

## **XI-034 – REDUÇÃO DA PERDA DE ÁGUA COM O CONTROLE DE VAZÃO EM SUBSETOR DE ABASTECIMENTO DA CIDADE DO SALVADOR, BAHIA**

**Sérgio Ricardo dos Santos Silva<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Civil, UEFS. Mestre em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo – Ênfase em Produção Limpa, UFBA. Especialista em Construção Civil, FTC. Professor do Curso de Engenharia Civil da UNIFACS. Engenheiro da Embasa ocupando a função de Gerente da Unidade Regional de Pirajá.

**Antônio Leal Reis**

Técnico da Embasa ocupando a função de Gerente da Divisão de Operações da Unidade Regional de Pirajá.

**Leonardo Bomfim de Abreu**

Técnico em Saneamento da Embasa responsável pelo Núcleo de Combate as Perdas da Unidade Regional de Pirajá.

**Nelson Ferreira Moraes**

Supervisor do Escritório de Serviços de Águas Claras da Unidade Regional de Pirajá.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Nova de Pirajá s/n, Pirajá - Salvador - BA - CEP: 41290-010 - Brasil - Tel: (71) 3390-6465 - e-mail: umj@embasa.ba.gov.br.

### **RESUMO**

Entende-se que sistemas de distribuição submetidos às elevadas pressões possibilita maiores volumes perdidos, pois além de aumentar a frequência de arrebentamentos das redes, aumenta a vazão dos vazamentos. O controle de pressão é, portanto, a alternativa mais simples e de resultados mais imediatos e viáveis do ponto de vista econômico para minimizar as perdas reais de água.

A proposta deste trabalho é apresentar os resultados do uso de Válvula Controladora de Vazão em Subsetor implantado em região com topografia acidentada Zona 62 do Sistema Integrado de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador. Foram utilizadas também Válvulas Sustentadoras/Redutoras de Pressão em áreas menores dentro deste Subsetor. Esta ação operacional foi associada a outras atividades desenvolvidas pela gestão comercial da empresa de saneamento para minimizar as perdas aparentes.

Após implantação da Unidade de Controle de Vazão do Subsetor, houve uma redução de 28,18% da perda de faturamento de água, onde a vazão distribuída, que antes era de 17,33 l/s, diminuiu para 13,81 l/s sem comprometer ao abastecimento de água nas áreas com cota topográfica mais alta, que neste local estão os consumidores de melhor potencial econômico.

Acreditamos que o avanço de novas tecnologias de redução e controle de perdas possa conduzir a promoção da sustentabilidade ambiental nos diversos centros urbanos com a garantia do abastecimento contínuo de água para esta e futuras gerações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Redução de Perdas, Subsetor, Controle de Vazão, Abastecimento de água.

### **INTRODUÇÃO**

As empresas de saneamento têm como objetivo fundamental a produção de um bem público, a água tratada, e a distribuição desta à população, com regularidade, na quantidade e qualidade adequadas, ao menor custo possível. Para isso, as empresas de saneamento têm como desafio permanente a necessidade de controlar as perdas de água nos SAA's (Sistemas de Abastecimento de Água), de forma a minimizá-las a níveis aceitáveis (ARAGÃO, 2003). Contudo, são alarmantes as perdas de água no sistema operacional das empresas de saneamento do País.

Conforme Brasil (2010), 10 empresas de saneamento de abrangência regional apresentaram índices de perdas superiores a 50% e este índice entre as 26 empresas avaliadas apontam para o indicador médio de 35,9%. Os índices de perdas estão relacionados à qualidade da infraestrutura e da gestão dos SAA's de forma que os percentuais acima do aceitável são relacionadas a gestão comercial, a exemplo das dificuldades no combate as ligações clandestinas e outras fraudes, bem como também à gestão operacional dos quais se destaca as falhas na detecção de vazamentos e existência de redes funcionando com pressões muito altas.

