



DESCRIÇÃO DOS MÉTODOS DE DETECÇÃO DE PERDAS ATRAVÉS DE ZONAS DE MEDIÇÃO E CONTROLE (ZMC'S)

Rafael Dauanny Eloi ⁽¹⁾

Aluno de Mestrado em Eficiência Energética e Sustentabilidade, Engenheiro eletricista pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Brasil(2013) Gerente de Projetos de Automação e Telecom da Energisa Mato Grosso do Sul, Brasil.

Andréa Teresa Riccio Barbosa ⁽¹⁾

Engenheira Eletricista e Administradora de Empresa, Mestre e Doutora em Engenharia Elétrica, Professora do Mestrado em Eficiência Energética e Sustentabilidade pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Endereço ⁽¹⁾: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia – Mestrado de Eficiência Energética e Sustentabilidade – Campo Grande – MS – CEP: 79009-070 – Brasil - Tel: +55 (67) 3345-7497 - Fax: +55 (67) 3345-7491 e-mail: andrea.barbosa@ufms.br ou aricciobarbosa@yahoo.com.br.

RESUMO

Setorizar a rede hidráulica de um sistema de fornecimento de água permite identificar e controlar perdas reais e aparentes dentro de cada unidade de medição e do *site* como um todo. Uma vez estabelecida, a setorização pode fornecer a informação requerida para identificar vazamentos não reportados de forma rápida e assertiva. Para isso são necessários equipamentos precisos e robustos de medição e um Sistema de Aquisição de Dados (SCADA) aberto, para supervisão e análise dos dados, coletados em tempo real. Este artigo faz a descrição dos métodos de detecção de perdas através de Zonas de Medição e Controle. Eventos de demanda de fluxo tal como sistemas de detecção de incêndio, sistemas de descargas, etc. podem ser identificados e quantificados em cada setor, possibilitando a análise da performance para melhoras do sistema.

PALAVRAS-CHAVE: Setorizar; ZMC; perdas; medição

INTRODUÇÃO

Um dos principais desafios das entidades de fornecimento de água em países em desenvolvimento é reduzir as perdas de água em todas as etapas do processo de seu fornecimento. Perdas reais e aparentes são indicadores de grande relevância na medição da eficiência da operação dos sistemas de abastecimento de água. Com valores médios que beiram os 40% no Brasil, decrescendo, é verdade, mas a uma velocidade extremamente baixa, o combate às perdas de água transformou-se em um grande desafio dos operadores brasileiros públicos e privados [ABES, 2013]. Na Figura 1 e Figura .2 observa-se os índices de perdas por região e cidade do país. No Sudeste há uma perda média de 22,2%, porém no Norte há atingimentos de 70% de perda.

Índice de Perdas (%)
SNIS 2012

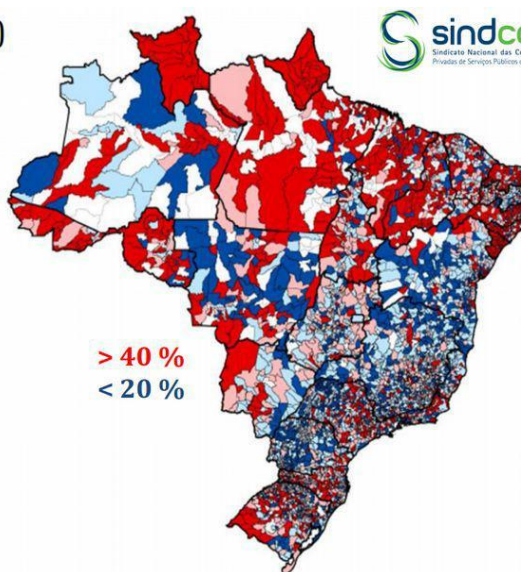
Índice de Perdas de
Distribuição (%)



36,9%

Variação entre capitais:

- 22,2% em Goiânia/GO
- 70,7% em Porto Velho/RO



Fonte: SNIS 2012

Figura. 1. Índice de Perdas por Regional [TRATABRASIL, 2016]

