



Encontro Técnico
AESABESP

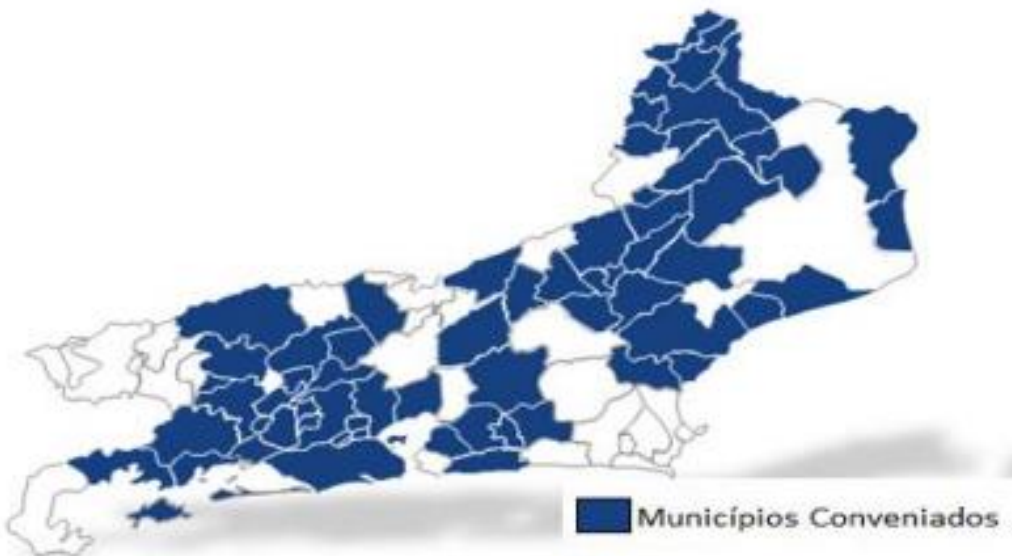
31º Congresso Nacional
de Saneamento e
Meio Ambiente

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

Eng. Luiz Claudio Drumond
Eng. Marcio Velasque Penido
CEDAE - Tel: +55 (21) 2332-4029 - e-mail:
luizclaudio@cedae.com.br

CEDAE - Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro

Área de Atuação - CEDAE



População Atendida ▶ 12,2 M

Municípios Atendidos ▶ 64

Funcionários ▶ 5.000

2018 R\$ 832 M ◀ Lucro Líquido ▶ R\$ 1.02 B 2019

TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS PARA APLICAÇÃO NA MICROMEDIÇÃO

Objetivo

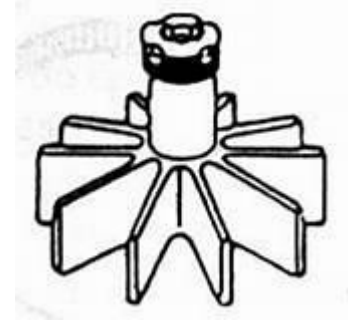
O presente trabalho tem o objetivo de apresentar um método de análise que permita a identificação na rede de medidores com desgaste e com base em estudo de viabilidade econômica financeiro, determinar em quais clientes se aplicam medidores velocimétricos, volumétricos ou ultrassônicos. Obtendo assim algoritmo de análise para ser utilizado no sistema de perdas reais e aparentes da CEDAE (SUPERA).

Relação de Custo Médio de Medidores por Tecnologia x IDM

FAIXA DE MEDIÇÃO	TECNOLOGIA	CUSTO	ÍNDICE DE DESEMPENHO DA MEDIÇÃO (IDMn)
0 - 5 m ³ /h	Velocimétrico Classe B	C_1	93 - 96 %
	Volumétrico Classe C	$2 C_1$	98 %
	Ultrassônico R 250	$6 C_1$	99%

