



I-001 – O AR E A SUA INFLUÊNCIA NA MEDIÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA

Elton J. Mello⁽¹⁾

Engenheiro Mecânico pela Universidade Federal de Santa Maria – RS. Especialista em Engenharia Clínica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Superintendente Comercial do Departamento Municipal de Água e Esgotos de Porto Alegre (DMAE).

Rubens de Leão Farias

Técnico Industrial pela Escola Técnica Federal de Pelotas. Chefe da Divisão de Pesquisa e Operações Comerciais da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN).



Endereço⁽¹⁾: Rua Fernando Gomes, 183 – Bairro Moinhos de Vento – Porto Alegre - RS - CEP: 90510-010 - Brasil - Tel: (51) 218-9790 - e-mail: emell@dmae.prefpoa.com.br

RESUMO

Em condições normais de abastecimento e sob o ponto de vista da medição do consumo dos ramais prediais, a presença de ar nas redes públicas de água é desprezível, mas em determinadas situações extraordinárias, ocorre o ingresso de volumes significativos de ar no sistema, que podem alterar esta situação.

Este ar atravessando o hidrômetro é registrado e a determinação da sua interferência no consumo medido é o objetivo principal dos estudos que o DMAE e a CORSAN vêm realizando desde 1997, através da utilização de dispositivos eliminadores de ar em testes de campo.

Os resultados alcançados têm demonstrado que o emprego destes dispositivos na rede pública de Porto Alegre, não apresenta nenhum benefício significativo ao usuário, ou mesmo protegem o medidor de água quanto a danos quando submetidos às elevadas velocidades de passagem do ar.

Aliada a estes resultados, a possibilidade de contaminação da rede pública, nos casos de alagamentos dos locais onde estão instalados, torna inviável a aplicação prática desses equipamentos.

Entre as conclusões que este estudo tem permitido chegar ao longo de seu desenvolvimento, a mais importante é de que a solução definitiva e não paliativa para a interferência do ar na medição do consumo, compete exclusivamente às empresas de saneamento, através de investimentos para reduzir a intermitência no abastecimento de água, seja pela substituição de redes esclerosadas, seja pela ampliação de sistemas de distribuição deficientes, isto é, atacando a causa e não a consequência.

PALAVRAS-CHAVE: Hidrômetro, Conta de Água, Ar, Medição, Consumo de Água.

INTRODUÇÃO

Sabe-se que o ar presente na rede de um sistema de distribuição de água, quando do retorno do abastecimento após uma interrupção, pode alterar o valor do consumo registrado pelo medidor.

A presença do ar em canalizações, que aduzem ou transportam líquidos, é um fenômeno previsível sob o ponto de vista hidráulico. Todavia seus efeitos, positivos ou negativos, ainda não são totalmente conhecidos. No caso específico de adutoras e redes de distribuição de água, projetistas e operadores de sistemas utilizam dispositivos que retiram e/ou incorporam ar em função do efeito que se deseja no trecho considerado.

Muitas vezes os dispositivos projetados para efetuarem o controle automático da entrada e saída de ar nas tubulações troncais de distribuição não estão cumprindo com sua função, principalmente devido a alguns fatores, dos quais citamos os principais:

- Os dispositivos controladores não são instalados na quantidade e posições adequadas durante a execução da rede de distribuição.
- Quando ocorre uma ampliação ou reforço do sistema de distribuição existente, a posição e o número de equipamentos deveriam ser reestudados, o que raramente acontece.
- Normalmente, não é efetuada manutenção preventiva nos equipamentos existentes.



Quando estivermos diante de qualquer uma das circunstâncias acima, é provável que grande parte do ar contido na tubulação tenha as ligações domiciliares como opção de entrada e saída do sistema. Evidentemente, quando os fatores forem combinados, espera-se uma potencialização dos seus efeitos.

Assim, a influência deste ar na medição do consumo ocorre nos dois sentidos, ou seja, positivamente, adicionando uma parcela ao registro do medidor, quando do retorno do abastecimento d'água, e negativamente, subtraindo uma outra quantidade do volume totalizado, quando da interrupção do suprimento. O resultado final desta influência sobre o consumo medido e faturado é, no entanto, ainda desconhecido.

Por outro lado, devido a suspeita de que todos os consumidores estariam pagando ar na sua conta de água, inventores têm desenvolvido dispositivos para eliminar o ar aprisionado nas ligações prediais, antes de ser contabilizado pelo medidor.

Estes dispositivos, denominados de válvulas eliminadoras ou expulsoras de ar, têm sido apresentados à população como solução para o problema. Iniciativas promovidas por diferentes entidades, inclusive legisladores com o intuito de protegerem os seus eleitores, pretendem obrigar a instalação destes equipamentos junto aos medidores de água, sem um completo conhecimento e domínio da real influência do ar nas medições.

OBJETIVO GERAL

Com o intuito de evitar que se implantem medidas, que possam causar prejuízos às empresas de água e aos próprios consumidores, este trabalho pretende avaliar o real comportamento da medição do consumo de água, quando submetida à presença do ar e, também, as alternativas existentes para minimizar ou eliminar os efeitos, que forem constatados.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Observar e medir os efeitos da movimentação do ar na totalização dos volumes fornecidos aos usuários;
- Testar e medir a eficiência dos dispositivos controladores de ar na rede de distribuição;
- Testar, medir e comparar, através de experimentos de campo, os consumos registrados por hidrômetros, com e sem válvulas eliminadoras de ar.