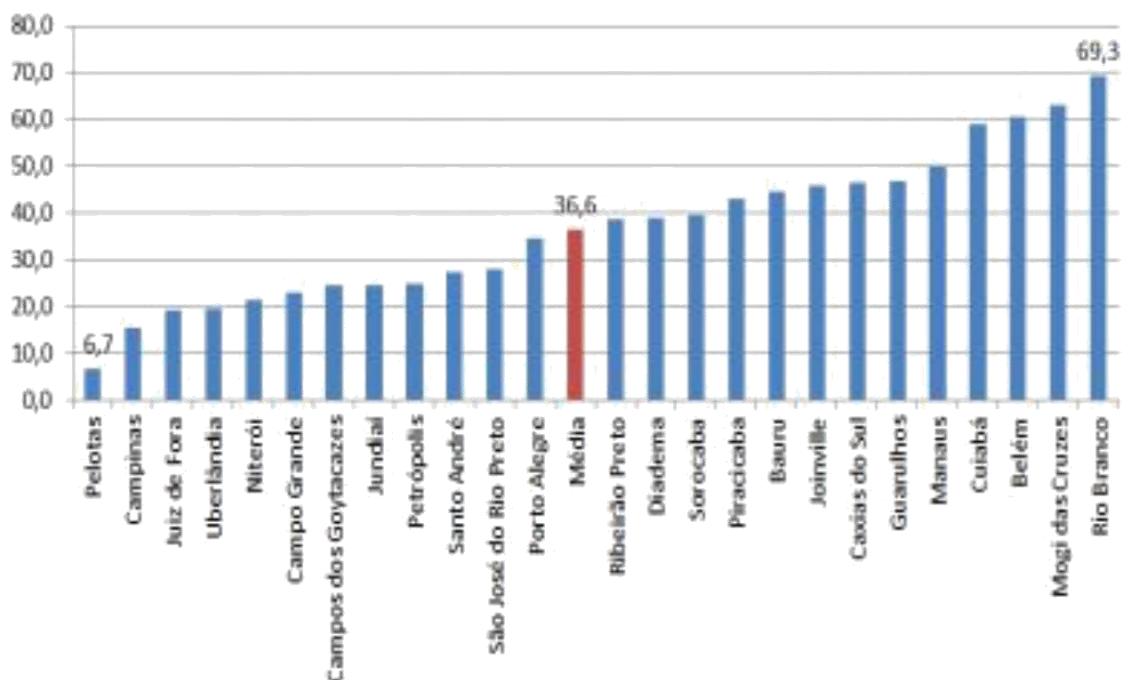


Figura. 2. Índice de Perdas por Cidades [ABES, 2013]

OBJETIVO

O objetivo em setorizar a rede hidráulica de um sistema de fornecimento de água é identificar e controlar perdas reais e aparentes dentro de cada unidade de medição e do site como um todo. A setorização de uma rede de distribuição de água consiste na sua divisão em setores de menor dimensão (Zonas de Medição e Controle - ZMC), de forma a reduzir a complexidade de gestão dessa rede [GOMES, 2012].

Uma vez estabelecida, a setorização pode fornecer a informação requerida para identificar vazamentos não reportados de forma rápida e assertiva. Através de medidores de pressão e vazão bem distribuídos na rede é possível realizar uma análise em tempo real e identificar as possíveis perdas comparando com os perfis de consumo noturno e diurno historiados, além da análise de balanço volumétrico do sistema.

Eventos de demanda de fluxo tal como sistemas de detecção de incêndio, sistemas de descargas, etc. podem ser identificados e quantificados em cada setor, possibilitando a análise da performance para melhoras do sistema.

Uma arquitetura de automação composta por um *software* Aplicado de aquisição e monitoramento (SCADA) e medidores digitais conectados é um requisito fundamental para a consolidação do conceito. Este artigo descreverá os métodos de análise de perdas utilizando os dados coletados pelos medidores setorizados em um sistema de fornecimento de água.

PERDAS REAIS E PERDAS APARENTES: O BALANÇO HÍDRICO

O conceito de perdas nos sistemas de abastecimento de água inclui duas categorias [ABES, 2013]:

A. Perda Real

A “perda de água física” ou “real”, quando o volume de água disponibilizado no sistema de distribuição pelas operadoras de água não é utilizado pelos clientes, sendo desperdiçado antes de chegar às unidades de consumo.

