

MICROMEDIÇÃO COM HIDRÔMETROS ULTRASSÔNICOS PARA GRANDES CONSUMIDORES DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA REGIÃO CONURBADA DE FLORIANÓPOLIS E IMPACTOS SOBRE AS PERDAS APARENTES

GUILHERME MERISIO SEIBT
RAMON LUCAS DALSSASSO

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
ENS – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental
Campus Reitor João D. F. Lima, Trindade – CEP 88040-970, Florianópolis (SC) – Brasil
guileseibt@gmail.com
ramon.lucas@ufsc.br

RESUMO: A diminuição das perdas de água na distribuição é assunto bastante relevante atualmente. As perdas aparentes representam boa parte destas perdas e estão relacionados a erros de medição, travamento do hidrômetro, ou reprovação do hidrômetro durante aferição laboratorial. A tecnologia deve ser uma aliada das empresas na melhora dos processos, para o aumento da eficiência na distribuição e na medição.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos da substituição de hidrômetros tipo multijato por hidrômetros ultrassônicos, em 10 grandes consumidores da Região Conurbada de Florianópolis. Serão avaliados a variação do consumo médio, a variação do faturamento médio, o retorno financeiro do investimento nos hidrômetros ultrassônicos e a impactos sobre as perdas aparentes de água. As perdas aparentes estão relacionadas a erros de medição dos hidrômetros.

Através de dados de consumo e faturamento, notas fiscais de compra de hidrômetros e informações sobre serviços prestados, fornecidos pela CASAN, foi possível verificar aumento de faturamento e consumo médio, além da diminuição das perdas aparentes relacionadas ao travamento e às reprovações dos hidrômetros multijato.

PALAVRAS-CHAVE: hidrômetros ultrassônicos, micromedição, perdas aparentes, abastecimento de água.

ABSTRACT: The reduction of water losses in the distribution is quite relevant today subject. Apparent losses represent much of these losses and are related to measurement errors, hydrometer crash, or fail the water meter for laboratory measurement. Technology should be an ally of the companies in the improvement of processes to increase efficiency in the distribution and measurement.

This study aims to evaluate the effects of replacing water meters type multi-jet water meters by ultrasonic in 10 large consumers of Florianópolis Conurbation. Will be assessed the variation of average consumption, the change in average income, the financial return on investment in ultrasonic water meters and the impacts on the apparent water losses. The apparent losses are related to the water meter measurement errors.

Through consumption and billing data, invoices purchase of water meters and information about services provided by the CASAN, found increased revenue and average consumption, in addition to the decrease in apparent losses related to locking and reproofs of multi-jet water meters.

KEYWORDS: ultrasonic water meters, micromedição, apparent losses, water supply.

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A água tem sido tema bastante discutido pelo mundo atualmente e o acesso à água potável é fator indispensável para a vida. A boa gestão deste recurso, buscando ao máximo a diminuição de perdas, é fundamental.

A Lei N°. 11.445, de 5 de janeiro de 2007 estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. Em seu Artigo 2º trata como princípios fundamentais, entre outros, a universalização do acesso, a integralidade, a eficiência e sustentabilidade

econômica, a utilização de tecnologias apropriadas e a integração das infraestruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos. A referida lei, em seu Artigo 3º, considera o abastecimento de água potável constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição.

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2014), o índice médio de perdas de água para o Brasil é de 36,7%. Já as perdas da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) chegam a 39,7%. Segundo a CASAN, cerca

de 40% das perdas de água são originárias das perdas aparentes, ou seja, água que é consumida, mas não é faturada pela empresa. É evidente que estas porcentagens ainda são excessivamente altas e exigem esforços conjuntos. Países como Alemanha, Japão, Austrália e Nova Zelândia já possuem índices de perdas próximos aos 10%, portanto devem ser tomados como exemplo (SNIS, 2014). De acordo com Tomaz (2009), as perdas aparentes representam 49% das perdas totais de água, sendo que cerca de 20% representam perdas relacionadas à micromedicação e 17% relacionadas às falhas de cadastro na gestão comercial.

O presente trabalho avalia a influência da modernização do parque de hidrômetros, tanto no consumo, quanto no faturamento da empresa. Serão analisadas as vantagens referentes à substituição dos hidrômetros tipo multijato existentes, em alguns dos grandes consumidores do Sistema de Abastecimento de Água da CASAN, pelos hidrômetros ultrassônicos. Serão comparados os consumos antes e depois da substituição dos hidrômetros, buscando aferir se houve variação significativa. Também foram avaliados os custos constantes com hidrômetros multijato, ou seja, os custos médios mensais devido à necessidade de troca frequente. Outra verificação que foi feita refere-se às perdas de faturamento devido à reprovação dos hidrômetros na aferição, ou devido ao travamento dos hidrômetros multijato. Com as respectivas análises, foi possível estimar o período de retorno do investimento da empresa nos hidrômetros ultrassônicos dos clientes selecionados, os quais são significativamente mais caros que os convencionais.

Um dos principais problemas encontrados nos hidrômetros multijato são os erros de medição devido à presença de sólidos grosseiros na rede, o que acaba por obstruir os filtros localizados na entrada dos hidrômetros provocando os referidos erros. Outro problema é a imprecisão destes medidores para grandes variações de vazão e pressão, principalmente para pequenas vazões. O amortecimento das vazões devido ao uso de reservatórios pelos consumidores, é um dos fatores que influenciam nos erros de medição.

Os medidores ultrassônicos tendem a diminuir estes erros, sendo capazes de medir vazões menores e impedindo, inclusive, a medição de ar, aspecto que tem gerado vários casos de contestação, inclusive judicial, por parte dos consumidores, tornando assim a medição mais precisa e a cobrança pelo uso da água mais justa.

2. METODOLOGIA

2.1. Região Conurbada de Florianópolis

A Lei Complementar Nº 162/98 de 06 de janeiro de 1998 define a Região Metropolitana de Florianópolis,

a qual é formada por 22 municípios. Dentre todos estes municípios destacam-se 4, que formam a Região Conurbada de Florianópolis: Florianópolis, São José, Palhoça e Biguaçu. Estes municípios se diferenciam do contexto metropolitano devido a intensa integração socioeconômica entre eles, com grande movimentação de pessoas que moram em uma destas cidades e trabalham em outra, devido à proximidade e à facilidade de deslocamento.

A figura 1 destaca os municípios integrantes da Região Metropolitana de Florianópolis, separando aqueles pertencentes à Região Conurbada de Florianópolis.

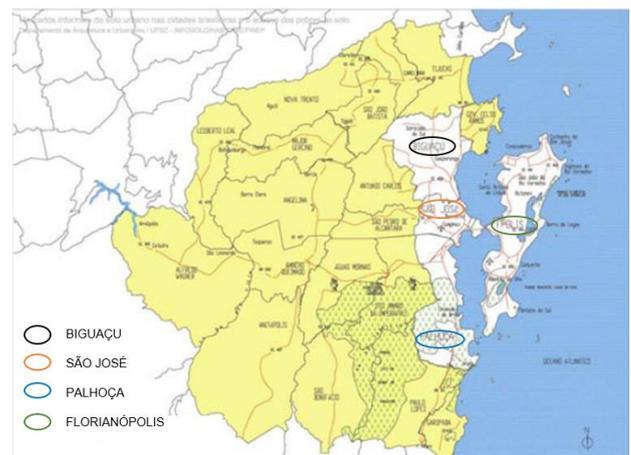


Figura 1 - Região Conurbada de Florianópolis.
Fonte: adaptado de Sugai (2002).

2.2. Dados de Consumo e Faturamento

Para a execução deste trabalho foram usados os dados do Sistema Comercial Integrado (SCI) da CASAN. Foram selecionados 10 entre os maiores consumidores do Sistema de Abastecimento de Água da empresa, localizados na Região Conurbada de Florianópolis, nos quais foi feita a substituição do hidrômetro multijato existente pelo hidrômetro ultrassônico.

Para a caracterização dos consumos e faturamentos relativos aos clientes selecionados, foram selecionados os dados antes e depois da troca dos hidrômetros, em períodos sazonais, de nove em nove meses, a partir de junho de 2012 até abril de 2016, dependendo da data da substituição do hidrômetro e do histórico de dados de cada usuário. Os períodos de cada usuário estão divididos da seguinte maneira:

- RESIDENCIAL 1: de 08/2013 até 04/2014 e de 08/2014 até 04/2015 (antes da troca); de 08/2015 até 04/2016 (após a troca); troca de hidrômetros dia 16/06/2015;
- RESIDENCIAL 2: de 08/2013 até 04/2014 e de 08/2014 até 04/2015 (antes da troca); de

- 08/2015 até 04/2016 (após a troca); troca de hidrômetros dia 20/07/2015;
- RESIDENCIAL 3: de 08/2013 até 04/2014 e de 08/2014 até 04/2015 (antes da troca); de 08/2015 até 04/2016 (após a troca); troca de hidrômetros dia 20/07/2015;
- RESIDENCIAL 4: de 08/2013 até 04/2014 e de 08/2014 até 04/2015 (antes da troca); de 08/2015 até 04/2016 (após a troca); troca de hidrômetros dia 23/06/2015;
- RESIDENCIAL 5: de 08/2014 até 04/2015 (antes da troca); de 08/2015 até 04/2016 (após a troca); troca de hidrômetros dia 11/06/2015; o período anterior a 08/2014 não foi usado pois os dados fornecidos estavam abaixo dos mínimos atuais, o que indica que o edifício deveria estar em fase de construção;
- RESIDENCIAL 6: de 08/2014 até 04/2015 (antes da troca); de 08/2015 até 04/2016 (após a troca); troca de hidrômetros dia 26/06/2015; o período anterior a 08/2014 não foi usado pois os dados não apresentaram variação importante, permanecendo próximo ao mínimo;
- RESIDENCIAL 7: de 08/2014 até 04/2015 (antes da troca); de 08/2015 até 04/2016 (após a troca); troca de hidrômetros dia 26/06/2015; o período anterior a 08/2014 não foi usado pois os dados não apresentaram variação importante, permanecendo próximo ao mínimo;
- RESIDENCIAL 8: de 08/2013 até 04/2014 e de 08/2014 até 04/2015 (antes da troca); de 08/2015 até 04/2016 (após a troca); troca de hidrômetros dia 22/07/2015;
- RESIDENCIAL 9: de 08/2013 até 04/2014 e de 08/2014 até 04/2015 (antes da troca); de 08/2015 até 04/2016 (após a troca); troca de hidrômetros dia 18/07/2015;
- SHOPPING CENTER 1: de 08/2012 até 04/2013 e de 08/2013 até 04/2014 (antes da troca); de 08/2014 até 04/2015 e de 08/2015 até 04/2016 (após a troca); troca de hidrômetros dia 27/06/2014;
- SHOPPING CENTER 2: de 07/2012 até 03/2013 e de 07/2013 até 03/2014 (antes da troca); de 07/2014 até 03/2015 e de 07/2015 até 03/2016 (após a troca); troca de hidrômetros dia 10/04/2014;
- HOSPITAL 1: de 07/2012 até 03/2013 e de 07/2013 até 03/2014 (antes da troca); de 07/2014 até 03/2015 e de 07/2015 até 03/2016

(após a troca); troca de hidrômetros dia 04/04/2014;

- HOSPITAL 2: de 06/2012 até 02/2013 e de 06/2013 até 02/2014 (antes da troca); de 06/2014 até 02/2015 e de 06/2015 até 02/2016 (após a troca); troca de hidrômetros dia 11/03/2014;
- PÚBLICO 1: de 06/2012 até 02/2013 e de 06/2013 até 02/2014 (antes da troca); de 06/2014 até 02/2015 e de 06/2015 até 02/2016 (após a troca); troca de hidrômetros dia 15/04/2014;

2.3. Análise das Perdas Aparentes

Buscando avaliar se houve variação de consumo relacionado à esta substituição, fato que pode estar ligado às perdas aparentes devido aos erros de medição dos hidrômetros anteriormente utilizados, as perdas aparentes foram analisadas através do Índice Percentual, através da equação 1 e do Índice de Perdas por Ramal, através da equação 2.

Equação 1 – Índice Percentual de Perdas Aparentes.

$$IP = \frac{V.fornecido - V.não\ faturado}{V.fornecido} \times 100\%$$

Onde:

- V. fornecido (m³) = volume total fornecido, contando o que foi faturado e o que não foi faturado;
- V. não faturado (m³) = volume não faturado devido a travamento do medidor, ou reprovação do hidrômetro na aferição.

Equação 2 – Índice de Perdas Por Ramal.

$$IPR = \frac{V.não\ faturado}{(\text{número de ramais} \times 1064)} (m^3/ramal.dia)$$

Onde:

- V. não faturado (m³) = volume não faturado devido a travamento do medidor, ou reprovação do hidrômetro na aferição.
- Número de ramais = número de usuários analisados.

Outra análise feita foi a comparação das médias de consumo anteriores e posteriores ao uso dos hidrômetros ultrassônicos, buscando aferir se a variação de consumo tende a estar relacionada com o tipo de medidor utilizado. Havendo um aumento significativo do consumo, conclui-se que o uso do hidrômetro ultrassônico teve efeito sobre os erros de submedição dos hidrômetros anteriores, diminuindo as perdas aparentes. No caso de haver diminuição significativa de consumo, o uso do medidor ultrassônico pode estar apresentando vantagens ao cliente, visto que elimina a possibilidade de medição de ar.

2.4. Análise Financeira

Através dos dados contidos no Sistema de Comercial Integrado (SCI) da CASAN foi possível avaliar os impactos sobre o faturamento da empresa, comparando as médias das faturas cobradas dos clientes anteriormente e posteriormente à troca dos hidrômetros. Através destes dados foi possível medir o incremento médio mensal no faturamento da empresa. Como no período de análise houveram alguns reajustes tarifários feitos pela CASAN, todos os faturamentos foram ajustados para valores presentes, buscando aferir apenas a variação do faturamento decorrente da diferença de consumo faturado entre os períodos. A tabela 1 apresenta os reajustes tarifários anuais promovidos pela CASAN, a partir dos quais as médias por período de faturamento foram ajustadas para valores presentes.

Tabela 1 - Reajustes anuais CASAN

MÊS/ANO	REAJUSTE	DATA INÍCIO
08/2013	6,82%	13/07/13
08/2014	7,15%	31/07/14
08/2015	11,94%	08/08/15
ACUMULADO	28,12%	

Fonte: CASAN.

Além da diferença de faturamento médio mensal, também foi calculado o custo médio mensal com hidrômetros multijato, os quais eram constantemente trocados antes da substituição definitiva pelos hidrômetros ultrassônicos. A soma da diferença de faturamento médio mensal com os custos médios mensais com hidrômetros multijato, formaram o lucro médio estimado. O gasto com os 10 hidrômetros ultrassônicos será o investimento total. Foi avaliado o projeto de investimento na substituição dos hidrômetros multijato por ultrassônicos, através dos métodos de Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TRI) e Payback Descontado (PBD). Os cálculos do Valor Presente Líquido (VPL), da Taxa Interna de Retorno (TIR) e do Payback Descontado (PBD) foram feitos a partir das equações 3, 4 e 5, respectivamente. Para o cálculo destas equações, foram definidos a taxa requerida k igual a 5% ao mês e número máximo de meses n igual a 18, ou seja, o tempo máximo tolerado (TMT) para o retorno do investimento. Foi considerado que o investimento total (I) nos 10 hidrômetros ultrassônicos da equação 6 foi feito ao mesmo tempo, no mês 0, sendo descontado, mês a mês, pelo lucro médio estimado (L.M.E) da equação 7, formando o fluxo de caixa da tabela 2, até o tempo máximo tolerado (TMT). Assim sendo:

- $FC1 = FC2 = \dots = FCn = \text{L.M.E equação 7.}$

Tabela 2 - Exemplo do Fluxo de Caixa

MESES	0	1	2	3	...	TMT
FC (R\$)	-I	FC1	FC2	FC3	...	FCn

Equação 3 – Valor Presente Líquido.

$$VPL = -I + \frac{FC1}{1+k} + \frac{FC2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{FCt}{(1+k)^t} + \dots + \frac{FCn}{(1+k)^n}$$

Onde:

- I = Investimento (R\$);
- FC = lucro (R\$/tempo);
- k = taxa requerida;
- n = período de tempo.

Equação 4 – Taxa Interna de Retorno.

$$0 = -I + \frac{FC1}{1+TIR} + \frac{FC2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{FCt}{(1+TIR)^t} + \dots + \frac{FCn}{(1+TIR)^n}$$

Onde:

- I = investimento (R\$);
- TIR = taxa interna de retorno ou taxa mínima de atratividade;

Equação 5 – Payback Descontado.

$$P1 = \frac{FC1}{1+k}, P2 = \frac{FC2}{(1+k)^2}, \dots, Pt = \frac{FCt}{(1+k)^t}, \dots, Pn = \frac{FCn}{(1+k)^n}$$

Onde:

- P = descontos em cada período (R\$);
- FC = lucro (R\$);
- k = taxa requerida;
- n = período de tempo.

Para o cálculo do L.M.E, foram somadas a diferença de faturamento médio (FAT) e os custo médios com hidrômetros multijato (C.M.J), através das equações 7.1 e 7.2 respectivamente.

Equação 6 – Investimento.

$$I = 10 \times \text{Preço Ultrassônico}$$

Onde:

- I = Investimento total (R\$);
- 10 = quantidade de hidrômetros ultrassônicos adquiridos;
- Preço Ultrassônico = Preço de um hidrômetro ultrassônico (R\$).

Equação 7 – Investimento.

$$\text{L.M.E} = \text{FAT} + \text{C.M.J}$$

Onde:

- L.M.E = Lucro médio estimado (R\$/mês);
- FAT = diferença de faturamento médio mensal (R\$/mês);
- C.M.J = custo médio mensal com hidrômetros multijato (R\$/mês).

Equação 7.1 – Diferença de faturamento médio mensal.

$$\text{FAT} = (\text{FAT}_{\text{méd.depois}} - \text{FAT}_{\text{méd.antes}}) \times 0,85$$

Onde:

- $FAT_{\text{méd.depois}}$ = faturamento médio antes dos hidrômetros ultrassônicos (R\$/mês);
- $FAT_{\text{méd.antes}}$ = faturamento médio depois dos hidrômetros ultrassônicos (R\$/mês).

Equação 7.2 – Custo médio mensal com multijato.

$$C.M.J = \frac{\text{Qtde Multijato} \times \text{Preço Multijato}}{\text{Número de meses}}$$

Onde:

- Qtde Multijato = quantidade de hidrômetros tipo multijato adquiridos no período analisado;
- Preço multijato = preço de um hidrômetro multijato (R\$);
- Número de meses = quantidade de meses analisados.

Decisão com o VPL: Se $VPL > 0$, deve-se aceitar o projeto de investimento;

Decisão com a TIR: Se $TIR > k$, ou seja, se $TIR > 5\%$, deve-se aceitar o projeto;

Decisão com o PBD: Se $PBD < TMT$, ou seja, se $PBD < 18$ meses, deve-se aceitar o projeto. O PBD parte da mesma análise do VPL, sendo assim, se o projeto for aceito pelo VPL, ele também será aceito pelo PBD, o qual irá informar em quantos meses o investimento terá retorno.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Consumo e Faturamento

a) RESIDENCIAL 1: pôde-se verificar uma pequena diminuição no consumo médio após a substituição do hidrômetro de 4,52%, o que pode estar relacionado a presença de sólidos grosseiros nesta área da rede, o que causa o entupimento dos filtros dos hidrômetros, gerando turbulência e formando ar, que acaba sendo medido ao passar pelo hidrômetro. Os hidrômetros ultrassônicos resolvem o problema de medição de ar, pois não possuem filtro. Apesar da diminuição do consumo, houve um aumento no faturamento, visto que foram solucionados os problemas relativos a defeitos dos hidrômetros multijato, que representaram perdas de R\$ 53.612,08 no faturamento, o que significa um total de 5.848 m³ consumidos, porém não faturados, nos períodos de 08/2013 até 04/2014 e 08/2014 até 04/2015.

b) RESIDENCIAL 2: pôde-se verificar a manutenção de um padrão de consumo, pouco variável, visto que o aumento de consumo com o uso do hidrômetro ultrassônico foi de apenas 1,6%. Este aumento pode estar relacionado com as variações naturais de consumo que podem ocorrer, apresentando pouca relação com o tipo de medidor adotado.

c) RESIDENCIAL 3: pôde-se verificar uma variação significativa de consumo, sendo que o mesmo diminuiu 10,68% com o uso do hidrômetro ultrassônico. Esta diminuição tende a estar intimamente ligada aos sucessivos problemas apresentados pelos hidrômetros multijato para este cliente, totalizando perdas de faturamento de R\$ 148.489,30 no período de 08/2013 até 04/2014 e 08/2014 até 04/2015, o que significa um total de 12.192 m³ de água consumidos, mas não faturados no período. Neste cliente é possível verificar ganhos tanto para a empresa, quanto para o cliente, já que mesmo com a diminuição do consumo do cliente, a empresa deixou de perder uma quantidade significativa de água, que acabava não sendo faturada, nem contabilizada. O maior consumo no período anterior à troca está ligado, principalmente, ao mês 12/2013, onde foi verificado um pico de consumo bem maior do que a média dos outros meses analisados.

d) RESIDENCIAL 4: pôde-se verificar um aumento significativo no consumo após o uso do hidrômetro ultrassônico de 12,17%. Este aumento tende a estar intimamente relacionado com os erros de submedição dos hidrômetros anteriores, visto que apenas o mês 12/2015 apresentou consumo inferior aos anteriores.

e) RESIDENCIAL 5: pôde-se verificar um aumento significativo no consumo após o uso do hidrômetro ultrassônico de 25,74%. Este aumento tende a estar intimamente relacionado com os erros de submedição dos hidrômetros anteriores, visto que todos os meses apresentaram aumento significativo de consumo após a substituição.

f) RESIDENCIAL 6: pôde-se verificar a manutenção de um padrão de consumo, pouco variável, visto que a diminuição de consumo com o uso do hidrômetro ultrassônico foi de apenas 1,66%. Esta diminuição pode estar relacionada com as variações naturais de consumo que podem ocorrer, apresentando pouca relação com o tipo de medidor adotado.

g) RESIDENCIAL 7: pôde-se verificar a manutenção de um padrão de consumo, pouco variável, visto que a diminuição de consumo com o uso do hidrômetro ultrassônico foi de apenas 0,20%. Esta diminuição pode estar relacionada com as variações naturais de consumo que podem ocorrer, apresentando pouca relação com o tipo de medidor adotado.

h) RESIDENCIAL 8: pôde-se verificar uma variação significativa de consumo, sendo que o mesmo diminuiu 16% com o uso do hidrômetro ultrassônico. Pode-se observar que entre os períodos de 08/2013 até 04/2014 e 08/2015 até 04/2016 o consumo se manteve relativamente parecido, mas assim mesmo houve diminuição no período após a troca. Esta diminuição pode estar relacionada com a

presença de sólidos grosseiros nesta área da rede, o que causa o entupimento dos filtros dos hidrômetros, gerando turbulência e formando ar, que acaba sendo medido ao passar pelo hidrômetro. Os hidrômetros ultrassônicos resolvem o problema de medição de ar, pois não possuem filtro.

i) RESIDENCIAL 9: pôde-se verificar uma variação significativa de consumo, sendo que o mesmo diminuiu 28,56% com o uso do hidrômetro ultrassônico. Esta diminuição pode estar relacionada com a presença de sólidos grosseiros nesta área da rede, o que causa o entupimento dos filtros dos hidrômetros, gerando turbulência e formando ar, que acaba sendo medido ao passar pelo hidrômetro. Os hidrômetros ultrassônicos resolvem o problema, pois não possuem filtro.

j) PÚBLICO: pôde-se verificar um aumento significativo no consumo, após o uso do hidrômetro ultrassônico, de 13,1%. Este aumento pode estar relacionado a erros de submedição dos hidrômetros anteriormente usados, já que a maioria dos meses, posteriores à substituição, apresentaram aumento de consumo. O mês 12/2012 apresentou um consumo bem abaixo da média, devido a falha no hidrômetro multijato. As falhas nos hidrômetros, anteriores a substituição, causaram perdas de 13.183 m³ de água, que foram consumidas, porém não faturadas.

Resultado geral

A partir dos dados fornecidos pelo Sistema Comercial Integrado da CASAN, os resultados de consumos médios, faturamento, variação antes/depois e de descontos no faturamento devido à reprovação dos hidrômetros na aferição estão apresentados na tabela 3.

Tabela 1 - Resultados gerais.

CONSUMO MÉDIO ANTES DA TROCA (m³/mês)	
2.424,43	
CONSUMO MÉDIO DEPOIS DA TROCA (m³/mês)	Variação
2.554,93	5,38%
VALOR MÉDIO FATURADO ANTES DA TROCA (R\$/mês)	
R\$ 22.013,13	
VALOR MÉDIO FATURADO DEPOIS DA TROCA (R\$/mês)	Variação
R\$ 25.978,56	18,01%
VOLUME TOTAL DE ÁGUA CONSUMIDA ANTES DA TROCA (m³)	
424.270,20	
VOLUME TOTAL DE ÁGUA NÃO FATURADA ANTES DA TROCA (m³)	% do TOTAL
19.147,00	4,51 %
TOTAL FATURADO ANTES DAS TROCAS DE HIDRÔMETROS (R\$)	
R\$ 4.113.532,77	

DESCONTOS DEVIDO A DEFEITOS NOS HIDRÔMETROS ANTES DA TROCA (R\$)	% do TOTAL
R\$ 210.391,99	5,11 %

3.2. Perdas Aparentes`

a) Índice Percentual

Para o cálculo deste índice foi usada a equação 1. Sendo assim:

$$IP = 4,51 \%$$

b) Índice de Perdas por Ramal

Para o cálculo deste índice foi usada a equação 2. Sendo assim:

$$IRP = 1,8 \text{ m}^3/\text{ramal.dia}$$

Discussão

De acordo com a tabela 3 o volume de água não faturado antes da troca dos hidrômetros foi de 19.147 m³, ou 4,51% do total de água consumido antes da substituição dos hidrômetros. Este volume está associado aos problemas nos hidrômetros antigos, como: travamento do medidor e reprovação na aferição em laboratório. Pode-se verificar também uma considerável variação de consumo médio de água, comparando os 10 locais analisados, após a substituição dos hidrômetros multijato pelos ultrassônicos, tendo havido um aumento de 5,38% no consumo médio. Tendo em vista os resultados da tabela 3 e também os índices de perdas calculados, é possível afirmar que o uso dos hidrômetros ultrassônicos trouxe vantagens em termos de perdas de água, visto que resolveram os problemas de travamento e reprovação na aferição e, ainda, aumentaram o consumo médio dos usuários, o que pode estar relacionado com erros de medição dos hidrômetros multijato.

3.3 Análise Financeira

a) Fluxo de caixa

A partir dos protocolos de serviços prestados, fornecidos pela CASAN, tem-se o número e tipo de hidrômetros adquiridos. Com os custos unitários de cada hidrômetro fornecidos pela CASAN, pode-se calcular o valor total investido (*I*), foi utilizada a equação 6, onde:

- Quantidade de Hidrômetros Ultrassônicos 2" adquiridos: 10;
- Hidrômetro Ultrassônico 2" = R\$ 3.047,62.

Sendo assim obtém-se *I*:

$$I = \text{R\$ } 30.476,20$$

Para a definição do *Lucro Médio Estimado (LME)*, foram considerados o incremento no faturamento da empresa, bem como os custos médios inerentes ao antigo parque de hidrômetros, de acordo com a equação 7.

Será descontada uma parcela relativa ao Imposto de Renda sobre o faturamento, de 15% ao mês. Sendo assim, consegue-se calcular o FAT da equação 7, a partir da equação 7.1. Sendo assim:

$$\text{FAT} = (25.978,56 - 22.913,13) \times 0,85$$

$$\text{FAT (R\$/mês)} = \mathbf{3.370,62}$$

Tendo o número de hidrômetros multijato adquiridos, no período anterior à substituição pelos hidrômetros ultrassônicos e com o custo unitário dos hidrômetros fornecido pela CASAN, pode-se calcular o valor médio mensal gasto em hidrômetros multijato, sendo possível calcular o C.M.J da equação 7, a partir da equação 7.2, onde:

- Quantidade de Hidrômetros Multijato 2” adquiridos: 22;
- Hidrômetro Multijato 2” = R\$ 348,98;
- Quantidade de meses analisados = 47 meses.

Sendo assim:

$$\text{C.M.J} = \frac{22 \times 348,98}{47}$$

$$\text{C.M.J (R\$/mês)} = \mathbf{163,25}$$

Com os dados de C.M.J e FAT é possível calcular o Lucro Médio Estimado (L.M.E), a partir da equação 7:

$$\text{L.M.E} = 3.370,62 + 163,25$$

$$\text{L.M.E (R\$/mês)} = \mathbf{3.533,97}$$

Com os valores de I e L.M.E, é possível montar um fluxo de caixa do investimento, tendo assumido que todo o investimento foi feito ao mesmo tempo, no chamado tempo zero do fluxo e que o lucro médio estimado está relacionado com o aumento de faturamento mensal e com os custos que deixaram de ser gastos pela empresa após a troca dos hidrômetros. Também foi assumido um tempo máximo tolerável (TMT) de 18 meses para que haja o retorno do investimento.

b) Método do Valor Presente Líquido – VPL

O método *VPL* analisa a criação de valor do projeto de investimento, relacionado com um tempo de análise pré-estabelecido e com uma taxa de risco, ou taxa

requerida *k* pela empresa. Para esta análise, foram definidos os valores:

- Taxa Requerida (*k*) = 5% ao mês;
- Número de meses (*n*) = 18.

Com estes valores, a partir do fluxo de caixa, define-se o *VPL* no tempo *n*, a partir da equação 3. Sendo assim:

$$\text{VPL} = \text{R\$ } \mathbf{10.834,50}$$

Decisão com o VPL: Como *VPL* = R\$ 10.834,50 é maior do que 0, o projeto pode ser aceito.

c) Método da Taxa Interna de Retorno – TIR

O método da *TIR* define a taxa que irá zerar o *VPL*, ou seja, uma taxa mínima que irá gerar valor para a empresa no tempo definido, a qual deve ser comparada com a taxa requerida *k*. A *TIR* é definida a partir da equação 4, usando o fluxo de caixa como referência.

Escolhem-se valores aleatoriamente para *TIR*, até chegar o mais próximo possível da igualdade da equação 4, ou seja, 0 = 0. Sendo assim:

$$\text{TIR} = \mathbf{9,23\%}$$

Decisão com a TIR: A *TIR* deverá ser maior que a taxa mínima de atratividade ou taxa requerida *k*, portanto como 9,23% é maior que 5%, o projeto pode ser aceito.

d) Método do Payback Descontado – PBD

Este método irá analisar em quanto tempo o capital investido e remunerado com a taxa requerida *k* terá retorno. Para ser aceito o *PBD* deverá ser menor que o tempo máximo tolerado *TMT*, já definido em 18 meses. Como a análise será praticamente a mesma que a do *VPL*, já é possível saber que o *PBD* será menor que o *TMT*, portanto o projeto será aceito por este método, restando saber em quantos meses o investimento será pago, descontando-se a taxa requerida. Os descontos mensais são feitos de acordo com a equação 6, sendo calculado o período de retorno do investimento, ou o *PBD*.

$$\text{PBD} = \mathbf{11,57 \text{ meses}}$$

Discussão

Os hidrômetros ultrassônicos são sabidamente mais precisos e vantajosos em relação aos convencionais. Este trabalho vem ao encontro desta afirmação, comparando o uso destes hidrômetros em substituição dos hidrômetros multijato. Apesar de mais caros, os hidrômetros ultrassônicos apresentam uma série de vantagens, como aumento de

faturamento, diminuição de perdas e diminuição dos gastos com troca constante dos hidrômetros. Outra vantagem, que não foi considerada neste trabalho, é a diminuição dos custos com de mão de obra e com deslocamento dos funcionários, já que os hidrômetros ultrassônicos não apresentam desgaste das peças e perda de precisão com o tempo, tendo seu tempo de uso estimado em 10 anos, que é o tempo de duração da bateria. Sendo assim, para as análises financeira, o tempo máximo tolerado de retorno que foi usado, de 18 meses, foi um tanto quanto conservador, porém, assim mesmo o projeto foi aceito, mostrando que o retorno financeiro deste investimento é certo, apresentando uma taxa interna de retorno de 9,23% ao mês.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente trabalho mostrou que o uso dos hidrômetros ultrassônicos apresentou diferentes resultados para os 10 clientes analisados, sendo que em 5 deles o consumo médio mensal aumentou após a substituição do hidrômetro. Comparando as médias dos 10 clientes, o consumo médio aumentou 5,38%, tendo em vista que este aumento está intimamente vinculado ao cliente Público analisado, onde o consumo é mais alto e o aumento foi de 13,10%. É importante verificar que em alguns casos houve diminuição do consumo medido, como é o caso do Residencial 9, onde a diminuição foi de 28,56%.

A substituição dos hidrômetros teve efeitos em relação às perdas aparentes. De acordo com a análise realizada, 4,51% de toda a água consumida pelos 10 usuários estudados, antes da troca dos hidrômetros, não foi faturada, ou seja, 19.147 m³, o que representa 1,8 m³/ramal.dia. O aumento de 5,38% no consumo médio também está relacionado às perdas, sendo que, com a substituição, diminuiram os erros de submedição. Os hidrômetros ultrassônicos eliminaram os problemas de travamento e reprovação na aferição, os quais contribuíam para as perdas aparentes.

O faturamento médio mensal apresentou aumento de 18% após a substituição dos hidrômetros. Este aumento de faturamento somado aos gastos que deixaram acontecer mostram que o investimento em hidrômetros ultrassônicos é vantajoso para a empresa, quando comparados os 10 clientes escolhidos, sendo que o mesmo é pago entre os meses 11 e 12.

Para trabalhos futuros sobre o tema, recomenda-se aumentar o número de usuários analisados, separando-os por faixa de consumo, buscando assim uma maior confiabilidade no estudo das médias de consumo, visto que um cliente com consumo maior terá mais impacto sobre a média do que outro com consumo menor. Outra verificação a ser feita é o da presença ou não de caixa d'água nos empreendimentos, para que se possa fazer uma relação com a variação de consumo.

Também recomenda-se fazer uma relação dos consumos com o dimensionamento dos hidrômetros que, quando feito de forma equivocada, aumenta a possibilidade de erros de medição. Verificar se há a manutenção de trechos retos nas instalações dos hidrômetros ultrassônicos também traria maior confiabilidade às medições.

5. REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei Federal Nº. 11.445, de 5 de janeiro de 2007 – Política Nacional do Saneamento Básico – PNSB. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso: 10 maio 2016.

CASAN – Companhia Catarinense de Água e Saneamento. Reajuste tarifário. Disponível em: <www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/tarifas>. Acesso: 20 novembro 2015.

CASAN – Companhia Catarinense de Água e Saneamento. Sistema de Comercial Integrado – SCI.

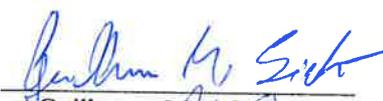
LAPPONI, Juan Carlos. Projetos de investimento: construção e avaliação do fluxo de caixa: modelos em Excel. São Paulo: Lapponi Treinamento e Editora, 2000.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2014. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – Ministério das Cidades, 2014.

SUGAI, Maria Inês. Segregação Silenciosa: investimentos públicos e distribuição sócio-espacial na área conurbada de Florianópolis. (Tese de Doutorado). FAU-USP, 2002.

TOMAZ, Plínio. Consumo de Água – capítulo 4 – Perdas de Água. 2009.

Assinaturas dos autores:


Guilherme Merisio Seibt
(Acadêmico)


Professor Dr. Ramon Lucas Dalsasso
(Orientador)

Florianópolis, agosto de 2016.