METODOLOGIA

O presente estudo foi desenvolvido numa parceria entre o Departamento Municipal de Água e Esgotos – DMAE e a Companhia Riograndense de Saneamento – CORSAN, em Porto Alegre, capital do Estado do Rio Grande do Sul.

As pesquisas se desenvolveram em duas frentes:

- Através de experimentos de campo para avaliar, medir e comparar os consumos registrados por hidrômetros, com e sem válvulas eliminadoras de ar;
- Através de ensaios em laboratório, onde foram simuladas as condições verificadas em campo e realizados testes controlados para avaliar a influência do ar na medição dos consumos, com ou sem o uso de dispositivos controladores de ar na rede de distribuição.

Desde maio de 1998, cavaletes especiais compostos de dois hidrômetros separados por um eliminador de ar foram instalados em ramais da rede pública de Porto Alegre, onde existiam reclamações dos usuários, quanto à cobrança de ar nas suas contas de água.



A partir de então, vêm sendo realizadas leituras periódicas dos conjuntos, que servem para comparar os consumos apurados pelos hidrômetros e a influência da válvula eliminadora de ar nos volumes totalizados, visto um dos medidores, teoricamente, estar protegido pelo eliminador da interferência do ar.

Todos os medidores utilizados nos testes foram previamente aferidos, com as suas curvas de erros levantadas e calibradas, obedecendo-se o Regulamento Técnico Metrológico da Portaria 246/2000 do INMETRO.

Os ensaios de laboratório foram realizados em uma instalação especialmente construída junto a Departamento de Hidrômetros da CORSAN, cuja metodologia adotada seguiu as seguintes etapas:

1. Criaram-se condições na rede para que haja fluxo de entrada e saída de ar, esvaziando e enchendo a tubulação e controlando e medindo a velocidade em ambos os sentidos;
2. Mantiveram-se os pontos de consumo totalmente abertos, para que o ar entrasse e saísse através dos ramais domiciliares;
3. Registraram-se, no início e no fim do procedimento, os volumes totalizados pelo medidor e comparou-se com o volume realmente fornecido, colhido em recipientes calibrados em cada ponto de consumo;
4. Repetiu-se o mesmo teste, procurando-se manter os mesmos valores para uma determinada faixa de velocidades, variando-se apenas uma condição de abastecimento.
5. Para cada ensaio foram realizados 3 (três) testes: Para apuração dos resultados que constam nas planilhas apresentadas, foram traçadas as médias de 3 (três) ensaios, realizados nas condições descritas no item “A Avaliação em Laboratório”.

A PRESENÇA DO AR

Para melhor entendermos como o ar é introduzido na tubulação, é necessário que se fixe alguns conceitos de hidráulica, os quais serão utilizados neste trabalho.

- A pressão, através da sua diferença entre dois pontos, é a grandeza física responsável pela movimentação da água, da origem aos extremos de qualquer sistema distribuidor. A medida de pressão em qualquer ponto do sistema dá ao operador a idéia sobre as condições de abastecimento;
- A pressão referencial é a pressão atmosférica. Quando a pressão no interior da tubulação é maior que a atmosférica estamos diante de uma pressão positiva. Caso contrário, quando os valores são menores, dizemos que a pressão é negativa;
- Pressões positivas ao longo de um sistema distribuidor significam condições de abastecimento normais. Nessa circunstância não ocorre entrada de ar;
- Quando a rede de distribuição tende a pressões negativas, o ar entra no sistema através dos dispositivos controladores (incluindo reservatórios dos sistemas), ou se utilizando de pontos de consumo abertos (torneira de jardim, por exemplo) ou de válvulas-bóia semi-abertas, ocupando os espaços deixados pela água.

Neste último caso, o ar circula pelo medidor, entrando e saindo, o que pode ocasionar um acréscimo ou diminuição do volume medido, uma vez que ele marca e desmarca os volumes totalizados dependendo da velocidade, conforme descrito no item “O Ar e a Medição de Consumos”.

AS CAUSAS DA INCORPORAÇÃO DE AR À REDE DE DISTRIBUIÇÃO

Partindo-se da premissa que um sistema que mantém pressões positivas em todos os seus pontos representa uma condição de abastecimento normal e que, nesse caso, não há possibilidade de incorporação de ar à rede de distribuição, parece conveniente descartar a análise de um sistema nessas circunstâncias.

Sendo assim, a partir de agora devemos focalizar apenas os sistemas de distribuição que convivem com problemas de desabastecimento contínua ou eventualmente uma vez que, nesses casos e só nesses, o ar pode influir na medição dos consumos, objeto da nossa pesquisa.

As causas principais de incorporação de ar à tubulação são:



1. Bombas que operam abaixo do NPSH requerido
Nesse caso, elas succionam ar emulsionado com o líquido e o recalcam através da tubulação, normalmente causando o fenômeno da cavitação. O volume de ar é muito pequeno e, embora não traga maiores efeitos sobre a medição, a consequência maior é o dano ao equipamento de recalque.
2. Perda da carga piezométrica
Quando num sistema de distribuição a demanda é maior que a capacidade instalada, há uma perda gradual da carga piezométrica, a começar pelos pontos mais elevados. Nessa situação estamos diante de um processo de desabastecimento. Nesse momento, o ar flui para os pontos de pressão negativa, preenchendo os espaços deixados pela água através dos equipamentos controladores, como as ventosas, ou, na inoperância dessas, utilizando-se das ligações domiciliares.
3. Rompimentos da rede de distribuição
Normalmente são pouco frequentes, mas são eventos sem controle e que provocam velocidades variáveis, altas no início e diminuindo progressivamente até o esvaziamento total da tubulação.

