ADEQUAÇÃO DA MACROMEDIÇÃO EM PROL DO CONTROLE DE PERDAS E RETORNO FINANCEIRO

Rildo Tetsuo Inaoka [(1)]
Graduado em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da USP, atua na área técnica da Sabesp há 25 anos especializado em Macromedição e Controle de Perdas, como gestor da área, elaborando projetos de adequação da macromedição e definição do sistema de Macromedição da Companhia. Esteve a frente do Centro de Controle do Abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo durante do período de 2021-2023.

Carina Chaves de Oliveira[(2)]
Engenheira Ambiental ,Tecnóloga em Hidráulica e Saneamento (FATEC-SP) e Técnica em Edificações. Atua na Sabesp há 08 anos como Técnica em Sistemas de Saneamento

Joyce Amorim Guimaraes Araujo [(3)]
Engenheira Civil ,Tecnóloga em Edifícios. Atua na Sabesp há 12 anos como Engenheira.

Endereço[(1)]**:** Rua Bernardo dos Santos, 10, ap. 21 Delta – Jd Olympia – São Paulo - SP - CEP: 05542-000 - Brasil - Tel: +55 (11) 97366-2603 - e-mail: rinaoka@terra.com.br

RESUMO

A medição de vazão possui importante papel nos programas de combate e redução de perdas direcionando investimentos e ações de forma assertiva. Também fornece informações para o cálculo de previsão de consumo de energia elétrica e produtos químicos, contas estas extremamente significativas em qualquer companhia de saneamento. Nestas questões, a medição de vazão participa indiretamente na questão financeira da empresa, porém, ao falarmos sobre faturamento, medidores dos clientes finais são diretamente responsáveis pelo mesmo. A medição a clientes residências e comercias de pequeno e médio porte é representativo devido à sua quantidade significativa e medição de pequeno porte.
Existe, no entanto, uma outra categoria de medição, a qual denominamos, Macromedição: a medição de grandes vazões de vendas por atacado, Estações de Tratamento, retirada de mananciais, componente do Volume Disponibilizado no conceito do Balanço Hídrico.
Para esta categoria, a precisão e sua confiabilidade ao longo do tempo é essencial.

PALAVRAS-CHAVE: Macromedição, Financeiro, Vazão

CONTEÚDO DO TRABALHO

Introdução

A Macromedição consiste na medição de grandes vazões, seja em Estações de Tratamento, reservatórios, elevatórias de bombeamento e demais pontos de entrega de vazão, de natureza operacional ou de transferência de custódia.
Em ambos os casos, devemos considerar os impactos financeiros da medição, diretos ou indiretos.
Na Macromedição, concentram-se grandes volumes medidos em grandes medidores, quanto maior a imprecisão e desgaste, maior a perda de confiabilidade das vazões medidas e consequente perda de faturamento e/ou erros em dimensionamentos de produtos e serviços necessários à companhia.

Objetivo

Este trabalho tem por objetivo apresentar um histórico real de perda de desempenho de um parque considerável de medidores de grande porte juntamente com uma análise de viabilidade econômica de renovação dos medidores envolvidos.

Metodologia Utilizada

1 . Calibração de medidores

Todo medidor, qual seja sua tecnologia, perde sua eficiência em sua medição ao longo do tempo.
Um medidor de natureza mecânica apresenta notório desgaste de suas partes móveis e em contato com o fluido.
Porém, mesmo, os demais medidores que tem sua medição de vazão determinada por uma correlação com medições elétricas ou de sinais de ultrassom, também, tendem a sofrer com submedição, ao passar do tempo, mesmo considerando que estejam assistidos com uma boa manutenção preventiva e corretiva.
Pode ser fruto de um estudo a parte, mas, através de levantamentos reais, podemos verificar que os medidores tendem, com o passar do tempo a medir a menos, e, raramente a mais que e a medida real.