Portanto, antes de propor investimentos na ampliação dos SAA's é recomendável disponibilizar recursos para a melhoria operacional e reforma da gestão comercial existente, pois neste contexto, nem sempre a ampliação do Sistema, é a solução para minimizar o desabastecimento nas grandes cidades brasileiras, pois, antes disto é necessário observar com atenção para a questão das perdas de água e do desperdício de água por parte dos usuários.

Atualmente tem-se buscado novas práticas operacionais e tecnologias para auxiliar no combate às perdas reais. Uma das premissas é que as redes de água devem trabalhar com pressões suficientes para manter o abastecimento regular, que conforme a ABNT NBR nº 12.218/1994, devem ser asseguradas às pressões dinâmicas mínimas de 10 m.c.a e pressões estáticas máximas de 50 m.c.a e fora destes limites é necessária justificativas técnicas e econômicas.

O controle de pressão é, portanto, a alternativa mais simples e de resultados mais imediatos e viáveis do ponto de vista econômico para minimizar as perdas reais, pois sistemas de distribuição submetidos às elevadas pressões possibilita a ocorrência de maiores volumes perdidos, pois além de aumentar a frequência de arrebentamentos das redes, aumenta a vazão dos vazamentos.

A implantação de distrito pitométrico, aqui denominado subsetor, é uma estratégia adotada para o controle e redução de perdas em sistemas de distribuição de água que consiste na delimitação de uma área estanque com um único ponto de entrada no qual é controlada a vazão e a pressão por meio de equipamentos hidráulicos. Em geral a Unidade de Controle é composta por um medidor de água para o controle da vazão e de uma VRP (Válvula Redutora de Pressão) para a manutenção da pressão adequada nas redes do subsetor.

Existem situações que ocorrem em regiões com desnível topográfico acentuado e em geral nas horas de maior consumo, algumas dificuldades de abastecimento contínuo de água para as áreas com cotas mais altas por conta das vazões destinadas para as áreas de cotas mais baixas que pelas condições hidráulicas são bem abastecidas. Neste contexto a proposta deste trabalho consiste em apresentar os resultados da implantação de um subsetor com uma Unidade de Controle composta por um medidor de água e de uma VCP (Válvula Controladora de Vazão), enquanto o controle das pressões é feito com a utilização de VSRP's (Válvulas Sustentadoras-Redutoras de Pressão) em áreas menores deste subsetor.

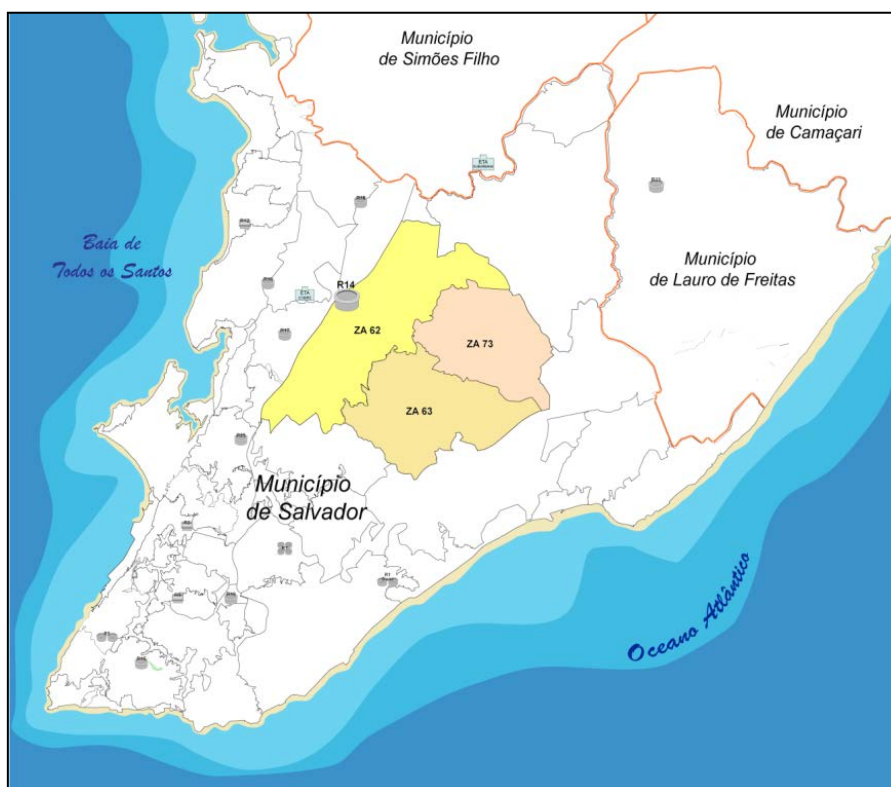
## OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar a estratégia adotada para o controle e redução de perdas de água em Subsetor composto por Unidade de Controle de Vazão implantado na ZA 62 do Sistema Integrado de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador, Bahia.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A proposta deste trabalho foi aplicada em um Subsetor implantado na ZA 62 (Zona de Abastecimento) do Sistema Integrado de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador atendido pelo Reservatório elevado R-14T instalado no Parque de Reservação Águas claras sob a responsabilidade da Embasa (Empresa Baiana de Águas e Saneamento).

