

CÓDIGO: 10366
CALIBRAÇÃO DO FATOR DE ATRITO EM REDES DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Alessandro de Araújo Bezerra – UFPI
Marco Aurélio Holanda de Castro – UFC
Renata Shirley de Andrade Araújo – UFPI

OBJETIVO

- O principal objetivo deste trabalho é a apresentação de uma aplicação da nova equação para calibração do fator de atrito de Darcy-Weisbach através do uso do Método Iterativo do Gradiente Hidráulico Alternativo (MIGHA), apresentada em Bezerra *et al.* (2017), na rede de distribuição fictícia conhecida como Walski (1983) – Gambale (2000) e a comparação dos resultados com os resultados obtidos através de algoritmos genéticos no trabalho de Silva (2006).



METODOLOGIA

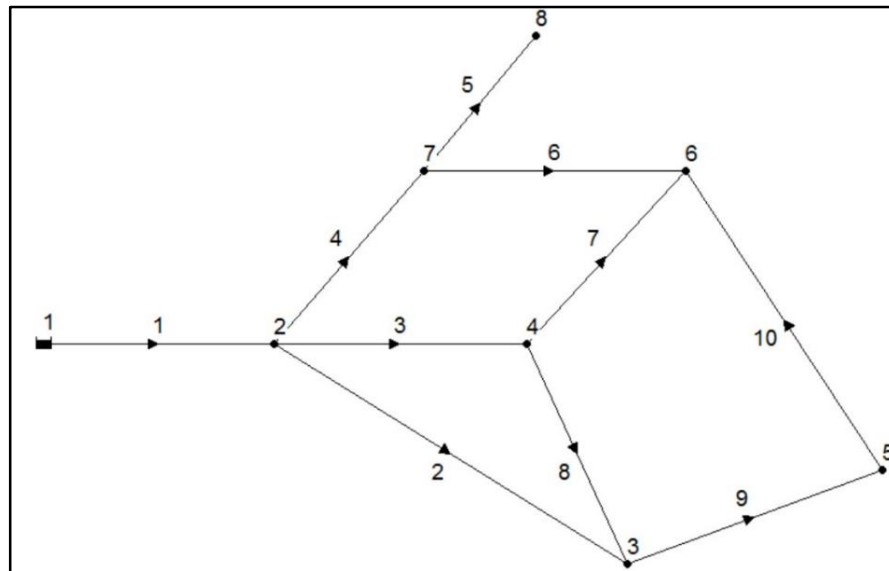
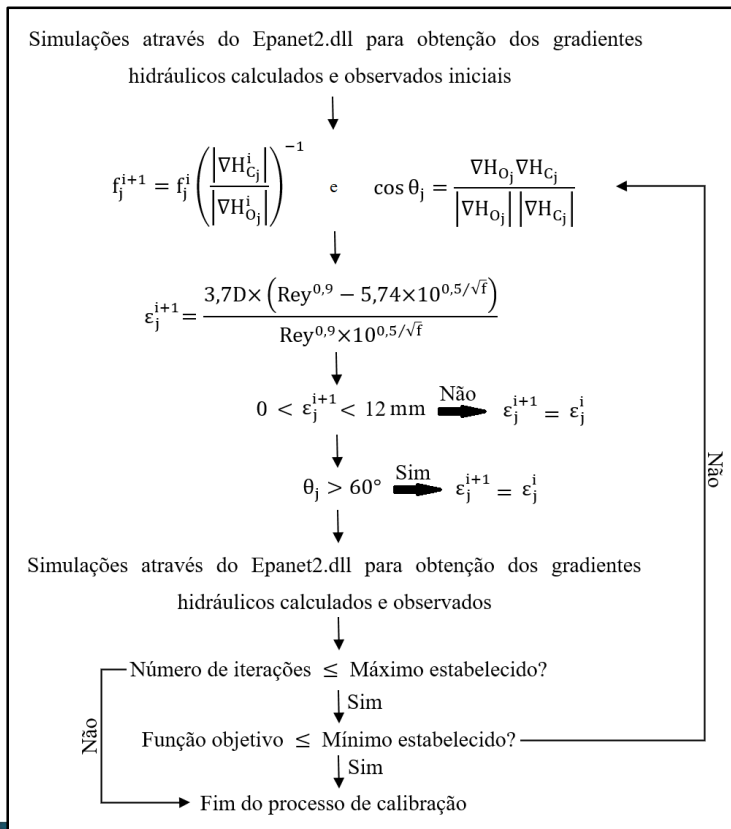
- Como o fator de atrito f da fórmula universal da perda de carga é diretamente proporcional ao gradiente hidráulico, a adaptação MIGHA para a calibração do fator de atrito da equação de Darcy-Weisbach em redes de distribuição de água ocorre de acordo com a Equação:

