

**RELATORIO TÉCNICO:
DIRETRIZES PARA ELEVAÇÃO DA EFICIÊNCIA NA
SUBSTITUIÇÃO DE HIDROMETROS RESIDENCIAIS EM JUAZEIRO DO
NORTE-CE.**

Elaborado por: Rondon Madeira de Brito

Juazeiro do Norte – CE, outubro de 2021



B862r Brito, Rondon Madeira de.
Relatório técnico: diretrizes para elevação da eficiência na substituição de hidrômetros residenciais em Juazeiro do Norte-CE. / Rondon Madeira de Brito. - 2021.

17f.

Orientador: Professor Dr. Paulo da Costa Medeiros.
Produto Técnico (Relatório) - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - PROFÁGUA.

1. Hidrômetros residenciais - substituição. 2. Relatório técnico. 3. Produto técnico - PROFÁGUA. 4. Perdas - sistema de abastecimento de água. 5. Juazeiro do Norte - CE - abastecimento de água. 6. Classificação hidrométrica. I. Medeiros, Paulo da Costa. II. Título.

CDU: 621.643.8(047)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

Relatório Técnico elaborado para a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) através dos resultados obtidos na Dissertação apresentada ao Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande para obtenção de título de Mestre em Gestão e Regulação dos Recursos Hídricos pelo Programa ProfÁgua, sob orientação do Professor Dr. Paulo da Costa Medeiros.

DNI – Diretoria de Negócio do Interior

UN-BSA – Unidade de Negócio Bacia SALGADO – Juazeiro do Norte

Diretor de Negócio do Interior - DNI
HELDER DOS SANTOS CORTEZ
Superintendência de Negócios do Sul - SNS
CARLOS JACINTO LEAL

EQUIPE DE GESTORES LOCAL:
Gerente da Unidade de Negócio

FRANCISCO GILBERTO M. BEZERRA JUNIOR

Coordenador de Operações Industriais UN BSA 60

RENATO DE SOUSA SILVA

Coordenador Comercial – UNBSA 30

EJAILDO DE SOUSA CARVALHO

Coordenador do Núcleo de Juazeiro Norte – UN BSA 70

FRANCISCO JOCÉLIO PINHEIRO VERAS

Coordenadora Administrativa – UN BSA 10

MAIRES ALVES CORDEIRO

1. Introdução

O acesso à água potável é um direito humano essencial. A sua universalização não será alcançada apenas com incremento de oferta de água, será necessário também estratégias eficientes no combate as perdas nos sistemas de abastecimento.

A Companhia de Água e Esgoto do Ceará – Cagece, assim como as demais companhias de saneamento brasileiras, enfrentam preocupações no controle destas. Destacando as perdas aparentes, que são diretamente ligadas ao sistema de medição. Sabe-se que uma das principais ações para mitigá-las é a substituição dos hidrômetros. Contudo para substituições em larga escala deve-se analisar diversos critérios de escolhas dos medidores a serem substituídos.

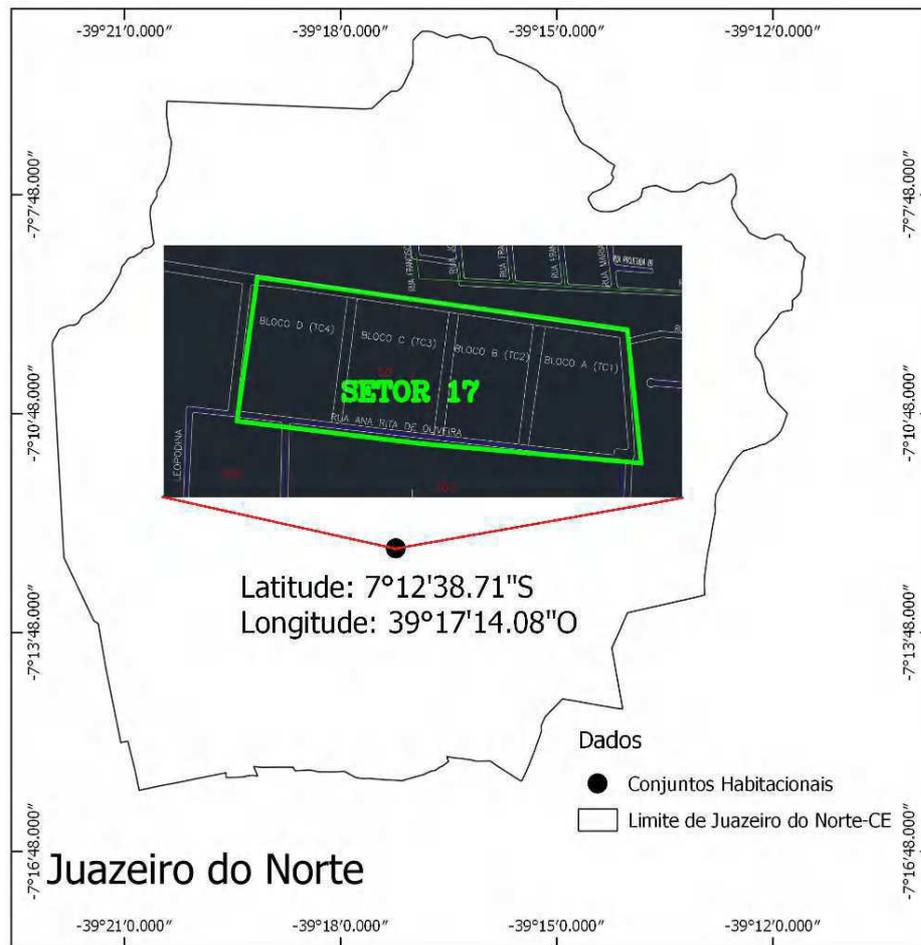
Diante deste contexto, pretende-se com esse diagnostico apresentar a Companhia que, a não utilização de vários critérios na escolha dos hidrômetros a serem substituídos, causam retornos volumétricos e financeiros insatisfatórios.

2. Área de estudo

O local escolhido como área de estudo, Condomínio Residencial - Tenente Coelho, refere-se ao primeiro empreendimento do Programa Minha Casa Minha Vida de Juazeiro do Norte-CE. Tal Condomínio, teve suas obras iniciadas em 2010 e foi inaugurado no ano de 2012. No mesmo ano teve início a operação da Companhia de Abastecimento de Água e Esgoto do Ceará – Cagece através da Unidade de Negócio da Bacia do Salgado - UNBSA.

O empreendimento situado na Rua Ana Rita de Souza, Bairro Aeroporto, município de Juazeiro do Norte-CE, quadra 50 do setor 17 segundo divisão comercial (Figura 1), contem 1280 unidades habitacionais divididos em quatro conjuntos: Tenente Coelho I contendo 320 apartamentos; Tenente Coelho II contendo 352 apartamentos; Tenente Coelho III também com 352 apartamentos e o Tenente Coelho IV contendo 256 apartamentos.

Figura 1 – Mapa de localização da Área de Estudo



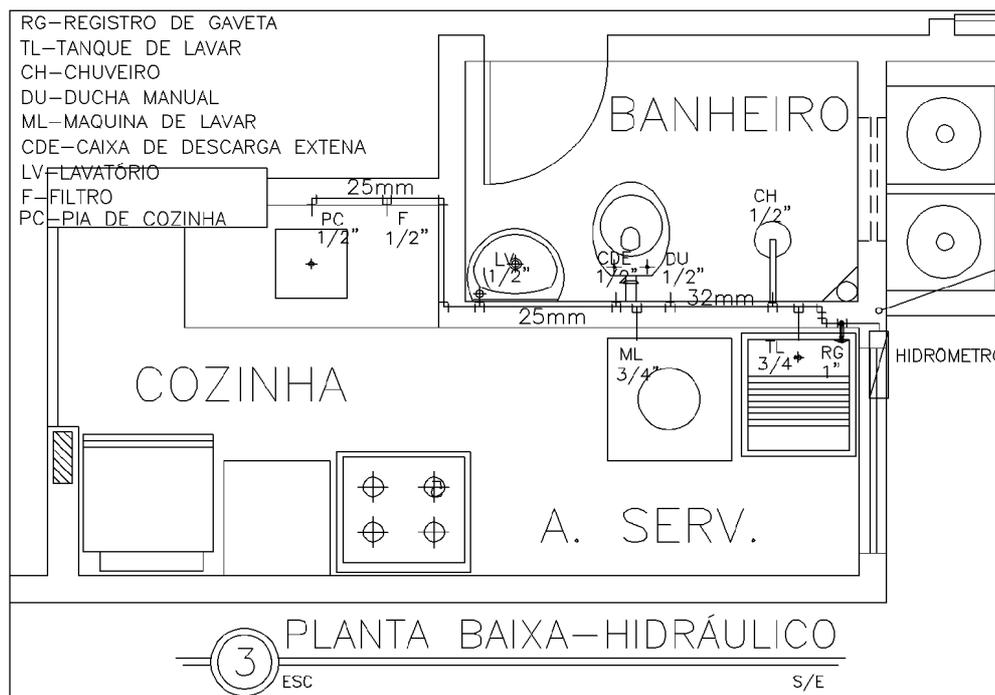
Fonte: autoria própria, 2021.