B. Perda Aparente

A “perda de água comercial” ou “aparente” quando o volume utilizado não é devidamente computado nas unidades de consumo, sendo cobrado de forma inadequada.

Até alguns anos atrás, a avaliação das perdas era distinta em cada país, ou mesmo em cada companhia de saneamento em um mesmo país. A *International Water Association* (IWA) procurou padronizar o entendimento dos componentes dos usos da água em um sistema de abastecimento através de uma matriz que representa o Balanço



Hídrico, onde se inserem os dois tipos de perdas relatados. O conjunto de perdas físicas ou reais e de perdas de faturamento ou aparentes é chamado de “Água Não Faturada” “*Non-Revenue Water*”.

Tabela 1: Parcelas Das Perdas De Água (Reais E Aparentes) Em Relação Ao Volume Que Entra No Sistema [ABES, 2013].

Água que entra no sistema (inclui água importada)	Consumo autorizado	Consumo autorizado faturado	Consumo faturado medido (inclui água exportada)	Água faturada
			Consumo faturado não medido (estimados)	
	Consumo autorizado	Consumo autorizado não faturado	Consumo não faturado medido (usos próprios, caminhão pipa, etc)	Água não faturada
			Consumo não faturado não medido (combate a incêndios, favelas, etc)	
	Perdas de água	Perdas aparentes	Uso não autorizado (fraudes e falhas de cadastro)	
			Erros de medição (macro e micromedição)	
		Perdas reais	Perdas reais nas tubulações de água bruta e no tratamento (quando aplicável)	
			Vazamentos nas adutoras e/ou redes de distribuição	
			Vazamentos e extravasamentos nos reservatórios de adução e/ou distribuição	
			Vazamentos nos ramais (a montante do ponto de medição)	

A abordagem econômica para cada tipo de perda é diferente. Sobre as “perdas reais” recaem os custos de produção e distribuição da água, e sobre as “perdas aparentes”, os custos de venda da água no varejo, acrescidos dos eventuais custos da coleta de esgotos.

Tabela 2: Características Principais de Perdas Reais e Aparentes.

Itens	Características Principais	
	Perdas Reais	Perdas Aparentes
Tipo de ocorrência mais comum	Vazamento	Erro de Medição
Custos associados aos volumes de água perdidos	Custo de produção	Tarifa
Efeitos no Meio Ambiente	- Desperdício do Recurso Hídrico. - Necessidades de ampliações de mananciais.	-
Efeitos na Saúde Pública	Risco de contaminação	-
Empresarial	Perda do Produto	Perda de receita
Consumidor	- Imagem negativa (ineficiência e desperdício)	-
Efeitos no Consumidor	- Repasse para tarifa - Desincentivo ao uso racional	- Repasse para tarifa - Incitamento a roubos e fraudes



BENEFÍCIOS DA REDUÇÃO DE PERDAS FÍSICAS DE ÁGUA

São diversos os benefícios da redução de perdas, tais como:

- Produtos químicos;
- Energia elétrica;
- Compra de água bruta (nos casos em que há cobrança pelo uso da água);
- Mão de obra.

Os ganhos com redução de perdas de água podem ter impactos em termos de receitas, custos e investimentos. Tais ganhos são sintetizados na Tabela 3 [ABES, 2013].

Tabela 3: Benefícios da Redução das Perdas.

Perdas	Perdas aparentes	Perdas reais	
Ganhos	Aumento da receita	Redução de custos	Postergação de investimentos
Tipos de benefícios	Aumento do consumo medido e faturado	Menores custos com produtos químicos, energia e outros insumos. Diminuição da produção de água com o atendimento do mesmo número de pessoas. Atendimento de maior número de pessoas com a mesma quantidade produzida.	
Ações envolvidas	Troca de hidrômetros e medidores; Corte nas ligações fraudulentas; Medição efetiva de todas as economias (domiliares, comercial e públicas); Melhora no cadastro	Melhora do controle da pressão na rede; Melhora no controle e detecção de vazamentos; Melhoria e troca de tubulações, ligações, válvulas. Qualificação da mão de obra e melhoria dos materiais	

Além dos ganhos tangíveis descritos na Tabela 3, há um ganho intangível associado à imagem de uma operadora focada em eficiência e preservação dos recursos naturais.