O AR E A MEDIÇÃO DE CONSUMOS

A medição de consumos é realizada através de hidrômetros baseados num princípio de funcionamento velocimétrico. Os medidores possuem uma turbina que é acionada pelo fluido em movimento (água ou ar). Ambos, água e ar, deslocam-se em função da diferença de pressão e adquirem velocidades tanto maiores quanto maior for essa diferença.

Na turbina do medidor, a velocidade é transformada em pulsos proporcionais a sua intensidade e transmitidos a um totalizador de volumes. Neste momento, está sendo medido e registrado o consumo do usuário.

É interessante frisar, que há limites de velocidades, inferiores e superiores, fora dos quais o hidrômetro não funciona. Para velocidades muito baixas, a energia cinética não é suficiente para girar a turbina; para velocidades muito altas, acontece o fenômeno do patinamento (a turbina gira, mas não aciona o sistema que totaliza o volume). Em ambos os casos, há fluxo de água e/ou ar pelo aparelho, mas não é medido.

A EFICIÊNCIA DOS ELIMINADORES

Apesar de vários inventores terem manifestado, desde o segundo semestre de 1997, interesse em submeter os seus equipamentos para avaliação pelo DMAE, apenas dois fabricantes cederam um determinado número de dispositivos (superior a cinco unidades) para testes de campo.

Os testes iniciados em maio de 98, consistiam da instalação de dois hidrômetros com o eliminador colocado entre eles, em um mesmo cavalete ou em cavaletes separados, conforme orientações para montagem do próprio fabricante. Os ramais eram escolhidos em áreas que apresentavam deficiências de abastecimento e existia grande reclamação dos usuários quanto ao problema de ar. O tempo mínimo proposto de avaliação prática para cada tipo de dispositivo testado era de 12 meses.

Com estes experimentos de campo esperávamos obter resultados sobre:

- O rendimento do equipamento: o ar atravessaria o primeiro medidor, sendo retirado, na sequência, total ou parcialmente, pelo eliminador e não sendo registrado pelo segundo hidrômetro. Desta forma, a diferença entre os registros dos medidores, originada pelos deslocamentos do ar no interior do ramal, poderia ser determinada;
- O funcionamento prático: estanqueidade ou presença de vazamentos, quando submetidos a toda a faixa de pressão da rede pública, que pode variar de 0 a 70 m.c.a, sob diferentes velocidades de deslocamento dos fluidos, ar e/ou água;
- A influência de algumas variáveis que não podem ser reproduzidas em testes laboratoriais como a topografia; topologia da rede; geometria da rede, ramais e instalações prediais; volume da rede, tempo das manobras de esvaziamento e enchimento; existência de caixas d'água prediais; quantitativo de pontos de consumo, operação de dispositivos especiais (hidrantes, ventosas, descargas e suspiros), fatores que afetam o consumo (horário, temperatura, estação do ano); e outros.



O objetivo destes testes era avaliar o comportamento dos dispositivos expulsos de ar, quando submetidos às condições de abastecimento e desabastecimento na rede pública de água de Porto Alegre e obter os resultados práticos em termos dos consumos registrados pelos hidrômetros.

Na Tabela 1 são apresentados os dados acumulados referentes ao emprego de um modelo de eliminador de ar fabricado em bronze em ramais que apresentavam deficiência de abastecimento (B411, M46 e M53); que se localizavam em pontas de redes (B411 e S139); e/ou que se situavam nas cotas mais altas da rede (C805, M46 e M53). Em todos eles, os usuários reclamavam de alterações nas suas contas de água devido ao ar (S139 e C805), ou porque ficavam muitos dias seguidos sem água, principalmente, nos meses de verão (B411, M46 e M53).

Tabela 1: Avaliação de Eliminadores de Ar em Bronze

Endereço	Data Início	Data Fim	Período [meses]	Volumes Registrados		Eficiência do Eliminador [%]
				s/ Eliminador [m³]	c/ Eliminador [m³]	
B411	07/05/98	11/05/99	12,30	403,19	413,17	-2,42%
C805	05/05/98	30/03/99	10,97	746,39	727,25	2,63%
M46	07/05/98	11/05/99	12,30	156,37	162,01	-3,48%
M53	07/05/98	04/05/99	12,07	176,55	192,52	-8,30%
S139	26/06/98	14/03/00	20,90	1.027,62	1.015,94	1,15%

A análise dos dados, lançados na Tabela 1, permite concluir que este tipo de eliminador de ar não apresentou nenhum benefício ao usuário, principalmente, considerando que durante o período de monitoramento, os problemas de desabastecimentos ou intermitências estiveram presentes. A pior situação ocorreu no endereço M53, onde o medidor sem eliminador registrou 8,30% a menos que o hidrômetro com eliminador, que teoricamente estava protegido da interferência do ar.

Na segunda etapa de testes com os eliminadores, apresentados na Tabela 2, avaliou-se um outro tipo de dispositivo, fabricado em poliestireno, cuja instalação nos ramais domiciliares de Porto Alegre se deu a partir de maio de 1999.

