VOLUME 5

Aesbe
Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento

SÉRIE BALANÇO HÍDRICO

GUIA PRÁTICO

PARA QUANTIFICAÇÃO DE BALANÇOS HÍDRICOS E INDICADORES DE DESEMPENHO OPERACIONAL

05_guia aesbe.indd 1 24/09/15 16:51

05_guia aesbe.indd 2 24/09/15 16:51

GUIA PRÁTICO

PARA QUANTIFICAÇÃO DE BALANÇOS HÍDRICOS E INDICADORES DE DESEMPENHO OPERACIONAL

1ª EDIÇÃO - 2015

DIRETOR-PRESIDENTE
Roberto Cavalcanti Tavares
Compesa/PE

DIRETOR VICE-PRESIDENTE
Mounir Chaowiche
Sanepar/PR

DIRETORES VICE-PRESIDENTES REGIONAIS
Danque Esbell da Silva
Caer/RR

Raimundo Nonato Farias Trigo
Agespisa/PI

Carlos Fernandes de Melo Neto
Deso/SE

José Taveira Rocha
Saneago/GO

Denise Cadete
Cesan/ES

Mounir Chaowiche
Sanepar/PR

CONSELHO FISCAL
Maurício Luduvice
Caesb/DF

Luciano Lopes Dias
Cosanpa/PA

Davi de Araújo Telles
Caema/MA

SECRETÁRIO-EXECUTIVO
Ubiratan Pereira

COORDENADOR DAS CÂMARAS TÉCNICAS
Joaquim Souza

ASSESSORA DE COMUNICAÇÃO
Luciana Melo

05_guia aesbe.indd 3 24/09/15 16:51

CÂMARA TÉCNICA DE DESENVOLVIMENTO OPERACIONAL – CDO

Paulo Roberto Cherem de Souza (COPASA) - Coordenador
Nelson Silva Júnior (SABESP) - Secretário
Airton Sampaio Gomes - Consultor da CDO
Isabel Cristina Pereira Alves (DESO) - Estruturação dos Guias

MEMBROS

AGESPISA
Joaquim R. M. F. de Carvalho
Manoel de Castro Dias

CAEMA
Ignácio Á. de Oliveira
Nelson José Bello Cavalcante
José Luiz R. Bastos

CAER
José Cesar
Oriedson M. da Silva

CAERD
América Maria R. de Lima V. F.
Débora Maria C. R. D. M. Reis
Mauro Berberian
Sérgio A. P. Ramos
Sérgio G. da Silva
Vagner M. Zacarini

CAERN
Ana Luiza de Araújo
Eduardo N. Cunha
Josildo L. dos Santos

CAESA
Evandro Luis de Oliveira
Raimundo S. dos Santos

CAESB
Amauri A. Tavares
Diogo Gebrim
Humberto B. Adamatti
Klaus D. Neder
Luiz Carlos H. Itonaga
Manoel E. de Almeida
Marcos P. da Costa Ribeiro
Nilce R. da Silva
Paulo R. V. Caldeira
Stefan I. Mülhofer
Ulisses A. Pereira

CAGECE
Cailiny Cunha
Luiz C. B. Pinto
Giordan R. Lima
Luiz R. C. Benevides
Simone V. de Queiroz

CAGEPA
José M. Victor

CASAL
Jorge B. Torres

CASAN
Andréia May
Heloise C. Schatzmann
Paulo Peressoni
Rodrigo M. Moure
Rodrigo S. Maestri

CEDAE
Gustavo Tannure
Jaime Azulay
Luis E. Freitas de Faria
Luiz C. Drumond

CESAN
Francine A. do Doelinger
Iranete G. Machado
Karla P. Vaccari

COMPESA
Daniel G. Bezerra
Maria L. Martins de Lima
Victor C. de Oliveira Pereira

05_guia aesbe.indd 4 24/09/15 16:51

COPASA
Paulo R. Cherem de Souza
Ricardo N. Coelho
Wellington J. Santos

CORSAN
Antônio C. Martins
Antônio C. Accorsi
Eduardo B. Carvalho
Gerson Cavassola
Jeferson Scheibler
Ricardo R. Machado

COSANPA
Ronald K. da Silva
Gilberto da Silva Drago

DEPASA
Alan de O. Ferraz
Dania Coutinho
Rodrigo B. da Fonseca Accioly

DESO
Ana Luiza C. de Almeida
Carlos A. Filho
Carlos F. de Melo Neto
Marcelo L. Monteiro
Max S. Kuhl
Carlos A. S. Pedreira

EMBASA
Alberto de Magalhães F. Neto
Glauco C. de Souza
Rodolfo G. de Aragão

SABESP
Nelson Silva Junior

SANEAGO
Alexandre G. de Souza
Dioremides A. Cristaldo
Mario C. Guerino
Wanir José M. Júnior

SANEATINS
Ana C. Horner Silveira
Débora C. Muniz
Claudio R. Guimarães
Uilma H. C. Aguiar
Vanderlei Ângelo Bravin

SANEPAR
Kazushi Shimizu
Marcelo D. Depexe
Mauro O. de Lara

SANESUL
Marcus Tedesco
Sara de Souza M. Nogueira
Onfore A. de Souza
Karoline Franzini
Antonio Toshime Arashiro
Elthon S. Teixeira

05_guia aesbe.indd 5 24/09/15 16:51

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 8

GLOSSÁRIO DE TERMOS PARA ENTENDER BALANÇO HÍDRICO 11

1. CONCEITO DE BALANÇO HÍDRICO EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 15

2. APLICAÇÃO DA TÉCNICA DO BALANÇO HÍDRICO: ESTUDO POR MEIO DO SOFTWARE BH-SAA 20

3. DADOS GERAIS SOBRE A INFRAESTRUTURA DO SISTEMA E DADOS FINANCEIROS 22
- 3.1 quantidade total de ramais pressurizados 23
- 3.2 quantidade total de extensão de redes 25
- 3.3 estimativa de pressão média do sistema 25
- 3.4 tempo médio de abastecimento diário (tma) 27
- 3.5 população e dados financeiros 29

4. VOLUME DE ENTRADA 31

5. CONSUMO AUTORIZADO FATURADO 33

6. CONSUMO AUTORIZADO NÃO FATURADO 36

7. PERDAS APARENTES DE ÁGUA 40
- 7.1 submedição dos hidrômetros e erros de manuseio de dados 40
  - 7.1.1 método do índice de desempenho da medição 40
  - 7.1.2 métodos de estudos amostrais com levantamentos em campo de perfis de consumo 44
- 7.2 consumos não autorizados e falhas de cadastro 45

8. PERDAS REAIS DE ÁGUA 46

9. INDICADORES DE DESEMPENHO OPERACIONAL RECOMENDADOS PELA IWA 49
- 9.1 parâmetros de nível de serviço 50
- 9.2 volumes de perdas reais 50
- 9.3 desempenho de perdas reais 51
  - 9.3.1 IVI – Índice de Vazamento da Infraestrutura 51

05_guia aesbe.indd 6 24/09/15 16:51

9.3.2 Litros por Ramal por Dia (q.s.p.) **52**
9.3.3 Litros por Ramal por Dia por Metro de Pressão (q.s.p.) **52**
9.3.4 m³/ km rede por hora (q.s.p.) **52**
9.4 desempenho de perdas aparentes 52
9.4.1 Perdas Aparentes em % do Consumo Autorizado **52**
9.4.2 Perdas Aparentes em L/ramal/dia **52**
9.5 desempenho financeiro 53
9.5.1 Volume de Água Não Faturada Expressa em % do Volume de Entrada **53**
9.5.2 Valor da Água Não Faturada Expresso em % do Custo Operacional Anual **53**
9.5.3 Litros por Ramal por Dia Agregado (q.s.p.) **54**
9.6 matriz de avaliação de perdas reais do banco mundial 54

10. RECOMENDAÇÕES FINAIS 55

11. REFERÊNCIAS 56

05_guia aesbe.indd 7 24/09/15 16:51

INTRODUÇÃO

Quando se analisam dados do SNIS – Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (www.snis.gov.br) observa-se grandes desníveis entre as empresas do setor quanto à capacidade de enfrentar o desafio de operar os sistemas de abastecimento de água com elevados níveis de desempenho operacional. Altos níveis de desempenho são demandados pela sociedade, face à crescente escassez de recursos hídricos, notadamente nas regiões metropolitanas, e em face também da agenda ambiental com a qual o Brasil está comprometido junto à comunidade internacional.

Os desníveis atualmente existentes entre as organizações do setor abrem um espaço de oportunidades para ações de ajuda mútua e cooperação, com o objetivo de reduzir estas assimetrias e promover o desenvolvimento sustentável e equilibrado do setor em nosso País. O propósito desta série de publicações, dentre outros, é somar esforços com os diversos níveis governamentais envolvidos no assunto, rumo à melhoria da eficiência do setor de saneamento.

Em nível internacional, grandes avanços e muitas experiências exitosas têm ocorrido no enfrentamento da questão de elevar o nível de desempenho operacional nos sistemas de abastecimento de água. Pode-se citar a atuação vigorosa da *Water Loss Task Force*, da IWA – *International Water Association*, que segue trabalhando sobre o tema desde 1995, tendo já contribuído com grandes avanços, tornando-se a principal referência internacional no assunto, quanto aos desenvolvimentos de metodologias e entendimento apurado das perdas nos sistemas. Pode-se citar como exemplos deste esforço a sistematização das metodologias existentes, anteriormente dispersas e pouco utilizadas, a melhor compreensão estabelecida sobre a relação entre vazamento e pressão, a modelagem de balanços hídricos, o desenvolvimento de indicadores de perdas mais adequados para análise e comparação dos sistemas, a análise de componentes das perdas, o emprego

Foto: ShutterStock

05_guia aesbe.indd 8 24/09/15 16:51

do conceito de Distrito de Medição e Controle como ferramenta de redução do tempo de conhecimento dos vazamentos entre muitas outras contribuições.

Neste contexto, uma ferramenta de especial importância para ajudar a entender o problema das perdas de água é a técnica chamada "balanço hídrico *top down*", destinada a permitir a quantificação e a tipificação das perdas reais e aparentes nos sistemas. Esta abordagem é inovadora, pois os sistemas de informação tradicionais, como o SNIS, por exemplo, costumam avaliar os sistemas desde uma perspectiva comercial e financeira e sem separar as perdas reais das perdas aparentes, o que pode levar a estratégias equivocadas de combate às perdas.

Em um momento em que as grandes empresas do setor de saneamento estão implantando sistemas corporativos para a produção de balanços hídricos e o próprio SNIS está sendo repensado para atender às demandas do marco regulatório do saneamento brasileiro, a AESBE preocupada com a questão da uniformização terminológica e de procedimentos para a prática de modelagem de balanços hídricos no âmbito das empresas associadas, iniciou esta discussão, por meio da CDO – Câmara Técnica de Desenvolvimento Operacional, que acabou resultando na publicação desta "Série Balanço Hídrico". Esta série contará com os seguintes Guias Práticos:

- Determinação do Volume de Entrada nos Sistemas de Abastecimento
- Consumo Autorizado Não Faturado
- Estimativa de Submedição no Parque de Hidrômetros
- Consumo Não Autorizado e Volumes Não Apropriados por Falhas de Cadastro
- Balanço Hídrico e Indicadores de Desempenho Operacional
- Métodos Diretos para Obtenção de Perdas Reais.

A CDO reúne técnicos designados pelas empresas estaduais que possuem vínculo com a questão da gestão de perdas nos sistemas de abastecimento. Por seu regimento interno, à CDO compete elaborar propostas e atender necessida-

05_guia aesbe.indd 9 24/09/15 16:51

des técnicas da Instituição, em especial:

I – Oferecer subsídios para as manifestações da AESBE a respeito de problemas de ordem técnica relacionadas com a melhoria operacional das empresas membro;

II – Manter e disponibilizar material de referência sobre as atividades da CDO e provimento de conteúdo técnico para o portal da AESBE no que se refere ao seu escopo de atuação.

III – Criar grupos de trabalho para tornar mais ágil e eficiente o desenvolvimento de temas específicos relacionados ao escopo da CDO;

IV – Manter-se atualizada quanto aos desenvolvimentos técnicos e institucionais no âmbito das empresas e do setor, para a melhoria da eficiência na gestão operacional dos sistemas, promovendo a disseminação e intercâmbio de tecnologias e informações bem como a realização de eventos e capacitações;

Para a produção desta série de publicações, grupos de debate sobre o assunto foram montados no âmbito da CDO, de modo que os conteúdos ora publicados, foram fruto de consenso e aprovado pela Câmara Técnica.

Por meio desta série de Guias Técnicos a AESBE passa a recomendar procedimentos de cálculo para as empresas associadas com o objetivo de aprimorar a elaboração do Balanço Hídrico dos seus sistemas de abastecimento e permitir um melhor gerenciamento das perdas de água e do volume de água não faturada. Desse modo, também se busca o alinhamento na elaboração de indicadores que permitam o compartilhamento de experiências entre os operadores e repercuta no desenvolvimento do saneamento básico brasileiro, uma das metas principais da AESBE.

Foto: ShutterStock

05_guia aesbe.indd 10 24/09/15 16:51

Foto: ShutterStock

GLOSSÁRIO

DE TERMOS PARA ENTENDER BALANÇO HÍDRICO

Os balanços hídricos são "balanços de massa" feitos com dados anuais, comerciais e operacionais, de uma mesma base física e temporal. Permitem a obtenção indireta dos volumes perdidos em vazamentos, chamados de perdas reais de água. O volume de perdas reais, de per si, é uma medida da ineficiência da infraestrutura do sistema, daí a necessidade de que os volumes correspondam a volumes reais e não àqueles porventura decorrentes de regras comerciais de negócio[1]. Esta é uma questão chave: é imprescindível não esquecer que pela abordagem do balanço hídrico, o sistema é visto pela perspectiva da infraestrutura, dando a possibilidade da geração de indicadores adequados para a avaliação do fenômeno das perdas de água.

Pode-se entender a técnica do balanço hídrico como uma técnica de modelagem: como se sabe, um modelo é uma aproximação da realidade, já que a realidade mesma nunca poderá ser conhecida. O balanço hídrico, por definição, é modelado para um Grau de Confiança de 95% e as incertezas de medição / estimativas associadas a cada dado de entrada idealmente devem ser informadas nos modelos.

Para efeito da aplicação da técnica de balanço hídrico "Sistema" é algo cuja escala é definida pelo modelador e condiciona os dados de entrada: pode ser um setor de abastecimento qualquer, um DMC – Distrito de Medição e Controle, ou todo um sistema de abastecimento, parte dos sistemas de abastecimento operados, ou a totalidade deles.

1. No Brasil, muitas empresas costumam faturar um "consumo mínimo" quando os hidrômetros registram menos que um piso de 10 m³/mês por economia, no caso de usuários residenciais. Porém, para o balanço hídrico só importam os volumes efetivamente registrados pelos hidrômetros.