Há sinergias diretas nas ações de redução de perdas de água e eficiência energética. A redução do índice impacta na redução da produção de água, no consumo com a pressurização da rede promovendo redução no custo global com energia elétrica (Figura 3).



Fig. 3. Sinergia entre a redução de perdas de água e eficiência energética.



METODOLOGIA DA SETORIZAÇÃO

A. Site Survey

Cada sistema urbano de fornecimento de água possui suas características e perfil de operação. O relevo, o clima, as questões regulatórias, as normas influenciam nos parâmetros da operação. Entretanto, em todos os casos, o processo de setorização começa com uma revisão do sistema para identificar oportunidades óbvias, utilizando as zonas de pressão existentes, os sistemas de bombeamento, ou áreas que possuem uma única linha de fornecimento, como possíveis candidatos para formar a setorização.

As áreas cujas perdas são hipoteticamente maiores devem ser priorizadas no estudo, as áreas que possuem alto grau de dificuldade de detecção de perdas devem ser identificadas e, posteriormente, tratadas com particularidade. Nos casos nos quais a instalação de um medidor de vazão na linha não demanda alto investimento ou esforço, a setorização pode fornecer benefícios imediatos [McDONALD e YATES, 2005].

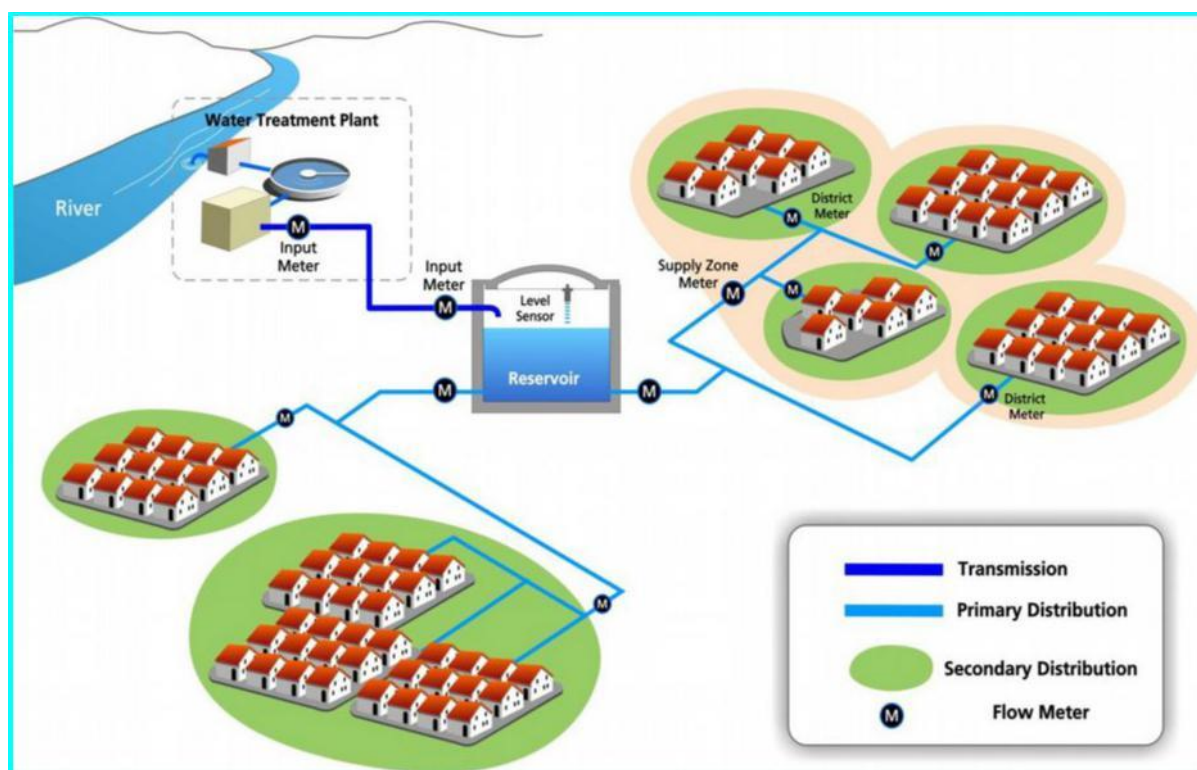


Fig. 4. Esquema de uma rede setorizada. [SCHNEIDER, 2017]

Quando as oportunidades imediatas forem identificadas, a rede de distribuição restante deve ser dividida em zona de medição e de controle lógicas. A implementação terá uma base de prioridade que consiste em custo e histórico de vazamento, respectivamente.