$$f_j^{i+1} = f_j^i \left(\frac{|\nabla H_{C_j}^i|}{|\nabla H_{O_j}^i|} \right)^{-1}$$

$$\varepsilon = \frac{3,7D \times \left(\text{Rey}^{0,9} - 5,74 \times 10^{0,5/\sqrt{f}} \right)}{\text{Rey}^{0,9} \times 10^{0,5/\sqrt{f}}}$$



METODOLOGIA



METODOLOGIA

- Utilizando o MIGHA, os fatores de atrito dos trechos da rede de distribuição foram calibrados e suas rugosidades absolutas foram calculadas através da fórmula de Swamee-Jain. A calibração através do MIGHA se deu com a utilização de uma rugosidade absoluta igual a 0,006 mm em todos os trechos da rede trabalhada. Foram considerados um número máximo de 100 iterações.
- Já em Silva (2006), utilizando algoritmos genéticos, o autor calibrou a rugosidade absoluta de Darcy-Weisbach. Para este elemento da rede calibrado, os parâmetros utilizados pelo autor foram substituição de indivíduos do tipo steady-state, seleção tipo torneio, mutação gaussiana, recombinação aleatória dos operadores a cada geração e uma população de 2.000 indivíduos com 100 gerações.

PRINCIPAIS RESULTADOS

Pressões (m)

Nó	Gabarito	AG	MIGHA	Erro (%) AG	Erro (%) MIGHA
2	56,42	56,42	56,43	0,00	0.02
3	48,24	48,21	48,37	0,06	0.27
4	48,72	48,73	48,72	0,02	0.00
5	46,81	46,77	47,03	0,09	0.47
6	41,46	41,42	41,8	0,10	0.82
7	43,95	43,95	44,12	0,00	0.39
8	42,66	42,66	42,88	0,00	0.52
Erro (%) médio:				0,04	0,35

PRINCIPAIS RESULTADOS

Rugosidade Absoluta (mm)					
Trecho	Gabarito	AG	MIGHA	Erro (%) AG	Erro (%) MIGHA
1	0,09	0,091	0,088	1,11	2,51
2	1,2	1,092	0,483	9,00	59,74
3	0,2	0,19	0,221	5,00	10,62
4	0,12	0,135	0,150	12,50	24,93
5	4,8	4,759	4,253	0,85	11,39
6	1,2	2,307	4,372	92,25	264,35
7	0,5	0,455	0,346	9,00	30,83
8	1	1,424	7,659	42,40	665,91
9	6,5	5,614	2,228	13,63	65,72
10	7,8	3,717	0,105	52,35	98,65
Erro (%) médio:				23,81	123,47

PRINCIPAIS CONCLUSÕES

- O MIGHA foi comparado com a metodologia de Algoritmos Genéticos e, pôde-se perceber que as melhores pressões foram encontradas através de Algoritmos Genéticos, no entanto, as diferenças entre as pressões calculadas através do MIGHA e as pressões gabarito foram menores que 1%, o que mostra que, apesar de não ser o melhor resultado, este também foi muito bom.
- Quanto as rugosidades encontradas, os resultados encontrados com o MIGHA foram inferiores aos Algoritmos Genéticos, entretanto, com um tempo de processamento bem melhor, inferior a 3 segundos. Assim, o uso do MIGHA não gera os melhores resultados, mas bons resultados em pouco bem menor, uma vez que, para garantir bons resultados, costuma-se realizar o uso de Algoritmos Genéticos por horas.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

- BEZERRA, A. A.; CASTRO, M. A. H.; ARAÚJO, R. S. A. (2017). *“Absolute roughness calculation by the friction factor calibration using the Alternative Hydraulic Gradient Iterative Method on water distribution networks”*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. v. 22, e24.
- GAMBALE, S. R. (2000). *Aplicação de algoritmo genético na calibração de rede de água*. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 266 p.
- SILVA, A. C. A. (2006). *Calibração automática de rugosidades de tubulações em sistemas de distribuição de água com aplicação de algoritmos genéticos*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil: área de concentração em Recursos Hídricos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 176 p.
- WALSKI, T. M. (1983). *“Technique for Calibrating Network Models.”* Journal of Water Resources Planning and Management. v. 109, n. 4, pp. 360-372.