Observando-se a Tabela 2, pode-se concluir que este eliminador em poliestireno apresentou, no caso do S139, um resultado melhor que o dispositivo avaliado na Tabela 1 e instalado no mesmo endereço, mas que a redução do consumo verificado, neste caso de 6,06%, foi insignificante. O mesmo se pode afirmar no endereço N112, que se encontra localizado em ponta de rede e sujeito a freqüentes presenças de ar. Os demais endereços, que apresentavam deficiência no abastecimento, em função de serem ocupações recentes e em lugares altos da cidade (M46 e M53), ou cuja rede de distribuição estava em obra de ampliação (F100 e F107), repetiram os resultados apresentados anteriormente na Tabela 1.

Tabela 2: Avaliação de Eliminadores de Ar em Poliestireno

Endereço	Data Início	Data Fim	Período [meses]	Volumes Registrados		Eficiência do Eliminador [%]
				s/ Eliminador [m³]	c/ Eliminador [m³]	
F100	11/05/99	17/04/01	23,57	771,01	779,73	-1,12%
F107	11/05/99	17/04/01	23,57	909,98	911,96	-0,22%
M46	11/05/99	17/04/01	23,57	199,88	196,81	1,56%
M53	06/04/99	10/01/01	21,50	262,73	277,92	-5,47%
N112	15/03/00	17/04/01	13,27	184,07	175,45	4,91%
S139	15/03/00	29/11/00	8,63	202,77	191,18	6,06%



A utilização destes eliminadores e de uma série de outros que chegaram a ser instalados em diversos ramais prediais da rede pública de água de Porto Alegre, desde novembro de 1997, permitiu que se observassem outras questões, tão importantes quanto à comprovação ou não de sua eficiência:

- O elevado índice de dispositivos que apresentaram vazamentos pouco tempo após as suas instalações, independente do tipo e do fabricante. Inclusive, um dos expulsores de ar de poliestireno, que chegou a ser instalado na B411, foi retirado, pois como a pressão da rede era muito baixa (em torno de 5 mca), ele dava passagem direta de água, o que provocou um aumento no volume registrado pelo medidor de aproximadamente 42% , provocando grande desperdício de água.
- O alto risco de contaminação da rede pública, pois em muitas situações o cavalete, onde está instalado o hidrômetro, fica abaixo do nível do solo, ou se situa em áreas alagadiças da cidade - sujeitas a inundações, ou o seu nicho/abrigo possibilita o acúmulo de resíduos e detritos. Quando o cavalete ficar coberto com água contaminada ou submetido a uma atmosfera tóxica e ocorrer uma falta de água, o dispositivo aspirará o que estiver ao seu redor e colocará no interior da rede pública de água, contaminando todo o sistema.
- A possibilidade da fraude, seja retirando o eliminador de sua instalação e adaptando uma mangueira no seu lugar, seja fechando o registro de entrada de água e conectando qualquer dispositivo que injete ar no sentido contrário de funcionamento do hidrômetro (por exemplo, numa torneira de jardim próxima ao cavalete). No primeiro caso, se estará consumindo água sem o devido registro do consumo, no segundo provocando a diminuição do volume totalizado pelo medidor.

Independentemente dos resultados alcançados em todos os testes comparativos realizados (Tabelas 1 e 2), que demonstraram uma baixíssima eficiência dos eliminadores, inclusive, tendendo a prejudicar o usuário, a situação mais grave, quanto ao emprego indiscriminado deste tipo de aparelho nos ramais prediais, é o elevado risco de contaminação e decorrentes prejuízos a saúde pública.

Para contornar esta situação, os fabricantes propõem duas alternativas, a saber:

1. Fornecimento, junto com os dispositivos, de tubos verticais longos, que elevariam a tomada de ar do aparelho acima das cotas máximas previstas de alagamento para os locais onde forem instalados estes eliminadores;
2. A adaptação de um sistema de bloqueio da tomada de ar externo, tipo ventil, evitando que seja aspirado ar ou água para o interior do ramal.

No primeiro caso, em função do material e/ou do sistema de fixação utilizados, nada garante a permanência dos tubos verticais longos após a sua instalação. Na segunda alternativa, o artifício utilizado causa enorme prejuízo às empresas de saneamento, através de uma falsa redução no registro do consumo, fraudando o volume totalizado pelo hidrômetro.

Estando bloqueada a tomada de ar externo do aparelho expulsor, a fraude ocorre devido ao fato de o ar somente se deslocar num sentido (para fora do ramal) no dispositivo, pois, durante o desabastecimento da rede (pressão negativa), o ar será admitido no sistema através de pontos de consumos abertos no interior das instalações prediais, atravessando o medidor e desmarcando o volume de água, até então totalizado, conforme descrito no item “A Presença do Ar”. No retorno do suprimento, o ar saindo pelo eliminador não tenderá a zerar o volume que havia sido desmarcado do medidor, no momento da falta de água.