Dimensionamento da Zona de Medição e Controle (ZAIC's)

Em um *case* de setorização em Halifax, Canadá, depois de alguns estudos do tempo de ação de equipes de manutenção, define-se a zona de medição e controle em um setor, se há tempo de realizar a detecção acústica do vazamento dentro de um dia.

Neste cenário, a conscientização do vazamento ocorreria no primeiro dia, o levantamento e a localização ocorreriam no segundo dia, e o reparo no terceiro dia, proporcionando um tempo máximo de execução de três dias. Baseado nisso, o tamanho máximo ideal de uma ZMC foi ajustado em 150 - 200 bocas de incêndio, 2500 conexões de clientes ou 30 km de água principal.



Dado o clima e a infraestrutura em Halifax, esta é a área que pode ser efetivamente rastreada, por uma única equipe de detecção de vazamento, em um único dia. Desenvolvido em torno de limites existentes e outras características do sistema, muitas zonas de medição de distrito em Halifax são menores do que o máximo ideal, o que proporciona menores tempos de resolução dos problemas. Existem também zonas que possuem áreas maiores que os limites teóricos, que devem ser tratadas com particularidade, através da realização de novos estudos para viabilizar investimentos ou incremento de equipes [JONES e ROBERT, 2014].

SELEÇÃO E INSTALAÇÃO E MEDIDORES

Os medidores de vazão devem ser capazes de trabalhar adequadamente em todas as faixas, tal como as baixas vazões noturnas, que são essenciais nas análises de detecção de perda. O tamanho e o tipo do medidor são determinados combinando as características de desempenho do medidor, com as exigências específicas do local.

Os medidores de fluxo magnéticos são a escolha preferida, entretanto, os ultrassônicos são utilizados em tubulações maiores de 200 milímetros, e os medidores do tipo turbina são utilizados em linhas de *bypass* de 100 milímetros ou menores [JONES e ROBERT, 2014]. Em todos os casos, os medidores devem ter meio de comunicação com o sistema SCADA utilizando saída de pulso ou um protocolo de comunicação digital. A precisão é uma preocupação e sempre que necessário esses equipamentos devem ser calibrados em campo.

Quando há controle de pressão nas ZMC's as centrais de medição e controle são equipadas por duas válvulas, uma menor e uma maior, por transdutores de pressão e por um medidor de vazão, conforme Figura 5. A válvula de maior capacidade é dimensionada para fornecer volumes excepcionais ex. sistemas de controle e prevenção de incêndio, já a válvula menor é instalada para as demandas diárias domésticas. O medidor de vazão é instalado em série com a válvula menor. A válvula maior é monitorada e gera alarmes quando há manobra automática de abertura (há demanda excepcional).

Esta arquitetura de medição e controle atende às pequenas medições noturnas necessárias para as análises de perda e à capacidade de fornecer vazão em demandas excepcionais. Todos os dados de pressão e vazão coletados pelos instrumentos são enviados para o SCADA.

