

ESTABELECENDO A IMPORTÂNCIA RELATIVA DO CONTROLE DE PERDAS EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA – O EXEMPLO DE UMA REDE HIPOTÉTICA

Nanci Veriane Quintas Rossigneux¹; Cristovão Vicente Scapulatempo Fernandes¹

Resumo - Um das questões técnicas mais relevantes na operação de sistemas de distribuição de água está intrinsecamente relacionada ao controle e redução das perdas/vazamento de água. Em uma abordagem mais direta, estas perdas implicam, além da perda do recurso que está sendo distribuído após seu tratamento, em desperdícios de recursos adicionais, em especial, com custos de bombeamento adicional necessários para atender aos requisitos de demanda. Adicionalmente, possíveis alterações de qualidade da água, com as alterações das características hidráulicas da rede, podem ser significativas. No entanto, um aspecto positivo dos vazamentos, é o de oferecer uma significativa proteção às redes, principalmente para atenuar os impactos devido aos efeitos de inércia e compressibilidade, causados pelas condições dinâmicas de um sistema de distribuição de água. Este trabalho tem como objetivo, destacar a importância dos vazamentos para atenuação dos efeitos de pressão, além de indicar as implicações econômicas de bombeamento. As simulações realizadas referem-se a uma rede de distribuição de água hipotética, os vazamentos produzindo perdas hidráulicas da ordem de 12,5%, 25% e 50%.

Abstract – One of the most relevant technical issues is related to leakage control interesting in water distribution systems. On important aspect of this problem is the physical loss and the economic consequences of it, like energy cost to achieve demands requirement. On the other hand, hydraulic and water quality issues are significant. Interestingly, leakage can offer one important hydraulic protection to the system that should be considered in this analysis that attenuates the impact of inertia and compressibility effects. The main goal of this paper is to quantify the impact of different leakage sizes and explore the potential implications of these distinct aspects. The results refer to a hypothetical water distribution network with hydraulic losses from 12,5%, 25% and 50% leakage rate.

Palavra-chave: Vazamentos, Custo de Energia, Aspectos hidráulicos

¹ Universidade Federal do Paraná – Setor de Tecnologia – Departamento de Hidráulica e Saneamento – Curitiba - PR
CEP: 81.531-990 Fone: 0xx41-361-3142 Fax: 0xx41-361-3143 E-mail: nanci.quintas@ig.com.br ; cris.dhs@ufpr.br

INTRODUÇÃO

A redução das perdas físicas e econômicas relacionadas à distribuição de água tem sido uma preocupação constante das Empresas de Saneamento. Esta preocupação não está somente relacionada ao aspecto perda de um bem de valor econômico, mas possíveis alterações do comportamento hidráulico da rede para situações que não são previstas em projetos, incluindo-se o impacto de transientes hidráulicos, alterações de qualidade da água e aumento de custos de operação.

As perdas físicas de água são motivadas pelos vazamentos que ocorrem nas tubulações e acessórios das redes de distribuição, nos ramais, redes prediais e nos reservatórios. As principais causas dos vazamentos são: a idade da tubulação e acessórios; natureza e qualidade dos materiais empregados e a adequada utilização técnica dos mesmos; pressão hidráulica a que o sistema de distribuição está sujeito; as intervenções nos subsolo na vizinhança da rede.

Para se conseguir um eficaz combate às perdas físicas necessita-se: velocidade no reparo dos vazamentos; controle ativo das perdas; controle da pressão na rede; e, mais importante, planejamento e Gestão do Sistema de Distribuição.

Dentro deste contexto, cabe lembrar que as perdas econômicas são constituídas de fornecimentos não faturados e pelas perdas devidas a erros de medição e leitura. Para uma eficaz redução das perdas econômicas é necessário: controle da água medida e não faturada; diminuição de erros de leitura e medição; diminuição de consumos clandestinos e, acompanhamento das características hidráulicas da rede de distribuição de água.

Este artigo pretende destacar a relevância destes aspectos, anteriormente indicados. O vazamento/perda de água em uma rede de abastecimento acarreta diminuição de pressão e aumento no consumo de energia. Uma questão relevante, e cuja solução não é trivial, é o de se entender o equilíbrio entre o impacto das perdas hidráulicas e os benefícios da proteção dos sistemas de distribuição de água. Complementarmente, uma outra motivação interessante é o de quantificar se aumento do custo de energia e o volume de água perdida nos vazamentos compensam o custos operacionais de reparo e substituição da tubulação danificada.