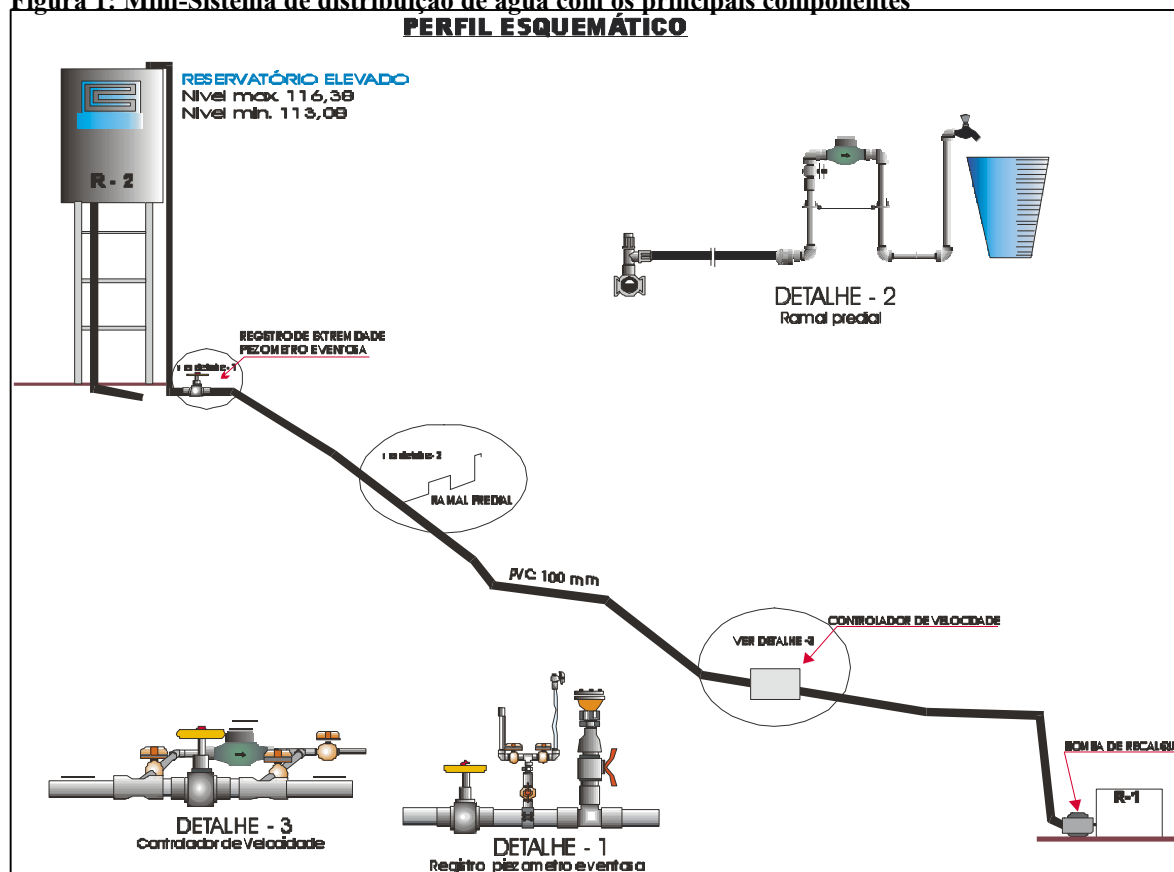
A AVALIAÇÃO EM LABORATÓRIO

O “Laboratório” se trata de um mini-sistema de distribuição de água, conforme apresentado na Figura 1, que permite avaliar qualitativa e quantitativamente o efeito do ar na medição de consumos, controlando-se as variáveis que podem influir no processo.



Procurou-se reproduzir ali todas as condições normalmente encontradas em qualquer sistema de distribuição de água, utilizando-se materiais e equipamentos mais conhecidos e utilizados em todos os procedimentos, inclusive, quanto aos operacionais.