A Figura 1 mostra o mapa que destaca a área de atendimento do Parque de Águas Claras, composto pelo reservatório apoiado R-14 que atende a Zona Baixa, as ZA's 63 e 73 e pelo reservatório elevado R-14T ( $NA_{\min}=119,0m$  e  $NA_{\max}=128,8m$ ) responsável pela Zona Alta, ZA 62. Observa-se que o atendimento destes reservatórios é para bairros do subúrbio da cidade do Salvador, caracterizados como de perfil socioeconômico de renda média a baixa.



**Figura 1 – Sistema Águas Claras (R-14 e R14T) que atende as ZA's 62, 63 e 73.**

A ZA 62 possui topografia bastante acidentada dificultando o abastecimento nos pontos de cotas mais elevadas, onde ocorre, às vezes, baixas pressões dinâmicas nas redes nos horários de pico, com a elevação da demanda de água durante o dia, mesmo mantidas a vazão média diária do reservatório de distribuição. Contudo nos horários de menor consumo (no período noturno), as pressões nas redes são suficientes para atender estes pontos críticos, permitindo o devido abastecimento para o usuário que possui reservatório domiciliar.

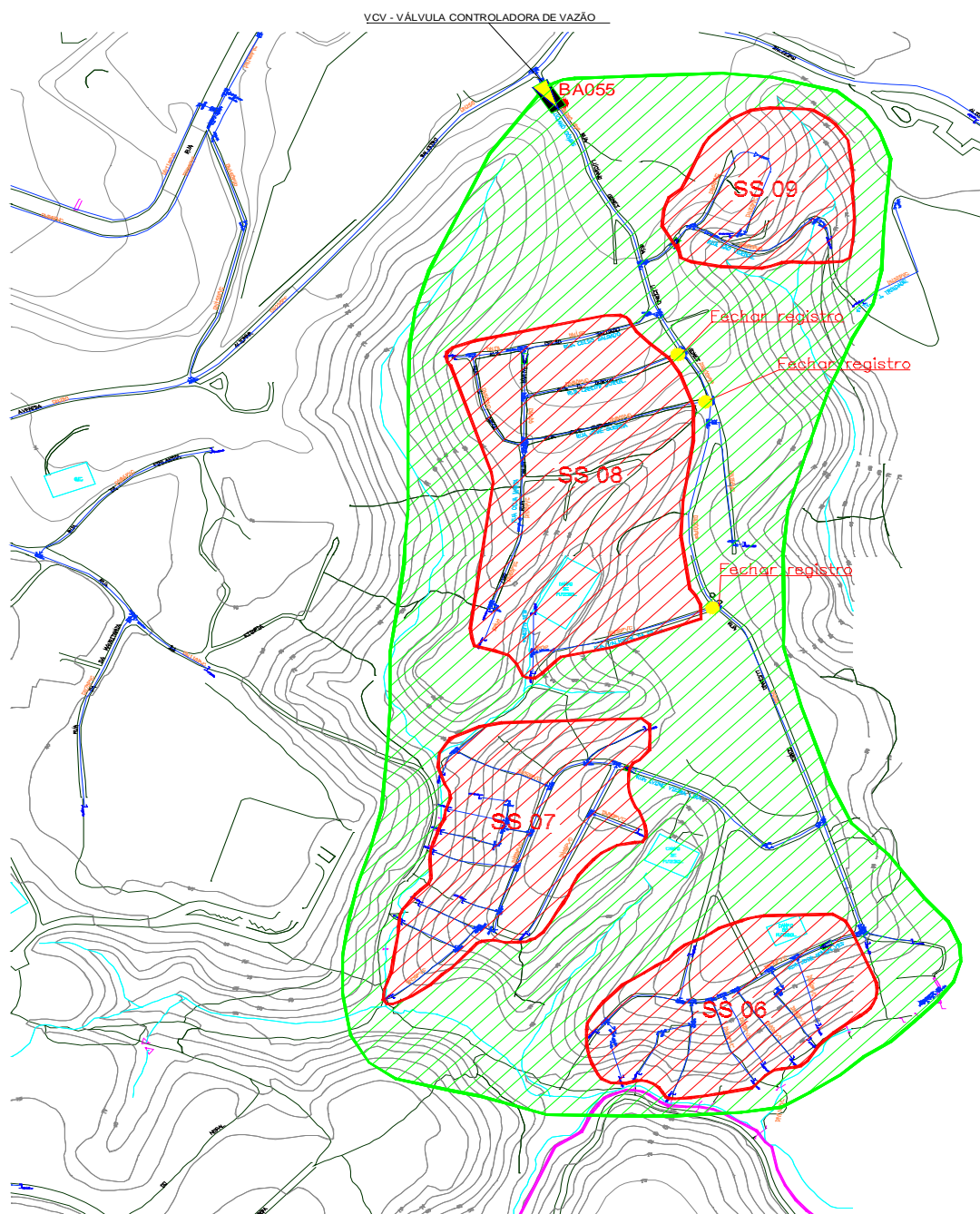
Já nas áreas de cotas topográficas mais baixas não têm problemas técnicos de abastecimento pelas suas próprias condições hidráulicas que permitem pressões na rede durante todo o dia. Porém, nestas áreas existem ocupações irregulares e a grande perda de água é provocada pelo alto índice de fraudes e desperdício que comprometem o abastecimento daquelas quadras situadas em cotas superiores. A falta de planejamento urbano e de infraestrutura vem agravando este problema com o avanço acelerado das ocupações irregulares que em sua maioria crescem nas regiões mais baixas. Além disso, tem-se uma parte destes usuários que não possui instalações adequadas e reservatório.

