



## **APLICAÇÃO MEDIDORES VOLUMÉTRICOS E ULTRASSÔNICOS NA HIDROMETRIA COM BASE EM ESTUDOS DE VIABILIDADE ECONÔMICO FINANCEIRO**

**Luiz Claudio Drumond<sup>1)</sup>**

Chefe do Departamento de Micromedição, Companhia Estadual de Águas e Esgotos/Rio de Janeiro - CEDAE

**Marcio Velasque Penido<sup>(2)</sup>**

Doutorando, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Analista de Processos, Companhia Estadual de Águas e Esgotos / Rio de Janeiro – CEDAE / Infometer Soluções em Software e Sistemas LTDA.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Pernambuco 1- Térreo, Engenho de Dentro, Rio de Janeiro – RJ - CEP: 20730-030 - Brasil -  
Tel: +55 (21) 2332-4029 - e-mail: [luizclaudio@cedae.com.br](mailto:luizclaudio@cedae.com.br).

### **RESUMO**

Os medidores velocimétricos após algum tempo na rede apresentam desgaste e começam a registrar consumo inferior ao real fornecido. Água fornecida e não contabilizada representa perda por submedição e pode impactar de forma significativa o faturamento de uma empresa de saneamento. Identificar os medidores na rede com desgaste, é premissa essencial para manter o controle adequado sobre o faturamento. Para isso torna-se necessário uma abordagem mais técnica e criteriosa, fundamentada na gestão da malha de micromedição.

Os hidrômetros podem ter, dependendo do fabricante e tecnologia, desempenhos diferentes. Através da análise em laboratório, é possível identificar o ponto em que um tipo de medidor apresenta submedição elevada. O presente trabalho tem o objetivo de apresentar um método de análise que permita a identificação na rede dos medidores com desgaste e, com base em estudo de viabilidade econômico financeiro, determinar em quais clientes se aplicam medidores volumétricos ou ultrassônicos, que apesar de maior custo se apresentam viáveis conforme será demonstrado no presente estudo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Submedição, Medidores Ultrassônicos, Volumétricos.

### **INTRODUÇÃO**

Muitas empresas, concessionárias dos serviços de abastecimento de água vêm investindo em programas de redução e controle de perdas buscando melhoria nos seus indicadores e, objetivando também minimizar a retirada de água bruta dos mananciais. A melhoria do desempenho dos sistemas de abastecimento focada na redução de perdas tem impactado positivamente o grau de eficiência operacional e energética de empresas operadoras, refletindo na redução de gastos com insumos como produtos químicos, equipamentos e energia elétrica. No balanço hídrico proposto pela IWA as Perdas de Água têm uma abordagem direcionada aos volumes fornecidos e não faturados, designados de Perdas Aparentes, e se dividem em submedição por imprecisão dos hidrômetros, pois estes são aparelhos mecânicos que possuem desde sua fabricação, dificuldade em medir o volume efetivamente entregue em função do abastecimento indireto. As torneiras bóias das caixas d'água provocam o amortecimento das vazões abaixo das capacidades dos hidrômetros. À medida que os hidrômetros se desgastam, os efeitos da submedição aumentam gradativamente. O percentual de submedição incide sobre todo o volume micromedido. As ligações clandestinas, hidrômetros fraudados e ligações com falhas de cadastros também representam uma parcela de Perda Aparente, mas não serão abordados no presente estudo.

Como aliado no combate às perdas aparentes, temos percebido a crescente utilização de hidrômetros volumétricos e a chegada de novos medidores com diferentes princípios de funcionamento, mas com ênfase na eletrônica, os denominados medidores estáticos. Estes aparelhos apesar dos custos serem bem acima dos medidores convencionais podem contribuir para a redução das perdas aparentes, desde que um estudo de viabilidade econômico financeiro prévio seja feito para auxiliar na tomada de decisão.

### **TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS PARA APLICAÇÃO NA MICROMEDIÇÃO–CUSTO X BENEFÍCIO**

Além dos conhecidos e amplamente utilizados no Brasil e no mundo, os medidores velocimétricos, com os estudos recentes de Ensaios para Determinação dos Erros de Medição em conformidade com a norma ABNT 15538 tem alavancado reflexões sobre os medidores volumétricos que, apesar do sua vulnerabilidade

relacionada a travamento por particulado em suspensão, seu ponto forte é a performance apresentada frente aos velocimétricos, considerando que no Brasil o abastecimento indireto evidencia ainda mais os efeitos da submedição. Atualmente encontramos também disponíveis no mercado medidores para medição e faturamento com a tecnologia ultrassônica ou eletromagnética com baterias de alta performance embarcada, proporcionando precisão e durabilidade superior aos hidrômetros convencionais mecânicos. Outra vantagem destes medidores é que, por não possuírem partes móveis, não são suscetíveis a travamentos ou desgastes, fato frequente nos medidores de turbinas, limitando a permanência destes na rede em poucos anos em média. Mas se por um lado temos maior precisão e durabilidade, por outro lado os custos de aquisição para aplicação podem inviabilizar o investimento. O custo para aquisição de cada tipo de medidor tem obedecido a seguinte relação apresentada na Tabela 1:

**Tabela 1: Relação de Custo Médio de Medidores por Tecnologia x IDM.**

FAIXA DE MEDIÇÃO	TECNOLOGIA	CUSTO*	ÍNDICE DE DESEMPENHO DA MEDIÇÃO (IDM <sub>N</sub> )
0 ~5 m <sup>3</sup> /h	<b>Velocimétrico Classe B</b>	<b>C<sub>1</sub></b>	<b>93 ~96 %</b>
	<b>Volumétrico Classe C</b>	<b>2 C<sub>1</sub></b>	<b>98 %</b>
	<b>Ultrassônico R 250</b>	<b>6 C<sub>1</sub></b>	<b>99%</b>

(\*) O uso desta tabela deve ser precedido de uma pesquisa de mercado, atualizando a relação de custo sugerida a título de exemplo.

### DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE DESEMPENHO DA MEDIÇÃO: ESTUDOS EM LABORATÓRIO

A metodologia consiste em obter o IDM de amostras estratificadas de hidrômetros novos e usados, por fabricante, tipo e capacidade. Para o presente estudo, os ensaios foram realizados no Laboratório de Medidores da CEDAE/RJ, certificado pela Inmetro, em conformidade com a ISO 17025, através do CRL 1083.

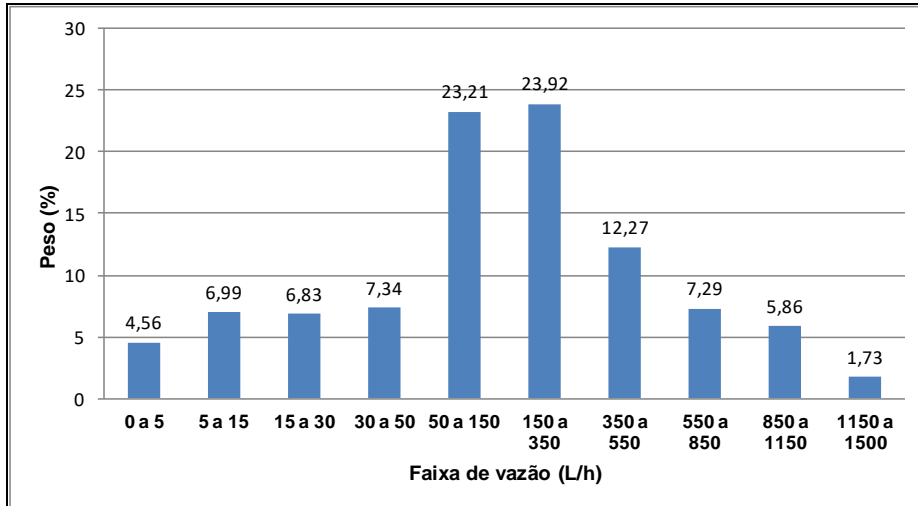


**Figura 1: Instalações do Laboratório de Medidores da CEDAE-RJ e Bancada de Ensaio de IDM.**

O plano de amostragem foi montado contendo diferentes faixas de volume totalizado nos hidrômetros retirados da rede. Em conformidade com a ABNT NBR 15538<sup>1</sup> o IDM, Índice de Desempenho da Medição pode ser calculado pela seguinte expressão:

$$IDM = 100 \cdot E_{pi} \quad \text{equação (1)}$$

Os ensaios de avaliação de eficiência de medidores tomam como base o perfil de consumo típico de abastecimento domiciliar sendo obtido pela associação entre o perfil de consumo e o erro relativo apresentado pelo medidor de água (E<sub>pi</sub>), nas faixas de vazões detalhadas na Figura 2.

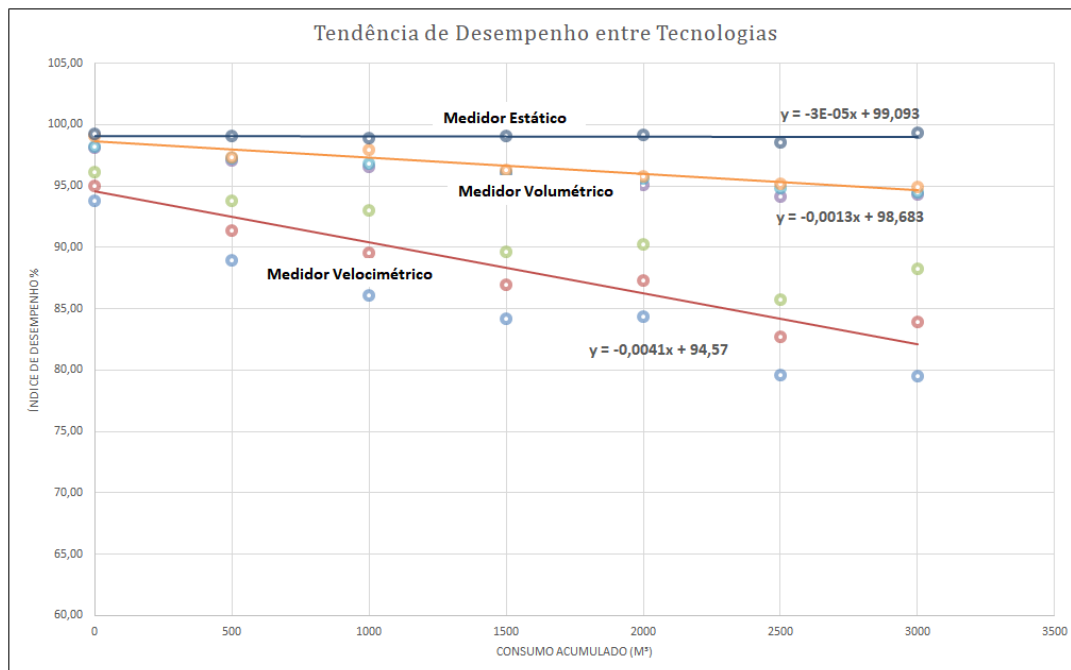


**Figura 2: Histograma elaborado e função perfil típico de abastecimento domiciliar.**

Realizando ensaios definidos pela norma em (n) amostras e adotando critérios estatísticos utilizando a distribuição (t) de *Student* pela Equação (2) os dados obtidos são plotados em um gráfico conforme apresentado na figura 3.

$$\left( \bar{x} - t_{(n-1,0.05)} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}, \bar{x} + t_{(n-1,0.05)} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \right)$$

equação (2)



**Figura 3: Tendência de desempenho metrológico–Medidor Velocimétrico x Volumétrico x Estático.**

As linhas de tendência evidenciam que os medidores estáticos não sofrem desgaste e mantém a performance, mas no caso dos medidores Velocimétricos e Volumétricos, o IDM sofre decaimento à medida que o volume acumulado aumenta, comprovando que o desgaste é função do número de rotação da turbina e não do tempo de instalação. As equações lineares podem ser reescritas em função da Leitura (L) de cada medidor e do IDM. Estas equações representam a efetividade de medição dos medidores unijatos marca (x), volumétrico marca (y) e ultrassônico marca (z). Por exemplo a efetividade de medição dos medidores velocimétricos unijatos, marca (x) é:

$$IDM(L) = -0,0041 \cdot L + 94,57$$

equação (3)



## VOLUME SUBMEDIDO EM UM MEDIDOR EM USO

O primeiro passo na escolha de qual medidor deve ser aplicado em substituição ao medidor existente no campo é identificar qual desempenho da medição que o hidrômetro em uso está apresentando. Com base no volume submedido ( $V_s$ ) será possível calcular o potencial de recuperação de receita. A fórmula é:

$$V_s = V_m \cdot \left( \frac{IDM_n}{IDM_{uso}} - 1 \right) \quad \text{equação (4)}$$

Sendo:

IDM<sub>n</sub>- Índice de Desempenho do Hidrômetro novo (%)

IDM<sub>uso</sub>- Índice de Desempenho do Hidrômetro em uso (%)

## CÁLCULO DA RECUPERAÇÃO FINANCEIRA APÓS A TROCA DO MEDIDOR

Devemos considerar que uma troca de hidrômetro com desgaste por um novo medidor proporcionará uma melhora na medição e possivelmente no faturamento. Esta melhora será em função do desgaste do medidor em uso, da qualidade do novo medidor e do valor da tarifa, obedecendo a estrutura tarifária de cada companhia. Como exemplo utilizamos a Estrutura Tarifária da CEDAE vigente em janeiro de 2017 na tabela 2:

**Tabela 2: Estrutura Tarifária – CEDAE Jan/2017**

TARIFA	FAIXA	VALOR DA TARIFA
T <sub>1</sub>	0 ~15 m <sup>3</sup> /mês	R\$ 3,54
T <sub>2</sub>	>15 ~30 m <sup>3</sup> /mês	R\$ 7,80
T <sub>3</sub>	>30 ~45 m <sup>3</sup> /mês	R\$ 10,63
T <sub>4</sub>	>45 ~60 m <sup>3</sup> /mês	R\$ 21,27
T <sub>5</sub>	>60 m <sup>3</sup> /mês	R\$ 28,36

Portanto podemos obter valor mensal recuperado ( $R_f$ ) após a troca de um hidrômetro utilizando a seguinte expressão:

$$R_f = V_s \cdot T \quad \text{equação (5)}$$

$$R_f = \left( V_m \cdot \left( \frac{-0,0041 \cdot L_0 + 94,57}{-0,0041 \cdot L_{uso} + 94,57} - 1 \right) \right) \cdot T$$

Caso a localidade possua o serviço de coleta, transporte e tratamento de esgoto, o valor mensal recuperado é multiplicado por 2, então a expressão será:

$$R_f = \left( V_m \cdot \left( \frac{-0,0041 \cdot L_0 + 94,57}{-0,0041 \cdot L_{uso} + 94,57} - 1 \right) \right) \cdot T \cdot 2$$

## 1º EXEMPLO – TROCA DE UM MEDIDOR EM USO POR UM NOVO VELOCIMÉTRICO:

Em um cliente com volume medido no hidrômetro velocimétrico tipo unijato marca x em uso de 16 m<sup>3</sup>/mês com leitura de 850 m<sup>3</sup>, qual será a perda por submedição recuperada e qual será o valor mensal recuperado caso seja efetuada a substituição por um mesmo hidrômetro da mesma marca, porém novo?

**Cálculo da Perda por submedição recuperada:**

$$V_s = 16 \cdot \left( \frac{-0,0041 \cdot 0 + 94,57}{-0,0041 \cdot 850 + 94,57} - 1 \right)$$

$$V_s = 0,61 \text{ m}^3/\text{mês} \quad \text{ou} \quad V_s = 20,4 \text{ litros / ligação .dia}$$

### Cálculo do valor mensal recuperado

Considerando a segunda faixa Tarifária utilizaremos  $T_2 = \text{R\$ } 7,80$

$$R_f = \left( 16 \cdot \left( \frac{-0,0041 \cdot 0 + 94,57}{-0,0041 \cdot 850 + 94,57} - 1 \right) \right) \cdot 7,80 \cdot 2$$

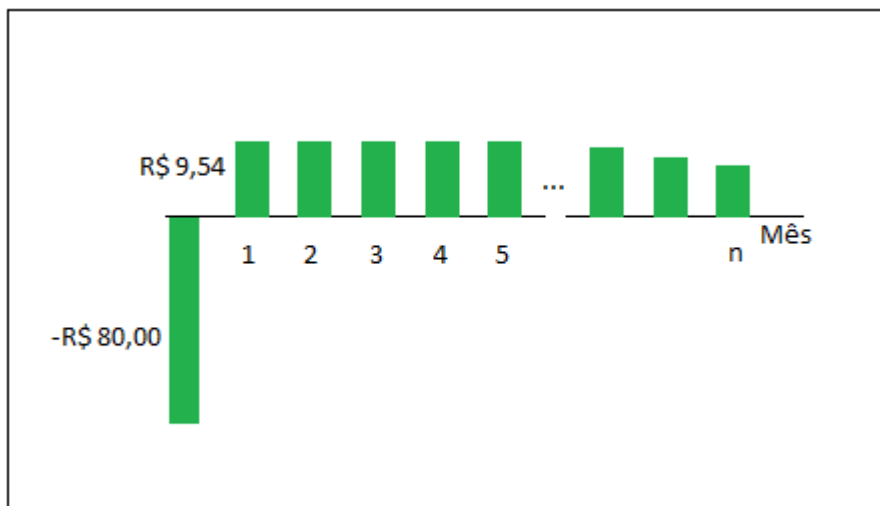
$$R_f = \text{R\$ } 9,54/\text{mês}$$

Recuperação do Faturamento

Neste caso a substituição de um medidor antigo por um novo irá proporcionar um Valor de Faturamento Recuperado em R\$ 9,54 / mês.

### AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE ECONÔMICA FINANCEIRA

As boas práticas de gestão de projetos sugerem estudos prévios de viabilidade econômica. A essência da avaliação econômico-financeira é medir o retorno de um projeto de maneira comparável com outros investimentos. O primeiro passo para a realização da avaliação econômica é a montagem do fluxo de caixa, isto é, a definição do fluxo de entradas e saídas de dinheiro durante o ciclo de medição desejado. A avaliação utilizando o Fluxo de Caixa auxiliará no processo de tomada de decisão. Portanto no exemplo citado teremos o seguinte fluxo de caixa, considerando que o custo tenha sido da ordem de R\$ 80,00, sendo R\$ 50,00 a compra do medidor e R\$ 30,00 o custo de Mão de Obra de substituição:



**Figura 4: Fluxo de caixa da substituição do medidor em uso por novo medidor.**

Para calcular o Valor Presente Líquido usamos a seguinte equação:

$$VPL = \left( \left( \frac{FC1}{(1+i)^1} + \frac{FC2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FCn}{(1+i)^n} \right) \right) - FCO \quad \text{equação (6)}$$

O Valor Presente Líquido de uma substituição possui as seguintes possibilidades de resultado:

- Maior do que zero a troca é economicamente viável;
- Igual a zero: não terá retorno;
- Menor do que zero: não é economicamente atrativo.



## AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE DO MEDIDOR VELOCIMÉTRICO

Portanto, para uma taxa estimada em 8% ao ano, o Valor Presente Líquido em 12 meses do exemplo apresentado será:  $VPL = R\$ 26,00$ .

Com base no exemplo anterior, podemos constatar que a troca é economicamente viável, considerando que o VPL em 12 meses será positivo e o Pay back do investimento de R\$ 80,00 ocorrerá em 9 meses.

## 2º EXEMPLO – TROCA DE UM MEDIDOR EM USO POR UM MEDIDOR VOLUMÉTRICO:

Adotando-se o mesmo cliente do exemplo anterior com volume medido no hidrômetro velocimétrico tipo unijato marca x em uso de 16 m<sup>3</sup>/mês com leitura de 850 m<sup>3</sup>, qual será a perda por submedição recuperada e qual será o valor mensal recuperado caso seja efetuada a substituição por um hidrômetro volumétrico, porém novo?

Comentário: Substituindo o medidor antigo por um medidor **volumétrico** de 1,5 m<sup>3</sup>/h classe C com Custo = 2C, considerando:

$$IDM_n = -0,0013 \cdot L + 98,6$$

**Cálculo da Perda por submedição recuperada:**

$$V_s = 16 \cdot \left( \frac{-0,0013 \cdot 0 + 98,6}{-0,0041 \cdot 850 + 94,57} - 1 \right)$$

$$V_s = 1,32 \text{ m}^3/\text{mês} \quad \text{ou} \quad V_s = 44,0 \text{ litros}/\text{ligação.dia}$$

**Cálculo do valor mensal recuperado**

Considerando a segunda faixa Tarifária utilizaremos  $T_2 = R\$ 7,80$

$$R_f = \left( 16 \cdot \left( \frac{-0,0013 \cdot 0 + 98,6}{-0,0041 \cdot 850 + 94,57} - 1 \right) \right) \cdot 7,80 \cdot 2$$

$$R_f = R\$ 20,59 / \text{mês} \quad \text{Recuperação do Faturamento}$$

Neste caso a substituição de um medidor antigo por um novo volumétrico irá proporcionar um Valor de Faturamento Recuperado em R\$ 20,59 / mês.

## AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE DO MEDIDOR VOLUMÉTRICO

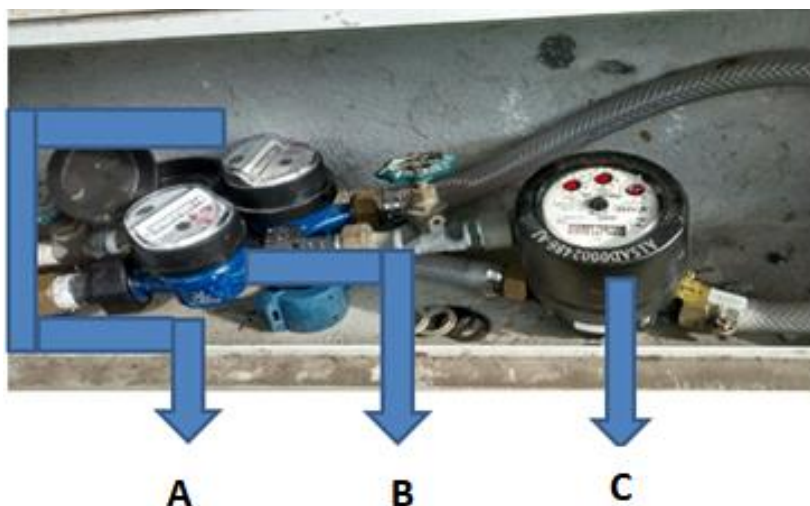
O Fluxo de Caixa substituindo o medidor antigo por um medidor **volumétrico** de 1,5 m<sup>3</sup>/h classe C com Custo = 2C (R\$ 160,00), terá um VPL = 76,00 e o Pay back em 10 meses, tornando esta opção de troca mais vantajosa.

Podemos concluir que apesar do custo do medidor volumétrico ser superior, o resultado financeiro ao longo de 1 (um) ano demonstra-se favorável à aplicação da tecnologia volumétrica nos clientes com perfil do exemplo apresentado.

## RESULTADOS PRÁTICOS

Objetivando comprovar na prática o estudo apresentado, foram instalados em série os medidores conforme os exemplos 1 e 2 que deveriam obter aumento no faturamento de R\$ 9,54 e R\$ 20,59 respectivamente.





**Figura 5: Hidrômetros instalados em série para estudo comparativo de performance.**

O hidrômetro (A) tratava-se do medidor oficial que registrava as faturas mensais e estava com 850m<sup>3</sup> de leitura. O hidrômetro (B) foi instalado em série e estava novo, ou seja, com a leitura 0 (zero) m<sup>3</sup>. O hidrômetro volumétrico (C), também novo, foi instalado em série e o teste objetivou obter resultados práticos ao longo de um ano de testes. Pode ser observado na tabela 3 que os resultados formam bem próximos ao valor teórico obtido.

**Tabela 3: Estudo comparativo entre tipos de hidrômetros**

HIDRÔMETRO OFICIAL A			HD TESTE B		HD TESTE C	
Medição	Volume Faturado (m <sup>3</sup> )	Valor Faturado (R\$)	Volume Faturado (m <sup>3</sup> )	Valor Faturado (R\$)	Volume Faturado (m <sup>3</sup> )	Valor Faturado (R\$)
nov/17	17	110,18	17,5	116,84	18	123,5
dez/17	16	104,12	16,5	110,78	17	117,44
jan/18	14	73,96	14,5	76,6	16	110,06
fev/18	19	125,92	19,5	132,58	20	139,24
mar/18	19	133,18	19,5	139,84	20	146,5
abr/18	18	134,4	18,5	141,06	19	147,72
mai/18	14,5	77,37	15	94,44	15,5	101,1
jun/18	14	73,96	14,5	91,4	15	98,06
jul/18	14,5	77,2	15	94,44	16	110,06
ago/18	14,5	77,2	15	94,44	16	110,06
set/18	17	106,54	17,5	113,2	18	119,08
out/18	16	107,76	16,5	114,42	17	121,08
<b>TOTAL</b>	<b>193,5</b>	<b>1201,79</b>	<b>199,5</b>	<b>1320,04</b>	<b>207,5</b>	<b>1443,9</b>
<b>Valor do Faturamento acrescido/mês (R\$/mês)</b>				<b>9,85</b>		<b>20,18</b>

### **VOLUME FORNECIDO E NÃO CONTABILIZADO AO LONGO DA VIDA ÚTIL DO MEDIDOR**

Com base no exemplo 1 e no gráfico da figura 3 poderemos constatar que o volume não contabilizado ao longo da vida útil de um hidrômetro será a área hachurada representada no gráfico da figura 6. Obtendo a área teremos o valor desejado.

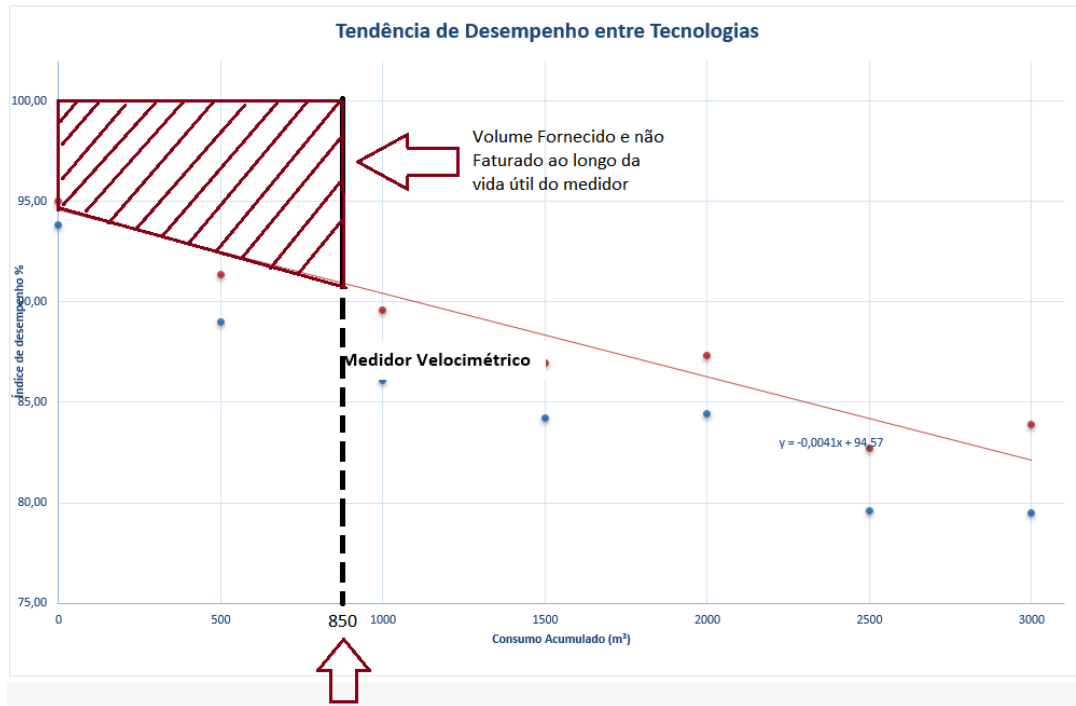


Figura 6: Volume fornecido e não contabilizado

Deduzindo a fórmula do polígono em função da área teremos a seguinte equação que permitirá obter o volume não faturado ao longo da vida útil de um hidrômetro:

$$V_p = \frac{L \cdot (100 - IDM_n)}{100} + \frac{L^2 \cdot 0,0041}{200} \quad \text{equação (7)}$$

Sendo:

$V_p$  – Volume não faturado ao longo da vida útil ( $m^3$ )

$L$  – Leitura do hidrômetro em uso (%)

$IDM_n$  – Índice de desempenho da medição para o medidor novo (%)

### 3º EXEMPLO – OBTER O VOLUME NÃO FATURADO DO MEDIDOR DO 1º EXEMPLO

Considerando o mesmo hidrômetro velocimétrico tipo unijato marca x com leitura de 850  $m^3$ , qual será a o volume não faturado ao longo da vida útil?

**Cálculo do volume não faturado:**

$$V_p = \frac{850 \cdot (100 - 94,57)}{100} + \frac{850^2 \cdot 0,0041}{200}$$

$$V_p = 60,96 \text{ m}^3$$

### DEFINIÇÃO DO NÍVEL ECONÔMICO DE PERDAS APARENTES DA HIDROMETRIA – NEPHD

Esta formulação apresentada poderá ser valiosa na obtenção do NEPhd, Nível Econômico de Perdas na hidrometria, se considerarmos que o produto do volume não faturado e do custo por  $m^3$  da água representará o Valor não faturado.

$$V_p \cdot \text{Custo}_{op} = \text{Perda (R\$)} \quad \text{equação (8)}$$



Sendo:

$V_p$  – Volume não faturado ao longo da vida útil (m<sup>3</sup>)

$C_{ustoop}$  – Custo da água produzida e fornecida (R\$/m<sup>3</sup>)

$P_{erda}$  – Valor financeiro perdido (R\$)

Adotando a premissa de que o investimento para a troca de medidores deverá ser sempre inferior ao valor financeiro perdido, teremos:

$$V_p \cdot C_{ustoop} > C_{usto Troca} \quad \text{equação (9)}$$

Levando em consideração o critério de custo de medidores das tecnologias velocimétricas, volumétricas e ultrassônicas:

$$C_{usto Troca Ultra} > C_{usto Troca Volum} > C_{usto Troca Veloci} \quad \text{equação (10)}$$

Sendo:

Custo Troca Ultra - Custo da troca de medidor da tecnologia ultrassônica

Custo Troca Volum - Custo da troca de medidor da tecnologia volumétrica

Custo Troca Veloci - Custo da troca de medidor da tecnologia velocimétrica

Portanto, seguindo esta premissa poderemos selecionar a tecnologia velocimétrica, volumétrica ou ultrassônica, de acordo com o custo da troca do medidor, aliado a avaliação de cenário do retorno financeiro.

## AVALIAÇÃO DE CENÁRIOS

Com base no presente estudo será possível avaliar cenários para cada caso, conforme o próximo exemplo:

Considerando clientes com consumo acumulado em torno de 1.000 m<sup>3</sup> no totalizador, com medidores velocimétricos instalados e estabelecendo o retorno financeiro por cada tipo de medidor, é possível criar cenários para a tomada de decisão e escolha da tecnologia empregada. Nesta análise foi adotada uma taxa de 12% ao ano.

**Tabela 4: Análise de Viabilidade por tipos de medidores**

CONSUMO MÉDIO (M <sup>3</sup> /MÊS)	VELOCIMÉTRICO			VOLUMÉTRICO			ESTÁTICO		
	PAYBACK	VPL	TIR	PAYBACK	VPL	TIR	PAYBACK	VPL	TIR
14	13	86,36	8%	11	268,07	9%	27	50,79	2%
15	11	111,49	10%	10	315,00	11%	24	108,06	3%
16	10	138,47	11%	10	364,20	12%	22	168,02	3%
17	9	167,30	13%	9	415,69	13%	20	230,70	4%
18	8	198,01	15%	8	469,49	15%	19	296,11	5%
19	7	230,60	17%	8	525,63	16%	17	364,29	5%
20	7	265,10	19%	7	584,11	17%	16	435,24	6%
21	6	301,52	21%	7	644,96	19%	15	509,00	7%
22	6	339,88	24%	6	708,21	21%	14	585,59	7%
23	5	380,19	26%	6	773,86	22%	13	665,03	8%
24	5	422,46	29%	6	841,94	24%	12	747,35	9%
25	5	466,72	32%	5	912,47	26%	12	832,56	9%
26	4	512,99	34%	5	985,46	27%	11	920,70	10%
27	4	561,27	37%	5	1060,95	29%	11	1011,79	11%
28	4	611,58	40%	5	1138,95	31%	10	1105,85	12%



CONSUMO MÉDIO (M <sup>3</sup> /MÊS)	VELOCIMÉTRICO			VOLUMÉTRICO			ESTÁTICO		
	PAYBACK	VPL	TIR	PAYBACK	VPL	TIR	PAYBACK	VPL	TIR
29	4	663,95	44%	4	1219,48	33%	10	1202,91	12%
30	4	718,39	47%	4	1302,57	35%	9	1302,99	13%
31	3	851,64	55%	4	1527,17	41%	8	1575,39	15%
32	3	915,53	59%	4	1623,35	43%	8	1691,13	16%
33	3	981,73	63%	4	1722,39	46%	7	1810,25	17%
34	3	1050,27	67%	4	1824,30	48%	7	1932,78	18%
35	3	1121,16	72%	3	1929,12	51%	7	2058,74	19%

### **TOMADA DE DECISÃO COM BASE NO CENÁRIO APRESENTADO**

Para medidores identificados no campo, com leitura em torno de 1.000 m<sup>3</sup>, a tecnologia a ser empregada em cada substituição será definida com base na Taxa Interna de Retorno (TIR) que deverá ser próximo ou superior à taxa de juros estabelecida, adotando como a melhor opção, o maior VPL apresentado comparando as tecnologias. Com base nesta premissa teremos a seguinte decisão:

- **Aplicação de Medidores Velocimétricos – Consumo entre 0 à 15 m<sup>3</sup>/mês**

No caso da estrutura tarifária adotada, onde a tarifa mínima é de 15 m<sup>3</sup> mês, não haverá retorno financeiro significativo nas trocas, mas é recomendável sua substituição ou verificação subsequente em intervalo não superior a 7 anos em conformidade com o Regulamento Técnico Metrológico<sup>2</sup> do Inmetro, aprovado pela Portaria 295/2018, e por este motivo o medidor velocimétrico se apresenta a melhor opção.

- **Aplicação de Medidores Volumétricos – Consumo entre 16 à 30 m<sup>3</sup>/mês**

Com base na tabela 4, o medidor volumétrico apresenta-se como a melhor opção na faixa de consumo, entre 16 à 30 m<sup>3</sup>/mês considerando que a TIR é superior ao medidor ultrassônico nesta faixa e o VPL apresenta-se superior, se comparado com as demais tecnologias.

- **Aplicação de Medidores Estáticos – Consumo maior que 30 m<sup>3</sup>/mês**

Em clientes com consumo a partir de 30 m<sup>3</sup> mês observa-se que a tecnologia ultrassônica se mostra como uma opção preferencial, pois o VPL é superior. A TIR também é superior a 12% comprovando a viabilidade da estratégia empregada.

### **CONCLUSÕES**

Com base no estudo realizado, concluiu-se que:

O método apresentado pode ser empregado em diferentes estruturas tarifárias e permitirá a escolha correta de qual tecnologia deverá ser empregada;

Os resultados apresentados demonstram que as trocas de medidores são necessárias e as ações devem ser realizadas com critérios e métodos bem definidos visando o maior retorno possível do investimento aplicado;

Devido a diversificação de medidores instalados no campo o método proposto é eficaz desde que seja definindo para cada nicho de clientes as tecnologias distintas. Com isso será possível obter os melhores resultados com o menor investimento possível;

Os medidores estáticos, apesar do custo elevado, demonstram-se viáveis, desde que seja precedido do presente estudo.



## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ABNT 15538. Medidores de água potável - Ensaio para avaliação de eficiência. São Paulo. Publicada em 9/12/2011 e substituída em 2014.
2. Portaria 295/2018. Regulamento Técnico Metrológico do Inmetro – Medidores de água potável fria ou quente. Publicada em 28/06/2018.