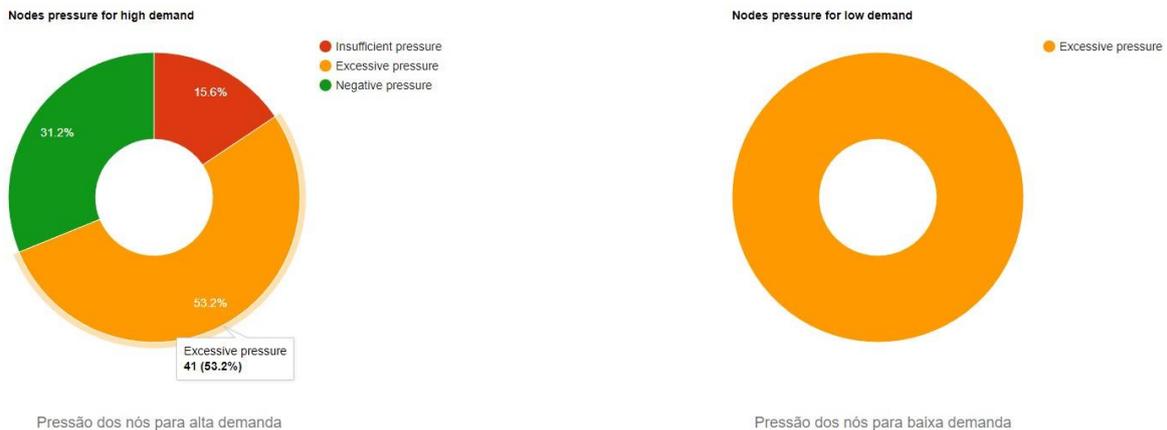


Figura 6 – Gráficos das pressões em alta e baixa demanda, Ceará - WSNO

Assim, o gerente técnico utilizou da rede já inserida no WSNO para fazer pequenas alterações na tentativa de resolver o problema de pressão. O desligamento de uma parte da comunidade de um reservatório, colocando-a em outro que era mais elevado e menos utilizado, era a ideia inicial do técnico, ao ser feita essa modificação no WSNO, realmente corrigiu parte dos problemas de pressão, mas ainda existiam problemas durante os horários de alta demanda com pressões negativas e insuficientes.

Por fim a modificação de alguns tubos se fez necessária, aumentando assim o diâmetro de cerca de 800 metros de tubulação, na intenção de diminuir sua perda de carga. A figura 7 a mesma rede de distribuição após toda sua otimização, a captura da tela do programa em ambos os casos foram feitas no horário de maior demanda, na imagem podemos ver a diferença pois antes os nós que eram vermelhos identificando pressão negativa, agora estão verdes ou amarelos.



Figura 7 – Resultado da simulação da rede de distribuição de Jijoca após otimização (nós), Ceará - WSNO

Após a realização da terceira simulação é visto então que o sistema foi totalmente otimizado, e mesmo durante alta demanda a rede teve pressões suficientes para toda a comunidade. Uma comparação entre o resultado dado em todas as 3 simulações é mostrado na Figura 8, o “Log do Projeto” aparece no WSNO assim que a simulação é executada, e nele mostra os avisos de erros, podemos ver que na primeira simulação 7 avisos foram gerados, na segunda somente 3 e na terceira simulação nenhum, tornando assim a rede de distribuição de água totalmente otimizada.

The figure displays three screenshots of the 'Log do projeto' window, showing simulation parameters and error messages for three different runs. The parameters are consistent across all three runs, including: Number of Pipes (103), Number of Pumps (1), Number of Valves (0), Headloss Formula (Darcy-Weisbach), Hydraulic Timestep (1.00 hrs), Hydraulic Accuracy (0.001000), Status Check Frequency (2), Maximum Trials Checked (10), Damping Limit Threshold (0.000000), Maximum Trials (40), Quality Analysis (None), Specific Gravity (1.00), Relative Kinematic Viscosity (1.00), Relative Chemical Diffusivity (1.00), Demand Multiplier (1.00), and Total Duration (24.00 hrs). The error messages show a progression from 7 warnings in the first run to 3 warnings in the second run, and finally no warnings in the third run, indicating a fully optimized system.