A definição do local estudado se deu principalmente pelos seguintes fatores:

- O empreendimento ser operado pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará e ser considerada um Distrito de Medição e Controle – DMC, pois dispõem de macromedidor com DN de 100mm do tipo Woltmann 50m³/h na entrada de cada uma das redes de distribuição de água – RDA dos conjuntos como também possuir parque de hidrômetros, com micromedição individualizada a partir de medidores do tipo multijato magnéticos, 1,5m³/h de Classe B em todos os apartamentos
- Todas as unidades habitacionais possuem praticamente a mesma área útil e exatamente a mesma quantidade de pontos de utilização de água (cinco torneiras sendo: uma para lavanderia, uma para máquina de

lavar, uma para bebedouro, uma para pia de cozinha, uma para lavatório do banheiro; um ponto para o vaso sanitário; um ponto para ducha manual; e um ponto para chuveiro), conforme projeto hidráulico mostrado na Figura 2, fazendo com que a variação de consumo entre elas não seja influenciada por essa quantidade de pontos.

Figura 2 - Plantas Baixa dos Blocos Pavimento térreo e superior do Conjunto Tenente Coelho.



Fonte: adaptação do projeto fornecido pela Construtora CRC.

- O Abastecimento nos apartamentos é feito de forma direta sem a existência de reservação individualizada (caixas d'água), logo fazendo com que os hidrômetros operem predominantemente em faixas de vazões acima da Q_{min} reduzindo a influência de submedição ocasionadas por baixas vazões (efeito boia caixa d'água);
- Devido à dificuldade de alteração dos proprietários do Programa Minha Casa Minha Vida, levando a crer que mudanças de famílias em cada apartamento seja praticamente inexistente, ponto que alteraria o perfil de consumo mensal das unidades;

- A impossibilidade de alteração ou reformas na estrutura dos apartamentos, fazendo com que a variação do consumo não seja influenciada por obras que demandam grande quantidade de água, levando a crer que o consumo é apenas de subsistência das famílias.
- Que todos os medidores possuíam mais de 7 anos de uso.

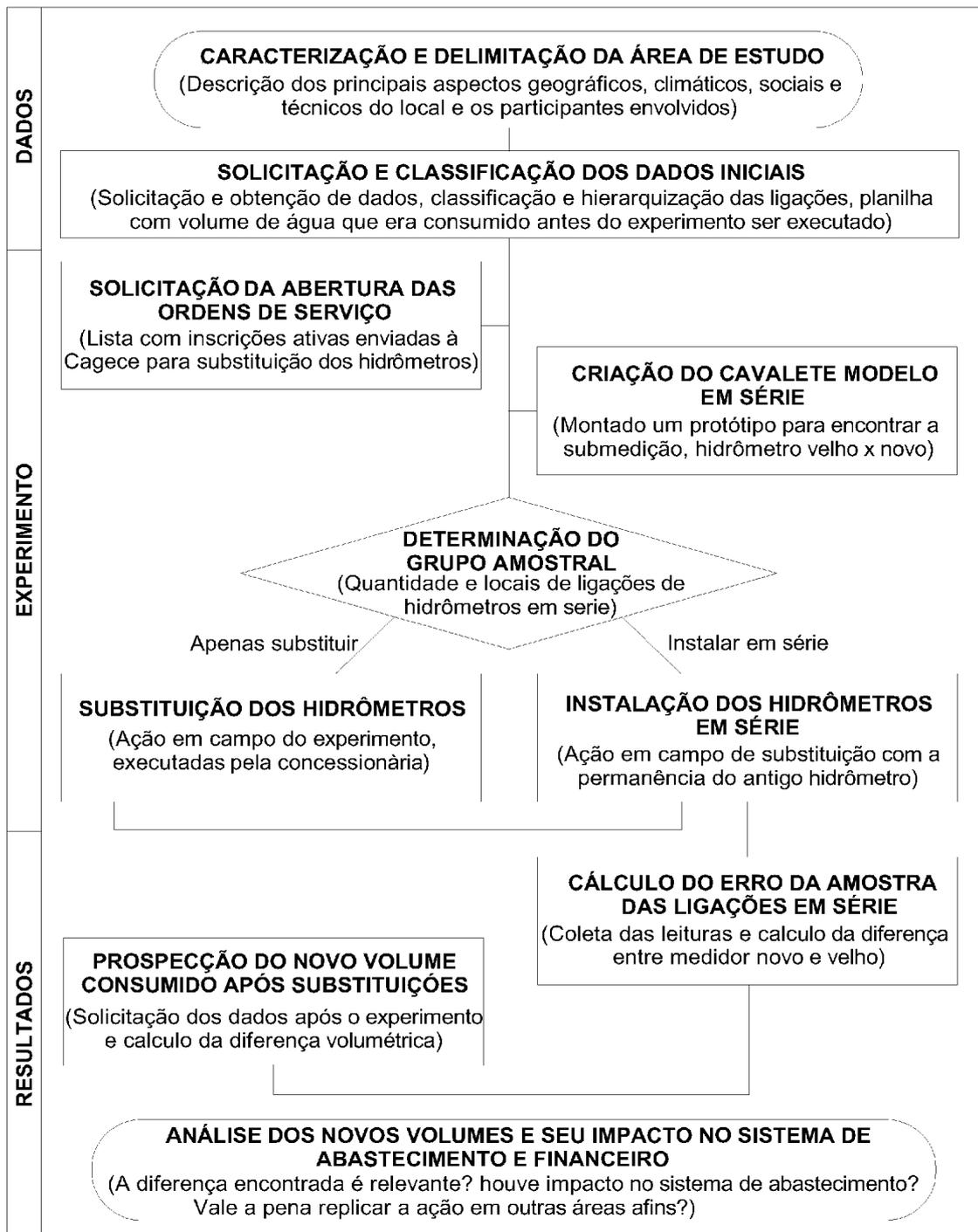
Com essa realidade o condomínio torna-se um laboratório ideal para estudar o volume das perdas não físicas, causadas pela submedição, geradas pelo tempo do parque de hidrômetros.

Vale ressaltar que não foi possível dar segurança a ação de substituição nos Conjunto Tenente Coelho I e IV pois os mesmos, devido a ameaças feitas aos colaboradores da Companhia, passaram a integrar o grupo de áreas de risco listadas no Controle Operacional de Água – COA de Juazeiro do Norte. Sendo o experimento, deste diagnostico, executado apenas nos Conjuntos II e III, onde mesmo com resistência dos moradores foi possível executar os serviços e não houve nenhum tipo de dano aos equipamentos instalados.

3. Metodologia

A metodologia deste relatório foi dividida conforme fluxograma (Figura 3).

Figura 3 - Fluxograma metodológico



Fonte: autoria própria, 2021.

Após solicitação via SGD 167407 para a Gemed, foram abertas as ordens de serviços e substituídos 619 hidrômetros, 313 no Tenente Colho II e 306 no III. Essa quantidade corresponde ao total de ligações ativas na competência de março de 2021, quando existia no 35 ligações cortadas ou suprimida no primeiro conjunto e 46 no segundo.

Foi determinado que seria instalado o modelo dos medidores em série conforme Figura 4, em 21 apartamentos levado em consideração a adimplência dos proprietários e se o volume médio consumido, nos meses anteriores à instalação, era superior a 10m³, para se ter um volume mais expressivo de diferença entre os medidores (Velho x Novo).

Figura 4 – Fotos (A, B, C e D) da criação do protótipo da ligação em série



(A) – Análise de espaço do protetor



(B) – Modelo onde o medido ficou inclinado



(C) – Modelo com teste de peças



(D) – Modelo final

Fonte: autoria própria, 2021.

Em agosto de 2021, após 6 meses da substituição, foram recoletados os dados de todas as leituras mensais feitas nas inscrições que tiveram seus hidrômetros substituídos ou instalados em série. Compilando os dados em uma planilha foi possível comparar os volumes consumidos em cada inscrição com as mesmas competências do ano anterior (2020) e o presente ano Conforme Equação 1.

$$\Delta V_{ind} = \sum_{1}^{5} (V_{Ni}) - \sum_{1}^{5} (V_{Vi}) \quad (1)$$

Em que:

- ΔV_{ind} é a variação volumétrica individual entre o medidor novo e o velho;
- V_{Ni} é o volume registrado pelo medidor novo em cada apartamento analisado, onde i é o tempo compreendido entre os meses de abril a agosto de 2021;
- V_{Vi} é o volume registrado pelo medidor velho em cada apartamento analisado, onde i é o tempo compreendido entre os cinco meses de abril a agosto de 2020.

Foi calculado também o erro relativo entre os medidores que ficaram ligados em série conforme Equação 2:

$$E_{V\%} = \frac{L_{Novo} - (L_{V2} - L_{V1})}{L_{Novo}} \times 100 \quad (2)$$

Em que:

- $E_{V\%}$ é o erro percentual do medidor velho em relação ano novo;
- L_{Novo} é a leitura do medidor novo no último mês do experimento (agosto) que corresponde ao volume medido por este no período estudado;
- L_{V1} é a leitura do medidor velho no dia da instalação do kit em série;

- L_{V2} é a leitura do medidor velho no dia da última leitura do período estudado (agosto), logo $(L_{V2} - L_{V1})$ é o volume medido pelo medidor velho no período estudado (5 meses).

4. Resultados obtidos

Referente à disposição dos resultados, estes foram tabulados e dispostos nas Tabela 1, 2 e 3. Na primeira estão dispostos os resultados dos 21 imóveis que tiveram suas ligações instaladas com os medidores em série, esses estão dispostos de forma crescente de acordo com o erro relativo encontrado, coluna 6 da Tabela 1.

Tabela 1 – Leituras e erros dos medidores em série

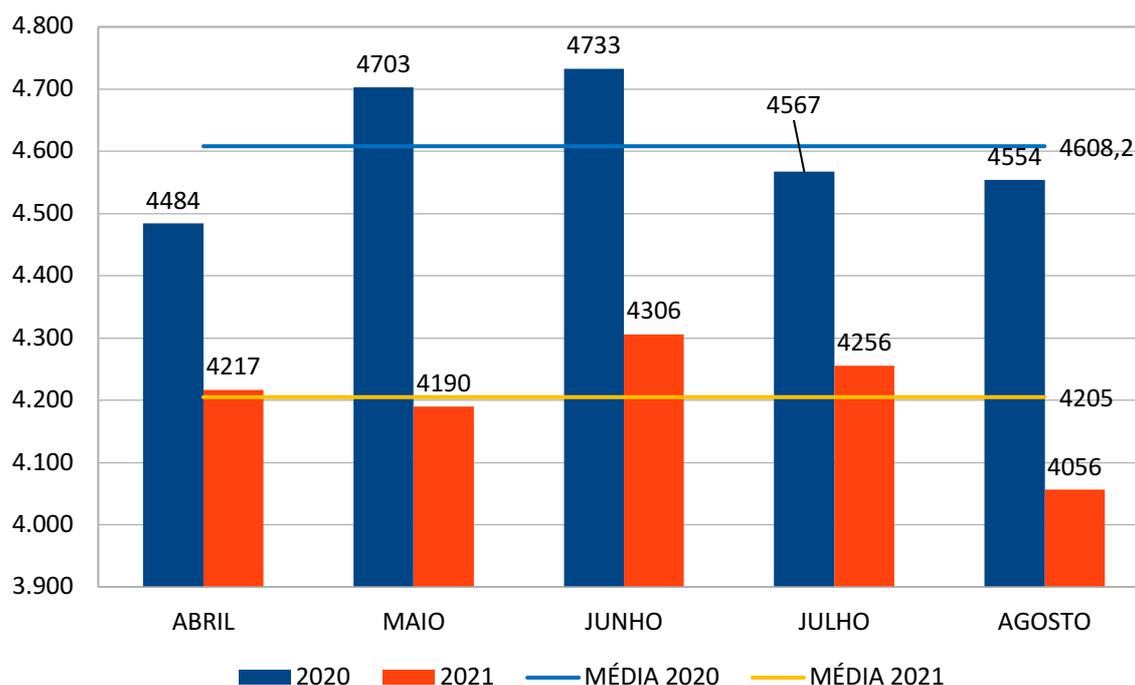
Localização	L_{V1} (m^3)	L_{V2} (m^3)	$(L_{V2}-L_{V1})$ (m^3)	$L_{Novo} - 2001$ (m^3)	ERRO (%)
TC II Bloco 08 AP 203	1535,57	1618,60	83,03	56,2	-47,74%
TC II Bloco 19 AP 204	1127,17	1191,39	64,22	56,04	-14,60%
TC II Bloco 06 AP 203	846,6	866,52	19,92	17,45	-14,15%
TC II Bloco 21 AP 103	1748,35	1787,20	38,85	36,04	-7,80%
TC II Bloco 41 AP 202	1885,87	1963,38	77,51	72,97	-6,22%
TC II Bloco 07 AP 202	1763,62	1861,23	97,61	92,14	-5,94%
TC II Bloco 41 AP 102	1271,91	1350,42	78,51	76,25	-2,96%
TC II Bloco 31 AP 204	1429,5	1523,45	93,95	92,96	-1,06%
TC III Bloco 15 AP 104	2270,92	2371,26	100,34	100,01	-0,33%
TC II Bloco 44 AP 103	1462,86	1528,24	65,38	65,41	0,05%
TC II Bloco 14 AP 103	699,84	741,70	41,86	42,25	0,92%
TC III Bloco 12 AP 103	1236,00	1293,43	57,43	58,51	1,85%
TC III Bloco 12 AP 102	954,00	988,46	34,46	35,49	2,90%
TC III Bloco 13 AP 203	216,00	288,47	72,47	74,91	3,26%
TC II Bloco 32 AP 203	492,68	564,43	71,75	74,74	4,00%
TC II Bloco 35 AP 103	1538,37	1598,21	59,84	66,14	9,53%
TC II Bloco 26 AP 202	1321,54	1380,67	59,13	68,02	13,07%
TC II Bloco 44 AP 201	1033,42	1035,19	1,77	2,53	30,04%
TC II Bloco 25 AP 201	964,05	976,00	11,95	20,05	40,40%
TC II Bloco 08 AP 204	1429,63	1462,04	32,41	60,98	46,85%
TC III Bloco 16 AP 202	741,00	788,32	-	-	-
		totais	1162,39	1169,09	

Fonte: autoria própria, 2021.

É possível observar que nove imóveis apresentaram erros negativos, calculados conforme Equação 2, o que mostra que o medidor velho mediu um volume superior ao novo recém instalado. Percebe-se também que mesmo os imóveis que apresentaram erro positivo apenas 4 deles tiveram um valor maior que 10%. A diferença volumétrica total medida no período foi de apenas 6,7m³, ou seja, os medidores novos mediram apenas 0,57% a mais que o somatório dos medidores velhos dessa amostra. Valor inferior ao esperado visto que os medidores antigos já possuíam mais de 7 anos de uso e o valor submedido por este parque deveria ser consideravelmente maior que no novo parque.

Observado de forma geral, o somatório de todos os apartamentos que tiveram os seus hidrômetros substituídos foi disposto na Figura 5.

Figura 5 – Somatório do volume micromedido no TC II e III



Fonte: autoria própria, 2021.

A média mensal de consumo no ano de 2020, analisando os dois conjuntos contidos na área de estudo, foi de 4.608,20m³, em 2021 o consumo médio foi de 4.205,00m³, uma redução de 403,20m³, a redução percentual de volume registrada entre 2020 e 2021, nos meses de abril, maio, junho, julho e agosto, foi de 5,95%, 10,91%, 9,02%, 6,81% e 10,94%, respectivamente.

Apenas com esses dados de volumes não se pode concluir, com fidedignidade, que tais reduções foram causadas apenas pelos erros de medição dos parques de hidrômetros, pois existe outros fatores influenciadores para essas variações. Porém pode-se concluir que o valor que o antigo parque poderia estar submedindo é um valor pouco expressivo.

Os resultados da Tabela 2 mostram um resumo da quantidade de imóveis envolvidos no experimento bem como o somatório dos principais volumes e percentuais calculados.

Tabela 2 – Quadro Resumo dos resultados

Dados	Unidade	TC II	TC III	Total
Total		352	352	704
Medidores substituídos		313	306	619
Medidor não substituído		39	46	85
Medição zerada em 2020	Quantidade de	20	18	38
Medição zerada em 2021	Apartamentos em	14	10	24
Variação positiva após a substituição	unidades	115	118	233
Variação negativa após a substituição		155	152	307
Sem variação após a substituição		9	8	17
Total analisada		279	278	557
Total em 2020	Volume micromedido em m ³	11.654	11.492	23.146
Total em 2021		10.567	10.343	20.910
Variação		-1.087	-1.149	-2.236
Variação Percentual		-10,29%	-11,11%	-10,69%
Total em 2020	Volume macromedido em m ³	13.505	14.912	28.417
Total em 2021		13.198	-	-
Variação		-307	-	-
Variação Percentual		-2,27%	-	-

Fonte: autoria própria, 2021.

Mesmo toda a rotina de abastecimento não sendo alterada (manobras, pressão da rede e tempo de continuidade) e sabendo que os apartamentos que tiveram o consumo igual a zero foram desconsiderados para a análise, observar-se

que houve uma redução no volume medido de 1087m³ no TC II e 1149m³ no TC II, o equivalente a 10,69% nos dois conjuntos. O que mostra que fatores externos, como a redução do consumo não fizeram com que a ação de substituição obtivesse ganhos volumétricos consideráveis.

Para se calcular a vantajosidade financeira da ação, e possível replicação em outras localidades com características semelhantes, foi orçado todos os serviços e materiais envolvidos conforme a Tabela 3. Nela foram considerados os preços unitários segundo dados da Secretaria de Infraestrutura do estado do Ceará (SEINFRA, 2021), segundo tabela vigente adotada para licitações da de todos os órgãos do estado. Os itens 02 e 06 foram coletados do sistema interno de compras da Cagece – GESUP.

Para o serviço de instalação de hidrômetros em série foi considerado o tempo de 4 horas por servido de um encanador e seu ajudante, tempo e mão de obra que foram destinados a cada um dos serviços.

Tabela 3 – Orçamento das substituições dos hidrômetros no TC II e III

Tabela 3 – Orçamento das substituições dos hidrômetros no TC II e III

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO ITEM	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	TOTAL
01	C2958	Substituição ou instalação de hidrômetro em cavalete montado (caso e,n)	un	598	R\$ 19,00	R\$ 11.363,88
02	60605...2	Hidrômetro velocimétrico, CL- B, Qn 1,5m ³ x Dn 20mm	un	619	R\$ 54,04	R\$ 33.450,76
03	I9374	Guarnição DN 20 mm p/ tubete	un	1280	R\$ 0,25	R\$ 320,00
04	I2320	Encanador	h	84	R\$ 22,72	R\$ 1.908,48
05	I0043	Ajudante de encanador	h	84	R\$ 18,63	R\$ 1.564,92
06	202018...8	Padrão lacre lock (pll) 700 mm azul (lig. água ativa) p/ lacração hidrômetro	un	619	R\$ 1,20	R\$ 742,80
07	I2200	Tubo PVC soldável de 25mm (3/4")	m	15	R\$ 2,99	R\$ 44,85
08	I1308	Joelho redução PVC soldável com rosca de 25x1/2"	un	42	R\$ 1,80	R\$ 75,60
09	I2363	Joelho PVC soldável 25mm	un	84	R\$ 1,17	R\$ 98,28
10	I2381	Níple PVC com rosca de 3/4"	un	42	R\$ 1,17	R\$ 49,14
					Total	R\$ 49.618,71

