

Calibração de Redes de Abastecimento utilizando o Algoritmo de Recozimento Simulado

Projeto Resumido de Pesquisa
Laboratório de Simulação Numérica (LabSiN)
Departamento de Hidráulica e Saneamento (SHS)
Escola de Engenharia de São Carlos (EESC)
Universidade de São Paulo (USP)

Augusto Sousa Nunes *

Aluno

Maria Mercedes Gamboa Medina †

Orientadora

Palavras-chave: calibração, simulated annealing, otimização, modelagem

1 Introdução

As redes de distribuição de água para abastecimento são um dos sistemas mais importantes das cidades. Esses sistemas tem muitas características, e, por isso, são complexos. Para melhor operar e controlar as redes, podemos utilizar modelos hidráulicos para simular e prever problemas reais, além de automatizar tal trabalho.

A modelagem hidráulica de redes de abastecimento consiste em um modelo numérico, com base nos conceitos físicos envolvidos, desenvolvido para reproduzir da melhor maneira possível o atuação do fluxo de água no interior das tubulações e acessórios da mesma [1]. Todavia, para que os modelos sejam válidos, é necessário que espelhem a realidade com um nível de certeza aceitável ao objetivo para o qual serão utilizados, justificando a necessidade da calibração de modelos [2].

A calibração se baseia em atribuir valores a variáveis desconhecidas, como por exemplo o coeficiente de rugosidade, em diversas partes da rede para que, quando atribuídas nas equações de caráter físico, possam ser determinados os valores da pressão e vazão da rede próximos aos valores reais [2]. Como existem diversas respostas para a calibração, se faz a busca pela melhor resposta e, portanto, o processo de calibração se trata de um processo de otimização.

Visto que é importante a calibração desses modelos, justificamos a proposta de iniciação científica, a qual é desenvolver um estudo de um algoritmo de otimização para calibração destes modelos. Este resumo visa apresentar uma metodologia e um cronograma consiso com objetivos claros para a iniciação científica.

*augustonunes@usp.br

†mmgamboam@usp.br

2 Objetivos

O objetivo geral desta iniciação científica proposta é desenvolver e aplicar um algoritmo com base na metaheurística Simulated Annealing para calibração de modelos de redes, em particular, de modelos construídos no EPANET. Ademais, objetiva-se também estudar esses modelos de redes de abastecimento com o EPANET, além de analisar com senso crítico a eficiência do método escolhido com outros da bibliografia.

3 Metodologia

Para começar o trabalho, inicialmente será necessário modelar várias redes para teste. Por isso, será utilizado o EPANET, um software que permite executar simulações dinâmicas e estáticas do comportamento hidráulico e de qualidade da água em redes de distribuição. Com ele, consegue-se obter os valores da vazão em cada tubulação, da altura da água em cada reservatório de nível variável, da pressão em cada nó e da concentração de químicos através da rede durante o período de simulação, subdividido em diversos intervalos de cálculo. Além disso, fornece uma interface para editar dados de entrada da rede, executar simulações hidráulicas e de qualidade da água e visualizar os resultados em vários formatos [3].

As técnicas de calibração de redes de distribuição de água têm sido desenvolvidas com a premissa de minimizar o erro entre os valores de vazões e pressão produzidos através de simulação numérica do modelo da rede e os respectivos valores observados em campo. A minimização do erro é feita ajustando parâmetros físicos do modelo, como os coeficientes de rugosidade das tubulações da rede, e às vezes o consumo ou vazamento nos nós [2].

Segundo [2], estudos têm provado que os melhores resultados para calibração são obtidos através dos Algoritmos Genéticos (AGs), mas que a busca por valores ótimos no problema de calibração com esta técnica requer tempo e custo de processamento elevados. Os AGs são técnicas heurísticas de otimização global baseadas em uma metáfora do processo biológico de evolução natural. Eles são criados e submetidos aos operadores genéticos: seleção, mutação e recombinação. Estes operadores, por sua vez, geram um processo similar ao de evolução natural, que, em processos de otimização, significa obter melhores respostas ao problema proposto. [4].

De acordo com [5], tanto Recozimento Simulado quanto AGs são métodos de otimização mais consolidados em trabalhos de pesquisa. Acrescenta que, se o método de Recozimento Simulado for bem aplicado, pode ser ainda o método mais eficiente. Por essa razão, este trabalho visará a aplicação da heurística Recozimento Simulado para a calibração de redes de abastecimento.

Recozimento Simulado, ou Simulated Annealing (SA), é uma metáfora de um processo térmico utilizado na metalurgia. Na física da matéria condensada, o recozimento (annealing) denota um processo físico no qual um sólido é aquecido aumentando a temperatura para um valor máximo em que todas as partículas do sólido se organizam aleatoriamente na fase líquida, seguido de um resfriamento através de uma lenta redução da temperatura [6].

O processo de otimização dessa meta-heurística é feito de modo metafórico em níveis de temperatura. Em dado um nível de temperatura, existe um valor de aceitação que determina a probabilidade de uma dada solução ser aceita ou não. Esse valor decresce de acordo com o nível da temperatura, fazendo juz a metáfora simulated annealing. Isso possibilita que o algoritmo escape de mínimos locais, pois inicialmente aceita quase todas

as soluções propostas [7].

Durante a IC, poderá ser utilizado um computador usual do próprio aluno ou do Laboratório de Simulação Numérica (LabSiN) do Departamento de Hidráulica e Saneamento (SHS), ambos com sistema operacional Linux. A linguagem de programação que será utilizada é Python, a qual terá de importar a biblioteca do EPANET para sua utilização.

4 Cronograma

Para um período de 12 meses, começando em agosto de 2020, propomos um cronograma dividido em etapas com um tempo de execução para cada uma:

- 1ª Etapa: Estudo do EPANET e de sua utilização, modelando as redes escolhidas. (1 mês)
- 2ª Etapa: Desenvolvimento do algoritmo e aplicação. (7 meses)
- 3ª Etapa: Comparação com outras meta-heurísticas da literatura e produção de relatório final. (4 meses)

Referências

- [1] Heber Pimentel Gomes et al. “Modelagem computacional visando a reabilitação de redes hidráulicas”. Em: (2012).
- [2] Narumi Abe. “Proposição de calibração de redes de sistemas de abastecimento de água através de método híbrido”. Tese de dout. Universidade de São Paulo, 2014.
- [3] Lewis A Rossman et al. “EPANET 2: users manual”. Em: (2000).
- [4] Ricardo Linden. *Algoritmos genéticos (1a edição)*. Brasport, 2006.
- [5] Guilherme Fleith de Medeiros e Moacir Kripka. “Algumas aplicações de métodos heurísticos na otimização de estruturas”. Em: *Revista CIATEC-UPF* 4.1 (2012), pp. 19–32.
- [6] Peter JM Van Laarhoven e Emile HL Aarts. “Simulated annealing”. Em: *Simulated annealing: Theory and applications*. Springer, 1987, pp. 7–15.
- [7] Gabriel Haeser e M Gomes Ruggiero. “Aspectos teóricos de simulated annealing e um algoritmo duas fases em otimização global”. Em: *Trends in Applied and Computational Mathematics* 9.3 (2008), pp. 395–404.