Podemos apurar a precisão de medidores em operação de duas formas :

- Em laboratório :

Nesta opção, o medidor deve ser retirado do local de instalação e enviado para calibração em laboratório acreditado INMETRO.
Na fase de contratação do laboratório onde será executada a calibração, é importante solicitar e verificar documentos que comprovem sua acreditação e conferir se o mesmo tem capacidade de calibrar nas vazões definidas conforme a norma NBR ISO 9104 – Medição de vazão de fluídos em condutos fechados – Métodos para avaliação de desempenho de medidores de vazão eletromagnético para líquidos.
A calibração em laboratório poderá ser contratada juntamente com uma manutenção do equipamento.
Nesta opção, o medidor deve retornar como novo, mas, temos que considerar os eventos de parada do sistema de abastecimento para retirada e reinstalação dos mesmos, bem como nova calibração em campo, após sua reinstalação.

- Em campo:

O ensaio de calibração em campo é descrito por norma interna da Companhia, que estabelece os critérios mínimos para a execução da calibração de qualquer tecnologia, visando manter sua funcionalidade e confiabilidade.
Para o ensaio de calibração, é necessário que, junto à instalação do medidor, seja construída uma Estação Hidrodinâmica-EH; local onde é inserido um Tubo de Pitot para execução da calibração.
O ensaio deve ser executado, sempre que possível, em 03 (três) vazões definidas conforme o histórico de vazões do medidor.

Foto 1- Equipe realizando ensaio de calibração em campo

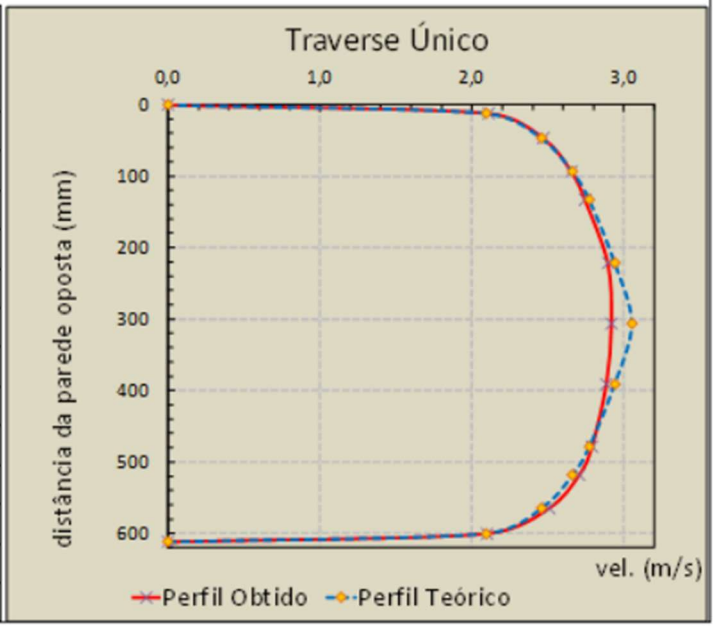


O ensaio de calibração apresenta o levantamento do perfil de velocidades no local de instalação do medidor/EH.

Figura 1 – Perfil de velocidades

Trabalho :	CALIBRAÇÃO DE MACROMEDIDOR	Diâmetro adutora	Área da seção : 0,294 m²
Local:	PM 238 - Mauá Nova	Nominal : 600 mm	
Data:	07/01/2022	Interno : 612 mm	Diâmetro do tip: 4,35 mm
Executante(s):	Marcelo Adelmo Edmilson		

POS	dist. parede inf. (y) (mm)	vel. corrigida Pitot (m/s)
0	612	0,00
1	600	2,10
2	565	2,51
3	518	2,71
4	479	2,79
5	391	2,89
6	306	2,92
7	221	2,90
8	133	2,74
9	94	2,66
10	47	2,47
11	12	2,11
12	0	0,00



Como resultado do ensaio em campo, levantamos o erro do medidor e a incerteza do ensaio conforme as seguintes definições

CALIBRAÇÃO:
conjunto de atividades que estabelecem, sob condições especificadas, a relação entre os valores indicados por um instrumento de medição ou sistema de medição ou valores representados por uma medida materializada ou um material de referência, e os valores correspondentes das grandezas a serem aplicadas.