Nesta região vem ocorrendo uma forte expansão imobiliária, na qual muitas as antigas chácaras que existiam nesta região do subúrbio da cidade deram lugar a vários Conjuntos Residenciais oriundos de Programas Habitacionais do Governo Federal e Estadual. Esta situação vem aumentando a demanda de água, em curto período de tempo nestas localidades.

### **Ações desenvolvidas**

Consiste em avaliar a implantação de um subsetor com uma Unidade de Controle composta por um medidor de água e de uma VCP (Válvula Controladora de Vazão), utilizando como princípio a compatibilização da oferta de água com a demanda, em vez da exclusiva redução de pressão em áreas com alto índice de perdas.

Para tanto, foi definido o Subsetor 01, esquematizado na Figura 2, que abrange a área hachurada em verde e vermelho consiste em uma malha de distribuição com entrada única e completamente estanque. As áreas hachuradas em vermelho, denominados SS 06, 07, 08 e 09, são controladas as pressões com a utilização de VSRP's (Válvulas Sustentadoras-Redutoras de Pressão).



**Figura 2 – Subsetor 01 com Unidade de Controle de vazão – bairro Jardim Cajazeiras – Salvador.**

Foram desenvolvidas as seguintes atividades: a área limitada para definição da VCV, as condições de isolamento, determinação dos pontos críticos, as medições de pressão e vazão, a regulação do sistema, a análise de dados de medição de vazão e pressão, projeto de instalação da VCV, projeto das VSRP's, o resultado da pesquisa de vazamentos não visíveis, etc.

