

I-248 - DIAGNÓSTICO DAS PERDAS FÍSICAS EM UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: ESTUDO DE CASO DE CASO

Eduardo Henrique Borges da Silva Cohim⁽¹⁾

Doutorado em Energia e Meio Ambiente (2011), mestrado em Tecnologias Limpas (2006) e graduação em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal da Bahia (1983). Atualmente é professor Adjunto da Universidade Estadual de Feira de Santana.

Alisson Meireles Brandão

Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Estadual de Feira de Santana (2014) e graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal da Bahia (2007). Engenheiro da Embasa atualmente ocupando cargo de Gerente da Unidade Regional da Federação (Salvador).

Camila Leal Vieira

Engenheira Civil pela Universidade Estadual de Feira de Santana

Endereço⁽¹⁾: Avenida Transnordestina, S/N - Novo Horizonte - Feira de Santana - BA - CEP: 44036-900 - Brasil - Tel: (75) 3161-8310 - e-mail: edcohim@gmail.com

RESUMO

A preocupação com a diminuição de perdas de água em sistemas de abastecimento é um dos grandes desafios das companhias de saneamento. Estas perdas ocorrem em todas as etapas do sistema, porém com maior frequência nas redes de distribuição. A quantificação destas perdas é de suma importância para as companhias no que diz respeito ao controle da eficiência de distribuição de água e aspectos econômicos. Este estudo apresenta uma avaliação das perdas físicas em parte do sistema de abastecimento de água de Salvador – BA, com a discussão de ações para a redução destas perdas de água. A metodologia aqui aplicada desenvolve a avaliação das perdas através do balanço hídrico, utilizando o software gratuito desenvolvido pelo Banco Mundial (W-B Easy Calc – v1-17). Foram levantados dados básicos de controle do sistema; além da ampla revisão bibliográfica, onde é apresentada a conceituação geral sobre perdas de água, suas causas e ocorrências e indicadores. O resultado do diagnóstico das perdas foi preocupante, acima da média nacional. Em função destes resultados, serão recomendadas ações específicas para a redução das perdas.

PALAVRAS-CHAVE: Perdas Físicas, sistema de abastecimento, indicadores, redução.

INTRODUÇÃO

Com o crescimento da demanda e a redução da disponibilidade dos recursos naturais, tem-se aumentada a preocupação em utilizar a água de forma mais racional. Soma-se ainda a este problema os altos índices de perdas encontrados nos sistemas de abastecimento das cidades, com o valor médio das perdas de faturamento para todo o conjunto de prestadores de serviços do Brasil igual a 38,8% em 2011. Sendo o maior valor de 51,4% na região Nordeste e o menor valor no Centro-Oeste igual a 33,6% (PMSS/SNIS, 2011). Isso demonstra que as altas perdas nos sistemas brasileiros são preocupantes, e que há uma grande diferença de desempenho entre as prestadoras brasileiras.

Segundo MELATO (2010), umas das formas de minimizar esse problema é a diminuição do desperdício por parte dos consumidores e a redução das perdas nos sistemas de abastecimento de água.

A ação mais importante a ser desenvolvida pelas empresas de saneamento é a redução das perdas nos sistemas de abastecimento de água. Essa ação se refletiria numa diminuição de despesas, além de uma melhor eficiência no controle do sistema.

Num sistema de abastecimento de água as perdas se dividem em perdas aparentes (comerciais) e perdas reais (físicas). As perdas aparentes são o volume de água produzido pela companhia, consumida pelo cliente, mas que não é contabilizado, devido a erros de medição dos hidrômetros, ligações clandestinas, violação nos hidrômetros e falhas no cadastro comercial. A perda real, também conhecida como perda física, é o volume de água produzido pela companhia que não chega ao consumidor, ou seja, que não é medida no hidrômetro (micromedição), devido a vazamentos nas redes de distribuição e extravasamento de reservatórios.

A quantidade água perdida nos sistemas de abastecimento varia, dependendo de fatores locais como a topografia, comprimento da rede, número de ligações, e da maneira como o sistema é operado (LAMBERT e HIRNER, 2000).

O Ministério das Cidades entende que os níveis de perdas no Brasil são muito elevados e há bastante necessidade de melhoria. Uma estimativa simplificada do que representam as perdas de águas nos sistemas brasileiros, em termos financeiros, indica que elas correspondem a cerca de R\$ 2,5 bilhões/ano (MIRANDA, 2007).

De acordo com estudos feitos por COHIM e PORTELA (2012) no Sistema de Abastecimento de Água de Feira de Santana - BA, as ações de redução de perdas e de gestão da demanda podem gerar uma economia de energia de 37%, equivalente a 15.500 MWh/ano.

Mas não é somente a questão econômica e energética que deve ser levada em consideração. Sob a ótica ambiental, as perdas de água nos sistemas carregam consigo consumo de matéria-prima - sulfato de alumínio, polímeros, cal, cloro e flúor, principalmente na etapa de tratamento de água. Seu correto gerenciamento proporcionaria uma redução do consumo de matéria-prima extraída da natureza.

Segundo AQUINO (2007), há ainda uma grande discussão acerca dos indicadores de perdas, especialmente no que diz respeito à comparabilidade entre sistemas de abastecimento de água distintos. O indicador clássico (percentual em relação ao volume produzido ou disponibilizado) tem sido preterido em favor de outros que possam retratar melhor a situação existente, tais como o indicador de perdas “litros por ligação de água por dia” ou o “índice de vazamentos da infraestrutura”, adimensional, que leva em conta fatores relativo às condições das tubulações e às pressões reinantes no sistema (este último indicador é para perdas reais).

Com o objetivo de padronizar essas terminologias, a IWA - International Water Association, propôs uma Matriz de Balanço Hídrico para os sistemas de abastecimento de água, que procura uniformizar os conceitos e os entendimentos sobre perdas de água em todo o mundo (MELATO, 2010).

REVISÃO TEÓRICA

As perdas nos sistemas de abastecimento de água podem ocorrer em várias de suas etapas: na captação e adução da água bruta, na estação de tratamento de água, na adução de água tratada, nos reservatórios, nas redes de distribuição, nos ramais prediais, nas ligações de água e, finalmente, nas instalações internas dos consumidores. Porém, a maior parcela das perdas ocorre nas etapas de adução, reservação e distribuição (redes e ramais), desde a saída do tratamento até a chegada ao consumidor final. Sendo assim, o enfoque maior é dado ao controle e redução de perdas no sistema de distribuição de água tratada.

Por terminologia da IWA (ALEGRE et al, 2006), perda de água “é o volume referente à diferença entre a água entregue ao sistema de abastecimento e os consumos autorizados, medidos e não-medidos, faturados ou não-faturados, fornecidos aos consumidores cadastrados, à própria prestadora de serviços e a outros que estejam implicitamente ou explicitamente autorizados a fazê-lo.

Além disso, em um sistema de abastecimento de água, as perdas são divididas em dois tipos de perdas: perda real ou física e perda aparente ou comercial. A grande dificuldade, na prática, é quantificar estas parcelas, isto é, tanto das perdas totais, quanto da que corresponde à perda física e à perda comercial. Essa desagregação é obtida através do diagnóstico das perdas.

Outro aspecto importante a ressaltar, é que não existe perda nula. As perdas de água ocorrem em todos os sistemas de abastecimento, apenas a quantidade perdida é que varia, pois depende das características físicas do sistema de abastecimento, de fatores e costume locais, de práticas operacionais e do nível de tecnologia aplicada para o seu controle.

A situação das prestadoras de serviços de saneamento no Brasil ainda é muito crítica, em termos de direcionamento dos recursos disponíveis (MELATO, 2010). Em muitas cidades ainda há um déficit muita grande de saneamento básico, tanto pela falta de distribuição de água tratada para toda a população, como

principalmente pela ausência de coleta e tratamento de esgotos. Dessa forma, o controle e redução de perdas correm o risco de ficar em segundo plano.

Os prestadores de serviço de água no Brasil enviam anualmente os dados referentes ao Sistema de Abastecimento de Água – SAA, para o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), considerado o maior e mais importante banco de dados do setor de saneamento brasileiro, sendo o SNIS vinculado à Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades. O banco de dados é utilizado para a elaboração do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto, retratando a situação atual da prestação destes serviços no Brasil.

