

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE HIDRÔMETROS VOLUMÉTRICOS E VELOCIMÉTRICOS POR FAIXAS DE CONSUMO PARA ANÁLISE DE COBRANÇA TARIFÁRIA A PARTIR DE VOLUMES MÍNIMOS

Márcio Francisco Gaefke

Matemático pela Faculdade de Engenharia Industrial e Ciências Aplicadas de São José dos Campos (EEI/FACAP). Especialista em Gestão de Recursos Hídricos pela UNINTER. MBA em Inovação e Empreendedorismo pela UNINTER. Técnico em Gestão na SABESP.

Letícia Zanon Carvalho

Engenheira Civil pela Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (Unesp). Especialista em Engenharia de Saneamento Ambiental pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. MBA em Gestão de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Gerente de Departamento de Operação do Vale do Paraíba na SABESP.

Dionísio Sant’ana Pereira

Engenheiro Eletricista pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Especialista em Automação pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). MBA em Gestão de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Assistente Executivo na Diretoria de Operação e Manutenção na SABESP.

Marcelo Tadeu Muniz Pereira

Engenheiro Civil formado pela Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP. Especialista em Engenharia Sanitária pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo – USP. Engenheiro de Controle de Perdas da Unidade de Negócios da SABESP do Vale do Paraíba.

Endereço: Av Heitor Vila Lobos, 1229 – Vila Ema – São José dos Campos – SP – CEP:12.243-260 – Brasil – Tel: (12) 3947-1517 – e-mail: mgaefke@sabesp.com.br

RESUMO

Um grande desafio no combate a perdas aparentes é a escolha da melhor tecnologia existente no mercado em equipamentos de medição por intermédio da qual podemos obter melhores resultados, tanto físicos, em volume recuperado, quanto financeiro. O objetivo deste trabalho é apresentar subsídios para gestores nos setores de recuperação em perdas aparentes de água para aplicação de medidores com tecnologia velocimétrica, o qual é o mais comum em companhias de saneamento, ou de medidores com tecnologia volumétrica. Dito isto, apresentamos neste trabalho um estudo em um setor de abastecimento fechado com aproximadamente três mil ligações de água onde foram trocados 40% do parque de hidrômetros deste distrito, aplicando medidores de ambas tecnologias em imóveis com diferentes perfis de consumos. Ou seja, por faixas de consumos mensais (m³) entre: 0 a 3; 3 a 7; 7 a 10; 10 a 20; 20 a 50; >50. Como resultado, nestas amostras, conseguimos fazer comparações entre as duas tecnologias e avaliar o desempenho de cada medidor conforme cada situação de perfil de consumo.

PALAVRAS-CHAVE: hidrômetro velocimétrico, hidrômetro taquimétrico, hidrômetro volumétrico.

INTRODUÇÃO:

Para empresas de saneamento, um indicador de boa gestão reflete nas perdas controladas de água distribuída, podendo elas serem físicas, ou aparentes. Estas últimas ocorrem quando a água é consumida, mas não faturada pela empresa responsável pelo seu fornecimento, seja por motivos de ligações irregulares (fraudes), falhas no cadastro comercial e/ou limitação dos hidrômetros (erros na leitura do volume micromedido/submedição).

O tipo de ocorrência mais comum, quando se trata de perdas de água aparentes, segundo TSUTIYA (2006), é o erro de medição, que acaba gerando uma perda elevada de receita às empresas de saneamento, e afeta o consumidor final, uma vez que acarreta no repasse destes custos à tarifa.

De acordo com Cavalcanti (2006), garantir a confiabilidade da micromedição através da implantação de um programa de manutenção preventiva do parque de hidrômetros e seu gerenciamento, é uma ação importante para minimizar perdas de faturamento e alcançar a eficiência. Neste sentido, a gestão da hidrometria figura entre os grandes desafios no combate às perdas aparentes.