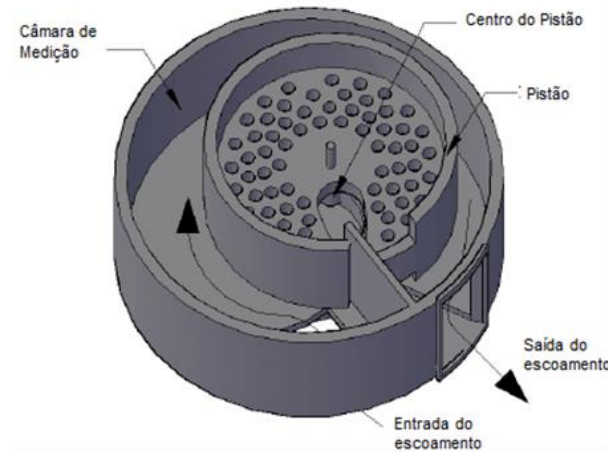
TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS PARA APLICAÇÃO NA MICROMEDIÇÃO

Velocimétricos:



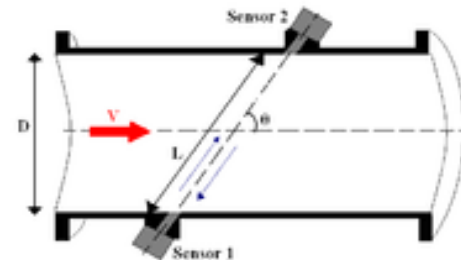
Custo: C1

Volumétricos:



Custo: 2 x C1

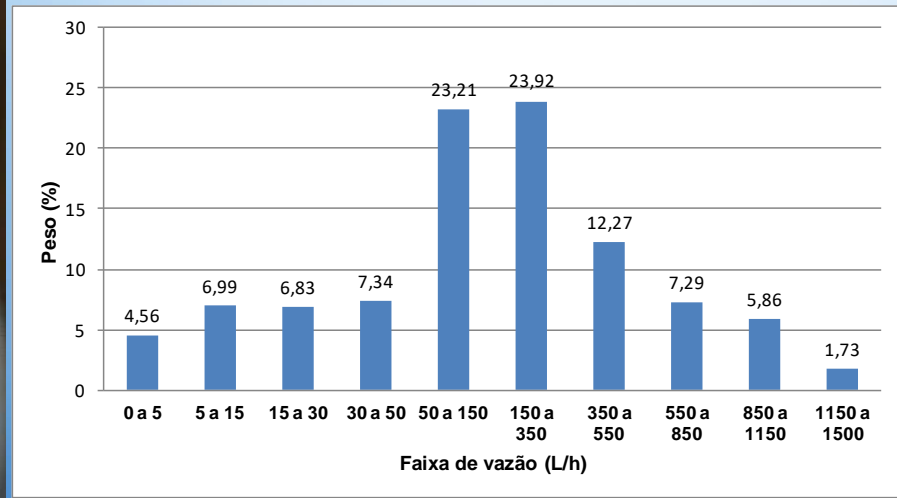
Ultrassônicos:



Custo: 6 x C1

As novas tecnologias são aliados das Empresas de Saneamento no combate às perdas aparentes.

DIFERENCIAL - CAPACIDADE EM MEDIR AS BAIXAS VAZÕES



Perdas por Submedição

Parcela de água que é produzida, transportada e fornecida aos usuários do sistema, porém que não é contabilizada devido a problemas ou incapacidade técnica dos equipamentos de medição.

PERFIL DOS CLIENTES DOMICILIARES

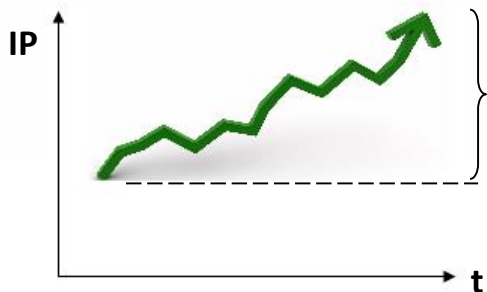
- ✓ Quantidade de ligações de água domiciliares – **91,5%**
- ✓ Volume micromedido nas ligações domiciliares – **88,1%**
- ✓ 0 a 10 m³/mês : **59,5%**
- ✓ 11 a 20 m³/mês : **28,5%**
- ✓ 21 a 50 m³/mês : **9,7%**
- ✓ Acima de 50 m³/mês : **2,7%**