Figura 1: Mini-Sistema de distribuição de água com os principais componentes



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

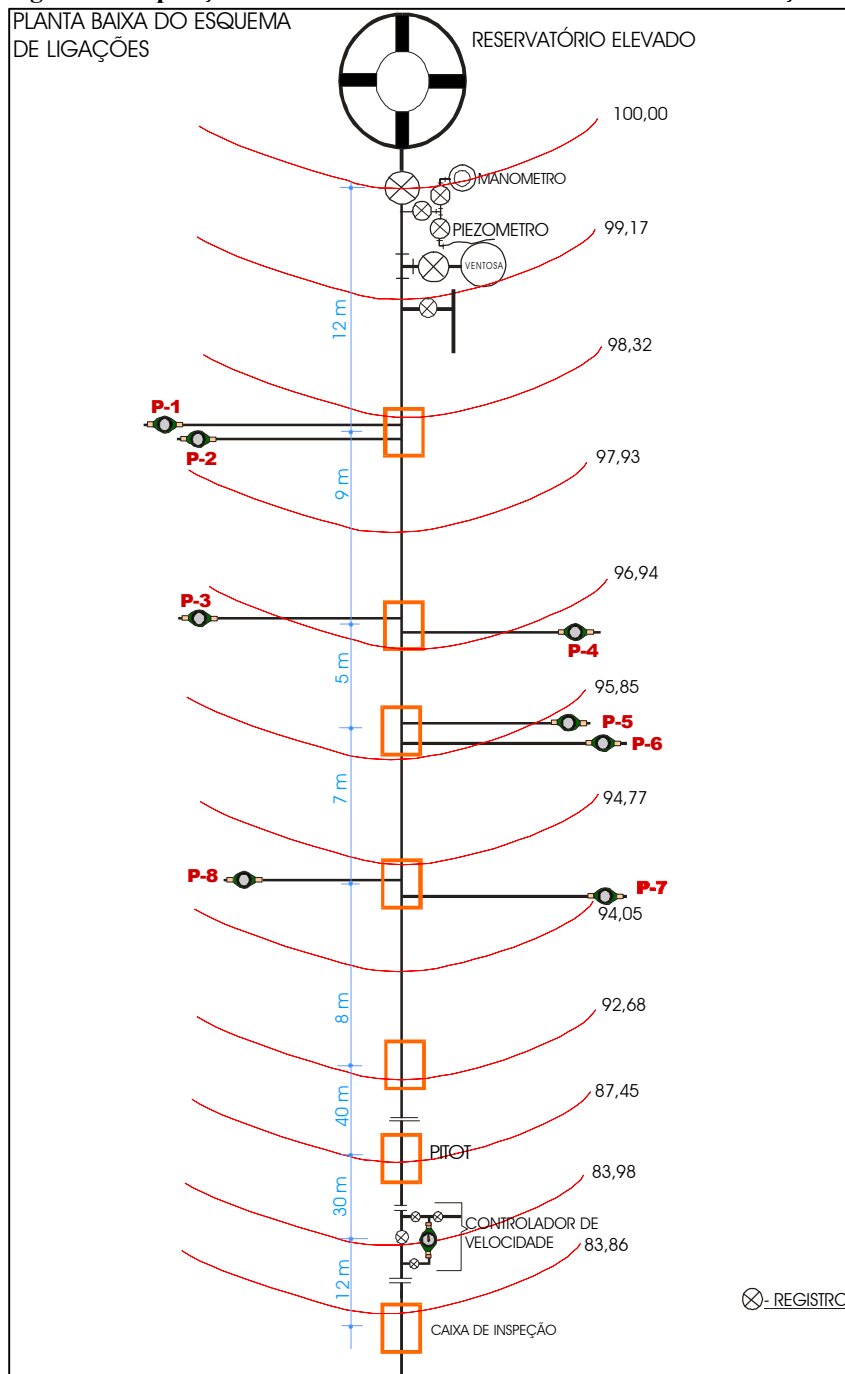
O mini-sistema de distribuição é composto basicamente de uma bomba de recalque ($H_m=45$ mca, Vazão máxima de 4 L/s), que succiona de um reservatório inferior de 2.000 litros, n.m 79, e bombeia para um reservatório superior de 10.000 litros, n.m 115. Manobrando-se alguns elementos, podemos criar condições para que o ar se incorpore à rede através do recalque.

A distribuição é composta de uma tubulação de PVC, diâmetro 100mm com aproximadamente 150 m de comprimento perfazendo um trecho em acentuado desnível de 18m. Completam o sistema um controlador de velocidade de fluxo (permite variar e medir a velocidade de esvaziamento e enchimento da rede), uma ventosa simples de 1 $\frac{1}{2}$, uma válvula de parada que permite simular a “ponta morta” da rede, além de pontos de expurgo, tomadas de pressão e vazão.

Quanto aos ramais domiciliares, eles estão dispostos em pontos (P1, P2... P8) situados no trecho de cotas mais elevadas, conforme mostra a Figura 2, com a planta baixa do esquema de ligações.



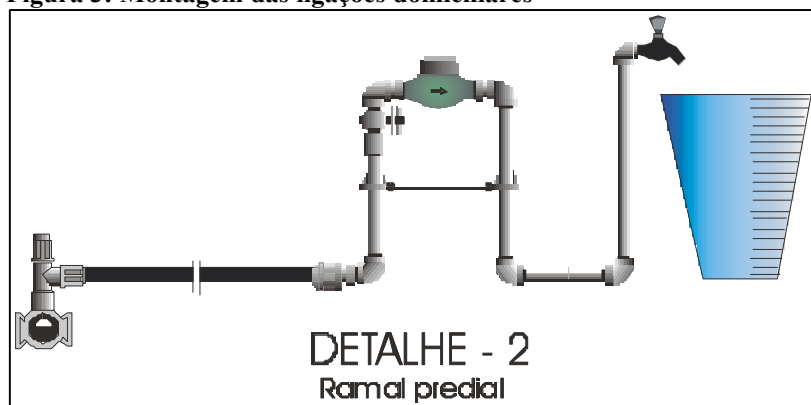
Figura 2: Disposição dos ramais domiciliares no sistema de distribuição





A montagem das ligações domiciliares está representada na Figura 3, sendo que os ramais foram executados em tubo de PEAD 20mm e os hidrômetros são multijato, classe B, previamente aferidos. Cada ponto de consumo tem uma “torneira de jardim”, onde o volume fornecido é medido através de recipientes calibrados.

Figura 3: Montagem das ligações domiciliares



OS TESTES EFETUADOS

Para uma seqüência de valores de velocidades, conforme etapas e procedimentos descritos no item “Metodologia”, foram efetuadas duas baterias de testes, correspondentes a duas circunstâncias distintas:

SITUAÇÃO “A”: O mini-sistema de distribuição (Figuras 1 e 2) com uma extremidade de rede, situada em cota elevada com os pontos de consumo totalmente abertos, sem nenhum dispositivo controlador de ar no trecho.

SITUAÇÃO “B”: O mesmo mini-sistema, utilizando-se uma chaminé de equilíbrio no trecho, que permita entrada e saída de ar. No caso, utilizou-se a própria tubulação de chegada no reservatório superior.