Figura 8 – Log do projeto das 3 simulações executadas no programa, Ceará - WSNO

Além disso o sistema possui um relatório denominado de resultado da simulação o qual mostrou o valor gasto por essa nova tubulação implementada como pode ser visto na figura 9, sendo ela uma captura de tela da última parte desse PDF gerado pelo WSNO.

5. Orçamento resumido do projeto básico

Material	Price (R\$)
Tubos DN 50.0 PN 10 PVC	0.0
Tubos DN 75.0 PN 10 PVC	6,800.0
Tubos DN 85.0 PN 10 PVC	0.0
Tubos DN 100.0 PN 10 PVC	0.0
Total costs of material	6,800.0

[Click here to download the costs in an Excel file.](#)

Figura 9 - Orçamento resumido do projeto básico, Ceará - WSNO

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após a realização da simulação, foi possível verificar que o sistema se mostrou bastante eficiente no dimensionamento da rede de distribuição, uma vez que utiliza os cálculos do conhecido EPANET, além de ter suporte de uma parte financeira e planilhas detalhadas no Excel sobre toda a rede de distribuição, mostrando desde a quantidade em metros de cada tubulação até a localização e cota de cada nó, reservatório e fonte de água.

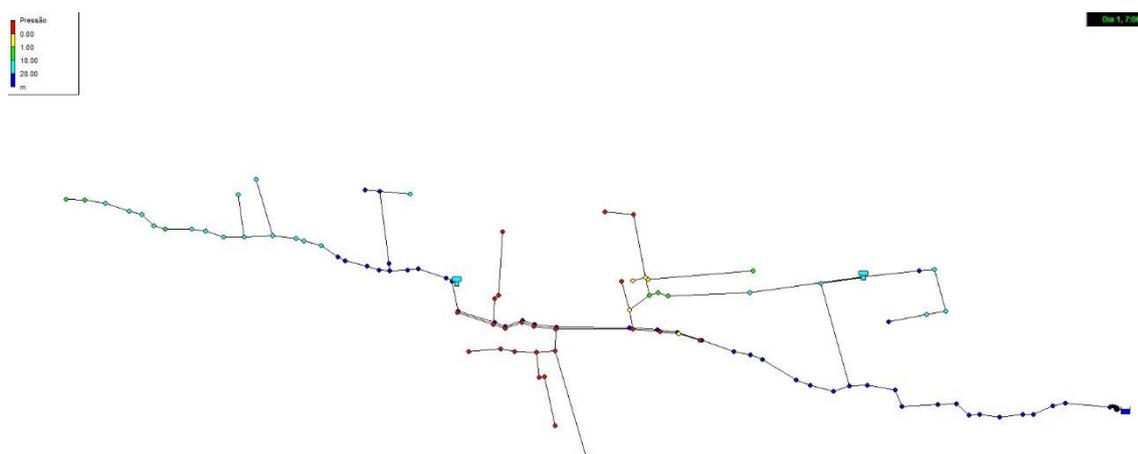


Figura 10 – Dimensionamento feito no EPANET

Em paralelo a esse dimensionamento, outro foi feito da mesma comunidade, porém seguindo o método tradicional com a utilização do EPANET como pode ser visto na Figura 10, no qual o comprimento de tubulação foi anotado em campo, assim como a cota retirada in loco, visto que o programa já entrega um valor para ambos.

Isso foi feito para analisar primeiramente se o modelo de elevação digital e a distância da tubulação obtida por satélite se mostravam eficientes para uma rede de distribuição, bem como para analisar o tempo gasto em cada



método.



Figura 11 – Fluxograma do passo a passo da excussão e horas gastas no EPANET

Figura 12 – Fluxograma do passo a passo da execução e horas gastas no WSNO

As figuras 11 e 12 mostram um fluxograma da comparação do tempo gasto pelos 2 métodos, o EPANET por ser um pouco mais defasado precisou de levantamento topográfico e um pouco mais de tempo para inserir e corrigir todos os dados no sistema, resultando em 60 horas gastas para a otimização da rede e a realização de planilhas de orçamento e quantitativo de material. Enquanto isso o WSNO já utiliza um modelo de elevação digital, não tendo assim uma necessidade da ida a campo e o mesmo já realiza as planilhas automaticamente o que fez ele economizar uma enorme quantidade de tempo, todo o projeto foi realizado em 24 horas e 20 min com a utilização do WSNO. Isso dá ao WaterSmart mais de 50% de eficiência no tempo gasto pelo engenheiro ou técnico para otimização de uma rede.

Com a utilização do EPANET, foram obtidos valores bastante próximos aos já datados no WSNO, e mesmo as cotas dos nós apresentando uma pequena diferença, isso não foi o suficiente para que os resultados nos cálculos fossem muito distintos, sendo cerca de 0,5 m.c.a de diferença na pressão e menos de 0,2 l/s de diferença no escoamento.

CONCLUSÕES/ RECOMENDAÇÕES

Ao longo deste artigo, foi possível observar os benefícios da ferramenta online WaterSmart Network Optimization (WSNO) na otimização de redes de distribuição de água em comunidades rurais e urbanas. A WSNO apresentou vantagens em relação ao EPANET, que é um software bastante defasado e de visualização mais complexa, tornando-se uma opção mais eficiente e acessível para os profissionais que trabalham nesta área.

A aplicação da otimização da WSNO em uma comunidade resultou em melhorias na pressão da água em poucas semanas após a modificação, mostrando que a ferramenta realmente cumpre o que se propõe a fazer. Apesar de algumas dificuldades encontradas durante o processo de dimensionamento da rede, o programa vem sendo trabalhado constantemente para se tornar ainda mais eficiente.

Além disso, a evolução constante da WSNO é um fator importante que aumenta sua credibilidade e confiabilidade. Com a crescente demanda por soluções mais acessíveis e eficientes para o fornecimento de água em comunidades rurais e urbanas, a WSNO se torna uma opção ainda mais atrativa para futuros projetos.

Por fim, a WSNO apresentou-se como uma ferramenta altamente recomendada para profissionais que atuam na área de abastecimento de água, principalmente para aqueles que trabalham com pequenas comunidades rurais. Com sua eficácia e praticidade já comprovadas em um estudo de caso real, espera-se que a WSNO continue evoluindo e contribuindo para o desenvolvimento de soluções cada vez mais eficientes e acessíveis para o fornecimento de água em comunidades de todos os tamanhos.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ROSSMAN, L.A. EPANET2 – Users Manual, U.S. Environmental Protection Agency, Ohio , 2000
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 591: Projeto de Adutora de Água Para Abastecimento Público. Rio de Janeiro, 1992.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12214: Projeto de Sistema de Bombeamento de Água para Abastecimento Público. Rio de Janeiro, 1992.
4. BAPTISTA, M., LARA, M. Fundamentos de Engenharia Hidráulica. 3ª ed e rev. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014. Disponível em: < <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/fandrade/teaching/files/batistalara2010.pdf>> Acesso em: 03/mar/2019
5. TSUTIYA, M.T., Abastecimento de Água, 3ª ed: São Paulo, 2006. Disponível em: < <https://www.passeidireto.com/arquivo/3861379/abastecimento-de-agua---tsutiya>> Acesso em: 14/mar/2019.
6. COMISSÃO MISTA DO SANEAMENTO. (17 de julho de 2020). Lei Federal nº 14.026. Marco Legal do Saneamento Básico

1.