A região que envolve este Subsetor é topograficamente acidentada e as áreas mais altas possuem consumidores de melhor perfil econômico, ou seja, com menor índice de inativas e fraudes e com maior demanda de consumo a ser faturado, diferente das áreas com cotas mais baixas. Para evitar que a limitação de vazão resulte em desabastecimento de maneira desordenada, as válvulas sustentadoras/reductoras de pressão terão a função de equilibrar as pressões dentro do Subsetor, para uniformizar o abastecimento.



Desta forma será possível, destinar às áreas com cotas mais baixas uma vazão compatível de água com o controle da mesma e melhorar desta forma melhorar a oferta, com o excedente de água, nas áreas com cotas mais elevadas.

Neste Subsetor foram desenvolvidos trabalhos buscando a redução das perdas reais e aparentes de água como, controle das pressões e vazões na rede de distribuição; pesquisa acústica e retirada de vazamentos não aparentes em redes e ramais; retirada de vazamentos aparentes e atualização do Cadastro Técnico. O outro método aplicado neste trabalho consiste na realização de serviços de caráter comercial como: instalar hidrômetros, substituir hidrômetro para manutenção preventiva e corretiva, verificar e retirar by pass, ligações clandestinas e outras fraudes, fazer revisões cadastrais, etc. Tais serviços visam reduzir o volume de água distribuído e aumentar o volume de água faturado deste Subsetor visando à diminuição do ANF – Águas Não Faturadas e do IPL – Índice de Perdas por Ligação.

A redução da perda de água foi calculada com base no VD – Volume Distribuído e VF - Volume Faturado na área de abrangência dos respectivos subsetores. A Perda de Água Faturada neste estudo é definida pela Equação 1.

$$P_{(\%)} = \frac{VD - VF}{VD}$$

Onde,  $P$  é água não faturada, em percentual,  $VD$  é o Volume Distribuído, em  $m^3$  e  $VF$  é Volume Faturado, em  $m^3$ .

Para isso, a leituras do macromedidor é realizada no mesmo dia da realização das leituras dos hidrômetros dos imóveis existentes no subsetor. Desta forma, foi possível obter o volume distribuído e o somatório dos volumes faturados e efetivamente medidos no período do ciclo de faturamento da empresa de saneamento.

## RESULTADOS

Atualmente, o Subsetor 01 possui 1.634 ligações de água e 1.983 economias com característica residencial localizado no Bairro de Jardim Cajazeiras da cidade do Salvador. O abastecimento é realizado por uma rede de distribuição de diâmetro nominal 250mm situada na Rua Luciano Gomes, bairro Jardim Cajazeiras, subúrbio da cidade do Salvador, Bahia.

A Figura 3 mostra a finalização da montagem de Estrutura de Controle de Vazão, incluindo a instalação do barrilete de diâmetro 250mm e do By-Pass com filtro tipo “Y”, Hidrômetro tipo Woltmann e VCV (Válvula de Controle de Vazão), diâmetro 150mm, na rede de entrada do Subsetor.



**Figura 3 - Montagem Hidráulica do Sistema de Controle de Vazão na linha tronco de entrada do Subsetor 01 – Rua Luciano Gomes, Jardim Cajazeiras – Salvador-Ba.**

O dimensionamento da VCV considera um consumo *per capita* de 155 l/hab.dia, sendo este valor calculado pela relação entre o Volume distribuído e macromedido e a população da Zona 62, considerando um consumo de 3,74 l/hab.dia. Assim, para a população deste Subsetor, igual a 6.421 habitantes terá uma vazão média de 14,9 l/s. A "vazão máxima horária de projeto" 26,8 l/s, foi calculada aplicando-se o coeficiente de vazão máxima diária ( $k_1 = 1,2$ ) e o coeficiente de vazão máxima horária ( $k_2 = 1,5$ ). Foram coletadas informações do cadastro técnico de rede e do cadastro comercial.