Os apontamentos realizados durante os testes foram lançados na planilha apresentada na Tabela 3, onde:

Ensaio = número do ensaio (composto de 3 testes);

Ves = Velocidade de esvaziamento;

Ven = Velocidade de enchimento;

P = Pontos de consumo;

Lies = Leitura Inicial do hidrômetro no esvaziamento da rede;

LFes = Leitura Final do hidrômetro no esvaziamento da rede;

Llen = Leitura Inicial do hidrômetro no enchimento da rede;

LFen = Leitura Final do hidrômetro no enchimento da rede;

VF = Volume Fornecido (Volume medido no recipiente calibrado);

VT = Volume Totalizado = (LFen - Lies);

Var = Volume de ar medido = (VT - VF).



Tabela 3: Planilha dos apontamentos

Ensaio ____			Ves =		Ven =		
	Lies	LFes	LIen	LFen	VF	VT	Var
P1							
P2							
P3							
P4							
P5							
P6							
P7							
P8							

As Tabelas 4 e 5, apresentadas abaixo, indicam o volume de ar totalizado pelo hidrômetro, por ponto de consumo e por evento (ciclo completo de esvaziamento/enchimento). Como o número de eventos (faltas d'água, interrupções programadas, vazamentos, etc.) dependem de cada sistema e de cada circunstância, projetamos os valores unitários das planilhas para um número de eventos mensais, supondo um consumo mensal de 18m³, que é a média histórica domiciliar do DMAE.

Para exemplificar, analisaremos na situação “A” (mais desfavorável operacionalmente), o ponto 01 (P1) do ensaio 03 (mais desfavorável do sistema), cujos dados estão lançados na Tabela 4. Através da equação (1) e partindo da suposição de 30 interrupções do abastecimento no mês, teríamos um acréscimo de 6.780 litros, ou seja, para uma média histórica igual a 18.000 litros/mês/economia, equivaleria a 37,6% da medição.

$$\text{Volume total de ar} = 30 \text{ dias} \times 226 \text{ litros} = 6.780 \text{ litros/mês} \quad \text{equação (1)}$$

Tabela 4: Resultados obtidos para a Situação “A”

DADOS			Volume de Ar Medido/Interrupção [litros]			
			Pontos	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3
			P1	127	157	226
			P2	84	111	136
ENSAIO	Ves [m/s]	Ven [m/s]	P3	1	1	1
1	0,043	0,074	P4	3	2	3
2	0,096	0,088	P5	2	1	1
3	0,080	0,130	P6	2	2	1
			P7	2	2	2
			P8	5	8	9

Na situação “B”, Tabela 5, analisaremos um consumidor situado no ponto 01 (P1) do ensaio 3, que são as condições mais desfavoráveis do sistema. Pela equação (2), considerando 30 interrupções do abastecimento no mês, teríamos um acréscimo de 780 litros, ou seja, 4,3% de um consumo de 18.000 litros/mês.

$$\text{Volume total de ar} = 30 \text{ dias} \times 26 \text{ litros} = 780 \text{ litros/mês} \quad \text{equação (2)}$$



Tabela 5: Resultados obtidos para a Situação “B”

DADOS			Volume de Ar Medido/Interrupção [litros]			
			Pontos	Ensaio 4	Ensaio 5	Ensaio 6
			P1	11	21	26
			P2	7	6	6
ENSAIO	Ves [m/s]	Ven [m/s]	P3	3	2	5
4	0,050	0,080	P4	4	3	4
5	0,073	0,100	P5	2	1	2
6	0,110	0,210	P6	1	2	1
			P7	1	2	2
			P8	5	3	6

Analisando os dados obtidos nos ensaios, principalmente, na situação “A” (Tabela 4), pode-se concluir que os efeitos do ar na medição são proporcionais às velocidades de enchimento e esvaziamento de um sistema de distribuição. Embora, ainda, não se tenha colhido dados suficientes para levantar um coeficiente de proporcionalidade, observa-se que aumenta consideravelmente o volume de ar expelido através dos pontos de consumo, à medida que aumenta a velocidade. Esta constatação é um alerta aos responsáveis pela operação dos sistemas para que tomem as medidas adequadas, por ocasião das “retomadas de abastecimento”, como expurgo do ar da rede através de hidrantes, chaminés de equilíbrio, ventosas, etc.

Os ensaios efetuados na condição de abastecimento “A” representam a hipótese mais desfavorável para o consumidor e, numa projeção pessimista (faltas d’água diárias), chegaríamos a um volume totalizado de ar correspondente a 36% do volume fornecido (Tabela 3 - relação entre Var/VF). Todavia, nesses casos extremos, os ramais comprometidos são facilmente identificados pelas áreas técnica e comercial, pois se situam, invariavelmente, na cota mais alta.

Os ensaios efetuados na condição de abastecimento “B” indicam que a utilização de controladores de entrada e saída de ar, em pontos estratégicos da rede de distribuição, minimiza enormemente os efeitos do ar nos ramais domiciliares, inclusive para aqueles pontos onde a condição é crítica (pontos P1 e P2), que torna este efeito, praticamente desprezível.

A partir destas constatações, pretendemos aprofundar os estudos, devendo ser testadas outras condições de abastecimento, outros equipamentos de controle de ar para as redes de distribuição e/ou ramais domiciliares. Cabe destacar, que estes ensaios realizados no laboratório da CORSAN, não deixam dúvidas sobre onde e de que forma devem ser priorizados os esforços, recursos e investimentos das empresas de saneamento e, por consequência, dos próprios usuários dos serviços públicos, para solucionar o problema do ar na medição do consumo: Na causa, na própria rede de distribuição, e nunca na consequência, junto ao hidrômetro.