EVIDÊNCIAS DE INTERESSE E OBJETIVOS

Colombo e Karney (2002) produziram uma interessante discussão sobre a questão das perdas físicas (vazamentos) e Custos de Energia. Nesta pesquisa, os autores destacaram a complexidade de se avaliar os diferentes aspectos envolvendo as questões econômicas, hidráulicas e de qualidade da água, de tal maneira que a decisão de fixar vazamentos não é tão óbvia assim. Através de diversas simulações utilizando o modelo EPANET 2.0 (Rossman, 2002) os autores defendem a tese de uma análise hidráulica mais abrangente que permita avaliar o papel dos vazamentos e reparos, de tal sorte a não se produzir uma alteração sistêmica na rede. Os autores esclarecem o papel dos vazamentos como uma forma de se proteger a rede de distribuição em análise. Ou seja, vazamentos também possuem um aspecto positivo de proteção de uma rede de distribuição de água. Os autores produziram seus resultados para um coeficiente de vazamento de 12,5%.

Dentro deste contexto, e com um sentido de entender o potencial dos resultados de Colombo e Karney (2002), objetivou-se generalizar os resultados de Colombo e Karney (2002) aplicando-se a mesma metodologia porém para coeficientes de vazamento de 25% e 50%.

METODOLOGIA

A fim de se estabelecer as condições para se buscar uma referência entre a questão de perdas de água e a proteção hidráulica da rede, definiu-se uma metodologia complementar a estabelecida por Colombo e Karney (2002).

Para a demonstração das perdas físicas e econômicas foi montada uma rede de distribuição de água hipotética conforme demonstrada na Tabela 1, a seguir, sem tanques, demanda fixa e com a existência de apenas uma bomba na rede. A Figura 1 destaca a rede de distribuição de água, sem vazamento, com uma demanda básica de 24 MLd e, respectivas pressões e elevações nos Nós.

Nas simulações realizadas nesta pesquisa foram acrescentados vazamentos pré-definidos nos nós de números 5-8, 10 e 11 com coeficientes de vazamentos na ordem de 12,5%, 25% e 50%. Aqui, indica-se a primeira diferença conceitual relativamente ao trabalho de Colombo e Karney (2003). Procurou-se dar uma dimensão mais abrangente das simulações indicadas naquela pesquisa, com o objetivo de generalizar as conclusões apresentadas naquela pesquisa. O modelo EPANET 2.0 (EPA, 2001) foi utilizado para a representação hidráulica e avaliação dos resultados do impacto das perdas físicas do sistema em destaque.

Tabela 1 – Dados da rede de distribuição de água hipotética descrita em Colombo e Karney (2002)

Número Tubulação	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	C	Número Nó	Elevação (m)	Demanda (MLd)
P1	890	305	65	N17	100	Reservatório
P2	1015	152	140	N1	152	1,2
P3	243	406	70	N2	145	1,2
P4	570	152	70	N3	125	1,2
P5	422	152	65	N4	155	1,2
P6	450	203	70	N5	133	1,92
P7	320	152	70	N6	128	1,2
P8	580	152	65	N7	127	1,92
P9	750	406	70	N8	126	0,0
P10	750	203	70	N9	149	1,2
P11	500	152	70	N10	152	2,4
P12	378	152	80	N11	124	2,16
P13	570	152	70	N12	122	1,2
P14	560	152	65	N13	139	2,4
P15	700	254	70	N14	129	2,4
P16	610	152	70	N15	123	1,2
P17	631	152	75	N16	121	1,2
P18	875	305	75			
P19	890	152	75			
P20	808	152	75			
P21	826	203	80			
P22	810	203	140			
P23	585	152	140			
P24	631	152	75			