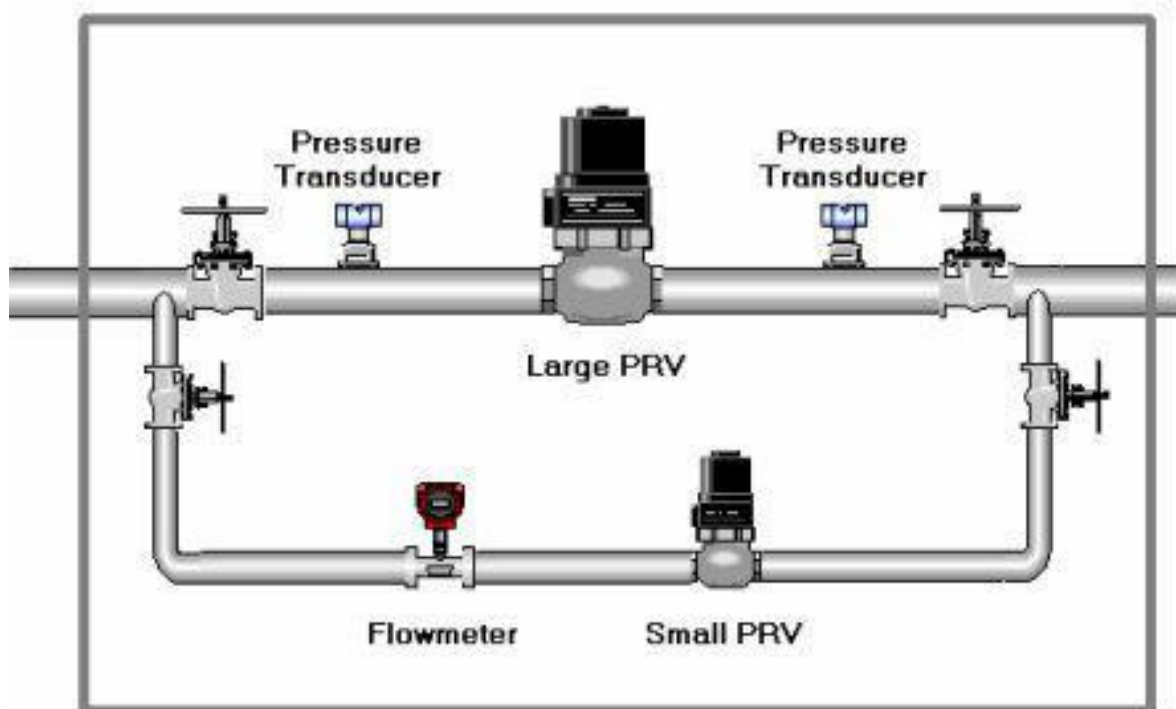


Figura 5. Centrais de medição e controle. [JONES e ROBERT, 2014]

SISTEMA DE SUPERVISÃO E AQUISIÇÃO DE DADOS (SCADA)

O meio de comunicação mais utilizado para comunicação dos equipamentos das estações de bombeamento, reservatórios, plantas de tratamento com o SCADA é o rádio. O SCADA é o principal veículo entre os ativos de medição de campo e as ferramentas de análise de perdas, que pode estar incorporada no próprio sistema. O

historiador também tem um papel fundamental nas análises, ele armazena todas as informações da planta, disponibilizando dados temporais para comparação em tempo real.

Embora destinado principalmente para o controle de perda de água, o histórico de medição é rotineiramente usado para o projeto do sistema ou planejamento. A equipe de engenharia acessa as informações e vê a linha de grau hidráulico em tempo real para fins de modelagem, enquanto o pessoal da planta de tratamento usa os dados históricos para a previsão da demanda.

Colocar informações confiáveis e oportunas nas mãos de quem precisa delas é a base para o sucesso no controle de perdas. O sistema armazena todos os dados setorizados, lê os medidores de entrada do sistema e registra todos os níveis do reservatório. Com essas informações, a entrada diária do sistema líquido é calculada para cada região e enviada para revisão. As médias semanais são plotadas criando uma tendência anual com os anos anteriores sobrepostas.

O processo automatizado determina a taxa média de fluxo para cada ZMC entre 3h00min e 4h00min. Uma vez calculado, as taxas médias de fluxo noturno são comparadas com os *benchmarks* estabelecidos para os ZMCs correspondentes, e a diferença é calculada. Os resultados formam uma tabela que inclui os *benchmarks*, os fluxos médios calculados durante cinco noites consecutivas e a diferença calculada entre o *benchmark* e o fluxo noturno mais recente.

Os clientes disponíveis do historiador permitem um acesso rápido a todos os dados das ZMCs e da planta. Poderosas ferramentas gráficas e armazenamento de longo prazo permitem que a equipe revise os fluxos das ZMCs durante longos períodos para identificar aumentos graduais nos fluxos noturnos indicando a acumulação de múltiplos vazamentos pequenos [JONES e ROBERT, 2014].