Antes das regulagens das válvulas instaladas no Subsetor 01, foi concluída a 1ª varredura de pesquisa e correção de vazamentos em 6.428 metros de redes e ramais com o uso de geofone eletrônico e em seguida,

após a operação das válvulas, foi executada a 2ª Varredura, como mostra a Figura 4, no interior das áreas menores (SS 06, 07, 08 e 09) com controle de pressão.



**Figura 4 – Pesquisa de vazamento de água em ramal domiciliar do Subsetor 01.**

O controle das pressões garante a redução dos vazamentos por períodos maiores de tempo e desta forma, possibilita diminuir a vazão mínima noturna e consequentemente reduzir as perdas. A Tabela 1 apresenta os resultados da pesquisa e correção de vazamentos em uma extensão de 6.428 metros de redes e ramais onde na 1ª varredura foram encontrados 38 vazamentos, equivalente a 5,91 vazamentos/ Km e na 2ª varredura, após a regulação das válvulas, foram encontrados apenas seis vazamentos, equivalente a 0,93 vazamentos/ Km.

**Tabela 1 - Resultados das varreduras de pesquisa e correção de vazamentos**

Tipo de vazamento encontrado		1ª Varredura	2ª Varredura
Ramal	Aparente	27	3
	Não Aparente	0	0
Rede	Aparente	1	0
	Não Aparente	4	1
Pé Cavalete	Aparente	3	0
	Não Aparente	0	0
Cavalete	Aparente	1	1
	Não Aparente	0	0
Registro	Aparente	2	1
	Não Aparente	0	0
<b>Total de vazamentos</b>		<b>38</b>	<b>6</b>
<b>Vazamentos por Km</b>		<b>5,91</b>	<b>0,93</b>

A área de abrangência do Subsetor 01 possui perfil sócio econômico de baixa renda, com grande incidência de irregularidades em ligações existentes e também de ligações não cadastradas no Sistema Comercial da Embasa, gerando elevado índice de perdas aparentes. Assim, a vazão recuperada simplesmente com as ações operacionais de controle de vazão, redução das pressões e pesquisa e correções dos vazamentos é em parte desperdiçada nas ligações clandestinas, inativas, e em decorrência de outros problemas comerciais encontrados neste Subsetor.

Portanto, para melhorar a eficiência na redução das perdas no Subsetor 01, as ações operacionais foram desenvolvidas em conjunto com as ações comerciais. A Tabela 2 apresenta o quantitativo dos serviços de cunho comercial finalizados em dezembro de 2012.

**Tabela 2 – Serviços comerciais realizados no Subsetor 01.**

Serviços Comerciais	Quantidade
Instalação de hidrômetro	144
Substituição de hidrômetro	232
Verificação de By-Pass e outras fraudes	162
Retirada de By-Pass e outras fraudes	69
Revisão cadastral	63
<b>Total de Serviços</b>	<b>670</b>

A vazão média distribuída do Subsetor 01 antes da operação do Sistema de Controle de Vazão era igual a 17,33 l/s, passando para 14,86 l/s, logo após a calibragem da válvula de controle de vazão e das válvulas sustentadoras/redutoras de pressão juntamente com correções de vazamentos nas redes, resultando em uma redução de 14,25% no volume disponibilizado. Após execução de serviços comerciais, a vazão média distribuída atual, equivale a 13,81 l/s, que representa uma redução total de 20,31% na vazão média distribuída após implantação do Sistema de Controle de Vazão.

Apesar da redução do volume distribuído com o controle da vazão, houve a melhoria da oferta de água à montante das válvulas sustentadoras/redutoras de pressão, ou seja, nas áreas com cotas mais elevadas, que geralmente possuem melhor potencial econômico, diferente das áreas dos SS 06, 07, 08 e 09, topograficamente mais baixas, onde ocorrem grandes desperdício de água por conta dos vazamentos em redes e ramais, furtos de água em ligações cadastradas e das ligações clandestinas.