05_guia aesbe.indd 11 24/09/15 16:51

GLOSSÁRIO DE TERMOS DO BALANÇO HÍDRICO

VOLUME DE ENTRADA NO SISTEMA (VE)	Corresponde ao volume anual de água que ingressou efetivamente no(s) sistema(s) distribuidor(es). Seu equivalente no Glossário de Informações do SNIS é a informação AG006 – Volume de Água Produzido, assim definida: *"**Volume anual de água disponibilizada para os sistemas distribuidores**[2], compreendendo a água captada pelo prestador de serviços e a água bruta importada (AG016), ambas tratadas na(s) unidade(s) de tratamento do prestador de serviços, medido ou estimado na(s) saída(s) da(s) ETA(s) ou UTS(s). Inclui também os volumes de água captada pelo prestador de serviços ou de água bruta importada (AG016), que sejam disponibilizados para consumo sem tratamento, medidos na(s) respectiva(s) entrada(s) do sistema de distribuição."*
VOLUME FATURADO (VF)	Corresponde à soma do **Volume Faturado Medido com o Volume Faturado Não Medido**.
VOLUME FATURADO MEDIDO (VFM)	Volume anual de água medido pelos hidrômetros instalados nas ligações de água e que deram origem ao faturamento. O conceito é quase equivalente ao da informação AG008 do SNIS: Volume de Água Micromedido, exceto pelo fato que o SNIS restringe os consumos aos das ligações ativas.
VOLUME FATURADO NÃO MEDIDO (VFNM)	Volume anual de água entregue nas ligações sem hidrômetros e que foram faturadas. É preciso atentar ao fato de que as estimativas utilizadas para efeito de faturamento podem estar distantes da realidade, sobrestimadas ou subestimadas. No caso de subestimação, haverá uma parcela adicional de **consumo autorizado não medido** não faturado para compensar o volume de água anual entregue. No caso de sobrestimação, o volume excedente da estimativa considerada mais realista deve ser desprezado.
CONSUMO AUTORIZADO FATURADO (CAF)	Corresponde ao **Volume Faturado**. O termo "**Consumo Autorizado Faturado**" serve para se contrapor com "**Consumo Não Autorizado**" e também com "**Consumo Autorizado Não Faturado**".

05_guia aesbe.indd 12 24/09/15 16:51

CONSUMO AUTORIZADO (CA)	Corresponde à soma de **Consumo Autorizado Faturado** com **Consumo Autorizado Não Faturado**.
CONSUMO AUTORIZADO NÃO FATURADO (CANF)	Corresponde à soma de **Volume Não Faturado Medido** com **Volume Não Faturado Não Medido**
VOLUME NÃO FATURADO MEDIDO (VNFM)	Corresponde a volumes anuais medidos, cujo uso é autorizado pelo prestador de serviços, mesmo sem terem gerado faturamento. Exemplo: Usos próprios, purgas de rede, lavagem de reservatórios, combate a incêndios, etc.
VOLUME NÃO FATURADO NÃO MEDIDO (VNFNM)	Corresponde a volumes anuais não medidos (portanto estimados), cujo uso é autorizado pelo prestador de serviços, mesmo sem terem gerado faturamento. Usos próprios, purgas de rede, lavagem de reservatórios, combate a incêndios, etc.
PERDAS APARENTES	Corresponde à soma dos volumes de **Consumo Não Autorizado** com os volumes de **Inexatidão do Hidrômetros e Erros no Manuseio de Dados**.
CONSUMO NÃO AUTORIZADO	Corresponde a volumes anuais de água entregues a usuários de forma não autorizada pelo prestador de serviços, como no caso de fraudes nos medidores, by passes e ligações clandestinas, ou outras formas peculiares à realidade do prestador de serviços.
SUBMEDIÇÃO DOS HIDRÔMETROS E ERROS NO MANUSEIO DE DADOS	Corresponde a volumes anuais de água entregues aos usuários que deixaram de ser registrados pelos hidrômetros, por ineficiência destes. Inclui ainda volumes não registrados devido a práticas erradas de leitura ou qualquer tipo de violação à integridade dos dados medidos pelos hidrômetros.
PERDAS REAIS	Corresponde ao volume anual obtido com a operação: **Volume de Entrada – Consumo Autorizado – Perdas Aparentes**, representando as perdas de água ocorridas em vazamentos no sistema.
PERDAS DE ÁGUA	Corresponde à soma do **Volume de Perdas Aparentes** com o **Volume de Perdas Reais**.

05_guia aesbe.indd 13 24/09/15 16:51

Figura 1 – Matriz do Balanço Hídrico

A matriz do balanço hídrico informa como os diversos componentes do balanço hídrico se relacionam e está apresentada na Figura 1.

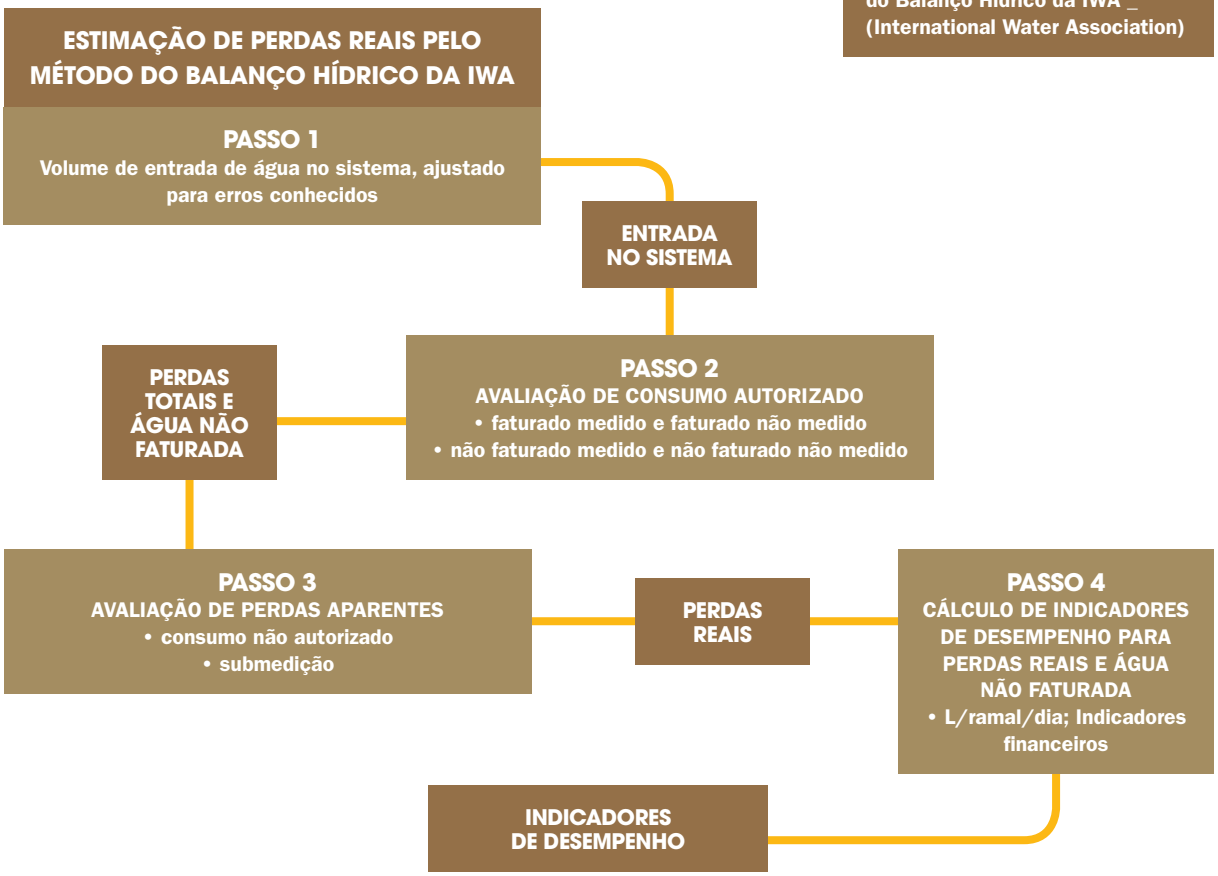
<table>
<tr><td rowspan="8">VOLUME DE ENTRADA</td><td rowspan="4">CONSUMO AUTORIZADO</td><td rowspan="2">CONSUMO AUTORIZADO FATURADO</td><td>VOLUME FATURADO MEDIDO</td><td rowspan="2">VOLUME FATURADO</td></tr>
<tr><td>VOLUME FATURADO NÃO MEDIDO</td></tr>
<tr><td rowspan="2">CONSUMO AUTORIZADO NÃO FATURADO</td><td>VOLUME NÃO FATURADO MEDIDO</td><td rowspan="4">VOLUME DE ÁGUA NÃO FATURADA</td></tr>
<tr><td>VOLUME NÃO FATURADO NÃO MEDIDO</td></tr>
<tr><td rowspan="4">PERDAS DE ÁGUA</td><td rowspan="3">PERDAS APARENTES</td><td>SUBMEDIÇÃO</td></tr>
<tr><td>CLANDESTINOS / FALHAS DE CADASTRO</td></tr>
<tr><td>FRAUDES</td></tr>
<tr><td>PERDAS REAIS</td><td></td></tr>
</table>

05_guia aesbe.indd 14 24/09/15 16:51

1. CONCEITO DE BALANÇO HÍDRICO EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A técnica de balanço hídrico é chamada de abordagem *top down* (de cima para baixo) para a avaliação de perdas reais em um sistema de abastecimento (Figura 2).

Figura 2 – Resumo do Método do Balanço Hídrico da IWA _ (International Water Association)



05_guia aesbe.indd 15 24/09/15 16:51

Foto: ShutterStock

Os balanços hídricos são “balanços de massa” feitos com dados anuais, comerciais e operacionais, de mesma base física e temporal.

Trabalhar com dados anuais propicia uma série de vantagens: se dispersa os efeitos sazonais de consumo, as diferenças entre as leituras dos micro e dos macromedidores e minimizam-se os efeitos dos erros na tomada de consumos – que geralmente necessitam de algum tempo para que os ajustes sejam processados.

Por meio da estimação dos volumes de perdas aparentes, a técnica permite a obtenção indireta dos volumes perdidos em vazamentos, chamados de perdas reais de água.

Assim:

Perdas Reais = Volume de Entrada – Consumo Autorizado – Perdas Aparentes

Consulte-se a Figura 1 para a visualização e entendimento gráfico deste cálculo.

O volume de perdas reais, isoladamente, é uma medida da ineficiência da infraestrutura do sistema, daí a necessidade de que os volumes correspondam a volumes reais e não àqueles porventura decorrentes de regras comerciais de negócio[2]. Esta é uma questão chave: é imprescindível não esquecer que pela abordagem do balanço hídrico, o sistema é mostrado pela perspectiva da infraestrutura, dando a possibilidade da geração de indicadores adequados para a avaliação do fenômeno das perdas de água.

Antes do surgimento desta técnica, as perdas nos sistemas eram geralmente vistas de forma agregada, sem diferenciação das perdas reais e das perdas aparentes. A possibilidade de separar estes dois

05_guia aesbe.indd 16 24/09/15 16:51

tipos de perdas representou um salto enorme no gerenciamento operacional dos sistemas, uma vez que estes dois tipos de perdas possuem natureza profundamente diferentes e, portanto, ensejam estratégias de combate igualmente muito distintas tanto em recursos técnicos, quanto em custo e resultados econômicos.

Nas perdas aparentes, a água é entregue aos usuários, sem que a companhia operadora consiga registrá-la. Deste ponto de vista, representa uma ineficiência do aparato de comercialização dos serviços e não da infraestrutura do sistema, que cumpriu sua função de entregar água aos cidadãos. Nas perdas reais a água é perdida em vazamentos antes que adentre as instalações dos usuários, representando, aí sim, uma ineficiência da infraestrutura do sistema.

Ousar quantificar as perdas aparentes por meio de métodos estimativos ou amostrais, ainda que com grande margem de erro, tem se provado de enorme valia: frequentemente se descobre que, embora eventualmente as perdas aparentes sejam de fato muito altas, as perdas reais são geralmente muito maiores do que os gestores imaginam. A velha lenda de que as perdas reais e aparentes se distribuem na proporção de 50%/50% não sobrevive aos cálculos na quase totalidade dos sistemas. A indefinição quantitativa dos dois tipos de perdas não permite que se responsabilize e se desenvolva adequadamente os aparatos operacionais que estão falhando na entidade gestora do sistema.

Além de quantificar e tipificar o fenômeno das perdas no interior dos sistemas distribuidores a modelagem de balanços hídricos permite o entendimento quantitativo, o mais exato possível, do componente chamado Consumo Autorizado Não Faturado, pouco conhecido e calculado na maioria dos sistemas de abastecimento no Brasil, cuja elucidação revela-se muitas vezes de grande utilidade.

Pode-se entender a técnica do balanço hídrico como uma técnica de modelagem: como se sabe, um modelo é uma aproximação da realidade, já que a realidade mesma nunca poderá ser conhecida. O balanço hídrico, por definição, é modelado para um Grau de Confiança de 95% e as incertezas de medição ou margens de erro das estimativas associadas a cada dado de entrada idealmente devem ser informadas nos modelos.

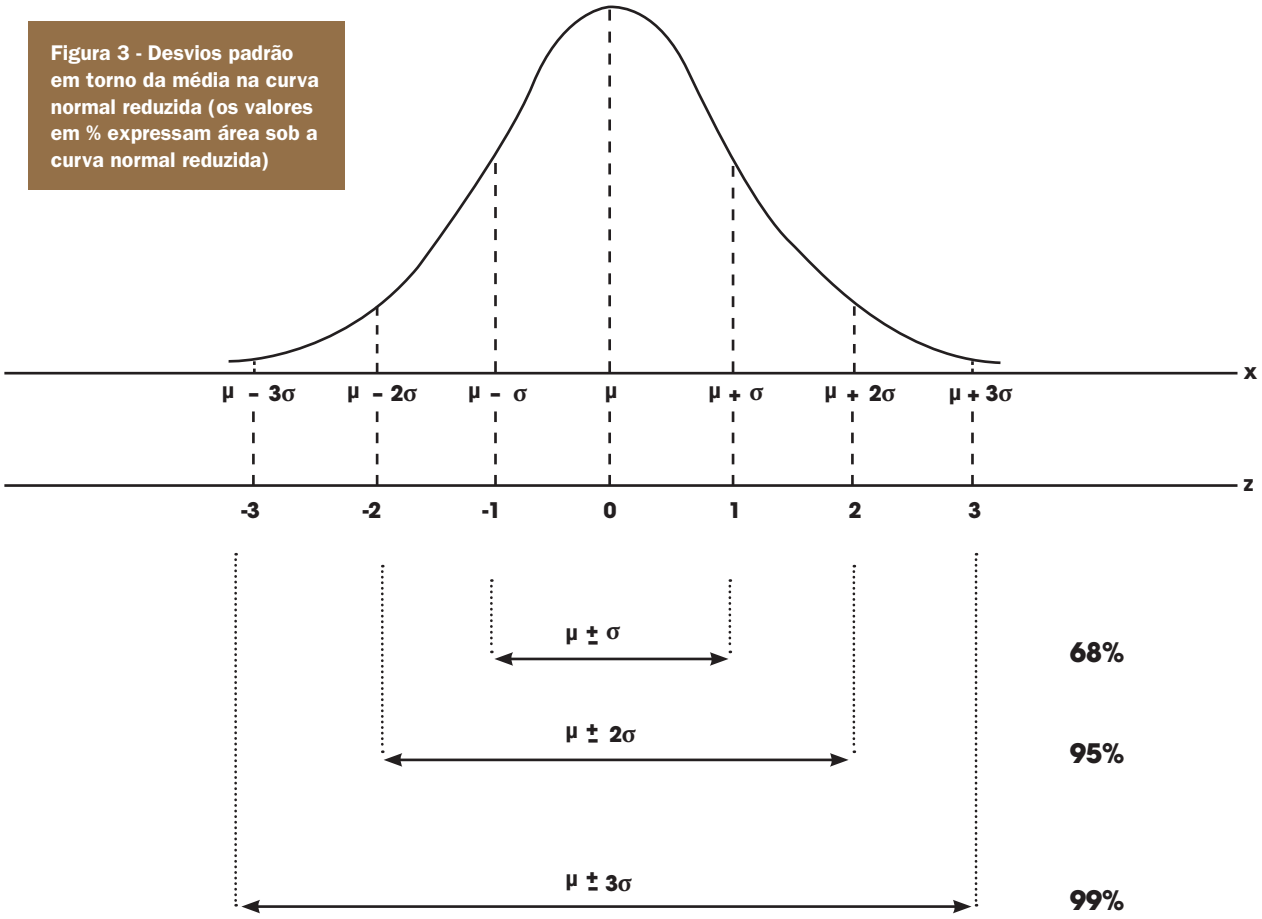
Metrologicamente falando, o que normalmente chamamos "margem de erro" da medição é tecnicamente chamado "incerteza expandida" de medição. A 1ª. edição brasileira do VIM 2008 (Vocabulário Internacional de Metrologia) define ***incerteza de medição*** como sendo o "***parâmetro associado ao resultado de uma medição que caracteriza a dispersão dos valores que podem ser fundamentalmente atribuídos a um mensurando***". Ou seja, a incerteza de medição é uma estimativa caracterizando a faixa de valores dentro da qual o valor verdadeiro da medição está. O resultado da medição é apenas a melhor estimativa de tal valor verdadeiro e, na ausência de efeitos sistemáticos, geralmente é obtido pela média aritmética de N medições repetidas do mesmo mensurando.