CONCLUSÕES

É muito escassa a bibliografia técnica, que aborde a influência do ar incorporado às redes distribuidoras de água de maneira clara, objetiva e, principalmente, conclusiva. Algumas pesquisas, principalmente de autores estrangeiros, tratam do tema muito mais enfocadas nos prejuízos que o ar causa às estações de bombeamento e às próprias redes adutoras, onde, concentrado em bolsões, acarreta elevadas perdas de carga, ou, quando em movimento, pode provocar graves acidentes, do que com a possível interferência na medição de consumos, o que pode acarretar prejuízos tanto aos usuários, quanto às empresas fornecedoras.

Por outro lado, parques de hidrômetros mais modernos, que permitem ao usuário um acompanhamento mais eficiente do seu consumo (através da observação dos discos óticos), aliados a um código do consumidor cada



vez mais atuante, são circunstâncias que exigem das empresas um conhecimento mais detalhado do problema, para que se possa responder aos questionamentos de seus usuários, em bases técnicas convincentes.

Além disso, este desconhecimento generalizado tem criado um espaço para que algumas empresas lancem, no mercado, dispositivos que, mesmo sem serem respaldados pelos órgãos oficiais de pesquisa e certificação, já acenem para o público consumidor com o milagre da solução.

O Departamento Municipal de Águas e Esgotos - DMAE - e a Companhia Riograndense de Saneamento - CORSAN - possuem mecanismos administrativos e comerciais, que compensam ou corrigem qualquer distorção comprovada tecnicamente no consumo mensal da água. Mas pelo princípio do respeito ao usuário, que tem liberdade para buscar no mercado outras formas de garantir-se quanto a essas eventualidades, a CORSAN e o DMAE continuam receptivos aos fabricantes para testar e avaliar os seus dispositivos, desde que observados os requisitos de qualidade, eficiência e segurança.

Nesse sentido, desde 1997, o DMAE e a CORSAN vêm se empenhando na área da pesquisa, buscando elucidar os reais efeitos do ar na medição de consumos, única maneira de preservar os verdadeiros interesses das fornecedoras, dos fabricantes de equipamentos e dos consumidores.

No presente estudo, desenvolvido em duas frentes distintas e à luz dos dados levantados em campo, foi possível se comprovar, que as ações até então implantadas pelas nossas empresas, no sentido de priorizar os investimentos na ampliação e adequação de seus sistemas de distribuição, realmente remetem para a essência da questão da presença do ar nas redes públicas de água: Eliminar a deficiência no suprimento. Haja vista, o problema do ar não existir ou estar completamente controlado nos sistemas que não enfrentam intermitências no abastecimento e, no caso de ocorrerem essas deficiências, estão bem projetados.

De qualquer forma, a CORSAN e o DMAE, enquanto empresas públicas de saneamento, permanecem à disposição de entidades públicas e privadas, envolvidas no processo e que queiram participar positivamente, buscando enriquecer o conhecimento sobre o assunto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARREGUI, F. Propuesta de una metodología para el análisis y gestión del parque de contadores de agua en un abastecimiento. Universidade Politécnica de Valencia-Espanha, 1998.
2. Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 8009:1992, 8194:1997, NM 212:1999. ABNT, Rio de Janeiro - RJ.
3. Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR ISO 10012-1, Requisitos de garantia da qualidade para equipamentos de medição. ABNT. Rio de Janeiro-RJ, 1993.
4. COELHO, ADALBERTO CAVALCANTI. Medição de água, política e prática. Ed. Comunicarte, Recife-PE, 1996.
5. COELHO, ADALBERTO CAVALCANTI. Medição individualizada de água em apartamentos. Ed. Comunicarte. Recife-PE, 1999.
6. ELMORE, EDMUNDO (coord.). Manual de Referência: Medidores de água domiciliar. OPS?OMS e BID. Lima-Peru, 1972.
7. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Regulamento Técnico Metrológico da Portaria nº. 246/2000. INMETRO, Brasília-DF, 2000.
8. RECH, ANTÔNIO LINUS. Água, micromedição e perdas. 2ª Edição. Scortecci Editora. São Paulo-SP, 1999.
9. MELLO, ELTON J. Perdas na medição: A contribuição do hidrômetro inclinado. 24.ª Assembléia Nacional da ASSEMAE. Anais. Brasília-DF, 1997.
10. MELLO, ELTON J. Recuperação de hidrômetros: Prejuízo ou investimento? 27ª . Assembléia Nacional da ASSEMAE. Anais. Vitória-ES, 1998.
11. MELLO, ELTON J. Perdas não físicas pela submedição: O hidrômetro classe C é a solução? 28ª . Assembléia Nacional da ASSEMAE. Anais. Porto Alegre-RS, 1999.
12. MELLO, ELTON J. As perdas não físicas e o posicionamento do medidor de água. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental - AIDIS. Anais. Porto Alegre-RS, 2000.



13. SANCHEZ, JORGE GOMEZ. Dimensionamento de hidrômetros e análise de traço. 19.º Congresso da ABES. Anais. Foz do Iguaçu-PR, 1997.
14. SANCHEZ, JORGE GOMEZ. Estimation of not measured water volume supplied to residential consumers, in Juazeiro – Bahia. 10th FLOMEKO. Anais. Salvador–BA, 2000.
15. SILVA, RICARDO T. (coord). Indicadores de Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água - PNCDA. Ministério do Planejamento e Orçamento, Secretaria de Política Urbana. Brasília-DF, 1998.