ERRO DE INDICAÇÃO:
resultado de uma operação matemática entre o resultado de uma medição e o valor verdadeiro convencional adotado.

INCERTEZA:
parâmetros associados ao resultado de uma medição, que caracterizam a dispersão dos valores que podem ser fundamentadamente atribuídos a um mensurando.
(NTS 280 – Rev02, 2022, P. 5/6)

2. Histórico de calibrações

Utilizamos da calibração em campo há mais de 20 anos, desenvolvendo a metodologia, aceita por toda a companhia. Ao longo de um intervalo de 16 anos, levantamos uma amostra de 1958 ensaios de calibração de 199 medidores.

Não é objetivo deste trabalho comparar tecnologias e fazer avaliações sobre desempenho de variados tipos de medidores.
Para a amostra levantada, foram considerados os tipos de medidores com mais representatividade em nosso parque de medidores.

Tabela 1 – Tipos de Medidores calibrados

Situação atual

Tipo medidor	Número de medidores ativos	Número de calibrações
Deprimogêneo	35	244
Eletromagnético	106	831
Eletromagnético de inserção	6	30
Ultrassônico	37	276
Ultrassônico clamp on	1	1
Vórtex	14	58

Gráfico 1 – Ensaios de calibração por tipo de medidor

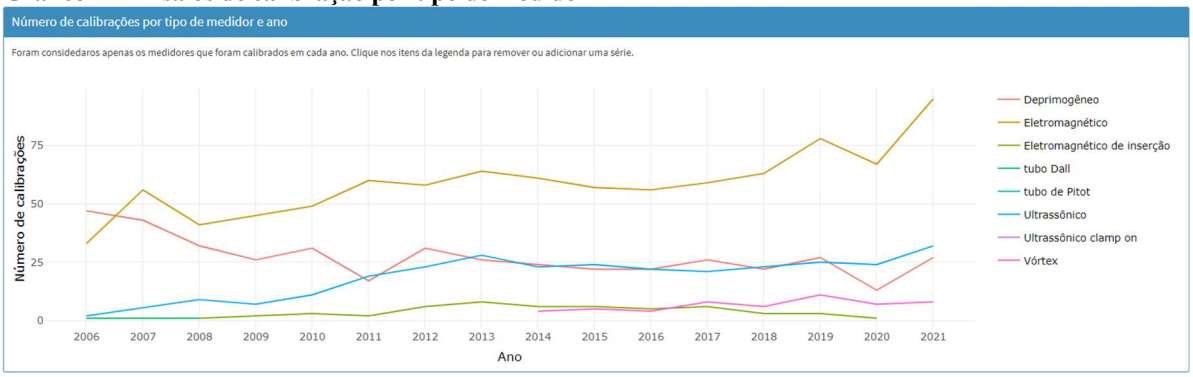


Gráfico 2 – Desvios por tipo de medidor

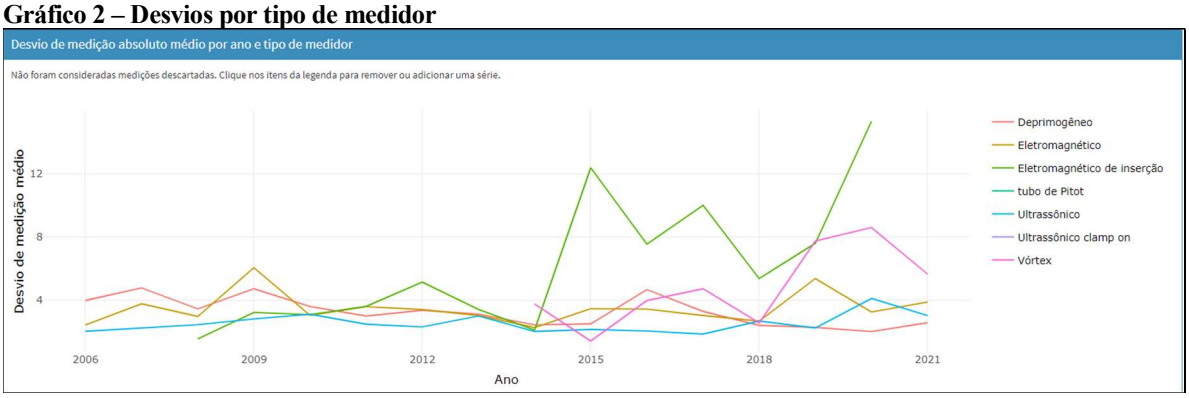


Gráfico 3 – Calibrações por ano

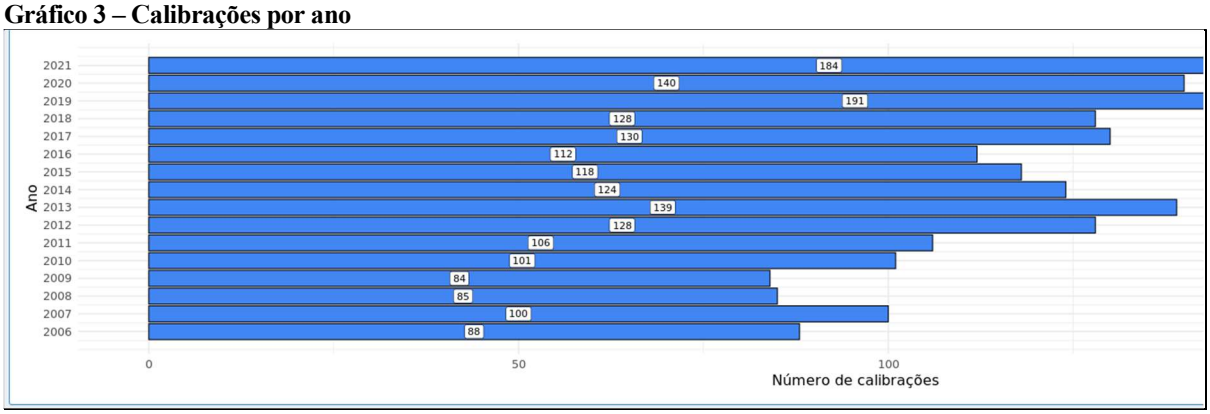
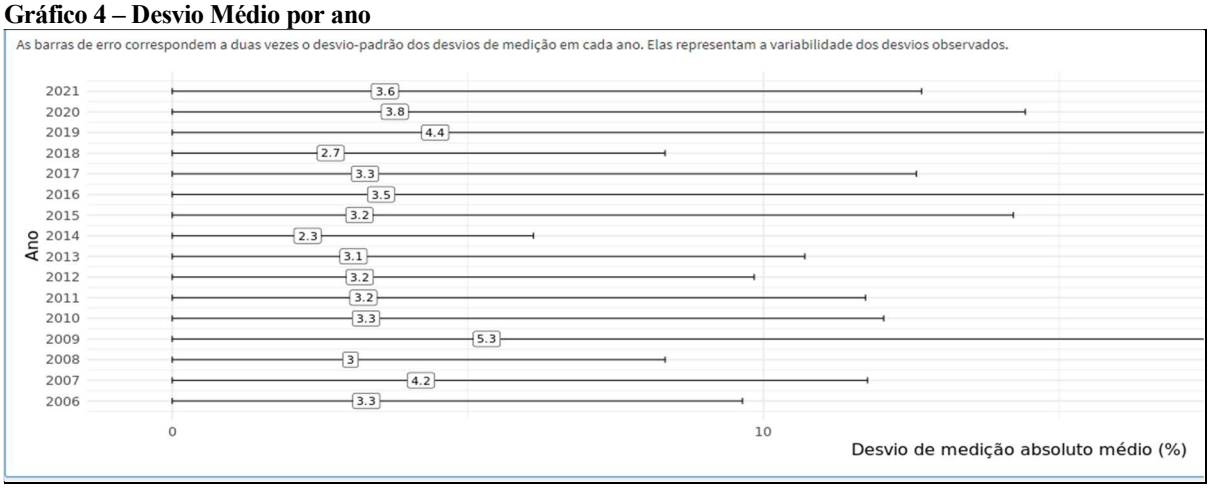