Fonte: Enquete de Empresas de Saneamento para revisão da Norma ABNT: 15538



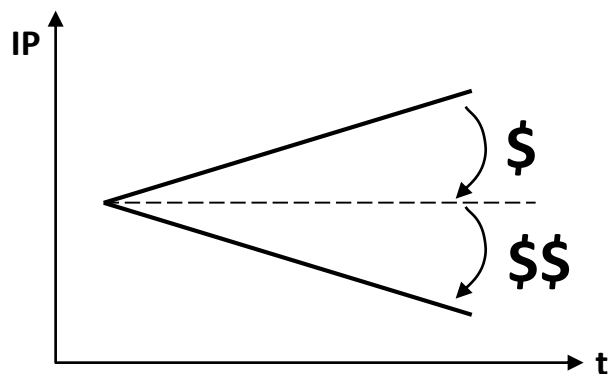
DESAFIOS NO COMBATE ÀS PERDAS

Se nada for feito



Envelhecimento do Parque de Hidrômetros
Aumento das Fraudes
Aumento da Submedição

Desafios Atuais



1º → Não deixar aumentar as Perdas

2º → Redução das Perdas



Investimento em perdas

Para Refletir:

- O investimento realizado tem mantido as perdas?
- O investimento realizado tem reduzido as perdas?
- O investimento realizado não tem sido suficiente?

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 fabricantes, tipo e capacidades.

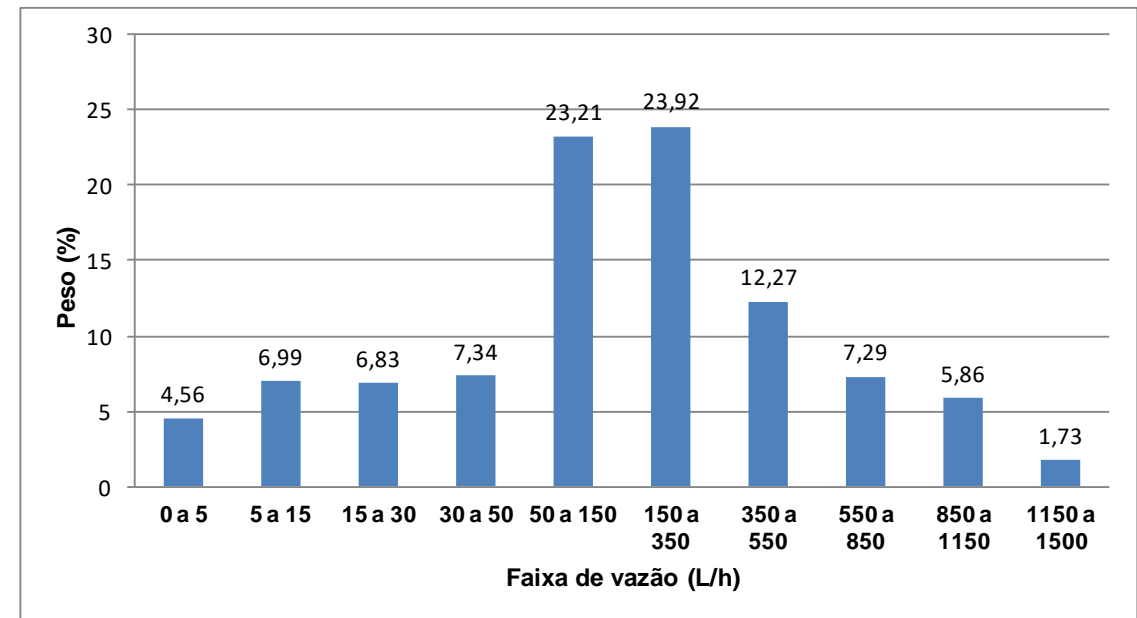
Para o presente estudo, os ensaios foram realizados no Laboratório de Medidores da CEDAE/RJ, certificado pela Inmetro, em conformidade com a ISO 17025, através do CRL 1083.