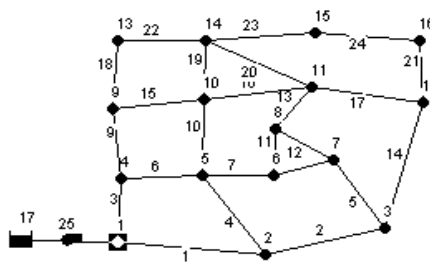


Figura 1. Rede de Distribuição sem vazamento

RESULTADOS

Os resultados das simulações, para diversos cenários de perdas no sistema da Figura 1, foram inicialmente analisados conforme indicado na figura 2, a seguir. Pode-se observar, para o anel aonde se estabeleceram as condições de vazamento, uma sensível redução de pressão com as perdas. Para os pontos em destaque, a redução foi de aproximadamente 60%. Curiosamente, a redução de pressão não é significativa com o aumento do tamanho das perdas. Este resultado confirma aqueles apresentados por Colombo e Karney (2003) e destacam a importância do efeito de escoamento em orifício, função basicamente do gradiente de pressão no nó em análise. Fatores de capacidade de descarga foram admitidos como homogêneos para todos os nós. Cabe destacar, o fato das perdas como válvulas de alívio.

Complementando esta análise, o gráfico da Figura 3 apresenta a variação de pressões para os nós, 2 (nó mais próximo da bomba), 3 e 16 (nó mais distante da bomba). Pode-se observar uma redução da pressão com a presença de vazamento, variando de 7% para o nó 2 a 45% para o nó 16. Fica claramente indicado, o potencial de redução de pressão com o vazamento. Cabe destacar que o efeito de redução não é linear e depende da topologia da rede e de suas características hidráulicas.

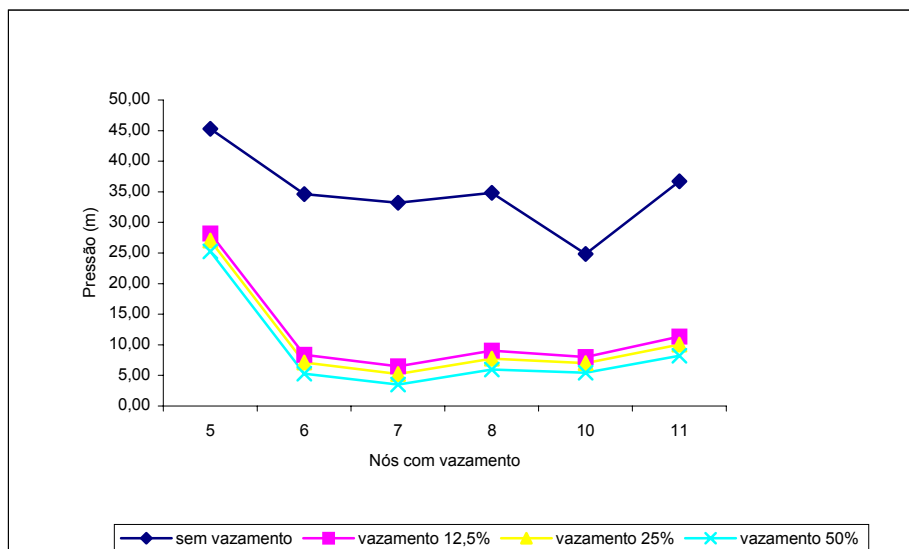


Figura 2. Pressão nos nós com vazamento.

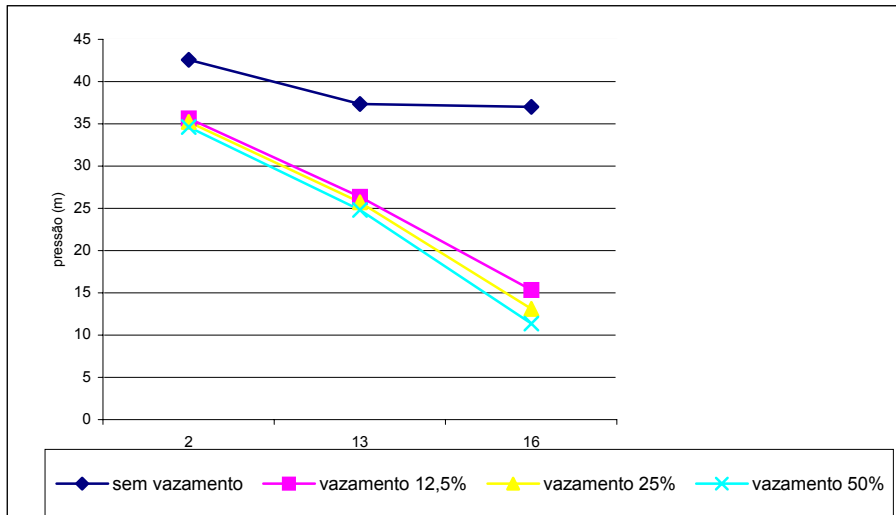


Figura 3 – Condições de pressão para os nós 2, 13 e 16.