Por enquanto é suficiente saber que a incerteza expandida (U) é igual a 2 vezes a incerteza padrão (u), estando aquela definida para um Grau de Confiança (ou probabilidade de abrangência) de aproximadamente 95% (±2 desvios-padrão na curva de distribuição normal reduzida). É fácil concluir que a incerteza padrão corresponde a 1 (um) desvio padrão na curva de distribuição normal reduzida, ou uma probabilidade de abrangência de 68%. Ou seja, U é igual a 2*u. Veja-se a Figura 3 para um melhor entendimento deste conceito.

2. No Brasil, muitas empresas costumam faturar um "consumo mínimo" quando os hidrômetros registram menos que um piso de 10 m³/mês por economia, no caso de usuários residenciais. Porém, para a técnica do balanço hídrico só importam os volumes efetivamente registrados pelos hidrômetros.

05_guia aesbe.indd 17 24/09/15 16:51

Figura 3 - Desvios padrão em torno da média na curva normal reduzida (os valores em % expressam área sob a curva normal reduzida)



A **incerteza padrão combinada** do resultado de uma medição, ocorre quando este resultado é obtido por meio dos valores de várias outras grandezas, sendo igual a raiz quadrada positiva de uma soma de termos, que constituem as variâncias e covariâncias destas outras grandezas, ponderadas de acordo com quanto o resultado da medição varia com mudanças nestas grandezas.

Estes conceitos serão utilizados no software para somar os erros das diversas variáveis.

No software BH-SAA chamar-se-á “incerteza expandida” somente as medições de volume de entrada para lembrar a necessidade de atualização dos conceitos e terminologias. Nos demais componentes, continuarão as referências à “margem de erro” ao invés de “incerteza expandida”, já que há estima-

05_guia aesbe.indd 18 24/09/15 16:51

tivas que não envolvem instrumentos de medição e, mesmo quando envolver, por um critério de simplificação, o termo "margem de erro" é entendido pela maioria dos técnicos.

Algumas das margens de erro informadas como dados de entrada podem pecar pela subjetividade das avaliações do modelador – isto pode ocorrer principalmente nos componentes das Perdas Aparentes e do Consumo Autorizado Não Faturado. Por esta razão, este Guia procurou fortalecer as avaliações nestes temas, porém isso por si só não garante que o subjetivismo seja eliminado. Dado que já existe uma longa prática mundial na modelagem de balanços, tanto quanto possível iremos alertar com alguns parâmetros advindos da prática, relacionados a Perdas Aparentes e a Consumo Autorizado Não Faturado. Isto é necessário, pois não é raro encontrar gestores / modeladores de balanço que "carregam" nestes dois componentes, com o intuito de "reduzir" o volume de perdas reais.

Neste ponto temos outro choque cultural: os gestores dos sistemas geralmente não estão imbuídos da cultura de medição, notadamente da medição nos sistemas distribuidores, muito menos de apropriar os erros intrínsecos a qualquer processo de medição ou estimativa. Porém, desenvolver firmemente a cultura da medição para todas as partes dos sistemas é um passo que não pode continuar a ser postergado, ainda mais em um cenário em que o recurso hídrico começa a se tornar cada vez mais escasso e caro. A cultura da gestão de sistemas com procedimentos anteriores à década de 90 do século passado já não é mais admissível.

Para efeito da aplicação da técnica de balanço hídrico "Sistema" é algo cuja escala é definida pelo modelador e condiciona os dados de entrada: pode

Foto: ShutterStock

ser um setor de abastecimento qualquer, um DMC – Distrito de Medição e Controle, ou todo um sistema de abastecimento, parte dos sistemas de abastecimento operados, ou a totalidade deles.

DMC – Distrito de Medição e Controle é um tipo de unidade operacional criada nos sistemas distribuidores de água com o objetivo principal de facilitar o controle ativo de vazamentos, principalmente permitindo a redução do tempo de conhecimento dos vazamentos. Em um DMC, tanto o nível atual quanto o surgimento de novos vazamentos podem ser conhecidos por meio do monitoramento contínuo do volume de entrada no sistema – ou seja, o DMC fornece a base para a implementação das técnicas *bottom up* (de baixo para cima) de avaliação de perdas reais, em que esse componente é obtido diretamente. As técnicas *bottom up* em DMC podem ser utilizadas também para calibrar os balanços hídricos *top down*.

05_guia aesbe.indd 19 24/09/15 16:51

2. APLICAÇÃO DA TÉCNICA

DO BALANÇO HÍDRICO: ESTUDO POR MEIO DO SOFTWARE BH-SAA

Como a maioria dos ofícios, a técnica do balanço hídrico só pode ser aprendida por meio da prática, ou seja, é preciso por "as mãos na massa" e desenvolver habilidade e sentimento com relação aos fenômenos estudados. Embora diversas empresas já possuam sistemas corporativos para a modelagem de balanços, estes sistemas são comumente pouco didáticos e operam com procedimentos nem sempre transparentes para o usuário comum. Por oferecerem comodidade, acabam não ensinando aos gestores usuários, que se veem poupados do trabalho de obter dados em múltiplas fontes diferentes e não se sentem obrigados a raciocinar na coerência e lógica de funcionamento do balanço.

Para superar esta dificuldade, optou-se por oferecer um software em planilha eletrônica (o BH-SAA) onde os procedimentos e cálculos utilizados são mais visíveis e podem ser analisados mais em detalhe.

Existem vários softwares de balanço disponíveis livremente na internet. Talvez o mais conhecido seja o WB-EasyCalc, desenvolvido por Roland Liemberger e parceiros, generosamente disponibilizado em várias línguas.

Figura 4 – Vista da interface do WB-EasyCalc.

05_guia aesbe.indd 20 24/09/15 16:51

Porém, mesmo o WB-EasyCalc, apesar de sua grande versatilidade, não está suficientemente adaptado para os procedimentos que desenvolvemos nesta série de Guias Práticos, daí optarmos por oferecer um análogo, adaptado para os propósitos didáticos desta série de publicações e inspirado no WB-EasyCalc, só que preparado para exercitar os conceitos (e as traduções adaptadas para uma terminologia brasileira) que oferecemos nos Guias. A interface do BH-SAA é apresentada na Figura 5.

Figura 5 – Interface principal do BH-SAA

BH-SAA	BALANÇO HÍDRICO DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
	Este software de balanço hídrico foi projetado de acordo com os conceitos da IWA, adaptado terminologicamente para condições brasileiras. As margens de erro referem-se ao Grau de Confiança de 95%. Inspirado no software original de Liemberger, WB-EasyCalc. Esta ferramenta poderá ser útil para diagnósticos operacionais e para fins didáticos - um uso portanto limitado. O seu uso profissional correrá por conta e risco do usuário, não cabendo qualquer responsabilidade à Aesbe ou ao autor.
	Autoria: Eng. Airton S. Gomes - airton.gomes@gmail.com
Versão 1.0 - fev/2014	

IDENTIFICAÇÃO	Quant Dias do Período Estudado:	365
	EMPRESA / AUTARQUIA / ENTIDADE	SANEABRASIL
	CIDADE:	ÁGUA ESCONDIDA
	SISTEMA:	ÁGUA ESCONDIDA - TOTAL
	* Período DE:	01/09/12
	* ATÉ:	01/09/13
	Responsável 1 / e-mail / telefone:	Airton Gomes
	Responsável 2 / e-mail / telefone:	
MENU DE OPÇÕES		
DADOS DE ENTRADA	E1--	DADOS GERAIS SOBRE A INFRAESTRUTURA E FINANCEIROS
	E2--	VOLUME DE ENTRADA
	E3--	CONSUMO AUTORIZADO FATURADO
	E4--	CONSUMO AUTORIZADO NÃO FATURADO
	E5--	SUBMEDIÇÃO: MÉTODO DO IDM - Ind. Desemp. Metrológico (1)
	E6--	SUBMEDIÇÃO: MÉTODO AMOSTRAL (2)
	E7--	CONSUMO NÃO AUTORIZADO E FALHAS DE CADASTRO
RESULTADOS	R1----	BALANÇO HÍDRICO EM M³/ANO
	R2----	BALANÇO HÍDRICO EM M³/DIA
	R3----	INDICADORES DE DESEMPENHO OPERACIONAL

As células destacadas em amarelo são de preenchimento obrigatório: o software não irá funcionar adequadamente na ausência destas informações. Células em branco ou em amarelo são para dados de entrada. Em nenhuma outra cor de célula será permitida a entrada de dados.

O modelador de balanço poderá optar por introduzir dados correspondentes a qualquer período

05_guia aesbe.indd 21 24/09/15 16:51

inferior a um ano, porém o software fará automaticamente as transformações de unidades para m³/ano e m³/dia, nos resultados. Ao se introduzir o período "De / Até", o software calculará automaticamente a quantidade de dias.

Caso se utilizem períodos curtos, o usuário deverá ter em conta que os resultados estarão menos confiáveis do que se fosse utilizado o período de um ano, pelas razões já mencionadas no capítulo anterior.

Existem dois métodos para se informar a submedição do parque de hidrômetros, tal como apresentado no Guia Prático respectivo. O método "1" ou "2" deverá ser informado na célula em amarelo à direita. Caso os dados não sejam adequadamente digitados na planilha informada, o cálculo das perdas aparentes estará equivocado ou insuficiente.

Todos os dados complementares relativos à infraestrutura destinados ao cálculo de indicadores e parâmetros de nível de serviço foram reunidos na planilha "E1". As planilhas de "E2" a "E7" se referem aos volumes que irão compor o balanço hídrico. As planilhas "R1" a "R3" são de resultados e são obtidas automaticamente mediante o preenchimento adequado das planilhas de volumes.

Ao longo deste Guia, será modelado o balanço para a cidade hipotética de "Água Escondida", a título de exemplo. O nome do sistema é uma boa metáfora para vazamentos não visíveis, um problema comumente mal resolvido em nosso País, que se alicerça em um princípio simplório e profundamente equivocado: "o que não se vê não existe".

3. DADOS GERAIS

SOBRE A INFRAESTRUTURA DO SISTEMA E DADOS FINANCEIROS

No BH-SAA, todos os dados que não se referem a volumes estarão sendo alimentados nesta planilha. Estes dados são: quantidade de ramais prediais, extensão de rede, pressão média, grau de intermitência no abastecimento, população abastecida e dados financeiros. Sem estes dados, os indicadores de desempenho operacional recomendados pela IWA não poderão ser calculados, o que inviabilizaria o principal benefício do balanço hídrico: a possibilidade de calcular indicadores de desempenho operacional (ou de perdas, se preferirem) adequados para os sistemas de abastecimento de água.

Diante disso é sumamente importante também fornecer estas informações com muito critério.

As interfaces serão mostradas nas Figuras 6 em diante, acompanhadas dos respectivos comentários e com os dados de exemplo do sistema hipotético.

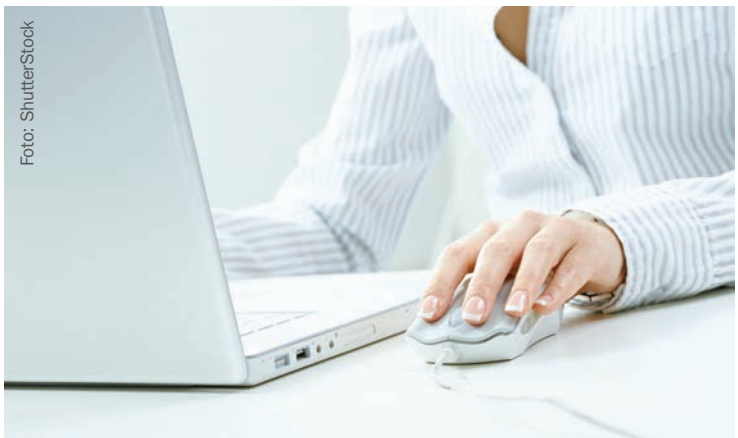


Foto: ShutterStock

05_guia aesbe.indd 22 24/09/15 16:51

3.1 Quantidade total de ramais pressurizados

DADOS GERAIS SOBRE A INFRAESTRUTURA DO SISTEMA E FINANCEIROS

QUANTIDADE TOTAL DE RAMAIS PRESSURIZADOS

TIPO	DESCRIÇÃO	quantidade média	Margem de erro (±%)
RAMAIS PRESSURIZADOS	Ligações comercialmente ativas	36.463	1,00%
	Ligações comercialmente inativas	3.000	1,00%
	Ligações abandonadas que seguem com pressurização até o passeio	0	
	Ligações clandestinas	550	22,16%
	TOTAL	40.013	0,96%

Mínimo	39.627
Máximo	40.399
Melhor estimativa	40.013

Figura 6 – Informações sobre a quantidade de ramais

Levantar a quantidade de ramais pressurizados é necessário para o cálculo do indicador em L/ramal/dia. Estamos usando o termo "ramal" ao invés de "ligação" propositalmente, porque existem divergências no Brasil entre diversas companhias com relação ao significado exato do termo "ligação".

Isto ocorre principalmente pelo fato da maioria dos sistemas comerciais existentes ignorarem a perspectiva da infraestrutura, ou seja, o ramal físico cuja manutenção é de responsabilidade da concessionária – que é a derivação da rede desde o colar de tomada até o hidrômetro principal do usuário. A confusão se dá com a chamada "ligação individualizada" nos condomínios, muitas vezes equiparada a uma ligação convencional de economia única. Nos condomínios, a "economia" que é medida diretamente não pode se equiparar aos ramais físicos de responsabilidade da concessionária, já que os ramais condominiais pertencem ao condomínio e por ele são mantidos, ao contrário

05_guia aesbe.indd 23 24/09/15 16:52

dos demais ramais do sistema de abastecimento.

Outra confusão se dá com relação aos termos “ligação ativa” e “ligação inativa” – geralmente a atividade ou inatividade da ligação se dá pela perspectiva das regras comerciais de negócio. Assim, por exemplo, uma ligação cortada (a pedido do usuário ou não) constará como “inativa” mesmo estando pressurizada (ou ativa do ponto de vista estrutural).

É bom lembrar que qualquer ligação submetida à pressão da rede poderá apresentar vazamentos inerentes, visíveis e não visíveis e sua manutenção continua sendo de responsabilidade da concessionária, o que significa que do ponto de vista estrutural ela está “ativa”.

Foto: ShutterStock

Acompanhando procedimentos que remontam à origem do SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, o indicador em L/lig/dia segue sendo calculado com a quantidade de ligações comercialmente ativas – e com perdas reais e aparentes agregadas - em praticamente todas as companhias, o que o torna distinto do indicador em L/lig/dia da IWA, que tem o propósito de avaliação do desempenho da infraestrutura, sendo calculado para perdas reais e para perdas aparentes, separadamente, com a quantidade de ramais sob efetiva pressurização e ponderado pelo TMA – Tempo Médio de Abastecimento Diário, no caso das perdas reais.

Ocorre que as ligações que se abandonam devido ao remembramento de terrenos para a construção de prédios, em muitas companhias não são suprimidas no colar de tomada junto à rede, mas somente na calçada. Assim, continuam vazando. Pior, muitas vezes são excluídas do cadastro comercial e se perde o registro de que existiram. Têm-se aí dois equívocos: (i) não suprimir a ligação junto à rede e, (ii) eliminar o registro do banco de dados de ligações mesmo com o ramal físico seguindo com pressurização. A existência deste tipo de ligação já é um indicativo para uma ação de combate a perdas.