A Tabela 3 mostra os resultados finais com a implantação da Unidade de Controle do Subsetor 01 onde antes das ações operacionais e comerciais adotadas, a perda de faturamento era de 66,72% com índice de perdas por ligação igual a 1.893 litros por dia, passando para uma situação atual menos incomodo, com ANF igual a 38,54% e IPL igual a 1.893 litros por ligação dia, alcançando uma redução do índice de perda de faturamento igual a 28,18%.

**Tabela 3 – Redução das Perdas de Água no Subsetor 01.**

	Unid	Antes da implantação SCV	Após a calibragem da VCV / VRSP	Atual
Volume Distribuído	m <sup>3</sup>	44.919	38.517	35.796
Volume Faturado	m <sup>3</sup>	14.950	19.320	22.011
Ligações Faturadas Ativas	unid	1.583	1.590	1.634
ANF	%	<b>66,72%</b>	<b>49,84%</b>	<b>38,54%</b>
IPL	l/lig.dia	<b>1.893</b>	<b>1.178</b>	<b>844</b>

O controle da vazão possibilitou que o volume distribuído médio de 44.919 m<sup>3</sup> fosse reduzido para 38.517 m<sup>3</sup>, sem prejuízo a oferta de água aos consumidores residentes na área do Subsetor. Contudo, o índice de perda ainda é considerado elevado devido aos cuidados em não restringir ainda mais o fornecimento de água para evitar reclamações de falta d'água e pelas dificuldades em elevar o volume faturado por conta das dificuldades encontradas na gestão comercial da empresa em uma localidade caracterizada como de maioria de baixa renda.

## CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Os serviços operacionais associados às atividades desenvolvidas pela gestão comercial melhorou a eficiência das ações para minimizar as perdas no Subsetor 01. O ANF (Volume de Água Não Faturada) de 38,54% e o IPL de 844 litros por ligação dia ainda é um valor acima do desejável, mas justifica-se pelas dificuldades no combate as perdas aparentes (ou comerciais) em uma área com maioria dos usuários pertencente a faixa de baixa renda.

Entretanto, a implantação do Subsetor com Controle de Vazão na ZA 62 do SAA de Salvador obteve um resultado positivo com 28,18% de redução das perdas de faturamento na área controlada. A redução do volume distribuído não provocou restrição da oferta e as pressões na rede distribuidora das regiões com cotas topográficas mais baixas foram equilibradas pelas válvulas sustentadoras/redutoras de pressão.

Esperamos que o avanço no conhecimento a respeito do uso de novas tecnologias de redução e controle de perdas de água possa conduzir a promoção da sustentabilidade ambiental nos diversos centros urbanos com a garantia do abastecimento contínuo de água para esta e futuras gerações.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao Consórcio Barcino/Enops pelo fornecimento de dados operacionais e à Empresa Baiana de Águas e Saneamento – EMBASA pelo apoio no desenvolvimento desse trabalho

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ARAGÃO, R.G; Controle de perdas em Sistemas de Abastecimento de Água. Revista Aqua Mater. Ed. Assessoria de Comunicação Social da Embasa, Ano 2, nº 4, p. 10-16, Salvador. nov. 2003.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR nº 12.218: Projeto de Rede de Distribuição de Água para Abastecimento Público. Rio de Janeiro, 1994.
3. BRASIL. Ministério das Cidades. SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2010. Programa de Modernização do Setor Saneamento. Brasília: MCIDADES / SNSA, 2010.
4. GONÇALVES, E; LIMA, C. V. Controle de Pressões e Operação de Válvulas Reguladoras de Pressão. Guia Prático : técnicas de Operação em sistemas de abastecimento de água. Volume 4. PNCDa - Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Ministério das Cidades, SNSA, Brasília, 2007.
5. MAGALHÃES. A. S. de. Metodologia para Diagnóstico e Controle de Perdas. Salvador, 2001, 176p.
6. MATOS, J. C. C. T. Proposição de Método para a Definição de Cotas per capita Mínimas de Água para Consumo Humano Dissertação de Mestrado Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Distrito Federal, 2007.
7. TSUTIYA, M. T., Abastecimento de Água – 2ª edição – São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005. 643p