Gráfico 4 – Desvio Médio por ano



Com base nestes dados, temos um erro médio de 3,47%, uma significativa submedição, em vista da vazão envolvida.

3. Projeto de adequação de medidor

Com o propósito de recuperarmos a submedição levantada, consideramos a oportunidade de adequarmos um ponto de medição de forma a atender a Portaria 155 do INMETRO, em um ponto com medidor DN 1000, dado que o parque de medidores em estudo contém medidores na faixa de 300 a 1500 mm.

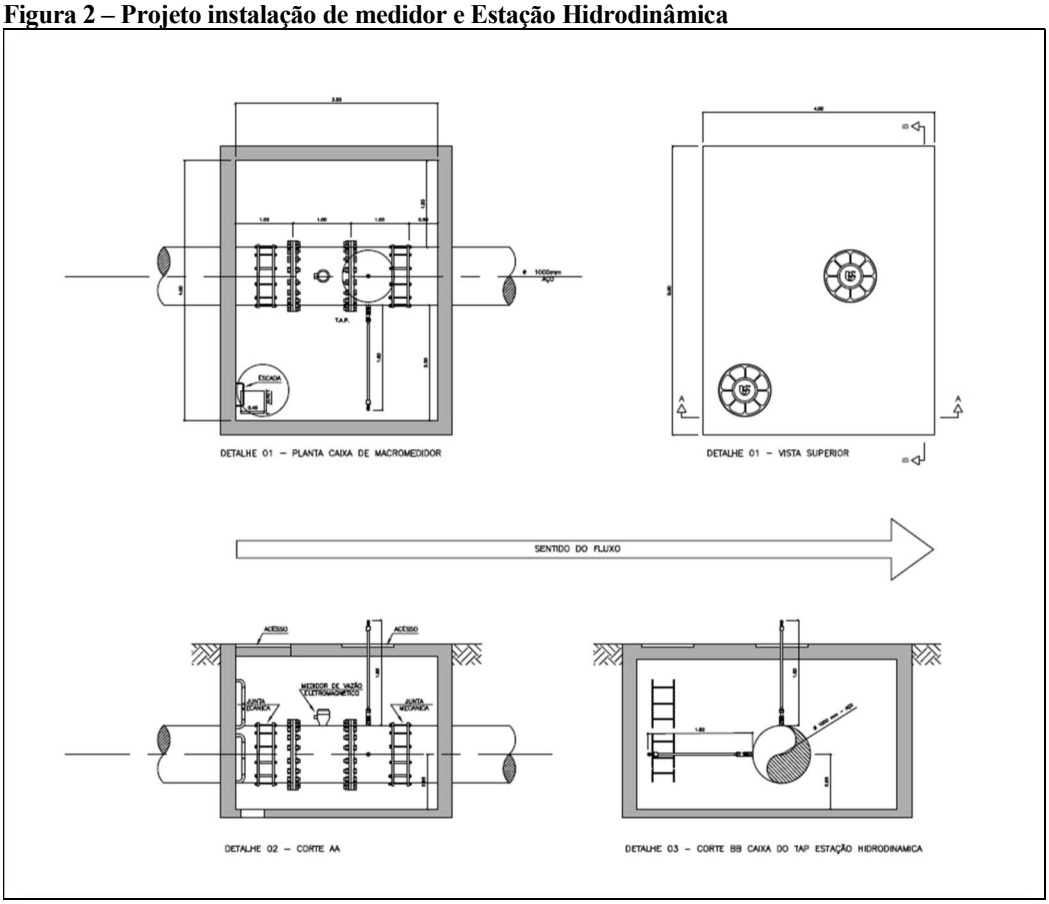
A Portaria n.º 155, de 30 de março de 2022, do Instituto Nacional de Metrologia Qualidade e Tecnologia - INMETRO, INMETRO (2022) "aprova o Regulamento Técnico consolidado para medidores para consumo de água fria e água quente", que autoriza a utilização de novas tecnologias de medição para tarifação e comercialização de água, contribuindo para o controle e a redução de diversas perdas ao longo da distribuição.
A atualização da norma ampliou a vazão nominal máxima de 1,6 m³/h a 6300 m³/h, anteriormente limitados a vazões nominais acima de 15 m³/h e permitiu a utilização de medidores ultrassônicos e eletromagnéticos.
Assim, contribuiu com avanços significativos na medição de água potável, através da maior adaptabilidade às necessidades dos consumidores, principalmente em pontos determinantes, tais sejam, de transferências de custódia de água entre setores, público e privado, comercial e industrial, sendo considerados como medidores de custódia. Além de otimizar a gestão de água e a sustentabilidade dos recursos hídricos".
A nova regulamentação está alinhada com os padrões internacionais descritos na OIML R49-1 e previstos no regulamento técnico metrológico da Norma Brasileira (NBR)16043 que especifica requisitos para os medidores de água potável fria e água quente, que escoam por um conduto fechado totalmente preenchido, assegurando precisão contínua e um erro máximo admissível dentro de limites aceitáveis
No desenvolvimento do projeto de instalação, deve ser avaliado a normatização, bem como e fundamental atender os requisitos de instalação informados no manual do equipamento, que visa evitar que condições adversas possam interferir na medição, pois uma instalação inadequada pode causar; turbulência excessiva, presença de ar no fluido, falta de referência elétrica, etc..., o que interfere diretamente nos valores de medição apresentados.

Componentes da obra de adequação:

- Construção de Abrigo do Medidor;
- Corte e vedação do tubo existente;
- Assentamento de Tubo em Aço Carbono de Ø1000mm e juntas mecânicas;
- Instalação do Medidor de Vazão Eletromagnético DN 1000;
- Instalação da Estação Pitométrica.
- Execução da Infraestrutura de Telemetria

Definido o local onde será instalado o medidor, a área deve ser escavada mecanicamente, escorada e o material retirado ser destinado corretamente.
Após execução do abrigo em concreto armado, a tubulação é cortada e instalado o conjunto mecânico, isolando o trecho de interesse e possibilitando a instalação do medidor eletromagnético, assentamento da tubulação, da Estação Pitométrica e juntas mecânicas.
Após a intervenção da instalação mecânica, com parada no abastecimento, a infraestrutura de Telemetria pode ser executada.
A Telemetria é responsável pela instalação elétrica do medidor, de modo que os dados do mesmo sejam transmitidos ao sistema de monitoramento do Centro de Controle Operacional - CCO.
A Pitometria realiza periodicamente o ensaio de calibração, necessário para manutenção da confiabilidade da medição.

Figura 2 – Projeto instalação de medidor e Estação Hidrodinâmica



Custos de adequação:

Obra: A execução da caixa, com material, mão-de-obra e equipamentos utilizados estão apresentados no Quadro abaixo:

Quadro 1 – Planilha – Caixa Padrão

Item	Especificação	Total
1000000	**CAIXA PADRÃO**	**R$ 431.342,63**
1010000	MOVIMENTO DE TERRA	8.530,98
1020000	ESCORAMENTOS	3.590,30
1030000	FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	58.741,23
1040000	ASSENTAMENTO	554,99
1050000	SERVIÇOS PRELIMINARES	352,00
1060000	INSTALAÇÕES PREDIAIS	102.208,00
1070000	MEDIDOR DE VAZÃO	215.309,00
1080000	MONTAGEM ELETROMECÂNICA - INSTALAÇÕES MECÂNICAS	42.056,13

Desabastecimento:

A adequação de um medidor em linha existente necessita de intervenção com parada do abastecimento.
Considerando uma vazão média de 1500 l/s e 10 horas de parada, teremos uma interrupção na venda d'agua de 54.000 m³.
Em valores de venda por atacado, temos um custo de R$ 162.000,00.

Investimento:

Obra + Desabastecimento = R$ 593.342,63

Foto 2- Medidor de vazão eletromagnético instalado em linha aérea



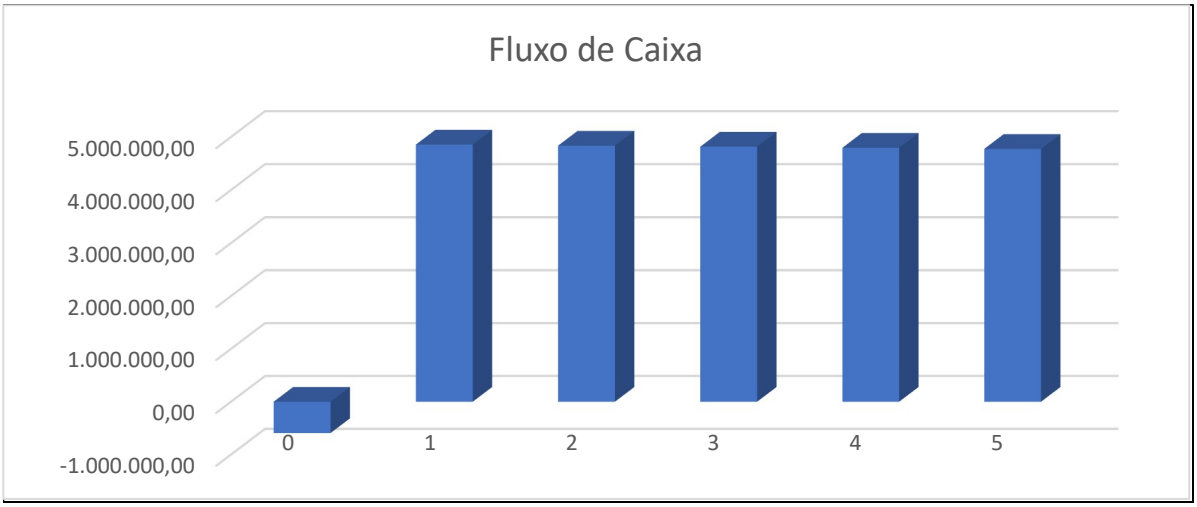
Foto 3 – Medidor de vazão eletromagnético instalado em caixa aberta



Resultados Obtidos

Considerando uma vazão média de 1500 l/s, para uma velocidade de 1,9 m/s, podemos obter os seguintes resultados de retorno financeiro de uma adequação de medidor DN 1000 mm, em uma obra típica.
Em nossa análise, consideramos um preço de venda por atacado estimado.
Aplicando-se a submedição de 3,47% no volume anual medido pelo ponto, podemos mesurar a retorno financeiro, deduzindo ainda uma manutenção e depreciação mensal.

Gráfico 5 – Fluxo de Caixa



Preço de venda interna (R$/m³)	R$ 3,00
Volume medido (m³/ano)	47.304.000
Desvio médio (%)	3,47
Volume recuperado (m³/ano)	1.641.449
Valor recuperado (R$/ano)	R$ 4.924.346,40
Investimento (R$)	R$ 593.342,63
Custo de manutenção (R$/ano)	R$ 48.000,00
Custo medidor	R$ 200.000,00
Depreciação anual	R$ 20.000,00

Ano	R$
0	-593.342,93
1	4.856.346,40
2	4.836.346,40
3	4.816.346,40
4	4.796.346,40
5	4.776.346,40
TOTAL	23.488.389,07

Análise e Discussão dos Resultados

Verifica-se que o investimento retorna somente em 43 dias e recupera uma receita de R$ 4.900.000,00/ ano, deduzindo a depreciação do equipamento e manutenção mensal.
Considerando que os medidores eletromagnéticos com sua manutenção periódica em dia têm uma vida útil superior a 10 anos, o investimento proporciona um excelente retorno.

Consideramos, também, outros aspectos positivos :

- Redução nos gastos com manutenção

Os medidores eletromagnéticos têm como característica, sua robustez e durabilidade, mas, como todo equipamento, requer manutenção preventiva, mais custosa ao passar do tempo.
A substituição de medidores com tempo de instalação da ordem de 10 a 20 anos, por medidores novos irá reduzir os custos de manutenção e até sua frequência nos primeiros anos de utilização.

- Adição de novas tecnologias

O princípio da medição para determinado medidor pode ser mantido durante muitos anos, mas, a cada modelo, podemos notar avanços tecnológicos em seus diagnósticos e funcionalidades adicionais, proporcionando a inclusão de novas tecnologias.
- Ampliação do ativo da empresa

A aquisição e instalação de medidores novos deve ser considerada como investimento, o que aumenta o ativo da companhia.

- Atendimento à Portaria 155 – INMETRO

O prazo limite de adequação de medidores para transferência de custódia através da Portaria INMETRO nº 155 é até 07/2028.
A adequação da medição para este fim é necessária para garantir a flexibilidade de função e objetivo da medição, evitando futuros problemas contratuais e legais.

Conclusões/Recomendações

Com base em dados históricos, podemos tirar algumas conclusões

- Importância da instalação correta

Não importa que a companhia invista na melhor tecnologia de medição adquirindo o melhor e mais caro medidor, é de fundamental importância, sua correta instalação.
Sua instalação deve respeitar rigorosamente às normas vigentes, o manual do fabricante e, sempre quando possível, ser instalado por empresa homologada pelo fabricante.

- Manutenção preventiva e corretiva

Neste trabalho, apresentamos o retorno financeiro de uma adequação de medição.
Porém, qualquer resultado, só poderá ser obtido com um programa de manutenção preventiva para as novas instalações.
Desta forma, será possível discernir e corrigir erros de medição devido a questões de manutenção e controlar erros que são devido ao envelhecimento natural do equipamento.
Podemos entender que a manutenção preventiva de novas instalações sejam parte integrante do investimento

- Programa de adequação de medidores

Através do levantamento de dados históricos, podemos verificar que todo medidor tende a apresentar submedição ao longo de sua utilização.
É importante acompanhar o parque de medidores instalados e o histórico de manutenções e calibrações.
Através destes dados, é possível estabelecer um programa de adequação e renovação dos mesmos.

- Calibração pós instalação

É importante salientar que a instalação de um medidor em campo, mesmo se tratando de um equipamento novo e calibrado em fábrica pode apresentar desvios relativos à sua condição de instalação.
Para que seja garantida a medição correta, deve se considerar como parte do processo de instalação, a calibração inicial do medidor em campo e seu ajuste, se necessário.
Através deste procedimento , garantimos a nova medição sem desvios que possam afetar sua medição e a esperada recuperação de receita.

Referências Bibliográficas

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.NBR 16043: Requisitos para medidores de água fria e água quente. Rio de Janeiro, 2021.

2. INMETRO: Norma nº 155: Regulamento Técnico consolidado para medidores para consumo de água fria e água quente. Inmetro. Rio de Janeiro,2022.

3. SABESP: Norma Técnica Sabesp – NTS 280 – Rev. 1 – Calibração de Macromedidores em Campo utilizando Tubo de Pitot. São Paulo, 2022.

4. PIMENTA, C.F. Curso de Hidráulica Geral, Rio de Janeiro. Ed. Guanabara Dois, 1981