Grandes clientes com fluxos esporádicos muitas vezes podem ser confundidos com vazamento dentro de uma ZMC. Para evitar erros de interpretação é importante estabelecer parceria com grandes clientes para instalação monitoramento de fluxo no local e a dedução do fluxo do cliente elimina tais falsos alarmes.

METODOLOGIA DE DETECÇÃO DE PERDAS

A. “Cima para Baixo” – Balanço Volumétrico

O sistema também deverá calcular o nível de vazamento na ZMC usando uma abordagem de “cima para baixo”, através do balanço volumétrico (subtraindo os consumos dos clientes a partir da entrada de água na distribuição e considerando a variação dos níveis dos reservatórios para subtrair ou adicionar esta variação), conforme Figura 6 [JONES e ROBERT, 2014].

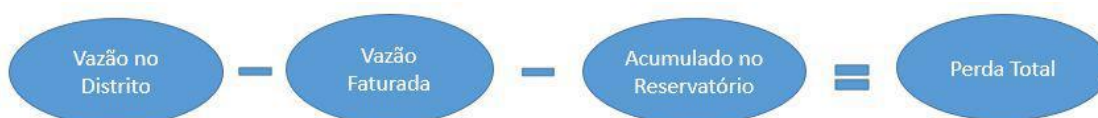


Figura 6. Cálculo “cima para baixo” no balanço volumétrico.

B. “Baixo para Cima” – Vazão Mínima Noturna

O sistema deve calcular o vazamento subtraindo da vazão mínima noturna com o padrão do consumo noturno dos clientes, levando em conta um fator de correção em função da variação da pressão [JONES e ROBERT, 2014]. O sistema deve fornecer as seguintes opções configuráveis pelo operador para calcular a vazão mínima noturna:

- Período mínimo de rotação;
- Tempo fixo;
- Mínimo valor absoluto.

O sistema deve calcular o consumo noturno dos clientes utilizando informações provenientes do sistema de informação do cliente/faturamento e também deve permitir entradas manuais. Deve calcular o fator de correção da pressão utilizando informações provenientes de medições de pressões (SCADA) e através de entradas manuais. Também deve fornecer a opção de selecionar os dias para serem excluídos do cálculo de vazamento (por exemplo: feriados e fins de semana). Conforme Figura 7.



Figura. 7. Cálculo “cima para baixo” na vazão mínima noturna.

CONCLUSÃO

As ações para a redução de perdas nos sistemas de abastecimento de água resultam no incremento da performance econômica das companhias de saneamento, levando a tarifas mais baixas à população, adicionalmente leva ao adiamento de novos investimentos na ampliação do sistema como um todo (produção, adução e reservação). Além disso a redução de perdas tem um impacto direto na redução do consumo de energia visto que o maior consumo é nas estações de bombeamento. O investimento na setorização (sistemas de gerenciamento hídrico e em infraestrutura de medição) pode ser viável, afinal a média do índice de perdas no território nacional é extremamente alto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, “Perdas em sistemas de Abastecimento de água: Diagnóstico, potencial de Ganhos com sua redução e Propostas de medidas para o Efetivo combate” Setembro de 2013.
2. TRATABRASIL, Saneamento e Saúde, 2016 <http://www.tratabrasil.org.br/perdas-de-agua-dificultam-o-avanco-do-saneamento-basico-e-agravam-o-risco-de-escassez-hidrica-no-brasil>
3. GOMES, Ricardo, “Setorização de Redes de Distribuição de Água: Influência da Variação do Consumo e da Taxa de Degradação de Infraestruturas” SEREA2012
4. Schneider Electric Whitepaper, “Water Management System – WWW Solution”, 2017
5. MacDONALD, Graham e Yates, Carl D., “DMA Design and Implementation, a North American Context. Leakage 2005 - Conference Proceedings
6. C. JONES, S.; ROBERT, B. S. QUANTIFYING ENERGY USE IN THE U.S. PUBLIC WATER INDUSTRY - A SUMMARY. ASCE - American Society of Civil Engineer, Salt Lake City, Utah, 16, n. 4, 2014.