Conforme dados do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos 2011, elaborado pelo SNIS, a média nacional dos índices de perdas de faturamento em 2011 (PMSS/SNIS, 2011), que incluem perdas reais e aparentes, medidas pela relação entre os volumes faturados e disponibilizados para a distribuição, foi de 38,8%. O mapa da Figura 1 apresenta a visualização espacial do índice de perdas na distribuição para todo o conjunto de prestadores de serviços participantes do SNIS em 2011, com valores médios distribuídos por faixas percentuais, segundo os estados brasileiros.

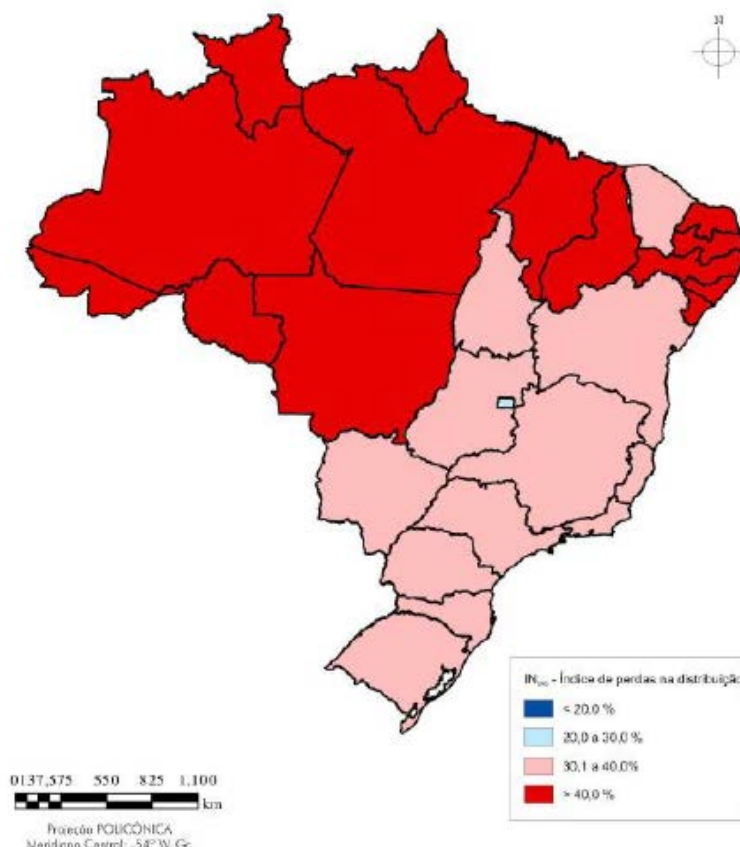


Figura 1 - Representação espacial do índice de perdas de distribuição para o conjunto de prestadores participantes do SNIS em 2011, distribuído por faixas percentuais segundo os estados brasileiros (PMSS/SNIS, 2011).

O mapa revela uma situação interessante, mostrando que o país está dividido quase ao meio em termos de quantidade de estados, segundo dois grupos: um com perdas médias intermediárias e o outro com perdas elevadas.

Como se sabe, os índices de perdas estão diretamente associados à qualidade da infraestrutura e da gestão dos sistemas. Para explicar a existência de perdas de água em patamares acima do aceitável, algumas hipóteses podem ser levantadas, tais como: falhas na detecção de vazamentos; redes de distribuição funcionando com pressões muito altas; problemas na qualidade da operação dos sistemas; dificuldade no controle das ligações clandestinas e na aferição/calibração dos hidrômetros; ausência de programa de monitoramento de perdas;

dentre outras hipóteses. Segundo a International Water Association, IWA (2002), as perdas em sistemas de abastecimento de água tornaram-se, neste século, a principal preocupação das companhias de saneamento em todo o mundo.

A questão de perdas deve ser considerada desde a etapa do projeto, e não apenas na operação do sistema. Além disso, o problema não é somente de engenharia, mas também de recursos humanos, de comunicação, de contabilidade, de controle financeiro, de planejamento, de mobilização social, de educação e cultura, enfim, de todas as áreas e agentes (MIRANDA, 2007).

A realização de um diagnóstico de perdas bem feito e confiável é outro fator a ser considerado, pois um diagnóstico desse tipo exige que sejam feitos testes e ensaios em campo. Mas a maioria das prestadoras calcula o seu indicador através da simples diferença de volumes entregues ao sistema e volumes autorizados medidos. Dessa forma não há um correto direcionamento das ações, nem uma redução eficaz das perdas.

Segundo Tardelli Filho (2006), os indicadores de perdas demonstram a situação das perdas no sistema, podendo gerenciar a evolução dos volumes perdidos e redirecionar as ações de controle, além de poder comparar sistemas de abastecimento de água distintos.

O Banco Mundial desenvolveu um guia geral através do software World Bank Easy Calc (WB, 2006), que estabeleceu valores para o Índice de Vazamentos da Infraestrutura (IVI), e perdas reais em L/ligação*dia para sistemas de países desenvolvidos e países em desenvolvimento, com diferentes faixas de operação. Assim, é possível verificar se o sistema encontra-se ou não em níveis aceitáveis, e direcionar melhor as ações.

O IVI é indicado para o cálculo das perdas reais, pois leva em consideração a pressão de operação do sistema, o que o torna mais completo que outros indicadores propostos pela IWA. É um indicador muito utilizado pelas prestadoras de serviços de saneamento em diversos países como a melhor descrição da eficiência do gerenciamento de perdas reais em SAA.

METODOLOGIA

A cidade de Salvador, mais especificamente a zona de abastecimento de água que abrange os bairros do Comércio e Água de Meninos, foi escolhida para este estudo, em função da disponibilidade de dados necessários para aplicação do método balanço hídrico. O período escolhido para avaliação das perdas foi de 12 meses, novembro de 2012 à outubro de 2013, e para o desenvolvimento da metodologia de análise das perdas, foi utilizado o software desenvolvido pelo Banco Mundial W-B Easy Calc (v1.17), que segue o padrão da IWA (LAMBERT e HIRNER, 2000).

Utilizou-se a base de dados da Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A.. (EMBASA, 2013) para atender os dados de entrada do software. Os resultados foram expressos em m³/ano e apresentados através de uma planilha contendo o balanço hídrico do sistema. Por meio desta planilha, foi realizada a análise sobre a situação que se encontram as perdas de água na zona de abastecimento que abrange os bairros Comércio e Água de Meninos através do cálculo dos indicadores de desempenho.

O Índice Infraestrutural de Perdas (IIE), equação 1, termo corresponde ao Índice de Vazamentos da Infraestrutura (IVI), foi utilizado neste trabalho sendo calculado através da relação entre o nível atual de perdas do sistema e o nível econômico aceitável. Portanto, o resultado é um número adimensional, que expressa quantas vezes o sistema está pior do que o nível tecnicamente aceitável, e quanto mais distante do valor unitário for o resultado, pior é a condição de perdas do sistema.

IIE = Perdas Reais Anuais / Perdas Inevitáveis Anuais

equação (1)

Para o cálculo do IIE, foi calculado as Perdas Inevitáveis Anuais, termo correspondente às Perdas Reais Anuais Inevitáveis (PRAI) por uma fórmula baseada em estudos realizados em diversos países, sendo esta:

PRAI = (18*Lm + 0,8*Nc + 25Lp)*P

equação (2)

Na fórmula acima que calcula o PRAI, foi utilizado o comprimento da rede (Lm) em Km, o número de ramais (Nc), a extensão entre a testada do imóvel e o hidrômetro (Lp) em m, e a pressão média de operação do

sistema (P) em m.c.a. Como no Brasil, os hidrômetros são instalados praticamente junto à testada do imóvel, o termo (Lp) pode ser considerado nulo (TARDELLI FILHO, 2006).

As Perdas Reais Anuais e as Perdas Reais Anuais Inevitáveis (PRAI) foram apresentadas em uma planilha de volume de perdas reais, extraída do software utilizado, sendo a nomenclatura do primeiro item citado, Perdas Reais Anuais Correntes (PRAC) expressas em m³/ano.

RESULTADOS

Para discretização das perdas dentro da Zona 4 utilizou-se, como mencionado anteriormente, o software W-B Easy Calc (v1.17), que segue o padrão da IWA. E para atender os dados de entrada do software utilizou-se a base de dados da EMBASA, fazendo-se a assim a equivalência como consta na Tabela 1.

Tabela 1- Equivalência dos dados de entrada do software com as variáveis da COPAE (adaptado de COSTA e PASQUALETTO, 2012).

Dados de entrada (software)	Variável Correspondente (COPAE, 2012 e 2013)
1- "Sys. Input" / Volume de entrada no sistema	Volume de água disponibilizada
2 - "Billed Cons." / Consumo faturado	Volume faturado medido: 736.820m ³ Volume faturado não medido: 9.128m ³
3 - "Unb. Cons." / Consumo não faturado	Volume de água das atividades operacionais: 14.229m ³ Volume de água das atividades especiais: 73.724
4 - "Unauth. Cons." / Consumo não autorizado	Economias totais de água/ Taxa de ocupação/ Ligações totais.
5 - "Meter Errors" / Imprecisões dos medidores e erros de manipulações dos dados	Volume faturado medido – imprecisão considerada de 12,5%
6 - "Network" / Dados da rede	Extensão total da rede – 28,2km Ligações totais de água - 641 Comprimento médio do ramal predial do limite da propriedade até o hidrômetro – 6,5
7 - "Pressure" / Pressão Média	Pressão média – 3 m.c.a
8 - "Intermittent Supply" / Abastecimento intermitente	Área com abastecimento intermitente – 1,32 km ² Tempo de abastecimento (7dias/semana; 24h/dia)
9 - "Financial Data" / Informação financeira	Tarifa média por m ³ - R\$ 1,78 Custo variável de produção e distribuição por m ³ - R\$ 1,03

Sendo o produto em causa a água, que é necessário captar, tratar e transportar até os locais de consumo, torna-se evidente e necessário um sistema eficiente e eficaz. A quantidade de água perdida é um indicador importante da eficiência de uma entidade gestora, tanto em termos absolutos num dado momento, como em termos de tendência ao longo dos anos. Volumes anuais altos são um indicador de ineficiência no planejamento e construção, bem como de deficiente manutenção e operação do sistema.

Com o preenchimento de todas as planilhas do software, foi obtido o balanço hídrico da Zona 04 referente aos bairros do Comércio e de Água de Meninos, com todos os seus componentes extraídos da planilha "Water Balance" / Balanço Hídrico como está apresentado na figura 2.

Início Volume anual de entrada no sistema 1.681.401 m³/ano Margem de erro [+/-] 1,0%	Consumo autorizado 833.901 m³/ano Margem de erro [+/-] 0,2%	Consumo autorizado faturado 745.948 m³/ano	Consumo faturado medido 736.820 m³/ano	Água faturada 745.948 m³/ano
			Consumo faturado não medido 9.128 m³/ano	
	Perdas de água 847.500 m³/ano Margem de erro [+/-] 2,0%	Consumo autorizado não faturado 87.953 m³/ano Margem de erro [+/-] 1,6%	Consumo não faturado medido 73.724 m³/ano	Água não faturada 935.453 m³/ano Margem de erro [+/-] 1,8%
			Consumo não faturado não medido 14.229 m³/ano Margem de erro [+/-] 10,0%	
		Perdas aparentes 442.187 m³/ano Margem de erro [+/-] 3,9%	Consumo não autorizado 340.869 m³/ano Margem de erro [+/-] 5,0%	
			Imprecisões dos medidores e erros de manipulação dos dados 101.318 m³/ano Margem de erro [+/-] 2,3%	
	Perdas reais 405.313 m³/ano Margem de erro [+/-] 5,9%			

Figura 2 - Balanço hídrico do sistema de abastecimento de água da Zona 04 (WB, 2006)

O volume anual de água entrada na Zona04 (água disponibilizada) foi em novembro de 2012 a outubro de 2013 igual a 1.681.401m³. O consumo faturado total, que se refere ao volume micromedido e estimado foi de 745.948m³/ano, enquanto que o consumo não faturado, caracterizado pelos volumes utilizados para atividade operacionais e especiais totalizou em 87.953m³/ano.

Na determinação das perdas aparentes, o consumo não autorizado foi de 340.869 m³/ano, representando 77,09% das perdas aparentes. Para imprecisões de medidores e erros no tratamento dos dados o total foi de 103.318 m³/ano, representando 22,91% das perdas aparentes. As perdas de água totais, 847.500 m³/ano, representam 45,5% do volume de entrada no sistema, e foram subdivididas em 442.187 m³/ano para perdas aparentes, representando 52,18% do total de perdas, e 405.313 m³/ano para as perdas reais, com 47,82%.

Posteriormente, foram obtidos os indicadores de performance na planilha “PI”/ Indicadores de Performance, destacando os indicadores de perdas físicas (figura 3). A melhor estimativa de IIE para a Zona 04 foi de 288, indicando quantas vezes o sistema está pior do que um setor ideal, e as perdas físicas de 1.180 L/ligação x dia. Como grupo de performance, por se tratar de um país em desenvolvimento essa zona se encaixa no grupo D: uso muito ineficiente dos recursos; programa de redução de vazamentos é imperativo e altamente prioritário.

	Melhor estimativa	Margem de erro [+/- %]	Limite inferior	Limite superior		
PRAC - Perdas Reais Anuais Correntes - volume [m³/ano]	405.313	6%	381.218	429.408		
PRAI - Perdas Reais Anuais Inevitáveis - volume [m³/ano]	1.408	29%	995	1.820		
Indicadores de Performance de perdas reais					Grupo de Performance	
	Melhor estimativa	Margem de erro [+/- %]	Limite inferior	Limite superior	Pais Desenvolvido	Pais em Desenvolvimento
Índice de Vazamentos da Infra- estrutura (IVI)	288	30%	202	374	D	D
Litros por ligação por dia (q.s.p.) q.s.p.: quando o sistema está pressurizado - isto significa que o valor já está corrigido no caso de intermitência no abastecimento	1.180	6%	1.106	1.254		
Litros por ligação por dia por metro de pressão (q.s.p.)	393	50%	195	592		
m³/km rede por hora (q.s.p.)	1,56	12%	1,38	1,74		
					Explicações	Explicações

Figura 3 - Principais indicadores de performance da Zona 04.

Inversamente proporcional ao valor do IIE está o PRAI. E a diferença mostrada na figura acima entre os valores do PRAI e das Perdas Reais Anuais Correntes (PRAC), demonstra a ineficiência na gestão do sistema.

Como demonstrado no capítulo anterior, o valor do PRAI está diretamente relacionado ao valor médio da pressão na rede. Na zona 04 existem dois pontos para a medição da pressão. O primeiro está localizado próximo ao Hospital Naval e o segundo na Travessa do Pilar ao lado do posto Comércio.

As pressões são medidas, em média, a cada três dias, e são lançada numa planilha de controle da Embasa. Dados dessa planilha fornecem uma pressão média na Zona 04 de 3 m.c.a, valor muito abaixo do esperado. Segundo Rui Maia, funcionário da Embasa e operador do sistema, esse baixo valor de pressão é devido ao modo como o sistema é operado. O registro situado na entrada da zona, das 64 voltas, apenas 8 estão abertas, o que implica diretamente numa grande redução de pressão. A interrupção no abastecimento de água que poderia ser causada por essas pressões reduzidas, são minimizadas pela existência de reservatórios inferiores. Por ser uma área predominantemente comercial, a maioria das ligações contam com esse tipo de reservação de água.

Valores pontuais de pressão acima de 8 m.c.a foram registrados na planilha da Embasa. Esses valores representam menos de 11% da amostra, e no estudo estatístico feito com as pressões, foram tidos como valores discrepantes. Considerando que houvesse alguma alteração na configuração de operação do registro de entrada, e que essa pressão de 8 m.c.a fosse a nova pressão média da Zona 04, o indicador IIE passaria de 288 para 108. Ou seja o sistema seria 108 vezes pior do que um sistema ideal. Com relação as perdas inevitáveis, o volume de m³ ano seria 3.754 ao invés de 1.408, alteração menos expressiva que o valor do IIE.

	Melhor estimativa	Margem de erro [+/- %]	Limite inferior	Limite superior		
PRAC - Perdas Reais Anuais Correntes - volume [m³/ano]	405.313	6%	381.218	429.408		
PRAI - Perdas Reais Anuais Inevitáveis - volume [m³/ano]	3.754	29%	2.654	4.855		
Indicadores de Performance de perdas reais					Grupo de Performance	
	Melhor estimativa	Margem de erro [+/- %]	Limite inferior	Limite superior	Pais Desenvolvido	Pais em Desenvolvimento
Índice de Vazamentos da Infra- estrutura (IVI)	108	30%	76	140	D	D
Litros por ligação por dia (q.s.p.) q.s.p.: quando o sistema está pressurizado - isto significa que o valor já está corrigido no caso de intermitência no abastecimento	1.180	6%	1.106	1.254		
Litros por ligação por dia por metro de pressão (q.s.p.)	148	50%	73	222		
m³/km rede por hora (q.s.p.)	1,56	12%	1,38	1,74		
					Explicações	Explicações

Figura 4 - Principais indicadores de performance, simulação Zona 04.

Um ponto importante a destacar nos resultados é que os principais resultados aqui apresentados referem-se à melhor estimativa. O *software W-B Easy Calc* apresenta os resultados da melhor estimativa e sua respectiva margem de erro, levando em consideração a margem de erro estimada para cada variável.

Essas estimativas de erro só influem no resultado do limite inferior e superior, não alterando o resultado da melhor estimativa. Entretanto observam-se altas margens de erro para alguns cálculos. Sugere-se, portanto, trabalhar sempre com o resultado da melhor estimativa, já que estes, serão utilizados apenas para a definição de estratégias e direcionamento de ações.

CONCLUSÕES

O *software W-B Easy Calc (v1. 17)*, utilizado para o cálculo do balanço hídrico, com a finalidade de diagnosticar as perdas físicas de água no sistema de abastecimento da cidade de Salvador, mais especificamente na Zona 04 – Unidade da Federação, pode ser aplicado com êxito. A metodologia do balanço hídrico mostrou-se acessível, fácil e simples de ser utilizada, apesar de estar sujeita a imprecisões, mas que não comprometem as tomadas de decisões para ações específicas na área estudada.

Pode se concluir a partir dos dados obtidos, onde as perdas totais do sistema representam 50,4%, sendo 24,1% as perdas físicas, que o Sistema de Abastecimento em Salvador necessita de intervenção técnica na operação, que deverá atuar no gerenciamento e melhorar assim a eficiência, para reduzir as perdas de água em vazamentos (adutoras, redes de distribuição e reservatórios). As baixas pressões encontradas na rede refletiram diretamente na avaliação do sistema a partir dos indicadores de performance, que o classificaram como D. Significando que apesar de determinadas condições operacionais e econômico-financeiras poderem justificar um IIE dessa magnitude (288), esse valor mostra que os recursos hídricos não estão sendo utilizados de maneira eficiente;

A metodologia desenvolvida nessa pesquisa se mostrou adequada, permitindo um diagnóstico das perdas dos setores avaliados, e um posterior direcionamento das ações de redução dessas perdas, podendo ser utilizada em outros sistemas de abastecimento de água, com características diversas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALEGRE, H. et al. Performance Indicators for Water Supply Services - Second Edition, London: IWA Publishing, 2006.
2. AQUINO, V. A luta para combater as perdas de água. Entrevista à Revista Saneas, São Paulo, nº 27, Setembro/Outubro, 2007.
3. COHIM, E., PORTELA, L. Avaliação da Intensidade Energética em Sistemas de Abastecimento de Água: O caso do SIAA de Feira de Santana. XI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2012.
4. LAMBERT, A., HINER, W. Losses from Water Supply Systems: Standard Terminology and Recommend Performance Measures. International Water Association, 2000.
5. MELATO, D. S., Discussão de uma metodologia para o diagnóstico e ações para redução de perdas de água: Aplicação no sistema de abastecimento de água da região metropolitana de São Paulo, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
6. MIRANDA, E. C. Os níveis de perdas no Brasil ainda são elevados. Entrevista à Revista Saneas, São Paulo, nº 27, Setembro/ Outubro, 2007.
7. PMSS/SNIS – Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos 20011. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Programa de Modernização do Setor de Saneamento. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília, 2011.
8. TARDELLI FILHO, J. Controle e Redução de Perdas. In: TSUTIYA, M.T. Abastecimento de Água. Ed.1. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.
9. WB – World Bank, Software WB – Easy Calc. Version 1.17, 2006. Disponível em <www.liemberger.cc>.