INDICE DE DESEMPENHO DA MEDIÇÃO

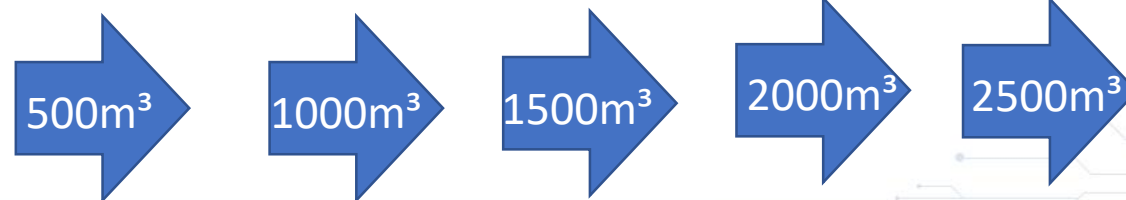
O plano de amostragem foi montado contendo diferentes faixas de volume totalizado nos hidrômetros retirados da rede. Em conformidade com a ABNT NBR 15.538 o IDM, Índice de Desempenho da Medição foi calculado pela seguinte expressão:

$$\text{IDM} = 100 * \text{EPI}$$



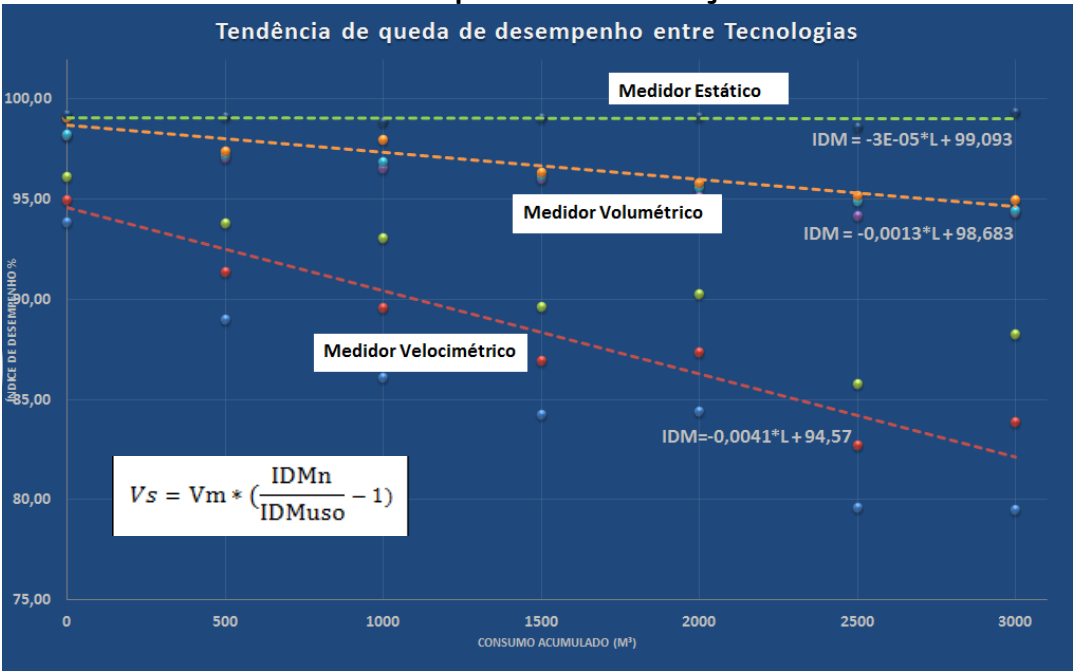
- Seleção de Amostras
- Tratamento Estatístico

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



ESTUDOS EM LABORATÓRIO

As linhas de tendência evidenciam que os medidores estáticos não sofrem desgaste e mantêm 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 dos elementos internos do medidor e não do tempo de instalação.



Tendência de desempenho metrológico—Medidor Velocimétrico x Volumétrico x Estático

SUBMEDIÇÃO DE UM MEDIDOR EM USO

O primeiro passo será identificar qual o desempenho da medição que o hidrômetro em uso apresenta no campo. Com base no volume submedido (V_s) será possível calcular o potencial de recuperação de receita. A fórmula é:

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

V_m – Volume médio consumido

IDM_n - Índice de Desempenho do Medidor novo (%)

IDM_{uso} - Índice de Desempenho do Medidor em uso (%)

Devemos considerar que a troca de hidrômetro com desgaste por um novo medidor proporcionará melhora na medição e possivelmente no faturamento, sendo este valor função do desgaste do medidor em uso, da qualidade do novo medidor e do valor da tarifa, obedecendo a estrutura tarifária de cada companhia.

TARIFA	FAIXA	VALOR DA TARIFA
T_1	0 ~15 m ³ /mês	R\$ 3,54
T_2	>15 ~30 m ³ /mês	R\$ 7,80
T_3	>30 ~45 m ³ /mês	R\$ 10,63
T_4	>45 ~60 m ³ /mês	R\$ 21,27
T_5	>60 m ³ /mês	R\$ 28,36

A efetividade de medição do medidor velocimétrico unijato, pode ser obtida pela seguinte expressão, considerando a leitura (L) do medidor em uso:

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

VELOCIMÉTRICO

Para obter o valor mensal recuperado (Rf) após a troca de um hidrômetro:

$$Rf = V_s \cdot T$$

Onde:

T = tarifa (R\$)

Substituindo a equação de efetividade de medição dos medidores velocimétricos unijatos, multiplicado por 2 devido ao transporte e tratamento de esgoto, o valor mensal recuperado se obtém pela expressão:

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

Para troca de um medidor em uso por um novo velocimétrico tipo unijato, em um cliente com consumo médio (Vm) de 16 m³/mês com leitura (Luso) de 850 m³, o volume submedido (Vs) é encontrado da seguinte forma:

VELOCIMÉTRICO

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

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

O valor mensal recuperado (Rf) é encontrado utilizando a seguinte equação, para uma faixa de vazão (Vm) de 16 m³/mês adotando a segunda faixa tarifária onde T₂ = R\$ 7,80, substituindo os valores se obtém a seguinte expressão resultante:

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

$$R_f = \text{R\$ } 9,54/\text{mês}$$

VOLUMÉTRICO

Para o mesmo exemplo, se a substituição ao invés de ser feita por um medidor velocimétrico tipo unijato, seja efetuada por um hidrômetro volumétrico novo, a efetividade de medição do medidor volumétrico pode ser obtida pela seguinte expressão:

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

O volume submedido (V_s) é encontrado substituindo a equação de efetividade de medição do medidor volumétrico novo e efetividade de medição do medidor velocimétrico unijato em uso:

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

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

VOLUMÉTRICO

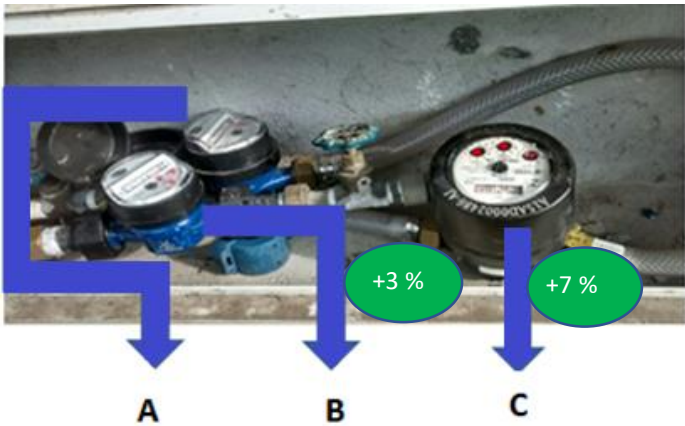
O volume submedido (R_f) é encontrado substituindo a equação anterior do volume submedido (V_s), o valor mensal recuperado se obtém pela expressão:

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

$$R_f = \text{R\$ } 20,59/\text{mês}$$

AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE – ESTUDO DE CASO

COMPARAÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS



O hidrômetro (A) tratava-se do medidor oficial que registrava as faturas mensais e estava com 850m³ de leitura. O hidrômetro (B) foi instalado em série e estava novo, ou seja, com a leitura 0 (zero) m³. O hidrômetro volumétrico (C), também novo, foi instalado em série e o teste objetivou obter resultados práticos ao longo de um ano de testes.

ANÁLISE DA SUBMEDIÇÃO

Medição	HIDRÔMETRO OFICIAL A		HD TESTE B		HD TESTE C	
	Volume Faturado (m ³)	Valor Faturado (R\$)	Volume Faturado (m ³)	Valor Faturado (R\$)	Volume Faturado (m ³)	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/19	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
TOTAL	193,5	1201,79	199,5	1.320,04	207,5	1.443,9

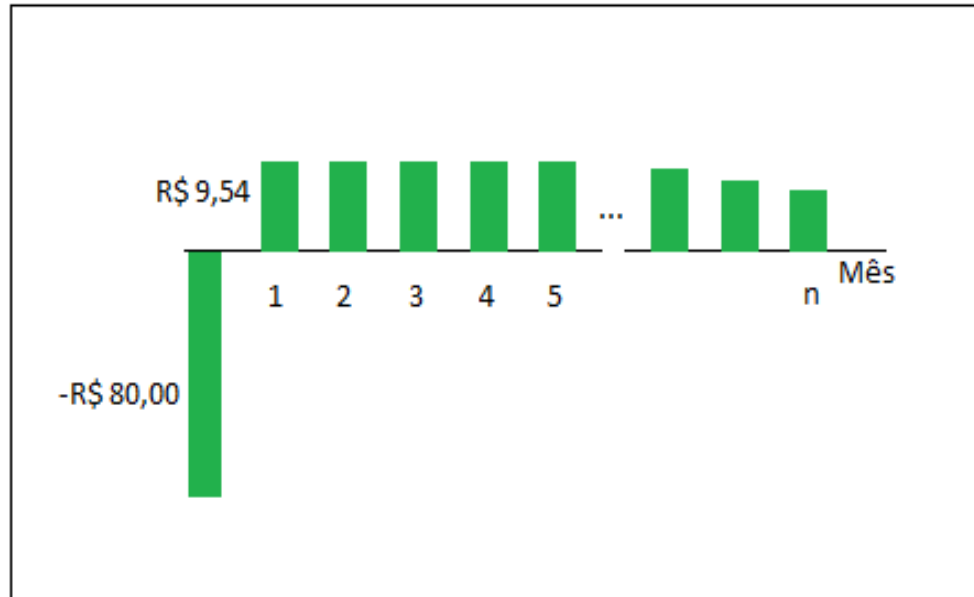
ACRÉSCIMO NO FATURAMENTO (R\$) 118,25 242,11

MÉDIA DE ACRÉSCIMO NO FATURAMENTO (R\$) 9,85 20,18

O resultado prático foi muito próximo do teórico.

AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE ECONÔMICA FINANCEIRA

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:



$$VPL = \left(\left(\frac{FC1}{(1+I)^1} + \frac{FC2}{(1+I)^2} + \dots + \frac{FCn}{(1+I)^n} \right) \right) - FC0$$

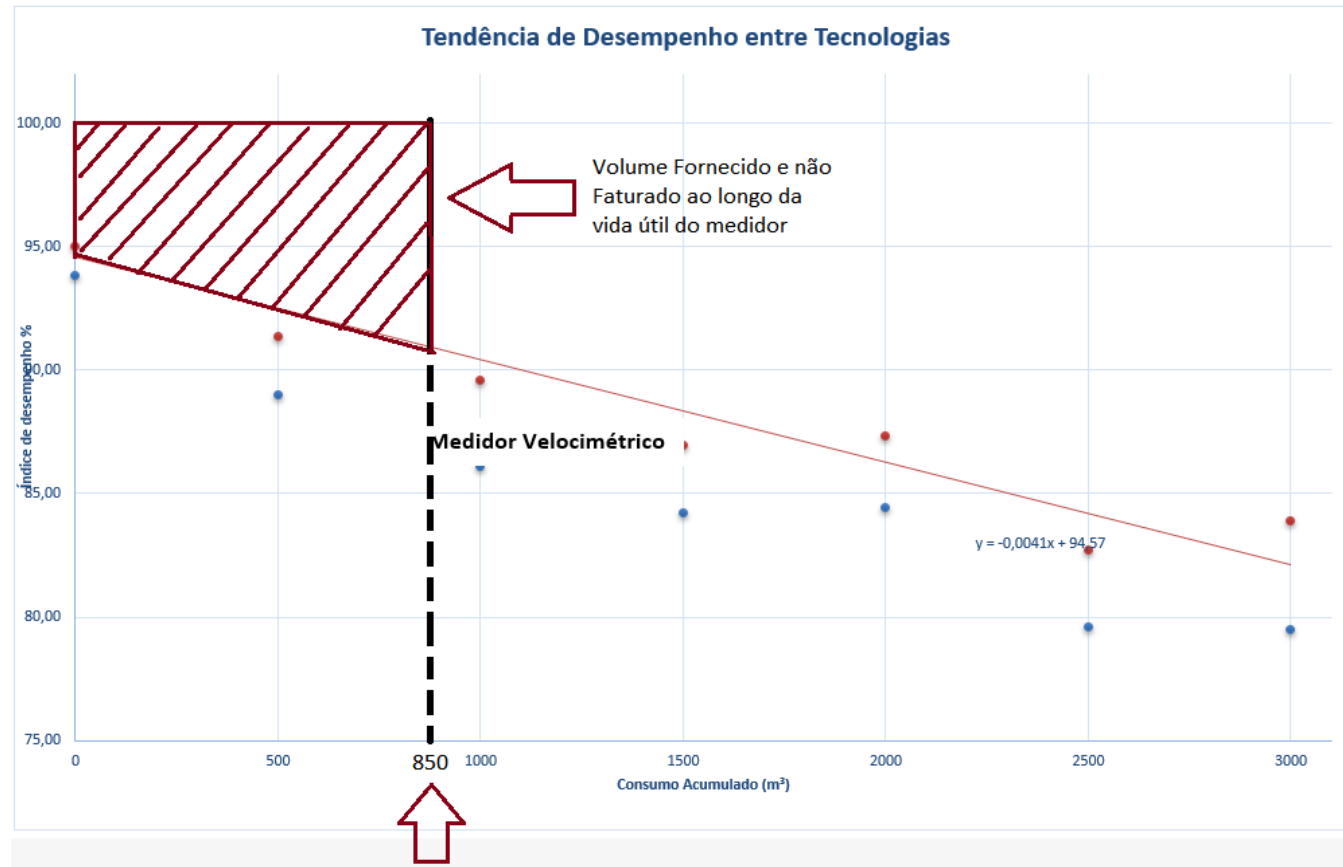
Para uma taxa estimada em 8% ao ano, o Valor Presente Líquido em 36 meses : VPL = R\$ 102,62. Podemos constatar que a troca é economicamente viável, considerando que o VPL em 36 meses será positivo e o Payback do investimento de R\$ 80,00 ocorrerá em 10 meses. Utilizando a mesma metodologia para os demais teremos:

Tecnologia Aplicada	Recuperação/mês	Payback (meses)	VPL	TIR
Volumétrico 1,5m³/h - (C)	R\$ 20,59	8	R\$ 391,96	12%
Monojato 0,75 m³/h - (B)	R\$ 9,54	10	R\$ 102,62	9%
ultrassônico 2,5 m³/h - (R250)	R\$ 21,68	23	R\$ 130,05	3%

MELHOR OPÇÃO SERÁ APLICAR O MEDIDOR VOLUMÉTRICO

VOLUME FORNECIDO E NÃO CONTABILIZADO AO LONGO DA VIDA ÚTIL DO

MEDIDOR



Volume fornecido e não contabilizado

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.

A seguinte equação permite obter o volume não faturado ao longo da vida útil de um hidrômetro:

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

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

1º EXEMPLO

O volume não faturado ao longo da vida útil de um hidrômetro (V_p) velocimétrico tipo unijato com leitura de 850 m^3 , pode ser obtido substituindo os valores na equação anterior tendo como resultante:

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

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



DEFINIÇÃO DO NÍVEL ECONÔMICO DE PERDAS APARENTES DA HIDROMETRIA

– NEPHD

O Nível Econômico de Perdas na hidrometria, é o produto do volume não faturado pelo custo por m³ da água, tendo como resultante:

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

Sendo:

V_p – Volume não faturado ao longo da vida útil (m³)

Custo_{op} – Custo da água produzida e fornecida (R\$/m³)

Perda – Valor financeiro perdido (R\$)

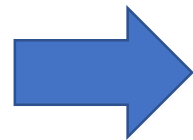
Podendo selecionar a tecnologia, de acordo com o custo da troca:

$$\text{Custo Troca Ultra} > \text{Custo Troca Volum} > \text{Custo Troca Veloci}$$



É possível criar cenários para a tomada de decisão e escolha da tecnologia empregada. Nesta análise foi adotada uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 12% ao ano.

Análise de Viabilidade por tipos de medidores



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%
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

Aplicação de Medidores Velocimétricos – Consumo entre 0 à 15 m³/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 Metroológico do Inmetro, aprovado pela Portaria 295/2018.



Aplicação de Medidores Volumétricos – Consumo entre 16 à 30 m³/mês



A melhor opção na faixa de consumo, entre 16 à 30 m³/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 m³/mês



A partir de 30 m³ mês observa-se que na tecnologia ultrassônica o VPL é superior. A TIR também é superior a 12% comprovando a viabilidade da estratégia empregada.



PERÍODO


De: 11/2020  


Até: 11/2020  


LIMITE


Diretoria: REGIÃO METROPOLITANA  


Gerência: GDRM-7 - GERÊNCIA ZONA SUL  


DAE/Localidade: 001 - DAE BOTAFOGO  


Ciclo de Leitura: 

Caderneta: 

Município: 

Bairro: 

Região Administrativa: 

Limite: 

Arraste e Solte os Itens de Dados Aqui	Arraste e Solte as Colunas dos Campos Aqui
Arraste e Solte os Campos das Linhas Aqui	Total Geral
Total Geral	

 Fwd_REUNIÃO GT....zip 

Exibir todos 

Desenvolvido por:



COMPARATIVO DO FATURAMENTO POR TECNOLOGIA

RESULTADOS APRESENTADOS						
DIRETORIAS	TICKET MÉDIO POR ECONOMIA					
	VELOCIMÉTRICOS		VOLUMÉTRICO		ULTRASSÔNICOS	
METROPOLITANA	R\$	141,86	R\$	263,48	R\$	390,33
INTERIOR	R\$	84,23	R\$	114,87	R\$	200,19



CONCLUSÕES

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.

O
B
R
I
G
A
D
O
!



Eng. Luiz Claudio Drumond
CEDAE - Tel: +55 (21) 2332-4029 -
e-mail: luizclaudio@cedae.com.br

Eng. Marcio Velasque Penido
Infometer

e-mail: marcio@infometer.com

Nem toda CRIATIVIDADE é INOVAÇÃO, mas toda a INOVAÇÃO é criativa.
INOVAÇÃO é a CRIATIVIDADE que agrega VALOR.

Silvio Fernandes