Atualmente, as empresas de saneamento utilizam para medição, quase que na totalidade de seus clientes, hidrômetros do tipo velocímetros e volumétricos.

Os hidrômetros velocimétricos ou taquimétricos possuem um princípio de medição indireto, o qual relacionam a rotação da hélice interna com o volume escoado, de acordo com a velocidade que a água flui. Já o hidrômetro volumétrico tem um princípio de medição direto no qual o volume de água que passa pelo equipamento é medido a partir de uma câmara de volume que enche e esvazia continuamente, juntamente com um sistema de conversão que totaliza a medição. Esse tipo de hidrômetro, de modo geral, tem menores erros de medição em relação ao velocimétrico (TSUTIYA, 2006).

Considerando-se a especificidade da metodologia de trabalho de cada dispositivo, é interessante direcionar as trocas de hidrômetros de forma assertiva, levando-se em conta o melhor resultado físico (aumento do volume micromedido, e por consequência a diminuição de perdas) e financeiro (aumento do faturamento) para a empresa.

Outro fator importante e que também faz parte deste estudo, é o consumo utilizado em imóveis onde existem pouca utilização de água durante o mês, ou seja, os chamados: consumos mínimos que, em muitos casos, sequer passam de 3000 litros de água durante o mês. Neste sentido, este trabalho possui estudos de situações reais em campo com alternância da aplicação das tecnologias de medidores velocimétricos e volumétricos de pequenas capacidades.

MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente foi estabelecido um distrito de medição e controle, com predominância de imóveis residenciais, constituído por 2.832 ligações domiciliares de água, para se tornar objeto deste estudo. Este distrito de medição e controle (DMC) possui abastecimento regular de água (sem interrupção) de 24 horas por dia e uma pressão média de 13 mca (metro x coluna x d'água).

Nos meses de junho, julho, agosto e setembro de 2022 foram realizadas um total de 1.151 trocas de hidrômetros, correspondente a 40,64% do total instalado neste DMC.

Dentre estas trocas, 45 eram de categoria comercial, 9 do tipo industrial, 1 do tipo pública, e 1096 residenciais.

Todos os hidrômetros retirados eram do tipo velocimétrico, com idade média de 11 anos.

Para o estudo das tecnologias, foram instalados 959 hidrômetros volumétricos e 192 hidrômetros velocimétricos.

A distribuição destas substituições contemplou também imóveis com diferentes perfis de consumos, com o objetivo de obter informações do comportamento de cada tecnologia para cada segmento, ou seja, para avaliar os resultados para cada faixa de consumo existente neste DMC.

A seguir, o trabalho foi dividido em 4 etapas, sendo: as duas primeiras sobre as aplicações das duas tecnologias e as duas últimas tratando mais especificamente sobre o comportamento das ligações por faixas de consumo e os resultados econômicos e financeiros destas substituições.

PRIMEIRA ETAPA: APLICAÇÃO DE HIDRÔMETROS VELOCIMÉTRICOS

Nesta etapa foram aplicados 192 hidrômetros velocimétricos, que correspondem a 16,68% do total de casos substituídos. A decisão pela instalação de uma menor quantidade de velocimétricos neste estudo, foi devido a termos um parque bem maior do que os volumétricos nos municípios inseridos em nossa região.

As instalações dos hidrômetros velocimétricos em campo ocorreram entre junho e julho de 2022.

A seguir, na tabela 1, temos as informações das ligações com os medidores anteriores. Nela estão discriminadas:

- a média do consumo mensal anterior por ligação (em metros cúbicos);
- os tipos de categorias de imóveis;
- as quantidades de imóveis por faixas de consumos (mensal);
- a somatória por itens.

Tabela 1: Panorama de hidrômetros velocimétricos pré-troca.

FAIXA DE CONSUMO		QUANTIDADE DE LIGAÇÕES				CONSUMO (m³)	
		COMERCIAL	INDUSTRIAL	PUBLICA	RESIDENCIAL	CONS/LIG PRÉ-TROCA	VOLUME TOTAL
0	3	2,00	0,00	0,00	8,00	2,25	22,50
>3	7	2,00	1,00	0,00	26,00	5,50	159,43
>7	10	3,00	0,00	0,00	38,00	8,48	347,74
>10	20	1,00	1,00	0,00	96,00	14,21	1393,02
>20	30	0,00	0,00	0,00	10,00	22,89	228,86
>30	50	0,00	0,00	0,00	4,00	38,21	152,83
>50	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		8,00	2,00	0,00	182,00	12,00	2304,38

RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA

• RECUPERAÇÃO DE VOLUME

Foram extraídos dados de consumos desta amostragem, comparando-se os períodos de antes da troca, de aproximadamente 6 meses, com os períodos de consumos dos novos hidrômetros velocimétricos instalados (pós-troca) de 3 meses.

A seguir, na tabela 2, temos um quadro com as seguintes informações:

- média do consumo mensal por ligação dos novos medidores (em metros cúbicos);
- os tipos de categorias de imóveis;
- as quantidades de imóveis separados por faixas de consumos (mensal);
- a somatória por itens.

Tabela 2: Panorama de hidrômetros velocimétricos pós-troca.

FAIXA DE CONSUMO		QUANTIDADE DE LIGAÇÕES				CONSUMO (m³)	
		COMERCIAL	INDUSTRIAL	PUBLICA	RESIDENCIAL	CONS/LIG PÓS-TROCA	VOLUME TOTAL
0	3	2,00	0,00	0,00	5,00	2,45	17,15
>3	7	0,00	0,00	0,00	14,00	5,10	71,45
>7	10	2,00	1,00	0,00	37,00	8,52	340,85
>10	20	4,00	1,00	0,00	93,00	14,48	1418,75
>20	30	0,00	0,00	0,00	26,00	23,11	600,80
>30	50	0,00	0,00	0,00	7,00	37,84	264,85
>50	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		8,00	2,00	0,00	182,00	14,13	2713,85

- **RECUPERAÇÃO ECONÔMICO-FINANCEIRA**

Na tabela 3, estão as informações sobre:

- discriminação das categorias de uso por faixas de consumos dos volumes aferidos;
- as informações das variações de receitas com os resultados destas novas trocas;
- a recuperação ou o valor que deixou de ser submedido dos volumes faturados.

Tabela 3: Consumo mensal e ganhos por hidrômetros velocimétricos.

CATEGORIA/FAIXA DE CONSUMO	Aumento médio de receita	Aumento médio de volume (m³)
COMERCIAL	R\$ 9,38	2,15
0-10	R\$ 2,50	1,40
11-20	R\$ 57,57	7,40
INDUSTRIAL	R\$ 4,15	2,35
0-10	R\$ -	3,64
11-20	R\$ 8,30	1,07
RESIDENCIAL	R\$ 9,14	2,13
0-10	R\$ 2,02	1,64
11-20	R\$ 13,43	2,49
21-50	R\$ 13,92	1,99
Total Geral	R\$ 9,10	2,13

E, finalizando, no gráfico da figura 1 a seguir, está um comparativo de retorno, tanto no aumento médio de receita (barra azul) quanto no volume micromedido (linha laranja) dos novos hidrômetros velocimétricos.



Figura 1: Consumo mensal e ganhos por hidrômetros velocimétricos.

SEGUNDA ETAPA: APLICAÇÃO DE HIDRÔMETROS VOLUMÉTRICOS

Da mesma forma na qual procedemos na primeira etapa, foram selecionados 959 imóveis, que correspondem a 83,31% dos casos substituídos, para instalação de medidores volumétricos. Foi utilizada uma amostra maior nesta tecnologia para se ter um estudo maior com volumétricos, devido a uma menor aplicação deste modelo em nossos parques. A proporção de hidrômetros volumétricos substituídos em relação a este DMC corresponde a 33,86%. Com estas trocas, o DMC passou a ter 33,86% de hidrômetros volumétricos.

As instalações dos modelos volumétricos em campo ocorreram em agosto/2022.

A seguir, na tabela 4, temos um quadro com as seguintes informações:

- média do consumo mensal anterior por ligação (em metros cúbicos);
- os tipos de categorias de imóveis contemplados no estudo;
- as quantidades de imóveis separados por faixas de consumos (mensal);

- a somatória por itens identificados.

Tabela 4: Panorama de hidrômetros volumétricos pré-troca.

FAIXA DE CONSUMO		QUANTIDADE DE LIGAÇÕES				CONSUMO (m³)	
		COMERCIAL	INDUSTRIAL	PUBLICA	RESIDENCIAL	CONS/LIG PRÉ-TROCA	VOLUME TOTAL
0	3	9	0	0	34	2,12	91,15
>3	7	13	4	0	168	5,33	986,04
>7	10	7	1	0	205	8,60	1830,82
>10	20	5	2	0	433	14,00	6161,42
>20	30	1	0	0	66	23,39	1566,93
>30	50	2	0	1	7	35,07	350,68
>50	100	0	0	0	1	80,13	80,13
TOTAL		37,00	7,00	1,00	914,00	11,54	10.987,04

RESULTADOS DA SEGUNDA ETAPA

• RECUPERAÇÃO DE VOLUME

Foram extraídos dados de consumo desta amostragem, comparando-se o período de antes da troca, de aproximadamente 6 meses, com o período dos consumos dos novos hidrômetros volumétricos instalados (pós-troca) de aproximadamente 3 meses.

A seguir, na tabela 5, temos um quadro com as seguintes informações:

- média do consumo mensal por ligação dos novos medidores (em metros cúbicos);
- os tipos de categorias de imóveis contemplados no estudo;
- as quantidades de imóveis separados por faixas de consumos (mensal);
- a somatória por itens identificados.

Tabela 5: Panorama de hidrômetros volumétricos pós-troca.

FAIXA DE CONSUMO		QUANTIDADE DE LIGAÇÕES				CONSUMO (m³)	
		COMERCIAL	INDUSTRIAL	PUBLICA	RESIDENCIAL	CONS/LIG PÓS-TROCA	VOLUME TOTAL
0	3	9	1	0	22	2,1	69
>3	7	5	3	0	92	5,6	563
>7	10	5	0	0	147	8,7	1322
>10	20	14	2	0	502	14,5	7502
>20	30	2	1	0	121	23,9	2969
>30	50	2	0	1	29	36,0	1151
>50	100	0	0	0	1	97,7	98
TOTAL		37,00	7,00	1,00	914,00	14,26	13.574,67

• RECUPERAÇÃO ECONÔMICO-FINANCEIRA

Na tabela 6 a seguir, estão as informações sobre:

- discriminação das categorias de uso por faixas de consumos dos volumes aferidos;
- as informações das variações de receitas com os resultados destas novas trocas;
- a recuperação ou o valor que deixou de ser submedido dos volumes faturados.

Tabela 6: Consumo mensal e ganhos por hidrômetros volumétricos

CATEGORIA/FAIXA DE CONSUMO	Aumento médio de receita	Aumento médio de volume (m³)
COMERCIAL	R\$ 12,81	2,53
0-10	R\$ 13,70	2,91
11-20	R\$ 31,84	3,37
21-50	-R\$ 33,56	-2,68
INDUSTRIAL	R\$ 13,37	1,65
0-10	R\$ 3,89	1,08
11-20	R\$ 37,08	3,10
PUBLICA	R\$ 61,15	4,72
21-50	R\$ 61,15	4,72
RESIDENCIAL	R\$ 11,28	2,73
>50	R\$ 147,00	17,54
0-10	R\$ 5,88	2,78
11-20	R\$ 13,48	2,53
21-50	R\$ 24,63	3,41
Total Geral	R\$ 11,40	2,72

E, finalizando, no gráfico a seguir na figura 2, está um comparativo de retorno, tanto no aumento médio de receita (barra azul) quanto no volume micromedido (linha laranja).

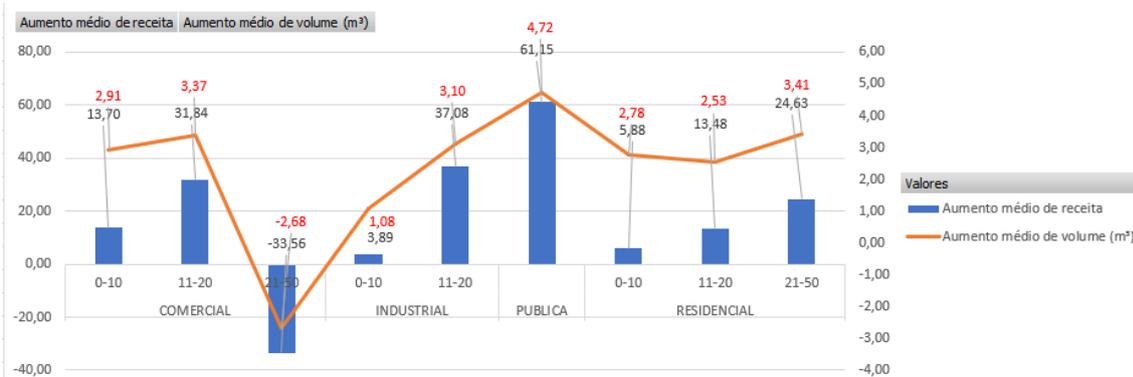


Figura 2: Consumo mensal e ganhos por hidrômetros volumétricos.

TERCEIRA ETAPA: ANÁLISE DAS MIGRAÇÕES POR FAIXAS DE CONSUMOS

Os imóveis possuem características de consumos diferentes e, neste trabalho, foram caracterizados por faixas de consumos. As faixas de consumos traçam o perfil de consumo de cada ligação e nos dão as informações necessárias para entendermos melhor nossas realidades.

Para avaliar as migrações destas substituições realizadas por faixas de consumo, foram extraídos os consumos médios mensais de antes das trocas dos medidores e os consumos médios mensais após essas trocas e, em seguida, distribuída cada ligação em um grupo por faixa de consumo. Devido a quantidade, utilizaremos em nossas amostras apenas os imóveis de categorias comercial e residencial por tecnologia aplicada.

Tabela 7: Consumo mensal e ganhos por hidrômetros velocimétricos

VELOCIMÉTRICO		COMERCIAL				RESIDENCIAL			
FAIXA DE CONSUMO		PRÉ-TROCA	% X FAIXA	PÓS-TROCA	% X FAIXA	PRÉ-TROCA	% X FAIXA	PÓS-TROCA	% X FAIXA
0	3	2,00	25,00	2,00	25,00	8,00	4,40	5,00	2,75
>3	7	2,00	25,00	0,00	0,00	26,00	14,29	14,00	7,69
>7	10	3,00	37,50	2,00	25,00	38,00	20,88	37,00	20,33
>10	20	1,00	12,50	4,00	50,00	96,00	52,75	93,00	51,10
>20	30	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	5,49	26,00	14,29
>30	50	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	2,20	7,00	3,85
>50	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		8,00	100,00	8,00	100,00	182,00	100,00	182,00	100,00

Tabela 8: Consumo mensal e ganhos por hidrômetros volumétricos

VOLUMÉTRICO		COMERCIAL				RESIDENCIAL			
FAIXA DE CONSUMO		PRÉ-TROCA	% X FAIXA	PÓS-TROCA	% X FAIXA	PRÉ-TROCA	% X FAIXA	PÓS-TROCA	% X FAIXA
0	3	9,00	24,32	9,00	24,32	34,00	3,72	22,00	2,41
>3	7	13,00	35,14	5,00	13,51	168,00	18,38	92,00	10,07
>7	10	7,00	18,92	5,00	13,51	205,00	22,43	147,00	16,08
>10	20	5,00	13,51	14,00	37,84	433,00	47,37	502,00	54,92
>20	30	1,00	2,70	2,00	5,41	66,00	7,22	121,00	13,24
>30	50	2,00	5,41	2,00	5,41	7,00	0,77	29,00	3,17
>50	100	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,11	1,00	0,11
TOTAL		37,00	100,00	37,00	100,00	914,00	100,00	914,00	100,00

QUARTA ETAPA - ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA X TECNOLOGIA APLICADA

IMÓVEIS DE CATEGORIA RESIDENCIAL

Devido as quantidades de substituições terem sido em quase que em sua totalidade em imóveis residenciais (95,22%) e, para não haver distorções estatísticas, serão tratados nesta etapa apenas os resultados das substituições efetuadas em imóveis no segmento residencial. Desta forma, utilizaremos como referência para as análises o tarifário vigente do ano de 2023 de uma companhia de saneamento, onde as tarifas são calculadas por faixas subsequentes de consumos, sendo: de 0 a 10 (um valor fixo), de 11 a 20 e 21 a 50 (cobrança por metro cúbico).

O objetivo destas comparações na utilização das tecnologias velocimétrica e volumétrica é fazer comparações em um mesmo plano para subsidiar o gestor para uma tomada de decisão mais assertiva.

Na figura 3, estão as duas tecnologias aplicadas em imóveis residenciais deste DMC com sua recuperação média de receita por faixas tarifárias e também por recuperação de volume.

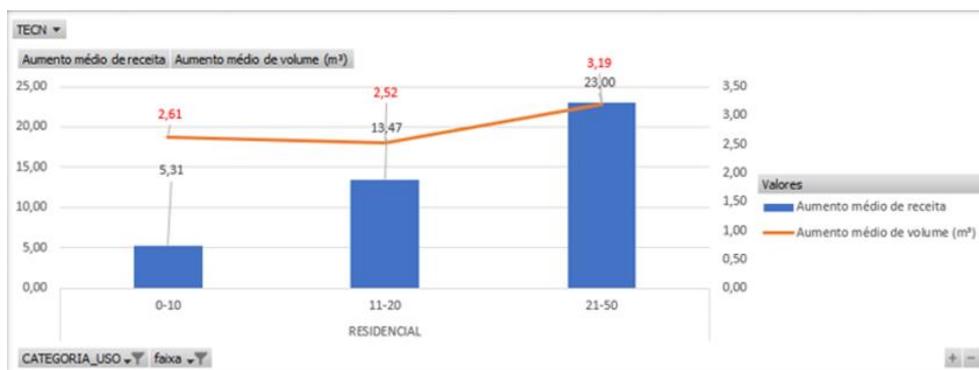


Figura 3: recuperação (receita/volume) – categoria residencial (Veloc+Volum)

Nas figuras 4 e 5 a seguir, temos os resultados discriminados por tecnologias nas aplicações em imóveis residenciais.

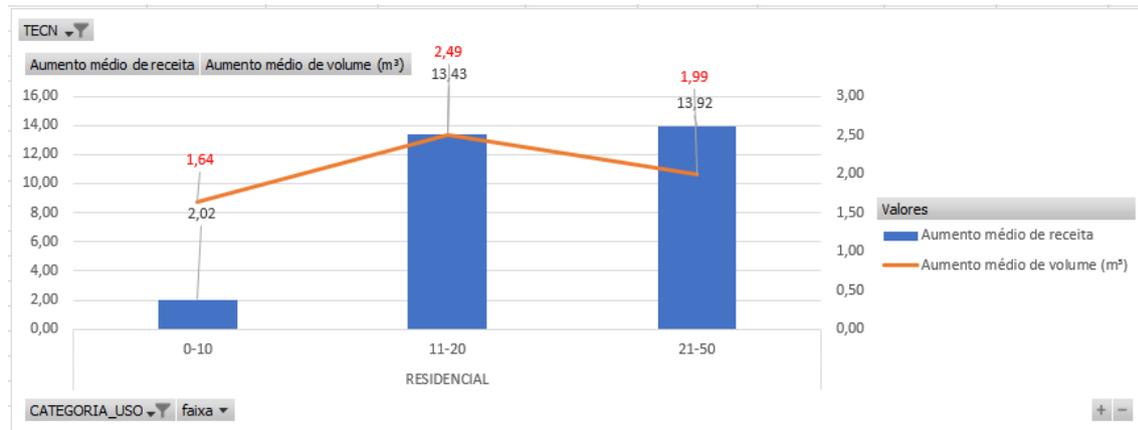


Figura 4: recuperação (receita/volume) – categoria residencial (VELOCIMÉTRICOS)

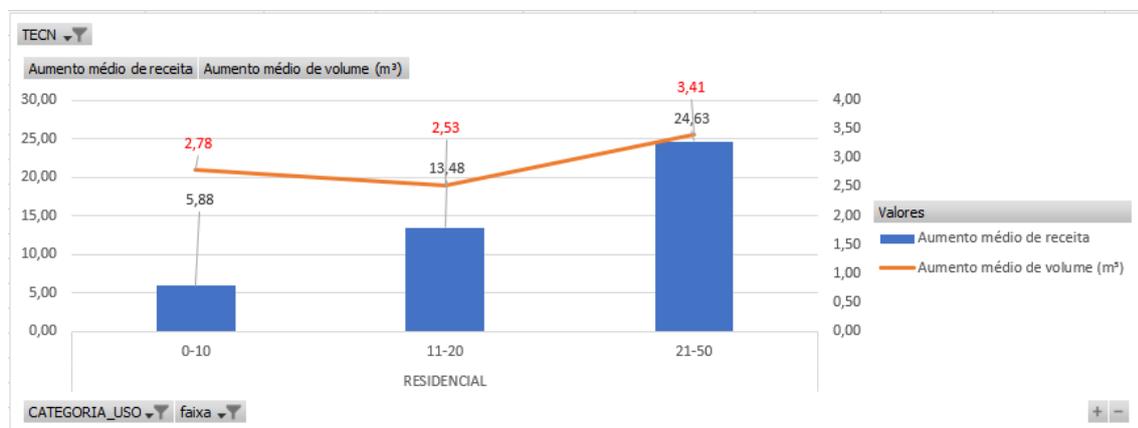


Figura 5: recuperação (receita/volume) – categoria residencial (VOLUMÉTRICOS)

RETORNO DO INVESTIMENTO (PAYBACK)

Com os resultados obtidos nos imóveis residenciais temos a seguir, nas tabelas 9 e 10 para hidrômetros velocimétricos e volumétricos, as informações e custos atuais de mão-de-obra e hidrômetro com os quais podemos calcular o retorno do valor aplicado em meses. Na primeira faixa estão os imóveis até dez (10) metros cúbicos, na segunda faixa os valores entre 11 e 20 metros cúbicos e, na terceira faixa de consumo, os valores entre 21 e 50 metros cúbicos por mês.

Tabela 9: Retorno de investimento com aplicação de hidrômetros VELOCIMÉTRICOS

Faixa de consumo (m³)	R\$ recuperado (Água) x ligação	Valor do hidrômetro VELOCIMÉTRICO (R\$)	Custo da troca (R\$)	Payback (meses)
0 a 10	2,02	89,48	18,97	53,7
11 a 20	13,43	89,48	18,97	8,1
21 a 50	13,92	89,48	18,97	7,8

Tabela 10: Retorno de investimento com aplicação de hidrômetros VOLUMÉTRICOS

Faixa de consumo (m ³)	R\$ recuperado (Água) x ligação	Valor do hidrômetro VOLUMÉTRICO (R\$)	Custo da troca (R\$)	Payback (meses)
0 a 10	5,88	125,50	18,97	24,6
11 a 20	13,48	125,50	18,97	10,7
21 a 50	24,63	125,50	18,97	5,9

ANÁLISE GERAL COM TODAS CATEGORIAS E TECNOLOGIAS APLICADAS

Finalizando, na figura 6, temos as recuperações em um mesmo plano onde, de um lado, estão os resultados obtidos com os medidores velocimétricos e do outro os resultados dos medidores volumétricos.

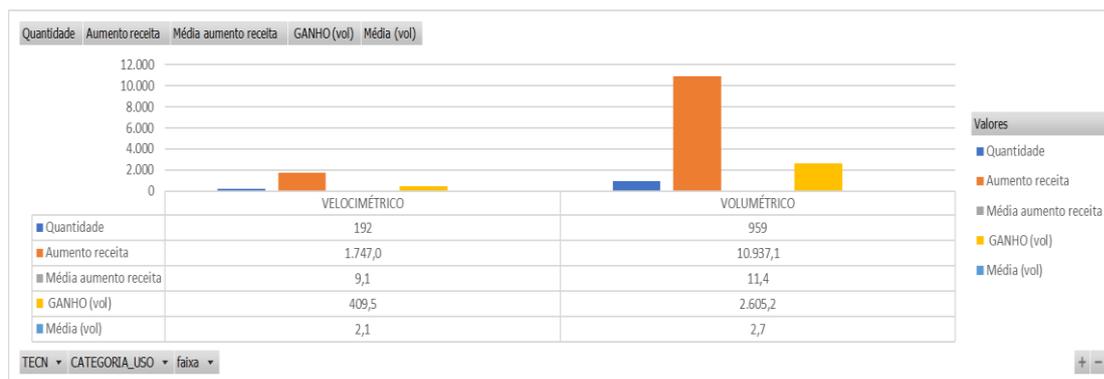


Figura 6: Recuperação de receita e volume por tipo de tecnologia aplicada

As trocas por hidrômetros velocimétricos tiveram em média uma recuperação de volume de 2,1 m³ e um acréscimo de receita de R\$ 9,10. Já nos volumétricos, tivemos uma recuperação de 2,7 m³ e um acréscimo de receita de R\$ 11,40.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Pela análise dos resultados, é possível concluir que todas as trocas impactaram num aumento do volume micromedido e de receita para os dois tipos de tecnologias aplicadas, porém, para hidrômetros volumétricos, o resultado é superior.

Deve-se atentar, ainda, para o fato de que o retorno em volume nas faixas iniciais de consumo, dependendo do tarifário da companhia, apesar de reduzir as perdas aparentes, não necessariamente, irá trazer maior ganho em faturamento, uma vez que a cobrança da água também é realizada por faixas de consumo (quanto maior a faixa, maior o valor cobrado).

Os resultados também demonstram que cada categoria e cada faixa de consumo indica um “ponto ótimo” a ser trocado, ou seja, aquelas que apresentam maior ganho médio em volume e em receita. Vale ressaltar, porém, que nas economias comerciais, industriais e públicas, recomenda-se expandir o estudo para obtenção de valores mais precisos, devido à amostra deste trabalho possuir poucos casos para estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CAVALCANTI, A. C. Medição de Água e Controle de Perdas. Editora Comunicarte, 1996.
2. TSUTIYA, M. T. – Abastecimento de água, 2006.
3. TSUTIYA, M. T. Gerenciamento de Perdas de Água e Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento – Guia do Profissional em Treinamento. Núcleo Regional Nordeste – NURENE, 2018.