As ligações clandestinas caso se admita que sejam pressurizadas durante todo o ano, também devem constar nesta condição. Como isso geralmente é uma estimativa que não se apoia em um estudo amostral sério, deve-se tomar todo o cuidado para não superdimensionar este número, sendo preferível fazer o oposto, ou seja, em caso de dúvida é preferível subdimensionar este número.

No software, as ligações clandestinas são automaticamente alimentadas a partir da planilha de consumos não autorizados.

05_guia aesbe.indd 24 24/09/15 16:52

3.2 Quantidade total de extensão de redes

QUANTIDADE TOTAL DE EXTENSÃO DE REDES			
TIPO	DESCRIÇÃO	Extensão (kM)	Margem de erro (±%)
REDES PRIMÁRIAS E SECUNDÁRIAS	Toda a rede	600,7	5,00%
	TOTAL (melhor estimativa)	600,7	5,00%
	Mínimo	571	
	Máximo	631	
	Melhor estimativa	600,7	

Figura 7 – Informações sobre a quantidade de redes existentes no sistema distribuidor analisado

Todas as redes existentes no interior do sistema analisado, de redes primárias e secundárias, devem compor este número, que pode ser obtido do cadastro técnico de redes. Caso este número possa ser informado por setor de distribuição ou qualquer outro critério, a planilha está preparada para receber os dados e as margens de erro respectivas.

3.3 Estimativa de pressão média do sistema

A Pressão Média do Sistema é um parâmetro fundamental para a relação pressão / vazamento. Segundo o conceito FAVAD (Fixed And Variable Area Discharge) aplicável a sistemas de abastecimento de água, os volumes de perdas reais são proporcionais às pressões médias de acordo com a seguinte relação:

$$Q_1 = Q_0 \mathrm{x} \left(\frac{P_1}{P_0} \right)^{N1}$$

Onde,
Q1 = volume final de vazamentos
Q0 = volume inicial de vazamentos
P1 = Pressão Média final
P0 = Pressão Média inicial
N1 = Fator de escala holístico que depende das características da infraestrutura (material, idade, etc).

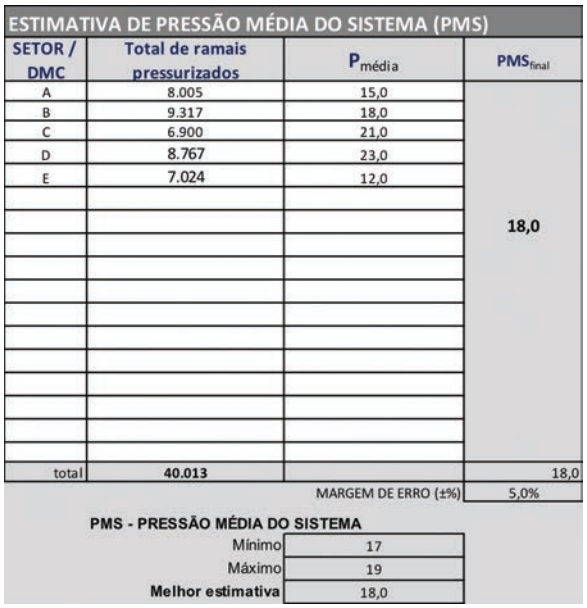
No Brasil os valores de N1 em sistemas distribuidores encontra-se com frequência entre 1 e 1,5.

Um equívoco que se comete com frequência é considerar a pressão de entrada em um determinado setor estanque como sendo a pressão média: Não é. Este equívoco advém da falta de hábito e conhecimento em monitorar a pressão média. Monitoram-se as entradas, os pontos críticos, mas não as pressões médias.

Foto: ShutterStock

05_guia aesbe.indd 25 24/09/15 16:52

Figura 8 – Estimativa de Pressões Médias



ESTIMATIVA DE PRESSÃO MÉDIA DO SISTEMA (PMS)

SETOR / DMC	Total de ramais pressurizados	$P_{média}$	PMS_{final}
A	8.005	15,0	
B	9.317	18,0	
C	6.900	21,0	
D	8.767	23,0	
E	7.024	12,0	
			18,0
total	40.013		18,0
		MARGEM DE ERRO (±%)	5,0%

PMS - PRESSÃO MÉDIA DO SISTEMA

Mínimo	17
Máximo	19
Melhor estimativa	18,0

Em um setor de abastecimento com estanqueidade garantida, pode-se constatar por meio de modelos hidráulicos que as isolinhas de pressão média estão próximas das isolinhas de cota média, principalmente se não houver perdas de carga anormais. Assim, o monitoramento de algum ponto da rede ao longo da cota média do setor dará normalmente uma boa indicação da pressão média.

Lambert usa o método das cotas médias ponderadas para achar a cota em que a pressão média ocorre. Veja-se a Tabela 1. Este método consiste em dividir o setor estudado em faixas de cotas, identificando-se a quantidade de ramais dentro de cada faixa. Faz-se a ponderação pela quantidade de ramais para achar uma cota na qual ocorreria a pressão média do setor. Uma vez identificada a cota, basta localizá-la em campo e monitorar um ponto do sistema distribuidor que possua esta cota.

Tabela 1 – Exemplo do método da cota média ponderada

FAIXAS				
COTA MÍNIMA	COTA MÁXIMA	COTA MÉDIA	QUANTIDADE DE RAMAIS (A)	(COTA MÉDIA) X (QUANT. RAMAIS) (B)
112	116	114	115	13.110
116	120	118	230	27.140
120	124	122	480	58.560
124	128	126	270	34.020
128	132	130	310	40.300
132	136	134	545	73.030
			1.950	246.160

Cota ponderada (B/A): 126,2m

05_guia aesbe.indd 26 24/09/15 16:52

O Guia GP-6 – Método Direto de Quantificação de Perdas Reais trata também deste assunto.

Como a pressão média é normalmente obtida por setor de abastecimento, a obtenção da pressão média do sistema como um todo poderá ser obtida por uma média ponderada pela quantidade de ramais pressurizados existentes em cada um dos setores.

3.4 Tempo médio de abastecimento diário (TMA)

TEMPO MÉDIO DE ABASTECIMENTO DIÁRIO (TMA)

Identificação		Tempo de Abastecimento		
SETOR / DMC	Total de ramais pressurizados (A)	DIAS POR SEMANA (B)	HORAS POR DIA (C)	Produto AxBxC
A	8.005	7	12	672.420
B	9.317	7	24	1.565.256
C	6.900	7	24	1.159.200
D	8.767	7	24	1.472.856
E	7.024	7	14	688.352
				0
				0
				0
				0
				0
				0
				0
				0
				0
				0
				0
				0
				0
				0
				0
				0
				0
				0
				0
SOMA I	40.013		SOMA II	5.558.084
	TMA (horas/dia) =	19,84	= SOMA II / SOMA I / 7	
	MARGEM DE ERRO (±%)	5,0%		
	Mínimo	18,9		
	Máximo	20,8		
	Melhor estimativa	19,8		

Figura 9 – Cálculo de Tempo Médio de Abastecimento Diário (horas/dia)

05_guia aesbe.indd 27 24/09/15 16:52

O TMA é um parâmetro de nível de serviço, que indica o quanto é intermitente (ou contínuo, se preferirem) um sistema de abastecimento de água. Além de ser, em si, um indicador, serve também para relativizar os indicadores em volume de perdas reais. De fato, se um sistema não está pressurizado, não perde água, nem a fornece. Assim, os indicadores de perdas reais precisam ser divididos pelo fator (TMA/24) para que possam ser comparados de forma justa com indicadores de outros sistemas ou mesmo do sistema com ele mesmo, quando este parâmetro estiver variando ao longo do tempo. São as condições conhecidas como "qsp" na terminologia da IWA significando "quando o sistema está pressurizado".

O TMA não se aplica na ponderação de volumes de perdas aparentes, porque se trata de consumo, ou seja, na perda aparente o sistema entregou a água para o usuário, embora a concessionária não a tenha registrado. Estudos demonstram que o consumo independe em larga medida do TMA e da pressão média: os usuários estabelecem seus padrões de consumo mais em função de suas condições econômicas e de seus hábitos culturais, fazendo de tudo para garantir as cotas que considerem necessárias. A não ser por intermitências muito severas ou pelo preço da água o usuário reduzirá seus hábitos de consumo. É desta forma que as cisternas e caixas d'água prosperam nos sistemas intermitentes, os usuários tentam antecipar o seu consumo na mesma medida do grau de intermitência, armazenando água.

A pressão da rede nas instalações domiciliares é regulada pelos reservatórios domésticos e pelo o grau de abertura das torneiras ligadas diretamente à pressão da rede.

Para sistemas com rodízio sistemático no abastecimento, como muitos que ainda existem no norte e nordeste do Brasil e em alguns pontos isolados das outras regiões, existe uma maneira simples de calcular o TMA. Geralmente as manobras são estabelecidas para os setores ou localidades em número de horas COM abastecimento e número de horas SEM abastecimento. O software oferece uma planilha auxiliar para ajudar nestes casos (Figura 10).

Figura 10 – Planilha auxiliar para calcular TMA em sistemas com rodízio sistemático no abastecimento

PLANILHA DE CÁLCULO AUXILIAR (pode ajudar a preencher a planilha principal de TMA) - EXEMPLO
MÉTODO PARA ESTIMAR TMA EM SISTEMAS COM RODIZIO SISTEMÁTICO NO ABASTECIMENTO

UTILIZAR APENAS EM CASO DE NECESSIDADE: o preenchimento não interfere no cálculo do balanço

setor qualquer	COM ABASTECIMENTO	24	horas	33,3%	8,0	horas/dia	(7 dias por semana)
	SEM ABASTECIMENTO	48	horas	66,7%	16,0	horas/dia	
	TOTAL CICLO COM/SEM	72	horas	100,0%	24,0		

05_guia aesbe.indd 28 24/09/15 16:52

No exemplo mostrado na Figura 10, um setor que tenha 24 horas com abastecimento e 48 horas sem, possui um TMA médio de 8 horas/dia.

Como o balanço hídrico é anual, poderá acontecer que um determinado setor ou localidade mude o seu regime de rodízio durante o ano. Neste caso, bastará fazer uma média de TMA com ponderação por quantidade de dias (Figura 11).

Figura 11 – Planilha para fazer ponderação de TMAs ao longo de um ano

CASO EM QUE O SETOR MUDOU DE REGIME DE RODÍZIO DURANTE O ANO					
	SITUAÇÕES	HORAS / DIA	DIAS / ANO	HORASxDIA	TMA MÉDIO ANUAL (h/dia)
setor qualquer	TMA 1	8	100	800,00	11,0
	TMA 2	10	80	800,00	
	TMA 3	12	85	1.020,00	
	TMA 4	14	100	1.400,00	
			365	4.020,00	

3.5 População e dados financeiros

Figura 12 – População e dados financeiros

POPULAÇÃO ABASTECIDA		
TIPO	DESCRIÇÃO	valor
População abastecida (hab)		200.000

DADOS FINANCEIROS		
Tarifa Média (R/m³)	1	4,75
Custo Variável de Produção e Distribuição ou Custo Marginal da Água (R$/m³)	2	2,35

Componentes da Água Não Faturada podem ser valoradas por: (i) Tarifa Média, se a água pode ser vendida ou (ii) Custo de Produção e Distribuição, se a redução de perdas acarretar apenas redução do volume de entrada no sistema. Para Tarifa Média, entre com o valor 1, para Custo de Produção e Distribuição, entre com o valor 2

Componentes da Água Não Faturada		Valor Anual
Consumo Medido Não Faturado	2	164.773
Consumo Não Medido Não Faturado	2	1.399.340
Perdas Aparentes	1	7.758.289
Perdas Reais	2	24.036.291
Valor Total da Água Não Faturada		33.358.693
Custo Operacional Anual (sem depreciação) - R$/m³		
		100.000.000

05_guia aesbe.indd 29 24/09/15 16:52

Para finalizar a entrada de dados nesta planilha, devem ser fornecidas para o software a população abastecida e a forma de valoração dos componentes de Água Não Faturada, se por tarifa média ou se por custo variável de produção e distribuição.

A tarifa média de água de um sistema é obtida dividindo-se o valor total anual das receitas de água pelo volume micromedido.

O custo variável de produção e distribuição, ou custo marginal da água, representa o gasto adicional que a companhia teria para produzir um m³/ano adicional no sistema. Há dois tipos de custo marginal: o de curto prazo e o de longo prazo. O custo marginal de curto prazo é aquele que seria incorrido até o limite do esgotamento da capacidade instalada atual. O custo marginal de longo prazo é aquele que seria incorrido caso o sistema tivesse que ampliar as suas fontes de produção para atender a demanda. Como estes custos não podem ser obtidos tão facilmente, algumas companhias simplificam este parâmetro adotando como custo variável de produção e distribuição os gastos com energia elétrica e produtos químicos.

A população servirá para calcular indicadores per capita. Embora estes indicadores não sejam oficiais da IWA, seu uso é tradicional no Brasil, principalmente pelos projetistas. Eles serão apresentados na própria matriz do Balanço Hídrico.

As informações financeiras em R$/m³ servirão para valorar as perdas e compor os indicadores financeiros.

Foto: ShutterStock

05_guia aesbe.indd 30 24/09/15 16:52

4. VOLUME DE ENTRADA

É o maior valor de entrada no balanço hídrico, portanto sua correta determinação é essencial para a qualidade dos resultados.

Sobre este componente veja-se o Guia Prático para Determinação de Volumes de Entrada nos Sistemas de Abastecimento. Neste Guia é dada ênfase especial à questão da Incerteza de Medição e calibração de macromedidores, tópicos ainda pouco desenvolvidos no nosso setor de saneamento.

A interface de entrada de dados é mostrada na Figura 13. Em "Fontes Próprias" deve-se listar individualmente todas as fontes produtoras, estações de tratamento ou poços tubulares.

Figura 13 – Interface para Volumes de Entrada no sistema de abastecimento

VOLUME DE ENTRADA NO SISTEMA			
ORIGEM	NOME	VALOR - M³/PERÍODO	Incerteza Expandida (± %)
FONTES PRÓPRIAS	ETA I	5.925.209	5,00%
SOMA 1:		5.925.209	5,00%
ÁGUA IMPORTADA	Santa Ajuda	15.875.000	3,00%
SOMA 2:		15.875.000	3,00%
MELHOR ESTIMATIVA = SOMA 1 + SOMA 2:		21.800.209	2,57%
	Valor Mínimo (m³)	21.239.331	
	Valor Máximo (m³)	22.361.087	

05_guia aesbe.indd 31 24/09/15 16:52

No exemplo, o sistema de Água Escondida é obrigado a importar água do município vizinho (Santa Ajuda) pela ausência de mananciais próprios aproveitáveis.

As entradas de água no sistema são medidas e as incertezas de medição associadas são informadas na coluna da direita. Ao final, o software calculará automaticamente a soma das incertezas, usando o procedimento exemplificado na Figura 14, de resto também adotado em outras situações em que ocorrem soma de volumes.

Como já se comentou no capítulo inicial, "incerteza expandida" é o termo equivalente metrológico para o antigo "margem de erro" da medição. O tratamento estatístico continua igual.

Figura 14 – Exemplificação da soma de incertezas

ORIGEM	NOME	VALOR - M³/PERÍODO	Incerteza Expandida (± %)	DP - Desvio Padrão (m³)	Variância
FONTES PRÓPRIAS	ETA I	5.925.209	5,00%	148.130,23	21.942.563.558,55
				0,00	0,00
				0,00	0,00
				0,00	0,00
				0,00	0,00
				0,00	0,00
				0,00	0,00
				0,00	0,00
				0,00	0,00
				0,00	0,00
				0,00	0,00
	SOMA 1:	5.925.209	5,00%	148.130,23	21.942.563.558,55
ÁGUA IMPORTADA	Santa Ajuda	15.875.000	3,00%	238.125,00	56.703.515.625,00
				0,00	0,00
				0,00	0,00
				0,00	0,00
				0,00	0,00
	SOMA 2:	15.875.000	3,00%	238.125,00	56.703.515.625,00
MELHOR ESTIMATIVA = SOMA 1 + SOMA 2:		21.800.209	2,57%	280.439,08	78.646.079.183,55

O primeiro passo é calcular o desvio padrão em volume, o que se consegue multiplicando-se o volume de entrada em cada linha por sua respectiva incerteza expandida e dividindo-se por 2 para obter-se a incerteza padrão (a incerteza com possibilidade de ocorrer em 68% dos casos, ou fator de abrangência de 1 desvio padrão). Em seguida, eleva-se ao quadrado o desvio padrão para se obter variância. Faz-se o somatório das variâncias (cor preta) na coluna de variância. Para se obter o desvio padrão em volume do somatório, extrai-se a raiz quadrada do valor obtido (cor preta na coluna

05_guia aesbe.indd 32 24/09/15 16:52

para Desvio Padrão). Para se obter a incerteza expandida em porcentual, multiplica-se o desvio padrão em volume por 2 e divide-se pelo somatório de volumes (vezes 100).

O mesmo procedimento é feito com as totalizações de fontes próprias e água importada: somam-se as variâncias de “soma 1” e “soma2”, extrai-se a raiz quadrada para obter desvio padrão em volume. Multiplica-se o desvio padrão em volume por 2 (fator de abrangência para probabilidade de 95%) e divide-se por (SOMA1 + soma2), e por último transforma-se para porcentual.

5. CONSUMO AUTORIZADO FATURADO

O Consumo Autorizado Faturado poderá ser micromedido ou não medido.

É obtido através do sistema de faturamento e cobrança das concessionárias, por meio da leitura de hidrômetros dos consumidores e da leitura dos medidores de água exportada faturada (Figura 15).

CONSUMO AUTORIZADO FATURADO

TIPO	Descrição	VALOR - M³/PERÍODO
MICROMEDIDO	*Consumo registrado pelos medidores e que gerou faturamento. Volumes faturados não consumidos, devido a regras comerciais de negócio, não devem ser computados no balanço de massas.*	8.598.445
	VOLUME EXPORTADO:	0
NÃO MEDIDO	*Trata-se da estimativa de consumo não medido para efeito de faturamento. Se a estimativa faturada for maior que a estimativa de consumo real, registre-se a estimativa de consumo real. Se for menor, o complemento será registrado como "consumo não medido não faturado"*	674.651
	VOLUME EXPORTADO:	0
	TOTAL	9.273.096

Figura 15 – Consumo Autorizado Faturado

05_guia aesbe.indd 33 24/09/15 16:52

A leitura de hidrômetros de consumo, como são milhares, são feitas por leituristas durante os 20 a 22 dias úteis por mês (há exceções: em sistemas pequenos, podem ser feitas em poucos dias, 1 semana, por exemplo). Cada 1 dia ou 2, normalmente corresponde a um ciclo de faturamento. Ou seja, as contas vão vencendo durante todo o mês, o que garante também para a concessionária alguma constância no fluxo de caixa. Os ciclos de faturamento têm duração variável entre 29 a 32 dias normalmente. Isto quer dizer que um mesmo usuário poderá ter em um mês uma conta com 29 dias de consumo e em outro mês uma conta com 30, 31 ou 32 dias de consumo. Estas oscilações, juntamente com a influência de fenômenos sazonais, provoca o chamado "efeito serrote" nos gráficos de volumes micromedidos e também nos índices de perdas em porcentual, quando são considerados em uma base mensal.

Isto contrasta com as leituras dos macromedidores, que normalmente são tomadas em períodos que correspondem à quantidade de dias do mês, provocando diferenças temporais entre os volumes da macro e micromedição. Para dispersar estes efeitos, o balanço hídrico trabalha com uma base anual, desta forma dispersando os erros e diferenças de leitura entre macro e micromedição, como também os efeitos de sazonalidade de consumos.

Foto: ShutterStock

Alguns sistemas comerciais de concessionárias podem ter sido pensados apenas para atender as regras de negócio da área comercial ignorando o balanço de massas. No Brasil, é comum a regra do chamado “consumo mínimo”, que pode variar de 0 até 20 m³/mês, ou até mais, dependendo da cidade e do Estado. Nesta situação, quando um usuário consome menos que o mínimo, paga o consumo mínimo estipulado. Se o pagamento fosse apenas uma operação financeira não haveria problemas, mas ocorre de este tipo de consumo mínimo continuar a ser registrado em volume com o nome de “faturado medido”, gerando assim um excedente teórico que poderíamos chamar de “volume faturado medido não consumido”, soando isso um tanto absurdo. Para respeitar o conceito do balanço de massas é preciso frisar que no balanço só podemos registrar os volumes efetivamente micromedidos.

Outro problema que pode surgir é com o volume faturado não medido, que nem sempre é faturado com a média do consumo medido da categoria residencial. Em alguns estados, por lei estadual, é proibido faturar mais que o equivalente a 10 m³/mês, ou o mínimo da categoria, quando o usuário é não medido. Ocorre que a média de consumo medido é normalmente mais alta, podendo chegar a valores próximos a 20 m³/mês para usuários exclusivamente residenciais, em algumas cidades. Quando os usuários são comerciais ou industriais, então, torna-se um prejuízo muito grande não medir.

A orientação que se dá aqui é: se a média de consumo medido por economia for maior que a média de consumo não medido faturado, a diferença poderá ser registrada como Consumo Autorizado Não Faturado.

Estudos feitos por algumas concessionárias indicam que as médias de consumo nas economias não medidas são maiores que as médias de consumo nas economias medidas. O usuário ao saber que não possui o fiscal chamado “hidrômetro” relaxa nos hábitos de consumo e nos cuidados de manutenção com as instalações hidráulicas. O quanto a média para não medidos é maior, parece que varia segundo as condições socioeconômicas da população – quanto piores estas condições, maiores as diferenças contra as médias medidas.

Na ausência de estudos específicos para o sistema, seria prudente considerar a média de consumos dos não medidos como sendo a média de consumo dos medidos residenciais. Caso haja usuários comerciais e industriais não medidos, seria prudente avaliar com mais detalhe esta especificidade.

Foto: ShutterStock

05_guia aesbe.indd 35 24/09/15 16:52

Foto: ShutterStock

6.CONSUMO AUTORIZADO NÃO FATURADO

Este componente do balanço hídrico é normalmente o mais desconhecido de todos nas companhias. Embora seja normalmente muito pequeno, para a maioria dos sistemas, há exceções. Estas exceções podem ocorrer em cidades com quantidades elevadas de assentamentos irregulares e / ou com grande número de ligações não medidas, associadas com regras de negócio mal resolvidas.

Para aprofundar no estudo deste componente, veja-se o Guia Prático para Determinação de Consumos Autorizados Não Faturados, desta série de publicações. Alguns dos procedimentos recomendados neste Guia foram incorporados ao software.

Procedimentos inadequados para descarga de redes, principalmente em áreas com redes velhas e com incrustações, fornecimento de caminhões pipa para áreas de emergência hídrica e para eventos de grande público em ruas e praças também podem assumir importância relativa não desprezível em algumas cidades brasileiras.

Na Austrália e Nova Zelândia, segundo Lambert, o CANF costuma ser estimado inicialmente em 0,5% do Volume de Água de Entrada no sistema. Valores superiores só podem ser utilizados no ba-

05_guia aesbe.indd 36 24/09/15 16:52

lanço mediante prova de que ocorreram.

No Brasil ainda não existem estudos sistemáticos, mas é prudente afirmar que, em caso da ausência de levantamentos específicos sérios para este componente, igualmente não deveria ser utilizado mais que 0,5% do volume de entrada, pois este patamar dificilmente seria superado na maciça maioria dos sistemas atuais.

A tendência é que este componente, com um pouco de gestão, diminua cada vez mais.

Figura 16 – Consumos Autorizados Não Faturados

CONSUMO AUTORIZADO NÃO FATURADO					
Classes de CANF	**Componentes de CANF**	**MEDIDO - m³/ano**	**Margem de Erro (±%)**	**NÃO MEDIDO - m³/ano**	**Margem de Erro (±%)**
Usos próprios operacionais e administrativos	Descargas de rede de água para desinfecção	57.850	20,00%	0	
	Limpeza de reservatórios	12.266	20,00%	0	
	Esvaziamento e limpeza da rede de água para reparos	0		0	
	Desobstrução e limpeza de rede de esgotos	0		0	
	Consumo de áreas administrativas da companhia	0		0	
	Consumo dos empregados de postos de serviço e unidades operacionais	0		0	
	Consumo em escritórios comerciais	0		0	
Usos especiais	Fornecimento para combate a incêndio pelo corpo de bombeiros	0		0	
	Fornecimento compulsório em áreas de assentamento irregular	0		315.000	25,00%
	Abastecimento de eventos públicos	0		0	
	Abastecimento por carros pipa não faturados	0		0	
	Abastecimento por chafarizes	0		0	
Diferenças na estimativa de consumo não medido faturado	Imprecisão na estimativa do consumo diante da ausência de hidrômetros	0		0	
TOTAIS (melhores estimativas)		70.116	16,87%	315.000	25,00%
TOTAL (melhor estimativa)		385.116	20,68%		
Valor Mínimo (m³)		58.289			
Valor Máximo (m³)		81.943			

05_guia aesbe.indd 37 24/09/15 16:52

As descargas de rede, seja por motivo de manutenção ou razões da qualidade da água, poderiam ser medidas, como acontece em algumas cidades (Figura 17).

Figura 17 – Exemplo de medição de descarga em hidrante

Caso a descarga de rede não seja medida, podem-se usar os métodos estimativos como os explicados detalhadamente no Guia Prático para CANF, cujas planilhas de cálculo foram incorporadas no software.

A planilha auxiliar da Figura 18 é uma das referenciadas no Guia para CANF.

Estimativa do volume de descarga na rede de água a partir de hidrantes, para pressão constante

Comprimento do mangote L:	5 m		
Diâmetro do mangote D:	75 mm	=	0,075 m
Relação L/D:	66,66666667		
Coeficiente de descarga C_d:	0,57 (segundo Bazard em Azevedo Netto, 1956)		
Pressão P:	18 mca		
Tempo de descarga t:	45 min		
Vazão Q:	0,047 m^3/s	=	2.839 L/min =
Volume V por descarga:	128 m^3		

Quant Desc/10000_lig.ano:	24	
Quant Ligações:	40000	unid
Quant Total Descargas	96	
Vol por Descarga	128	
Volume total utilizado	12.266	

Figura 18 – Planilha auxiliar para estimar o volume de descargas

Fonte: Azevedo Netto, J.M. (1956) A descarga livre em tubos curtos. Revista DAE, nº 27.

05_guia aesbe.indd 38 24/09/15 16:52

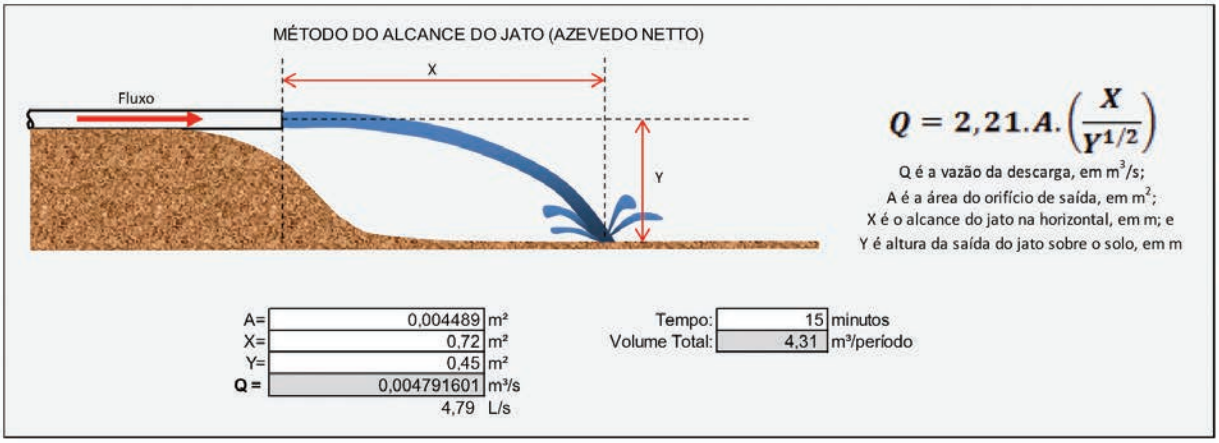
O método de cálculo utiliza um estudo de Azevedo Netto para descarga livre em tubos curtos.

Para calcular o volume individual de cada descarga, as variáveis de entrada são o comprimento do mangote, o diâmetro do mangote a pressão da rede em um ponto próximo com a descarga já acontecendo e o tempo de descarga. Com o volume individual da descarga já calculado, basta entrar com a quantidade de descargas por 10000 ligações por ano e o software calculará o volume utilizado anual.

Ainda que a concessionária não tenha apurado, por exemplo, a pressão em cada descarga, talvez seja possível adotar um valor aproximado, mesmo a posteriori.

Outro método, também de Azevedo Netto, poderia ser chamado de "Método do Alcance do Jato". Também está disponível no software.

Figura 19 – Exemplo de aplicação do método do alcance do jato para estimativa de volumes de descargas



Na Figura 19 vê-se um exemplo de aplicação do método para um tubo DN 50 mm de PVC, descarregando por 15 minutos.

São necessários ensaios de campo para avaliar a incerteza destes métodos.

05_guia aesbe.indd 39 24/09/15 16:52

Foto: ShutterStock

7.PERDAS APARENTES DE ÁGUA

A estimativa de perdas aparentes é um passo fundamental para a obtenção dos volumes de perdas reais nos sistemas de abastecimento. Porém, esta estimativa não pode ser subjetiva ou arbitrária, carente de fundamentos técnicos e estudos. Os dois principais componentes deste tipo de perda são a submedição dos hidrômetros e os consumos não autorizados, a seguir apresentados.

7.1 SUBMEDIÇÃO DOS HIDRÔMETROS E ERROS DE MANUSEIO DE DADOS

Para o entendimento correto dos conceitos e metodologias envolvidos, consultar o Guia Prático de Procedimentos para Estimativa de Submedição no Parque de Hidrômetros. O Guia apresenta basicamente dois métodos, com algumas variantes em cada método.

7.1.1 Método do Índice de Desempenho da Medição

O primeiro método de estimação da submedição é o que baseia na metodologia preconizada pela Norma ABNT NBR 15.538 – Medidores de água potável – ensaios para avaliação de eficiência, que consiste em determinar a submedição de um parque de hidrômetros a partir de uma Curva de Desempenho da Medição. Esta curva expressa a eficiência média da medição dos hidrômetros em função do tempo de instalação, de acordo com o exemplo da Figura 20. Desta forma, cada ano está associado a um Índice de Desempenho da Medição, que representa a porcentagem da água consumida que o hidrômetro consegue medir.

05_guia aesbe.indd 40 24/09/15 16:52

SUBMEDIÇÃO DOS HIDRÔMETROS E ERROS DE MANUSEIO DE DADOS

MÉTODO DA CURVA DE DESEMPENHO DA MEDIÇÃO

ATENÇÃO: Veja no Guia Prático como obter as margens de erro por idade

TIPO	Idade (anos)	Quantidade de Hidrômetros	Volume Micromedido Médio Anual (m³)	IDM*	Estimativa de Submedição Média Anual (m³)	Estimativa de Consumo Anual (m³)	Margem de erro da estimativa de submedição (±%)**	Desvio padrão em volume (m³/ano)	Variância
CONSUMOS - ROL COMUM	0	1.500	313.945	94,00%	20.039	333.984	10,00%	1.001,95	1.003.908,07
	1	2.700	603.300	92,50%	48.916	652.216	10,00%	2.445,81	5.981.990,52
	2	3.600	772.000	91,00%	76.352	848.352	10,00%	3.817,58	14.573.935,52
	3	9.250	1.979.750	89,00%	244.688	2.224.438	10,00%	12.234,41	149.680.790,80
	4	6.900	1.186.600	87,50%	169.514	1.356.114	10,00%	8.475,71	71.837.732,65
	5	2.350	400.550	86,00%	65.206	465.756	10,00%	3.260,29	10.629.495,43
	6	6.700	1.133.300	84,00%	215.867	1.349.167	10,00%	10.793,33	116.496.044,44
	7	5.500	879.000	82,00%	192.951	1.071.951	10,00%	9.647,56	93.075.432,78
	8				0	0		0,00	0,00
	9				0	0		0,00	0,00
	10				0	0		0,00	0,00
	11				0	0		0,00	0,00
	12				0	0		0,00	0,00
	13				0	0		0,00	0,00
	14				0	0		0,00	0,00
	15				0	0		0,00	0,00
ROL ESPECIAL	1	127	589.000	98,50%	8.970	597.970	5,00%	224,24	50.282,94
	2	55	741.000	98,00%	15.122	756.122	5,00%	378,06	142.930,29
	3				0	0		0,00	0,00
	4				0	0		0,00	0,00
	5				0	0		0,00	0,00
	6				0	0		0,00	0,00
	7				0	0		0,00	0,00
	8				0	0		0,00	0,00
	Total	**38.682**	**8.598.445**		1.057.625	**9.656.070**			
				Submedição %	**10,95%**	**Margem de Erro Final (±%):**	**4,07%**	21.528,41	463.472.543,44

OUTRAS FONTES DE ERROS	Volume Medido (m³/ano)	Submedição (%)	Volume de submedição	Margem de Erro (±%)	desvio padrão em volume (m³/ano)	Variância
Volume Exportado Faturado	0		0		0	0
ERROS NO MANUSEIO DE DADOS:			10.000	25%	1.250	1.562.500
			10.000	**25,00%**	**1.250**	**1.562.500**
				4,04%	**21.565**	**465.035.043**

Margem de Erro (%):	**4,04%**
Valor Mínimo (m³/ano)	**1.024.496**
Valor Máximo (m³/ano)	**1.110.754**
Melhor estimativa (m³/ano)	**1.067.625**

* Veja-se no "Guia Prático para Estimativa da Submedição no Parque de Hidrômetros" o método para determinação do IDM (Índice de Desempenho Metrológico) em função do tempo de instalação (situação 1) ou para sua estimativa (situação 2).

** Na situação 2, em que se supõe uma curva de desempenho da medição em função de um desempenho inicial e uma taxa constante de redução anual a margem de erro da estimativa deverá ser também estimada em função da qualidade dos dados disponíveis e da experiência e bom senso do modelador do balanço.

Figura 20 – Interface para entrada de dados no método da curva de desempenho da medição, com dados de exemplo

Caso não se tenha disponível a informação desagregada, pode-se fornecer uma estimativa de IDM para todo o parque – neste caso as linhas para a informação desagregada não devem ser preenchidas. Por outro lado, se as informações desagregadas foram informadas, não se pode informar a

05_guia aesbe.indd 41 24/09/15 16:52

estimativa de IDM agregado para todo o parque. Ou seja, os dois métodos de informar o IDM são alternativos e não concomitantes.

O Índice de Desempenho da Medição é feito ensaiando-se hidrômetros novos colocados na rede e amostras de hidrômetros com diferentes idades, até que se tenha uma representatividade para todo o parque. A Figura 21 ilustra uma situação como esta, em um parque com hidrômetros até 7 anos de idade, predominantemente de medidores velocimétricos classe B. Convém salientar que os medidores do rol especial – grandes consumidores – devem ter um acompanhamento específico, com acompanhamento individual, para evitar grandes perdas financeiras.

Uma vez que se tenha o IDM, a submedição do parque será obtida por diferença. Assim também se pode ter uma estimativa do volume efetivamente entregue aos consumidores. O volume micromedido médio anual, por idade do hidrômetro, pode ser obtido do sistema de faturamento e cobrança da concessionária.

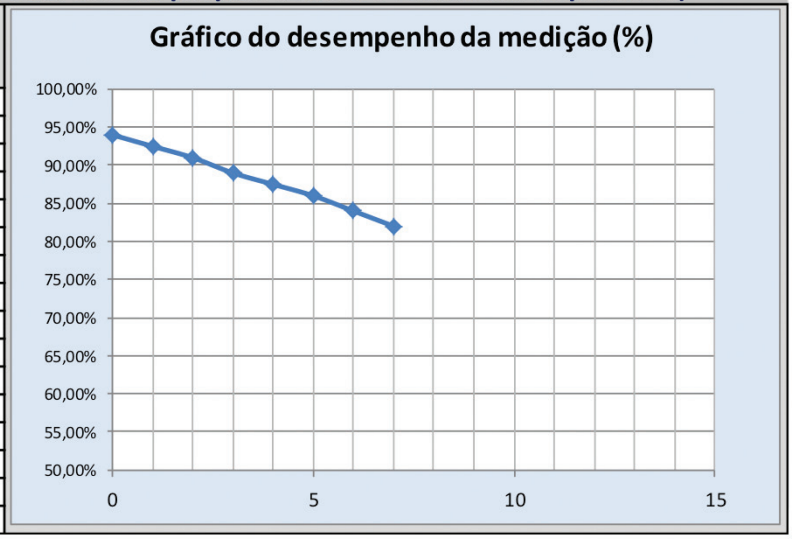
Como este método é amostral, tem também uma margem de erro associada, para Grau de Confiança de 95%. Como se obter estas margens de erro é assunto também tratado no Guia mencionado.

Figura 21 – Exemplo de desempenho do parque de hidrômetros em função do tempo de instalação

SITUAÇÃO 1: Existência de estudos do desempenho da medição em função do tempo de instalação

DESEMPENHO DA MEDIÇÃO EM FUNÇÃO DO TEMPO DE INSTALAÇÃO
(monte a curva com os seus próprio dados se estiverem disponíveis)

Tempo de instalação (anos)	Desempenho da medição (%)
0	94,00%
1	92,50%
2	91,00%
3	89,00%
4	87,50%
5	86,00%
6	84,00%
7	82,00%
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	



05_guia aesbe.indd 42 24/09/15 16:52

Observa-se também no exemplo da Figura 20 que há um volume associado a "Erro no Manuseio de Dados". De acordo com o Guia para Submedição, este tipo de volume pode ocorrer em decorrência de algum, ou alguns, dos motivos relacionados a seguir:

- Ausência de leitura de hidrômetros, com faturamento pela média, de forma sistemática e por longos períodos;
- Manipulação do banco de dados de medição para resolver reclamações de contas altas, geralmente por vazamentos nas instalações dos usuários. Neste caso, o certo seria resolver o problema financeiramente, sem violar a integridade dos dados da medição;
- Troca de medidores, por qualquer motivo, durante o período entre duas leituras consecutivas. Neste caso, parte do consumo estaria no medidor antigo e parte no novo medidor. Alguns sistemas comerciais não estão preparados para resolver este tipo de situação.
- Ausência de leitura sistemática de hidrômetros em ligações cortadas. Neste caso, se o usuário violou o corte, seu consumo não será registrado e atribuído ao mês próprio;
- Retirada temporária de hidrômetros de ligações cortadas (inativas). Neste caso o usuário poderá violar o corte sem qualquer possibilidade de registro do consumo.

Estas situações precisam ser avaliadas caso a caso, com o pessoal da área comercial.

Na ausência de ensaios específicos para obtenção de IDM, pode-se fazer uma estimativa mais precária, conforme mostrado na Figura 22.

Figura 22 – Exemplo de suposição de uma curva de desempenho da medição

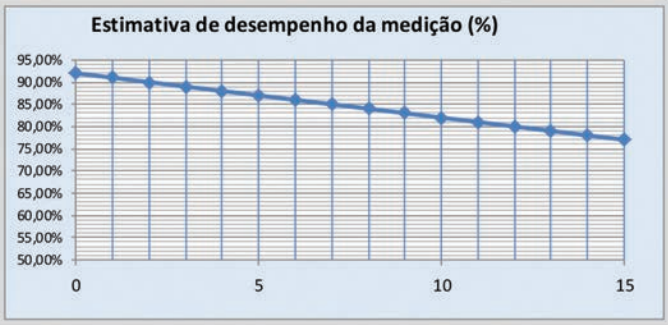
SITUAÇÃO 2: Inexistência de estudos do desempenho da medição em função do tempo de instalação

ESTIMATIVA DE REDUÇÃO DE DESEMPENHO ANUAL À TAXA FIXA (SUPOSIÇÃO DE UMA CURVA DE DESEMPENHO DA MEDIÇÃO)

aceitável apenas se não existirem estudos no parque de hidrômetros

Tempo de instalação (anos)	Estimativa de desempenho da medição (%)
0	92,00%
1	91,00%
2	90,00%
3	89,00%
4	88,00%
5	87,00%
6	86,00%
7	85,00%
8	84,00%
9	83,00%
10	82,00%
11	81,00%
12	80,00%
13	79,00%
14	78,00%
15	77,00%

INFORME O DESEMPENHO INICIAL E A TAXA:	
Desempenho Inicial (%):	92%
Taxa de decréscimo da eficiência:	1%



05_guia aesbe.indd 43 24/09/15 16:52

7.1.2 Métodos de Estudos Amostrais com Levantamentos em Campo de Perfis de Consumo

Por este método, pesquisa-se uma amostra aleatória estratificada do universo de hidrômetros a estudar. O universo deve ser constituído pelos hidrômetros domiciliares que estejam funcionando, excluídas as áreas de habitação subnormal, pelas naturais dificuldades de realização de serviços de campo neste tipo de área.

A amostra deve ser estratificada segundo características como: capacidade do hidrômetro, tempo de instalação e classes de consumo. Outras características ainda podem ser observadas, como fabricante do hidrômetro, abastecimento direto ou indireto, ou quaisquer outras características que se considerem relevantes para o caso em estudo.

Para aprender mais sobre este método, veja-se o Guia citado no item anterior.

Na Figura 23, vê-se a interface para entrada de dados por este método, com a sugestão de que se organize o estudo por faixas de consumo. Desta forma pode-se ter boas indicações sobre as melhorias necessárias nos hidrômetros e métodos de dimensionamento.

SUBMEDIÇÃO DOS HIDRÔMETROS E ERROS DE MANUSEIO DE DADOS

MÉTODO DE ESTUDOS AMOSTRAIS COM LEVANTAMENTO EM CAMPO DE PERFIS DE CONSUMO*

Neste caso presume-me que foram feitos estudos amostrais em campo, e possivelmente a submedição foi calculada também em função de faixas de consumo, pois seria um bom método para subsidiar a melhoria do dimensionamento dos hidrômetros

Faixas de Consumo	Volume Micromedido (m³/ano)	Submedição (%)	Volume de submedição	margem de erro da estimativa de submedição	desvio padrão em volume (m³/ano)	Variância
0 a 10			0		0	0
11 a 15			0		0	0
16 a 20			0		0	0
21 a 30			0		0	0
31 a 50			0		0	0
51 a 100			0		0	0
101 a 99999			0		0	0
	0	TOTAIS:	0	0,00%	0	0

OUTROS VOLUMES FATURADOS MEDIDOS	Volume Medido (m³/ano)	Submedição (%)	Volume de submedição	Margem de Erro (±%)	desvio padrão em volume (m³/ano)	Variância
Volume Exportado Faturado	0		0		0	0
		ERROS NO MANUSEIO DE DADOS:			0	0
			0	0,00%	0	0
					0	0

SUBMEDIÇÃO TOTAL:	%	0,00%	
	Valor mínimo	0	m³/ano
	Valor máximo	0	m³/ano
	Melhor estimativa	0	m³/ano

* Veja-se no "Guia Prático para Estimativa da Submedição no Parque de Hidrômetros" para conhecer mais sobre este método

Figura 23 – Interface para entrada de dados pelo método de estudos amostrais

05_guia aesbe.indd 44 24/09/15 16:52

Este método é mais difícil do que o anterior e requer mais especialização para sua execução, embora possa ser mais exato.

7.2 CONSUMOS NÃO AUTORIZADOS E FALHAS DE CADASTRO

Para este componente há também o Guia Prático Para Estimação de Consumos Não Autorizados e Volumes não Apropriados por Falhas de Cadastro, que discute detalhadamente este tópico.

Um problema com este componente é a imensa variação terminológica existente nas empresas do Brasil, onde as mesmas palavras são usadas para designar coisas muito diferentes. Por exemplo, em muitas companhias, o que se definiu aqui como "religados à revelia" é chamado de "clandestinos". Em outras empresas, by pass ou fornecimento de água a terceiros, que classificamos como "fraude", são também chamados de "clandestinos".

Para superar este problema, o Guia referido propõe uma homogeneização de conceitos, classificando este componente em três grandes grupos, com a definição exata dos itens sob cada grupo.

Desta forma criou-se a interface apresentada na Figura 24.

Figura 24 – Exemplo de uso da interface para consumos não autorizados

CONSUMOS NÃO AUTORIZADOS E FALHAS DE CADASTRO

Veja-se o GUIA PRÁTICO PARA ESTIMAÇÃO DE CONSUMOS NÃO AUTORIZADOS E VOLUMES NÃO APROPRIADOS POR FALHAS DE CADASTRO

Tipo	Descrição	Quant. Estimada unid	Margem de Erro (± %)	Habitantes por domicílio	Consumo per capita l/hab/dia	Total m³/ano
Ligação clandestina na rede distribuidora						
Uso residencial	Acesso indevido por parte do usuário não cadastrado à rede distribuidora da companhia, visando o furto de água para uso residencial.	500	25,0%	3,6	200	131.400
Usos comercial, industrial ou público	Acesso indevido por parte do usuário não cadastrado à rede distribuidora da companhia, visando o furto de água para outros usos que não o residencial.	50	25,0%	3,6	278	18.250
		550			SUBTOTAL	149.650
Fraudes nas ligações de água		Quant. Estimada unid	Margem de Erro (± %)		Consumo diário (l/econ/dia)	Total m³/ano
Violação de hidrômetro	Qualquer tipo de intervenção direta ou manipulação por parte do usuário no medidor da companhia visando evitar ou reduzir o registro de volumes.	1.500	20,0%		600	328.500
Ligação direta para o próprio imóvel	Acesso indevido por parte do usuário com ligação cadastrada da companhia ao ramal predial ou à rede formal, antes do medidor, visando subtrair volumes ao registro de consumos, para uso do próprio imóvel.	112	10,0%		300	12.264
Ligação direta para terceiros	Acesso indevido por parte do usuário ao ramal predial formal, antes do medidor, visando subtrair volumes ao registro de consumos, para uso de terceiros.	15	10,0%		600	3.285
					SUBTOTAL	344.049
Falhas de cadastro		Quant. Estimada unid	Margem de Erro (± %)	período (qtd dias)	Volume por dia m³/dia	Total m³/ano
Religados à revelia	Usuários que violaram a restrição de fornecimento imposta legalmente pela companhia, qualquer que tenha sido o mecanismo, sem que a companhia tenha sido capaz de impor ao usuário a regularização e o registro dos consumos.	1.000	25,0%	240,0	0,30	72.000
Imóvel não cadastrado	Imóvel regularmente conectado à rede distribuidora, porém ainda não constante no banco de dados da companhia ou constante apenas como usuário factível.	0	10,0%	0,0	0,50	0
Hidrômetro não cadastrado	Hidrômetro regularmente instalado no ramal do usuário, porém ainda não constante no banco de dados da companhia.	0	10,0%	0,0	0,50	0
					SUBTOTAL	72.000
					TOTAIS	**565.699**

Margem de Erro (±%):	13,40%
Valor Mínimo (m³/ano)	489.923
Valor Máximo (m³/ano)	641.475
Melhor estimativa (m³/ano)	565.699

Os métodos amostrais para quantificar as ocorrências são detalhados no Guia respectivo.

05_guia aesbe.indd 45 24/09/15 16:52

8. PERDAS REAIS DE ÁGUA

Finalmente, com a entrada de todos os dados de volumes e margens de erro, o software apresentará a matriz do balanço hídrico em duas versões: em m³/ano e m³/dia.

As perdas reais terão sido obtidas indiretamente e a base para o cálculo de indicadores de desempenho operacional estará completa.

As Figuras 25 e 26 exemplificam estes resultados.

Figura 25 – Matriz do balanço hídrico em m³/ano

SISTEMA:	ÁGUA ESCONDIDA - TOTAL				
MATRIZ DO BALANÇO HÍDRICO		Período de:	01/09/2012	até	01/09/2013
População abastecida:	200.000	Consumo per capita médio (com água entregue) (L/hab/dia)		158,5	

VOLUME DE ENTRADA	CONSUMO AUTORIZADO	Consumo Autorizado Faturado	Volume Faturado Medido	% do VE:	Volume Faturado
		9.273.096 m³/ano	8.598.445	39,4%	
		127 L/hab/dia	Volume Faturado Não Medido	% do VE:	9.273.096
			674.651	3,1%	m³/ano
21.800.209 m³/ano	9.938.676 m³/ano	Consumo Autorizado Não Faturado	Volume Não Faturado Medido	% do VE:	Volume de Água Não Faturada
	0,12% Erro %	665.580 m³/ano	70.116	0,3%	
	136 L/hab/dia	20,68% Erro %	Volume Não Faturado Não Medido	% do VE:	
2,57% Erro %	315 L/s	9,12 L/hab/dia	595.464	2,7%	
299 L/hab/dia	Volume de Perdas de Água	PERDAS APARENTES	Submedição	% do VolEntregue	12.527.113
691 L/s			1.067.625	11,05%	Erro %
		1.633.324 m³/ano	Erro % 4,04%		4,48%
		8,01% Erro %	Clandestinos / Falhas de cadastro	% do VE	% do VE
		22 L/hab/dia	221.650	1,0%	57,46%
			Erro % 47,16%		
		% de PA em relação ao total: 13,77%	Fraudes	% do VE	
			344.049	1,6%	
	11.861.533 m³/ano		Erro % 19,10%		
	4,73% Erro %	PERDAS REAIS	Vaz em ramais	% da PR	
	54,41 % do VE		9.103.106	89,00%	
		10.228.209 m³/ano	Vaz em redes	% da PR	
		5,63% Erro %	1.022.821	10,00%	
		46,92% % do VE:	Vaz em reservatórios	% da PR	
			102.282	1,00%	

05_guia aesbe.indd 46 24/09/15 16:52

Note-se que alguns parâmetros são apresentados, além dos volumes em m³/ano. São as margens de erro associadas a cada componente, os volumes em termos de per capita, os volumes convertidos para L/s (no caso do VE e Consumo Autorizado) e o quanto cada componente representa percentualmente do VE (Volume de Entrada).

No caso da submedição, apresenta-se também o percentual deste componente em relação ao volume entregue. No caso das perdas aparentes, o quanto esta representa das perdas totais e, finalmente, as perdas reais podem ser distribuídas, a critério do modelador do balanço, em volumes perdidos em ramais, redes e reservatórios de distribuição à jusante dos medidores de entrada.

Note-se que o software calcula automaticamente a distribuição das perdas reais em subcomponentes, porém a proporção relativa pode ser alterada pelo usuário, caso ele disponha de estudos que sustentem outros números. A distribuição apresentada é comum de ocorrer, em termos aproximados, nos sistemas de abastecimento. A metodologia BABE (Bursts and Background Estimates) constitui-se uma forma para calcular esta distribuição, porém seu emprego requer grande grau de controle no sistema e uma enorme quantidade de dados. Lambert menciona que normalmente, menos de 10% dos volumes de perdas reais correspondem a vazamentos de redes, sendo os ramais os grandes vilões das perdas.

A metodologia BABE, pela sua complexidade, não é objeto deste Guia Prático, mas a experiência advinda de sua aplicação em muitos países pode ser aproveitada.

A apresentação da matriz em m³/ano, por envolver grandes números, torna-se um pouco difícil memoriza-los e processa-los. Por esta razão, a mesma matriz é apresentada também em m³/dia (Figura 26), que é uma unidade sobre a qual temos referências imediatas.

Foto: ShutterStock

05_guia aesbe.indd 47 24/09/15 16:52

SISTEMA:	ÁGUA ESCONDIDA - TOTAL				
MATRIZ DO BALANÇO HÍDRICO		Período de:	01/09/2012	até	01/09/2013
População abastecida:	200.000	Consumo per capita médio (com água entregue) (L/hab/dia)		158,5	

VOLUME DE ENTRADA	CONSUMO AUTORIZADO	Consumo Autorizado Faturado	Volume Faturado Medido	% do VE:	Volume Faturado
		25.406 m³/dia	23.557	39,4%	
		127 L/hab/dia	Volume Faturado Não Medido	% do VE:	25.406
			1.848	3,1%	m³/dia
59.727 m³/dia	27.229 m³/dia	Consumo Autorizado Não Faturado	Volume Não Faturado Medido	% do VE:	Volume de Água Não Faturada
	0,12% Erro %	1.824 m³/dia	192	0,3%	
	136 L/hab/dia	20,68% Erro %	Volume Não Faturado Não Medido	% do VE:	
2,57% Erro %	315 L/s	9,12 L/hab/dia	1.631	2,7%	m³/dia
299 L/hab/dia	Volume de Perdas de Água	PERDAS APARENTES	Submedição	% do VFM	34.321
691 L/s			2.925	11,05%	Erro %
		4.475 m³/dia	Erro %		4,48%
		8,01% Erro %	4,04%		
		22 L/hab/dia	Clandestinos / Falhas de cadastro	% do VE	% do VE
			607	1,0%	57,46%
		% de PA em relação ao total: 13,77%	Erro %		
			47,16%		
			Fraudes	% do VE	
			943	1,6%	
	32.497 m³/dia		Erro %		
			19,10%		
	4,73% Erro %	PERDAS REAIS	Vaz em ramais	% da PR	
	54,41 % do VE		24.940	89,00%	
		28.022 m³/dia	Vaz em redes	% da PR	
		5,63% Erro %	2.802	10,00%	
		46,92% % do VE:	Vaz em reservatórios	% da PR	
			280	1,00%	

Figura 26 – Matriz do balanço hídrico em m³/dia

Um ponto que convém destacar é que muitos gestores de sistemas acreditam piamente que a proporção das perdas aparentes e reais em relação às perdas totais é de 50% - 50%. Em alguns casos, até com predomínio das perdas aparentes. A experiência com a modelagem de balanços no Brasil e no mundo nega esta percepção.

É fundamental ajustar o "feeling" com relação a esta questão, pois a estimativa de perdas aparentes condiciona a estimativa de perdas reais.

Mesmo nos casos em que existe um razoável controle de vazamentos e um grande descontrole comercial (o que é raro acontecer), dificilmente a proporção das perdas aparentes será maior que 30% no Brasil. Valores mais comuns para esta proporção no Brasil variam entre 10% e 20% das perdas totais. Em países desenvolvidos, ou até de desenvolvimento mediano, esta proporção é frequentemente menor que 5% das perdas totais.

Na Austrália e Nova Zelândia um valor default considerado para a submedição é 2% do volume entregue. Para fraudes e clandestinos é 0,1% do volume de entrada. Estes números dão uma dimensão do caminho que ainda temos que andar, até que tenhamos números comparáveis com estes.

05_guia aesbe.indd 48 24/09/15 16:52

9. INDICADORES
DE DESEMPENHO OPERACIONAL RECOMENDADOS PELA IWA

Os indicadores de desempenho operacional recomendados pela IWA, associados com o balanço hídrico, encontram-se resumidos na Figura 27, apresentados com dados do exemplo, os quais serão comentados a seguir.

Figura 27 – Indicadores de desempenho operacional recomendados pela IWA e exemplo de aplicação

INDICADORES DE DESEMPENHO OPERACIONAL					
PARÂMETROS DE NÍVEL DE SERVIÇO		Melhor estimativa	Margem de Erro [± %]	Limite Inferior	Limite Superior
1	Tempo Médio de Abastecimento Diário (h/dia)	19,8	5,0%	18,9	20,8
2	Pressão Média do Sistema (mca)	18,0	5,0%	17,1	18,9
VOLUMES DE PERDAS REAIS		Melhor estimativa	Margem de Erro [± %]	Limite Inferior	Limite Superior
3	PRAC - Perdas Reais Anuais Correntes (m^3/dia)	28.022	5,6%	26.444,3	29.601
4	PRAI - Perdas Reais Anuais Inevitáveis (m^3/dia)	635,9	6,7%	593,2	678,6
DESEMPENHO DE PERDAS REAIS		Melhor estimativa	Margem de Erro [± %]	Limite Inferior	Limite Superior
5	IVI - Índice de Vazamento da Infraestrutura	44,1	8,8%	40,2	47,9
6	Litros por Ramal por Dia (q.s.p.)	847,0	7,6%	782,7	911,3
7	Litros por Ramal por Dia por Metro de Pressão (q.s.p.)	47	9,1%	42,9	51,5
8	m^3 / km rede por hora (q.s.p.)	2,35	9,0%	2,1	2,6
DESEMPENHO DE PERDAS APARENTES		Melhor estimativa	Margem de Erro [± %]	Limite Inferior	Limite Superior
9	Perdas Aparentes expressas em % do Consumo Autorizado	16,4%	8,0%	15,1%	17,8%
10	Litros/ramal/dia	112	8,1%	102,8	120,9
DESEMPENHO FINANCEIRO		Melhor estimativa	Margem de Erro [± %]	Limite Inferior	Limite Superior
11	Volume de Água Não Faturada expresso em % do Volume de Entrada	57,5%	4,5%	54,9%	60,0%
12	Valor da Água Não Faturada expresso em % do Custo Operacional Anual	33,4%	4,5%	31,9%	34,9%
13	Litros por Ramal por Dia Agregado (q.s.p.)	959	6,8%	893,9	1.023,8

VER MATRIZ DE AVALIAÇÃO DAS PERDAS REAIS — D

05_guia aesbe.indd 49 24/09/15 16:52

Como se vê pela lista da Figura 27, a complexidade do fenômeno das perdas de água nos sistemas de abastecimento não permite que elas sejam entendidas com indicadores em percentual, especialmente as perdas reais.

O indicador de perdas totais expressas em percentual do volume de entrada, embora ainda muito utilizado no Brasil, é totalmente inadequado. Este indicador não tem sensibilidade para variações de TMA, de Pressão Média, de nível de consumo e de densidade de ligações. Assim, favorece sistemas com alto nível de consumo, com intermitência e pressões baixas. Por outro lado, prejudica imensamente os sistemas com baixos níveis de consumo, contínuos e bem pressurizados.

Os indicadores em porcentual seguem sendo usados apenas pela inércia da tradição, já que não há qualquer base técnica que os sustente. O argumento que diz que este indicador tem "impacto midiático" não é nem um pouco convincente: há muito tempo que a mídia e a população em geral estão acostumadas a entender indicadores muito mais complexos, como os relacionados com as doenças como diabetes, síndrome metabólica, doenças do coração, indicadores econômicos, etc. Por que razão a população e a mídia não poderiam entender perdas de água expressas em L/lig/dia? Falta apenas vontade para mudar: os argumentos estão sobrando.

9.1 PARÂMETROS DE NÍVEL DE SERVIÇO

Os parâmetros de nível de serviço servem para relativizar o cálculo dos indicadores de volume de perdas reais, pelo grau de intermitência no sistema de abastecimento e pela pressão média do sistema. Estes dois parâmetros foram discutidos no capítulo 2.

Estes parâmetros são também indicadores em si, pois o sistema de abastecimento idealmente deve prover água continuamente, 24 horas por dia, com pressão suficiente para o conforto da utilização por parte do usuário – nem demais, nem de menos.

9.2 VOLUMES DE PERDAS REAIS

O PRAC – Perdas Reais Anuais Correntes é o objetivo principal do método do balanço hídrico. Este volume, em si, dá uma ideia do grau de ineficiência da infraestrutura.

O volume de PRAI – Perdas Reais Anuais Inevitáveis é uma fórmula empírica, desenvolvida para um conjunto de sistemas de referência da IWA, que aponta qual é o limite inferior a que pode chegar as perdas reais em condições similares aos sistemas de referência (boa infraestrutura e excelente gestão de vazamentos). A fórmula que expressa volume em m³/dia é:

$$PRAI = (0{,}8 \times QR + 18 \times ER) * PMS * (TMA/24)/1000$$

Onde,
QR = quantidade de ramais pressurizados
ER = extensão de redes em km
PMS = Pressão Média do Sistema, em mca,
TMA = Tempo Médio de Abastecimento, em horas/dia.

O PRAI é um parâmetro que permite o cálculo do IVI – Índice de Vazamento da Infraestrutura

O software tem uma planilha (normalmente oculta) que realiza automaticamente o cálculo do volume de PRAI e as margens de erro associadas.

05_guia aesbe.indd 50 24/09/15 16:52

Figura 28 – Exemplo de cálculo do volume de PRAI – Perdas Reais Anuais Inevitáveis

PRAI - PERDAS REAIS ANUAIS INEVITÁVEIS			FÓRMULA: (0,8xNL + 18xER)*PMS *(TMA/24)/1000		m³/dia
	Variáveis	Quantidade	Margem de erro	PRAI REDE	PRAI RAMAIS
1	Ramais pressurizados	40.013	0,96%		ESTE CÁLCULO É AUTOMÁTICO E MERAMENTE INFORMATIVO
2	Extensão de Rede	601	5,00%		
3	Pressão Média	18,0	5,0%		
4	TMA	19,8	5,0%		
	PRAI (m³/dia)	635,89	6,72%	475,33	160,56

O PRAI é importante porque tem sensibilidade para os parâmetros de nível de serviço, extensão de redes e quantidade de ligações, e irá permitir o cálculo do IVI, o Índice de Vazamentos da Infraestrutura, que se verá a seguir.

9.3 DESEMPENHO DE PERDAS REAIS

A constatação dos especialistas é que não existe somente um indicador que possa expressar satisfatoriamente o fenômeno das perdas reais em todas as situações. Assim, a Força Tarefa da IWA para Perdas de Água recomenda o uso de 4 indicadores para expressar perdas reais.

9.3.1 IVI – Índice de Vazamento da Infraestrutura

O IVI é obtido dividindo-se o volume de perdas reais anual pelo volume de perdas reais anuais inevitáveis:

IVI = PRAC / PRAI

O IVI herda as qualidades da PRAI, que tem sensibilidade para os parâmetros de nível de serviço (TMA e Pressão Média) e para extensão de redes e quantidade de ligações.

Considera-se que o IVI é um indicador bastante adequado para fazer comparações entre sistemas diferentes, em condições infraestruturais heterogêneas – não necessariamente é útil para comparar rotineiramente um sistema com ele mesmo, principalmente nos casos em que se está reduzindo as pressões médias. A redução de pressão média, que é uma medida sumamente importante para o controle de vazamentos, reduz a PRAI – embora também reduza as perdas reais correntes. Porém, calcular a pressão média do sistema em uma base anual pode se tornar complicado em um ambiente em que as pressões médias estão sendo gradativamente reduzidas, aumentando a incerteza do cálculo.

Afirma-se ainda que o IVI também não seja adequado para sistemas muito pequenos, como boa parte dos DMC. Sistemas pequenos normalmente são muito homogêneos (consumos, infraestrutura, tipo de ocupação, etc.) e o indicador pode perder eficácia e utilidade neste tipo de cenário.

05_guia aesbe.indd 51 24/09/15 16:52

9.3.2 Litros por Ramal por Dia (q.s.p.)

Este indicador é obtido dividindo-se o volume de perdas reais pela quantidade ramais pressurizados, com ponderação pelo TMA – daí a observação q.s.p. – "Quando o Sistema está Pressurizado".

Litros por Ramal por Dia = (PRAC*1000)/ (QR*365)*(24/TMA)

Este é um indicador bastante útil para comparar o sistema com ele mesmo. Para comparar sistemas diferentes, perde eficácia, pois não tem sensibilidade para pressão média.

Também não é adequado para sistemas rurais, em que a densidade de ligações por km de rede seja inferior a 20. Neste tipo de situação, seria mais adequado utilizar o indicador em m³/h.km rede, pois as perdas nas redes tendem a se tornar mais relevantes que as perdas nos ramais.

Este indicador da IWA – L/ramal/dia (qsp) - não pode ser confundido com o indicador calculado pelo SNIS chamado Índice de Perdas por Ligação (IN051) e na maioria das empresas do Brasil, pois o indicador do SNIS não separa as perdas reais das perdas aparentes, não tem sensibilidade para TMA e utiliza no denominador a quantidade de ligações ativas e não a quantidade de ligações pressurizadas.

9.3.3 Litros por ramal por dia por metro de pressão (q.s.p.)

O indicador é calculado dividindo-se o indicador anterior pela pressão média.

Litros por Ramal por Dia por mca = (PRAC*1000)/(QR*365*PMS)*(24/TMA)

Foi concebido para permitir que o indicador em L/ramal/dia passasse a ter sensibilidade para a pressão média. É útil para comparar o sistema com ele mesmo em situações em que a pressão varia, por exemplo, o setor A, com o setor B e assim por diante.

9.3.4 m³/ km rede por hora (q.s.p.)

O indicador é calculado da seguinte forma:

M³/ km rede por hora = (PRAC / (ER*24*365))*(24/TMA)

Este indicador é útil em situações em que a densidade de ligações do sistema é muito baixa, tipicamente menor 20 ligações / km rede, como acontece em sistemas rurais, por exemplo.

9.4 DESEMPENHO DE PERDAS APARENTES

A expressão das perdas aparentes em termos de indicadores é mais simples, pois elas independem de TMA e Pressão Média, por se assemelharem a consumo. A Força Tarefa da IWA para Perdas de Água recomendou o uso de dois indicadores para perdas aparentes.

9.4.1 Perdas Aparentes em % do Consumo Autorizado

O indicador é obtido por meio da relação entre o volume de perdas aparentes e o volume de consumo autorizado, expresso percentualmente. Representa uma medida direta do quanto se poderia aumentar o consumo autorizado mediante a redução das perdas aparentes.

9.4.2 Perdas Aparentes em L/ramal/dia

O indicador é obtido dividindo-se o volume diário de perdas aparentes pela quantidade de ramais

05_guia aesbe.indd 52 24/09/15 16:52

pressurizados, por analogia com o indicador para perdas reais.

Este indicador não é relativizado pelos parâmetros de nível de serviço, já que se considera que o consumo independe em larga medida tanto do TMA quanto da pressão média.

9.5 DESEMPENHO FINANCEIRO

Alguns indicadores que muitas empresas manejam como se fosse indicadores de desempenho operacional, na metodologia da IWA são considerados indicadores financeiros.

A razão para isso é que os indicadores em % não tem sensibilidade para os parâmetros de nível de serviço (TMA e pressão Média); não têm sensibilidade para nível de consumo, para extensão de redes ou para ligações e, assim, não se prestam para serem utilizados como indicadores de desempenho operacional. A utilização de indicadores em % beneficia os sistemas com alto nível de consumo e/ou; com baixas pressões e/ou; altos níveis de intermitência.

Para medir desempenho operacional, os indicadores volumétricos são mais adequados.

9.5.1 Volume de Água Não Faturada Expressa em % do Volume de Entrada

Como o próprio nome Z, é obtido através da relação entre o volume de água não faturada e o volume de entrada no sistema. É análogo a um indicador tradicionalmente utilizado no Brasil, que é o Índice de Perdas na Distribuição (IN049 no SNIS).

9.5.2 Valor da Água Não Faturada Expresso em % do Custo Operacional Anual

Este indicador é calculado valorando-se os diversos volumes componentes de Água Não Faturada (Figura 29) oriundos do Balanço Hídrico e dividindo-se pelo custo operacional anual. Por ser uma operação feita em valores monetários, é legitimamente um indicador financeiro.

DADOS FINANCEIROS

Tarifa Média (R/m³)	1	4,75
Custo Variável de Produção e Distribuição (R$/m³)	2	2,35

Componentes da Água Não Faturada podem ser valoradas por: (i) Tarifa Média, se a água pode ser vendida ou (ii) Custo de Produção e Distribuição, se a redução de perdas acarretar apenas redução do volume de entrada no sistema. Para Tarifa Média, entre com o valor 1, para Custo de Produção e Distribuição, entre com o valor 2

Componentes da Água Não Faturada		Valor Anual
Consumo Medido Não Faturado	2	164.773
Consumo Não Medido Não Faturado	2	1.399.340
Perdas Aparentes	1	7.758.289
Perdas Reais	2	24.036.291
Valor Total da Água Não Faturada		33.358.693
Custo Operacional Anual (sem depreciação) - R$/m³		
		100.000.000

Figura 29 – Exemplo de valoração dos componentes de Água Não Faturada.

05_guia aesbe.indd 53 24/09/15 16:52

9.5.3 Litros por Ramal por Dia Agregado (q.s.p.)

Este indicador pode ser calculado como sendo a soma dos indicadores de perdas reais (q.s.p.) e perdas aparentes, identificados na relação constante na Figura 27 com os números de ordem 6 e 10.

A razão pela qual é considerado um indicador financeiro e não de desempenho operacional é que ele não identifica os volumes de perdas reais, aparentes e consumos autorizados não faturados.

Não se deve confundir este indicador com o Índice de Perdas por Ligação (IN051) do SNIS, pois no indicador do SNIS as perdas reais não são ponderadas por TMA, ao contrário do indicador da IWA.

9.6 MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE PERDAS REAIS DO BANCO MUNDIAL

O Banco Mundial desenvolveu um sistema de classificação dos sistemas de abastecimento em categorias de desempenho técnico, como um meio de promover uma espécie de benchmarking mundial. Este sistema de classificação está expresso na Figura 30. Há um sistema de classificação para países desenvolvidos e outro para não desenvolvidos – neste último o Brasil se enquadraria. Assim, na figura apresentada foi suprimida a parte que corresponde aos países desenvolvidos.

MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE PERDAS REAIS DO BANCO MUNDIAL

Categorias de Desempenho Técnico		IVI	Litros/ramal/dia (quando o sistema está pressurizado) a uma pressão de:				
			10 m	20 m	30 m	40 m	50 m
Países Não Desenvolvidos	A	1 - 4	< 50	< 100	< 150	< 200	< 250
	B	4 - 8	50-100	100-200	150-300	200-400	250-500
	C	8 - 16	100-200	200-400	300-600	400-800	500-1000
	D	> 16	> 200	> 400	> 600	> 800	> 1000

RETORNAR PARA INDICADORES		
	A	Redução adicional de perda pode não ser econômica, a menos que haja insuficiência de abastecimento; são necessárias análises mais criteriosas para identificar o custo efetivo da melhoria
	B	Potencial para melhorias significativas; considerar o gerenciamento de pressão; práticas melhores de controle ativo de vazamentos, e uma melhor manutenção da rede
	C	Registro deficiente de vazamentos; tolerável somente se a água é abundante e barata; mesmo assim, analise o nível e a natureza dos vazamentos e intensifique os esforços para redução de vazamentos
	D	Uso muito ineficiente dos recursos; programa de redução de vazamentos é imperativo e altamente prioritário

Figura 30 – Matriz de Avaliação das Perdas Reais adotada pelo Banco Mundial para países não desenvolvidos

Este sistema leva em conta o IVI, a pressão média a que o sistema está submetido e as perdas reais expressas em L/ramal/dia.

05_guia aesbe.indd 54 24/09/15 16:52

10. RECOMENDAÇÕES FINAIS

A metodologia de balanço hídrico da IWA é hoje em dia praticamente um consenso mundial, sendo oficial em muitos países desenvolvidos e utilizados por dezenas de agências reguladoras.

Seria bastante oportuno que as concessionárias fizessem um esforço para adotar as ferramentas da IWA para análise de perdas, em particular o balanço hídrico, dando base assim para um grande salto na qualidade do gerenciamento operacional dos sistemas de abastecimento, alavancando-as na direção das empresas de classe mundial do setor. Porém, há que ressaltar que o uso das ferramentas de análise de perdas tem como pré-requisito o desenvolvimento da cultura de medição nos sistemas, em particular nos sistemas distribuidores, único meio para superar uma lacuna histórica na gestão de perdas de água em nosso país.

Sendo o balanço hídrico uma das ferramentas do estado da arte para análise de perdas, é essencial que as concessionárias capacitem seus gestores operacionais para aplica-la com eficiência, ajudando a aprimorar os sistemas corporativos e retirando o máximo de proveito da ferramenta e em prol do sucesso dos programas de melhoria da eficiência operacional.

Em função da classificação do sistema nas categorias de desempenho técnico o Banco Mundial patrocinou os especialistas para sugerirem recomendações gerais de medidas, listadas a seguir, que pudessem ser adotadas pelas concessionárias.

RECOMENDAÇÕES ASSOCIADAS COM A CLASSIFICAÇÃO EM CATEGORIAS DE DESEMPENHO TÉCNICO (veja-se a Figura 30)

Recomendações do Banco Mundial	A	B	C	D
Investigação das opções de melhoria do gerenciamento de pressão	SIM	SIM	SIM	
Investigação das possibilidades de melhoria da rapidez e qualidade dos reparos	SIM	SIM	SIM	
Revisão da frequência econômica de intervenções	SIM	SIM		
Introdução / melhoria do controle ativo de vazamentos	SIM	SIM	SIM	
Identificação de opções para melhorar os procedimentos de manutenção		SIM	SIM	
Avaliação do nível econômico de vazamentos	SIM	SIM		
Revisão das frequências de arrebentamentos		SIM	SIM	
Revisão das políticas de gerenciamento de ativos		SIM	SIM	SIM
Redução das deficiências de mão de obra, treinamento e comunicações.			SIM	SIM
Planejamento quinquenal par alcançar melhor enquadramento nas categorias de desempenho			SIM	SIM
Revisão geral de todas as atividades e procedimentos				SIM

05_guia aesbe.indd 55 24/09/15 16:52

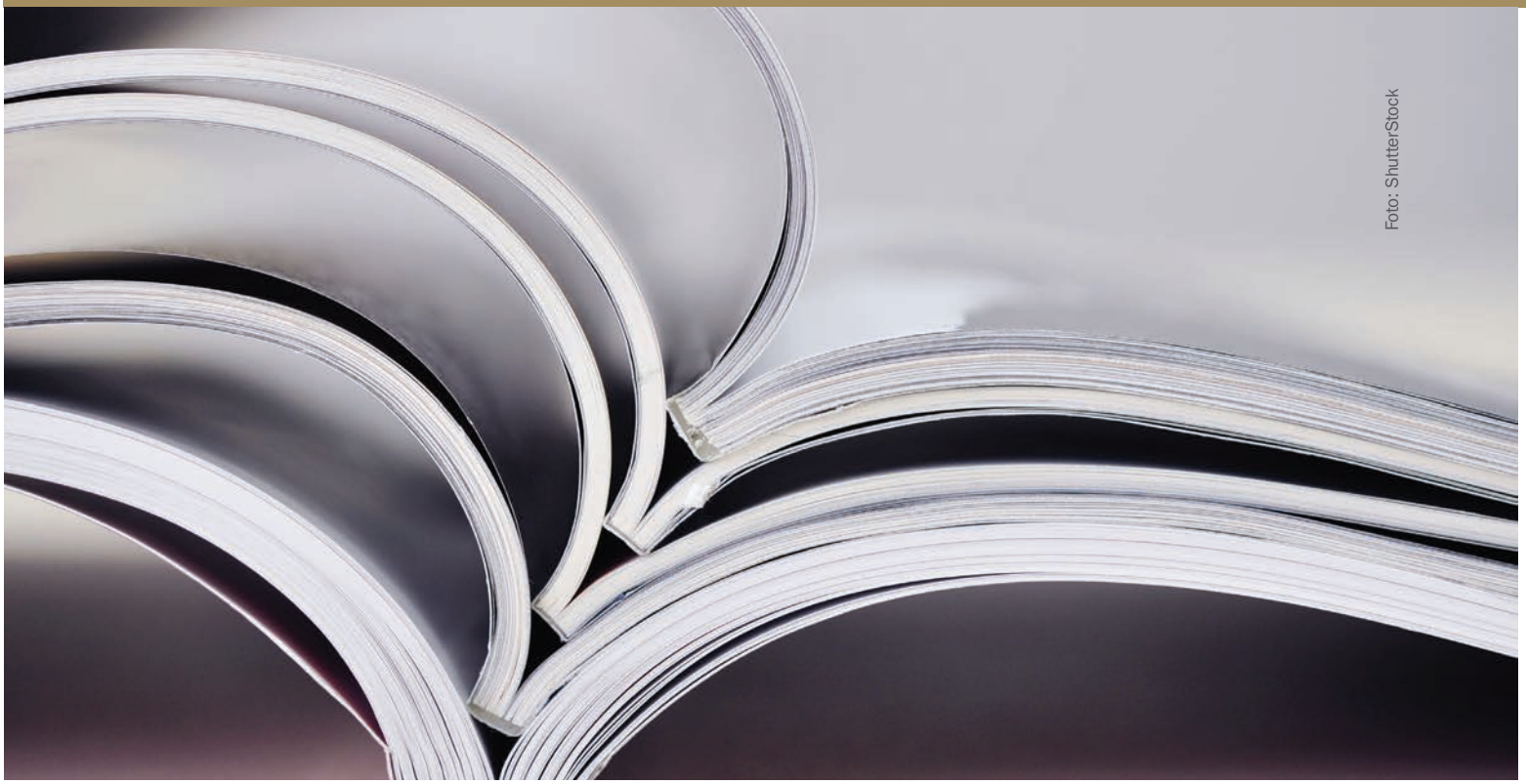


Foto: ShutterStock

11. REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS ESTADUAIS DE SANEAMENTO. **Guias Práticos**. Brasília, 2014. Disponível em: www.aesbe.org.br.
- FARLEY, M. e outros. **The Manager's Non-Revenue Water Handbook**: A Guide to Understanding Water Losses. Ranhill Utilities Berhad and the United States Agency for International Development (USAID). 2008.
- INMETRO. **Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia** (VIM). 2008.
- ISO. **GUM 2008 – Guia para Expressão da Incerteza de Medição**. Inmetro. 1. ed. brasileira. Rio de Janeiro, 2012.
- LAMBERT, A.; Taylor, R., **Water Loss Guidelines**. Water New Zealand. 2010.
- LIEMBERGER, R. **WB Easy Calc**. Disponível em: www.liemberger.cc, 2012.
- MACKENZIE, R. **Aqualite Water Balance Software** – User Guide. Water Research Commission (WRC) TT 315/07. África do Sul, 2007.
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Brasília, 2013. Disponível em: www.snis.gov.br.

05_guia aesbe.indd 56 24/09/15 16:52

ANOTAÇÕES

05_guia aesbe.indd 57 24/09/15 16:52

05_guia aesbe.indd 58 24/09/15 16:52

05_guia aesbe.indd 59 24/09/15 16:52

05_guia aesbe.indd 60 24/09/15 16:52

05_guia aesbe.indd 61 24/09/15 16:52

05_guia aesbe.indd 62 24/09/15 16:52

05_guia aesbe.indd 63 24/09/15 16:52

05_guia aesbe.indd 64 24/09/15 16:52