O gráfico da figura 4 destaca em contrapartida, o efeito da variação da demanda, como consequência, da presença das perdas físicas do sistema. O aumento de demanda de aproximadamente 20% é a compensação física do sistema para se ajustar as perdas físicas. Novamente, como esperado, o aumento do tamanho dos vazamentos não produziu um impacto significativo na variação de demanda.

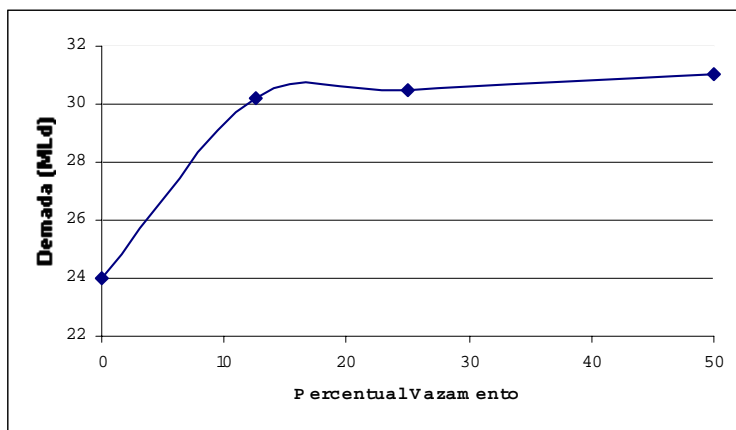


Figura 4. Demanda x Percentual Vazamento

Por fim, o gráfico da figura 5 compila os resultados em termos de Custo de energia, associados a presença dos vazamentos indicados na figura 1. O impacto é um aumento da ordem de 15% nos custos de energia para o sistema indicado

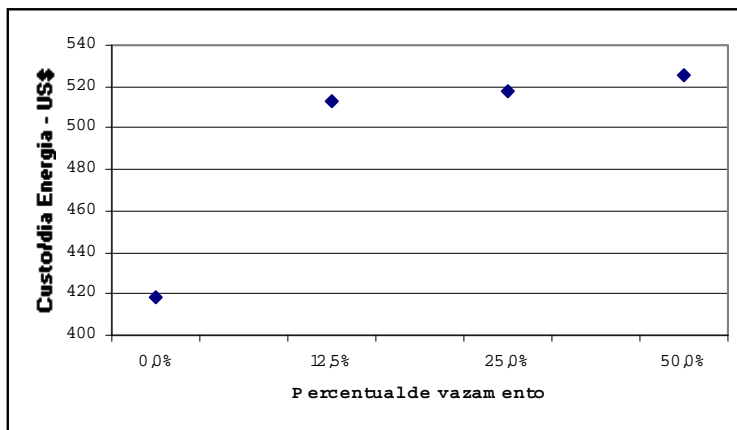


Figura 5. Custo/dia Energia – US\$

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicados nesta pesquisa, baseados em uma rede de distribuição de água hipotética, tem por objetivo principal a generalização das observações de Colombo e Karney (2003). Ao mesmo tempo, destacar o dilema conceitual da questão das perdas físicas sob o enfoque da hidráulica de uma rede de distribuição de água. As limitações destas análises estão claramente associadas às limitações do EPANET (2002). O modelo de representação hidráulica não considera os efeitos de inércia e compressibilidade de um sistemas, em especial, quando do impacto de ações externas a rede induzindo alterações físicas, como é o caso que envolve perdas físicas e que pode ser sensivelmente maior que os resultados aqui apresentados.

Neste trabalho estão lançadas os desafios para uma melhor representação hidráulica na modelagem de uma rede de distribuição de água, e com atenção especial para destacar que um vazamento, apesar do custo da perda física, possui um aspecto de proteção da rede.

REFERÊNCIAS

- COLOMBO, A.; Karney, B. (2002). Energy costs of leaky pipes: toward a comprehensive picture. *Journal of Water Resources Planning and Management*. Vol.128, n.º.6 , 441-450.
- ROSSMAN, L. (2000). EPANET Users Manual (version 2.0). Water Supply and Water Resources Division. National Risk Management Research laboratory, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio.