

UMA DÉCADA DE CONTROLE DE PRESSÃO NAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO DA SABESP

[Valdemir Viana de Freitas*]
 [Alex Orellana*]
 [José Gilberto Kuhl*]
 [Claudia Regina Osório Oliveira*]

RESUMO:

Água, principal matéria-prima da civilização, fonte essencial da vida, recurso natural dos mais escassos, de tão essencial só a valorizamos quando falta em nossa torneira. A consciência da complexa "viagem" desse recurso, a partir dos mananciais até os conglomerados urbanos, nos faz mais responsáveis pela busca do desenvolvimento de sistemas de abastecimento que otimizem o fluxo de água, mantendo os limites adequados de pressão, sem prejuízo ao abastecimento. Com os mananciais cada vez mais distantes e custos elevados, uma reflexão deve ser feita: nem toda água produzida chega aos consumidores, e nem toda água consumida é faturada. O combate à perdas de água, neste cenário, visa não só eliminar o desperdício, mas a garantir a manutenção da universalização do abastecimento de água. Dentro desse contexto, o desafio da Região Metropolitana em 1997 era reduzir o índice de perdas que chegavam ao patamar de 650 l/lig.dia. A principal causa identificada era a elevada pressão nos sistemas de distribuição. O gerenciamento de pressão era necessário. A implantação de válvulas redutoras de pressão-VRPs foi a forma encontrada para resolver o problema.

PALAVRAS-CHAVE:

Controle de pressão, válvulas redutoras de pressão, redução de perdas, otimização de abastecimento

INTRODUÇÃO

Até os anos 70, para atender as Normas de Projeto da ABNT - quanto aos limites de pressões superiores - principalmente nas regiões de topografia extremamente acidentada e com baixo adensamento relativo, instalavam-se nas micro zonas de pressão as caixas de quebra-pressão e os stand-pipes. Estas soluções apresen-

tavam custos relativamente altos e passíveis de falha pelas limitações tecnológicas dos próprios dispositivos de quebra-pressão. Com a expansão da ocupação urbana para as regiões periféricas e a busca de soluções alternativas mais econômicas, as VRPs passaram a ser consideradas para tal finalidade. Naquela ocasião, enfrentava-se forte restrição às importações e os modelos de VRPs disponíveis eram

adaptações dos sistemas empregados no setor pneumático ou então cópias grosseiras de produtos estrangeiros.

O dimensionamento era feito para que trabalhassem com gradiente fixo, ou seja, uma diferença de pressão constante independentemente da vazão.

O projeto de instalação adotado era o sistema in-line em caixas subterrâneas, compatibilizando-se o diâmetro do dispositivo com o diâmetro da tubulação principal, havendo basicamente a preocupação com os limites de gradiente de quebra de pressão por unidade.

No começo dos anos 90, válvulas globo desenvolvidas nacionalmente ou fabricação de válvulas com tecnologia importada trouxeram grandes mudanças nesse campo.

As válvulas eram acionadas hidráulicamente (sistema de diafragma), aproveitando-se a pressão de montante para acionamento dos obturadores. Estas, por sua vez, apresentavam maior passagem livre e as vedações melhor desempenho. Os sistemas de controles passaram também a ser hidráulicos com elementos filtrantes.

Estas válvulas e os sistemas de controles permitiram desenvolver projetos extremamente flexíveis, podendo-se aplicá-los como sustentadores de pressão (pressão de jusante constante), controladores de nível (válvulas de altitude), controladores de vazão, etc.



Modelo inicial



Válvulas globo com diafragma

IMPLANTAÇÃO DE VÁLVULAS REDUTORA DE PRESSÃO NA SABESP;

O programa de redução de pressão vem sendo constituído, desde 1995, com testes realizados em bancada da Sabesp Guarapiranga, com válvulas de controle automático para redução de pressão. No segundo semestre deste ano, foram realizadas no Jardim Princesa, no bairro do Jaraguá, as primeiras experiências de campo para consolidar a nova tecnologia. Nessa área de abastecimento do setor Jaraguá foi instalada a primeira válvula de controle automático em rede de distribuição de água. Em novembro de 1996, a válvula foi substituída. Passou a ser operada por controlador eletrônico. Com o sucesso das experiências, a tecnologia foi consolidada, e o Jardim Princesa "internacionalmente conhecido", após as visitas de técnicos israelenses, canadenses, franceses e ingleses.

As experiências práticas obtidas na administração do primeiro contrato piloto, para instalação de válvulas redutoras de pressão na RMS, mostraram que as contratações tipo turn key (estudo, projeto, fornecimento e instalação) acelerariam o programa de redução de pressão.

O programa de redução de pressão foi planejado com os seguintes pressupostos:

- contratações tipo turn key, por setor de abastecimento
- priorização de setores com

abastecimento consolidado.

- Utilização do mapeamento de pressões como ferramenta de trabalho.
- Capacitação dos técnicos no acompanhamento da execução dos contratos.
- Pré-operação e transferência de tecnologia no escopo do contrato.

A atuação no processo de gestão operacional, para redução de perdas no modelo proposto para Região Metropolitana de São Paulo, foi ancorada na ação de controlar a rede de distribuição com válvulas redutoras de pressão, para diminuição das perdas reais (físicas). O aprimoramento do funcionamento da válvula redutora se dá por meio da instalação de um controlador automático na válvula, que otimiza o funcionamento e trabalha em função do consumo do setor, tendo condições de máxima vazão, se libera a máxima pressão necessária para atender o ponto crítico do setor, quando da mínima vazão, se libera a mínima pressão. Esta modulação permite atender o setor de abastecimento com pressões adequadas, tanto no abastecimento dinâmico quanto no abastecimento estático.

A definição dos locais de instalação são previamente estudados por campanhas de medição de pressão instantânea, por manômetros e levando em consideração as cotas altimétricas. Cria-se subsetores com o isolamento por meio de registros internos do setor de abastecimento, cada subsetor terá apenas

uma rede para entrada de água a qual deve ser suficiente para atender a demanda requisitada. Faz-se uma medição de vazão do subsetor para o dimensionamento da válvula redutora e em conjunto faz-se medição de pressão na entrada e no ponto mais crítico de abastecimento para se analisar a viabilidade do controle de pressão dentro do subsetor.

Em resumo temos:

- Definição da área em função de:

- Pressão Estática/Pressão Dinâmica
- Extensão da rede
- Frequência de vazamentos

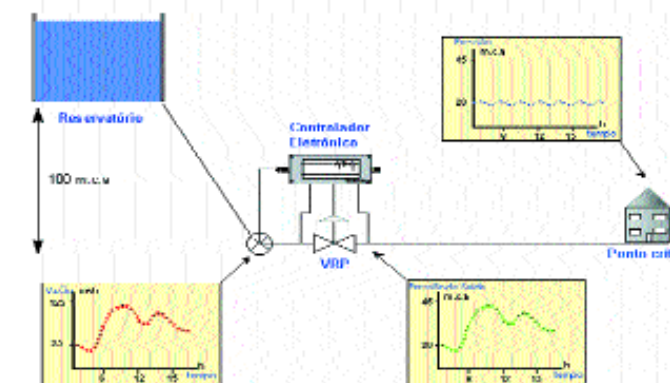
- Medição da vazão e pressão em pontos críticos;

- Levantamento de dados dos pontos principais (logger) - Clientes Especiais;
- Dimensionamento da vazão (Q) da VRP;
- Definição das regras de operação, visando à vazão mínima noturna.

TIPOS DE VÁLVULAS REDUTORAS DE PRESSÃO:

- Saídas fixas - Pressão de saída mantida constante ao longo do tempo;
- Controle por tempo - Pressão de saída varia em função dos horários (pré-programada);
- Controle por vazão - Pressão de saída varia em função da demanda.

Figura: Esquema com exemplo do controle por vazão



UMA DÉCADA DE CONTROLE DE PRESSÃO NAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO DA SABESP

→ As válvulas redutoras foram instaladas para atender aos seguintes pressupostos:

- **Controle:** Gerenciamento de vazões e pressões (inclusive o ponto crítico);
- **Redução:** Redução da vazão do vazamento por meio do rebaixamento e da modulação do plano piezométrico;
- **Proteção:** Redução do número de vazamentos.

O gerenciamento das perdas reais pode ser dividido em quatro macroações, conforme figura abaixo:

No começo dos anos 90, válvulas globo desenvolvidas nacionalmente ou fabricação de válvulas com tecnologia importada trouxeram grandes mudanças

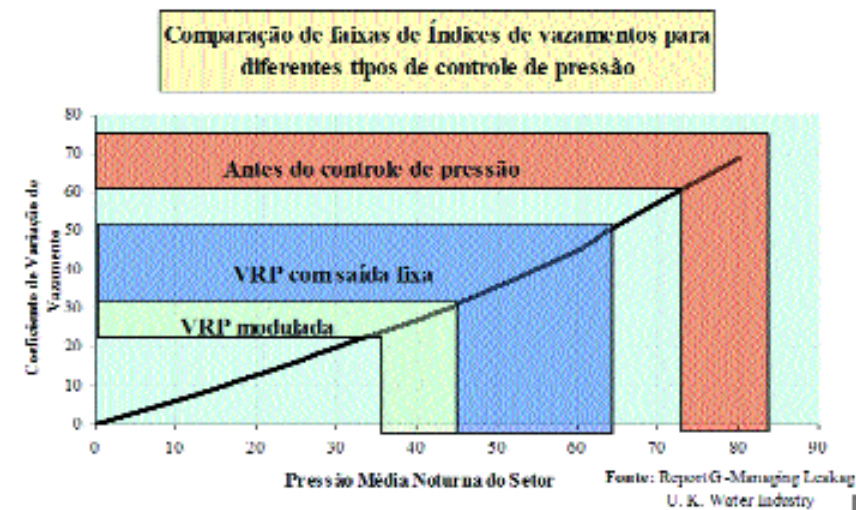
As grandes válvulas foram priorizadas mesmo que só reduzissem a pressão estática do período noturno. O retorno do investimento se deu em consideração da estimativa da relação custo/benefício, em média de quatro a seis meses. O controle de pressão não se encerra na redução, diminui-se o volume perdido, aumentando-se a oferta de água para áreas submetidas a intermitências, melhorando a performance do abastecimento, impactando positivamente na imagem da empresa. É difícil quantificar os valores referentes ao problema de imagem e qualidade de água, porém é possível calcular os custos do terceiro ponto acima citado, como segue:

- **redução de vazamento ao custo do produto (água);**
- **aumento de faturamento (preço de venda);**
- **redução dos custos de manutenção devido à redução de reparos de vazamentos;**
- **adiamento de aplicação de recursos para reservatórios, estações de tratamento e adutoras novas etc.**

Considerando o acima exposto, podemos priorizar as áreas para implantação de Controle de Pressão, objetivando aquelas que têm a maior relação custo/benefício.

O quadro abaixo demonstra a evolução de ocorrência de vazamentos antes e depois da instalação da válvula redutora de pressão.

As grandes válvulas foram priorizadas mesmo que só reduzissem a pressão estática do período noturno



VRP	Local	Nº de Manutenções (trimestre)		Redução de Despesas (R\$)
		2001	2002	
Jandaia	Ramal	175	123	2645,00
	Rede	29	5	1978,00
Marieta	Ramal	81	38	2272,00
	Rede	6	2	474,00
São Miguel	Ramal	74	30	2680,00
	Rede	21	1	209,00
Sapé	Ramal	40	27	459,00
	Rede	24	4	2877,00
Total		450	230	15394,00

ALINHAMENTO DOS CONCEITOS

Em julho de 1999, foi realizado o 1º workshop de válvulas redutoras de pressão. Participaram 70 técnicos das unidades de negócio da Diretoria Metropolitana, que avaliaram o programa de redução de pressão na RMSP e traçaram diretrizes para os próximos anos:

- **Controlar 40 % da extensão de rede da RMSP com VRPs;**
- **Consolidar a contratação nos moldes turn-kei;**
- **Elaborar manual com procedimentos de dimensionamento, projeto, instalação e operação de VRPs;**
- **Desenvolver uma ferramenta benefício/custo para o programa de redução de pressão.**

O workshop deu a indicação de que os trabalhos estavam na rota correta, porém havia um desafio: manter as válvulas implantadas operando na sua melhor performance.

Para isso, foi necessário estruturar, usar as visitas periódicas para realizar ajustes e manutenções necessárias para atendimento dos objetivos propostos.

OPERAÇÃO DAS VÁLVULAS IMPLANTADAS

Os próximos anos seriam de consolidação do processo para atender aos desafios, seguimos as seguintes premissas:

- **classificação das válvulas em função da extensão de rede coberta;**
- **realização das visitas preventivas com periodicidade semanal, quinzenal e mensal, conforme sua classificação;**
- **montagem de estoque estratégico de peças para manutenção;**
- **nacionalização de alguns componentes para manutenção;**
- **telemetriação das principais válvulas redutoras de pressão;**
- **desenvolvimento de bancada para testar equipamentos.**

Desses itens, podemos destacar a implantação da telemetria nas prin-

cipais válvulas, como forma de otimizar as regulagens por meio do acompanhamento diário do funcionamento do sistema redutor de pressão. No sistema desenvolvido, as válvulas redutoras de pressão e seus respectivos pontos críticos de abastecimento são acessados diariamente, obtendo o pacote de dados armazenados nos controladores ou nos registradores eletrônicos de pressão dos pontos críticos. Os dados transmitidos são pressão (montante e jusante) e vazão, no caso das válvulas, e pressão, nos casos de ponto crítico de abastecimento, possibilitando geração de gráficos e tabelas, além da criação de banco de dados.

Os dados disponíveis no sistema supervisorio podem desencadear dois tipos de ação:

- **Ação corretiva: deslocamento de uma equipe de controle de pressão para identificar o problema existente;**
- **Ação preventiva: a análise dos dados históricos e alterações dos parâmetros programados ou deslocamento de uma equipe de controle de pressão ou desencadeamento de varredura parcial ou total com equipes de detecção de vazamento não visíveis.**

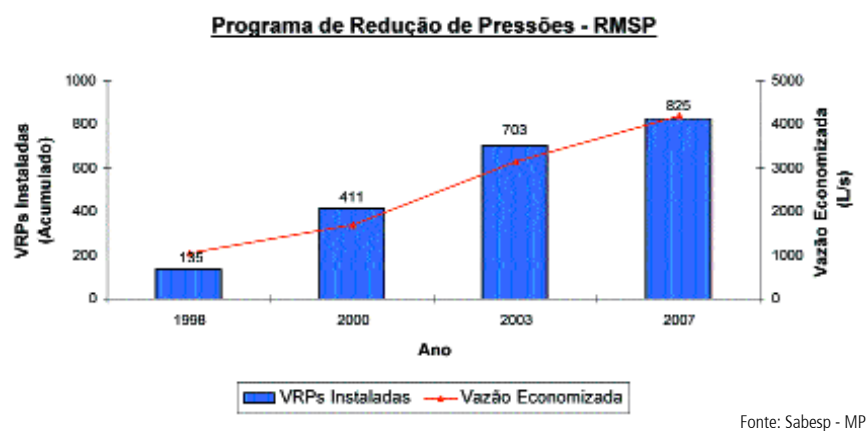
A operação contínua, visando permitir a maior redução de pressão, ampliou os conhecimentos nos setores, visualizando novos pontos críticos de abastecimento a cada nova regulagem, gerando micro intervenções como pequenas interligações, retirada de obstruções, entre outras. Utilizar a válvula como instrumento para selecionar prioridades no sistema foi uma boa nova que permitiu melhorar o desempenho dos setores de abastecimento. O quadro abaixo indica as principais fases do gerenciamento de pressão:

GERENCIAMENTO DE PRESSÃO	CURTO PRAZO	REDUZIR AS PRESSÕES EXCESSIVAS
	MÉDIO PRAZO	AUMENTAR EXTENSIVAMENTE A SETORIZAÇÃO FAZER UM REFINADO CONTROLE DE PRESSÃO
	LONGO PRAZO	REVISAR PADRÕES DOS SERVIÇOS

UMA DÉCADA DE CONTROLE DE PRESSÃO NAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO DA SABESP

→ CENÁRIO ATUAL

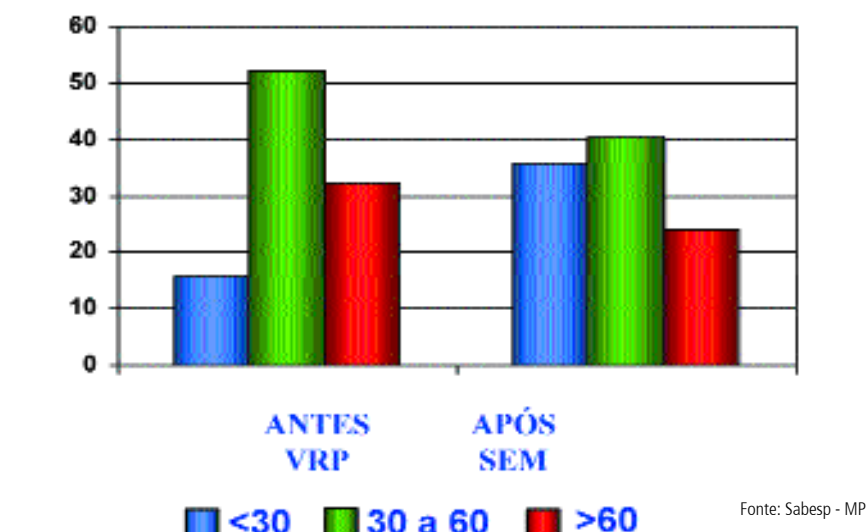
Na Região Metropolitana as implantações não cessaram. Em 2007, foram 30 novas válvulas, com previsão de chegar a 94 implantações. Hoje, temos 825 válvulas operando regularmente, com extensão de 8 mil quilômetros de rede, 30 % da rede cadastrada na Região Metropolitana. A média de extensão chega a 9,69 km por válvula. A economia gerada supera os 4,2 m3/s., equivalente a 4 vezes a produção da Eta Alto Cotia ou maior que o consumo do município de Guarulhos.



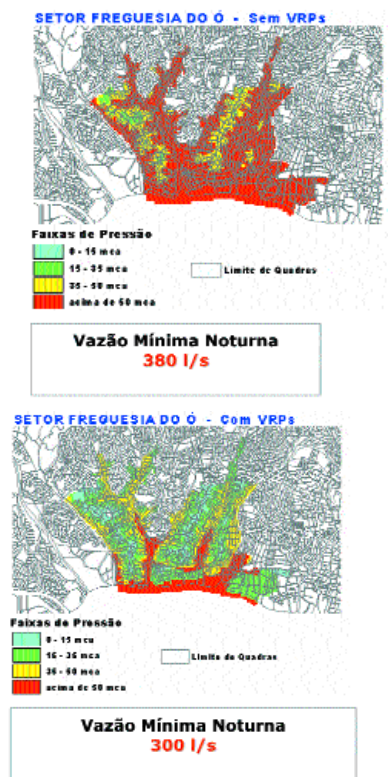
RESULTADOS OBTIDOS NA UNIDADE DE NEGÓCIO NORTE-MN

No caso da Região Norte da RMSP, que apresenta variações topográficas com cotas desde 720 a 900 metros acima do nível do mar, apresenta ambiente propício para um programa de controle de pressão. Nas cotas inferiores as pressões chegavam a 100 mca. O mapeamento das pressões estáticas indicava que mais de 32% das redes de distribuição apresentavam pressões maiores que 60 mca, sendo esse fator um dos principais causadores de vazamentos.

QUADRO COMPARATIVO DAS PRESSÕES



Os setores prioritizados foram aqueles que apresentavam em comum pressões elevadas, crescimento estabilizado, grande participação de redes antigas, normalmente coincidentes com áreas de grande incidência de vazamentos. Na figura abaixo, temos mapeamento de pressão estática do setor Freguesia antes e depois do programa, verifica-se a substituição de grandes áreas com pressões acima de 50 mca por outras de 15 a 35 mca.



Nesses setores, o desempenho das válvulas aumenta nos horários que há menor consumo, já que com a utilização dos controladores viabiliza várias faixas de redução de pressão. Como exemplo, temos a vazão do setor Freguesia, que durante a madrugada, horário com maior concentração de volume perdido, tem-se o melhor retorno. Nesse período, as reduções chegam a 20%, nos horários críticos o desempenho cai

abaixo dos 10%. Ou seja, os volumes reduzidos não proporcionam desabastecimento, são em grande parte os ganhos obtidos na redução da vazão do vazamento e a diminuição de novas ocorrências de arrebentados.

QUADRO COM DISTRIBUIÇÃO DA VAZÃO POR FAIXAS;

CONTROLE	FAIXA HORÁRIA (H)					
	00 - 03	04 - 07	08 - 11	12 - 15	16 - 19	20 - 23
SEM VRP - (l/s)	378	419	657	657	588	494
COM VRP (l/s)	301	368	615	622	539	438

Fonte: Sabesp - MN

IMPACTOS NA ADUÇÃO;

Com os trabalhos focados em setores consolidados estruturalmente, os resultados foram expressivos, variando conforme participação do controle de pressão no setor. Os setores Vila Maria, Vila Medeiros e Freguesia têm internamente grandes válvulas que chegam até 120 km de extensão de rede, permitindo grandes reduções de volume a cada regulagem.

QUADRO COMPARATIVO DE VAZÕES;

Setor	Cobertura Vrp (KM)	% (setor)	Vazão 1997 (l/s)	Vazão 2007 (l/s)	Variação 1997 - 2007 (%)
Vila Maria	123,58	81,88	540	368	-31,85%
Vila Medeiros	199,96	96,2	500	412	-17,60%
Freguesia do Ó	260	100	528	435	-17,61%
Casa Verde	20,35	23	297	256	-13,80%
VI Jaguará	41,56	45,05	146	146	0,00%

Fonte: Sabesp MN

O controle de pressão expressivo resultou na melhoria dos indicadores operacionais da UN Norte, o crescimento do volume produzido foi pequeno se comparamos o crescimento vegetativo observado nos últimos 10 anos, impactando diretamente na redução de perdas de água.

QUADRO COM DESEMPENHO DOS INDICADORES OPERACIONAIS DA UN NORTE

Dados	1997	2007	Variação
lig ativas	595.695	735.352	23%
Economias	761.628	952.445	25%
Prod. m3 x1000	303.784	313.461	3%
Vrp (%)	2	40	38%
Vol/Lig	509,97	426,27	-16%
Vol/Eco	398,86	329,11	-17%
Ind. Perdas (l/lig.dia)	631	486	-23%

CONCLUSÃO:

A Região Metropolitana de São Paulo atendida pela Sabesp, obteve, por meio do Programa de Redução de Pressão, ganhos de eficiência na operação do sistema de distribuição, promovendo redução de custos, economia de água e postergando a implantação de novos mananciais para a RMSP.

Os setores que possuem maior extensão de rede com pressões controladas, desenvolveram melhor a questão da redução de perdas. Houve nesse período uma sensível queda nos indicadores de perdas, em especial podemos destacar que em 1997, os índices giraram em torno dos 650 l/lig*dia, atualmente o patamar é outro, 500 l/lig*dia. Grande parte dessa redução teve contribuição direta do controle de pressão na rede.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. YOSHIMOTO P M, FILHO J T, SARZEDAS G L. Controle da pressão na rede. Brasília, 1999. (PNCDA - Programa Nacional de Combate ao desperdício de água, DTA - D1).
2. SILVA R T; CONEJO J G L, ALVES R F K, MIRANDA E C. Indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água. Brasília, 1998 (PNCDA - Programa Nacional de Combate ao Desperdício de água, DTA - A2).
3. LAMBERT, ALLAN, MANAGING WATER PRESSURE, 1994.
4. ENOPS ENGENHARIA, PROPOSTA TÉCNICA PARA IMPLANTAÇÃO DE VRPs, 2003

* **Valdemir Viana de Freitas**, Engenheiro civil pela Universidade de Guarulhos (UNG), pós graduado em engenharia de saneamento básico pela Universidade de São Paulo (USP). Gerente da Divisão de Controle de Perdas Norte - Sabesp.
Alex Orellana, Tecnólogo em Mecânica pela Faculdade de tecnologia de São Paulo (Fatec-SP), Engenheiro Mecânico pela Universidade Nove de Julho (UNINOVE), pós graduado em Administração de Empresas pela Universidade Cidade de São Paulo (UNICID), Gerente da Divisão de Operação de Água Norte - Sabesp.
José Gilberto Kuhl, Historiador pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Guarulhos (Faficil), pós graduado em educação ambiental pela Universidade de São Paulo (USP) - Encarregado de Operação da Divisão de Operação de Água Norte - Sabesp.
Claudia Regina Osório Oliveira, Tecnóloga em Construção Civil e Hidráulica pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo (Fatec-SP) Engenheira Civil pela Universidade Anhembi e Morumbi - Engenheira da Divisão de Controle de Perdas Norte - Sabesp.

Endereço: Rua. Conselheiro Saraiva, 519 - Santana - São Paulo - São Paulo - CEP: 02037-021 - Brasil - Tel: (11) 6971-4096 - Fax: (11) 6971-4098 - e-mail: vvfreitas@sabesp.com.br.