Quarenta e nove mil, seiscentos e dezoito reais e setenta e um centavos

Fonte: autoria própria, 2021.

Foram designados R\$ 25.948,36 para o TC II e R\$ 23.669,45 para o TC III totalizando R\$ 49.618,71. Como após as substituições o volume medido passou a ser inferior ao medido, na abordagem entre os anos analisados, o volume faturado conseqüentemente também apresentou interferências.

Na compilação com dados do Prax, foram incluídos os faturamentos de todas as contas pagas considerando tarifas de distribuição de água e coleta e tratamento de esgoto, até dos imóveis que não foram considerados na análise volumétrica, a exemplo dos imóveis que não tiveram seu hidrômetro substituído.

Tal análise financeira teve o intuito de identificar o impacto gerado no faturamento nos meses analisados por este estudo. É possível perceber que só não houve ganho de faturamento, quando comparado 2020 e 2021, no mês de maio. Porém, quando considerado o reajuste tarifário aplicado em janeiro de 2021, conforme Resolução 045/2020, e incidirmos nos faturamentos de 2020, os 12,25% de aumento, os seus valores de faturamento seriam maiores que os faturados em todos os meses de 2021, apresentando quedas mensais conforme valores e percentuais contidos na Tabela 4.

Tabela 4 – Comparativo de faturamento 2020 x 2021

Dado/Mês	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto
Faturamento 2020	R\$ 34.185,72	R\$ 35.073,54	R\$ 33.680,85	R\$ 32.949,48	R\$ 32.905,91
Faturamento 2020 corrigido c/reajuste de 2021 (12,25%)	R\$ 38.373,47	R\$ 39.370,05	R\$ 37.806,75	R\$ 36.985,79	R\$ 36.936,88
Faturamento 2021 descontado reajuste	R\$ 34.872,69	R\$ 34.205,14	R\$ 35.375,33	R\$ 33.203,68	R\$ 34.375,70
Diferença de faturamento	-R\$ 3.500,78	-R\$ 5.164,91	-R\$ 2.431,42	-R\$ 3.782,11	-R\$ 2.561,18
Diferença de faturamento (%)	-9,12%	-13,12%	-6,43%	-10,23%	-6,93%
ROI mensal	-113,49%	-119,90%	-109,37%	-114,58%	-109,87%
Payback	-	-	-	-	-

Fonte: autoria própria, 2021.

Diante de quedas no faturamento mensal, o ROI da ação apresentou valores negativos, o que demonstra que, além do valor total investido na ordem de R\$ 49.617,17, deve-se considerar quota de redução do faturamento mês a mês,

resultado que não era esperado e impossibilitando o cálculo do payback da ação para os meses analisados, ou seja, a mesma não teve retorno direto com incremento de faturamento.

5. Conclusão

Devido a todos os acontecimentos conclui-se que promover uma troca em larga escala de hidrômetros, de mesma classe hidrométrica, baseado na sua idade causa a retirada de hidrômetros que estariam em condições plenas de medição, logo deve-se seguir com rigor os 13 critérios que a POPMED067 preconiza, sendo elas: Tempo de instalação; Consumo médio dos últimos 12 meses; Tipo de tarifa; Percentual da probabilidade de troca (ferramenta de inteligência artificial desenvolvida pela Getic para melhorar o índice de assertividade na substituição); Volume totalizado em relação à capacidade (m^3/h) do hidrômetro; – Redução acentuada do volume medido em relação à média de até os últimos 36 meses; Categoria do imóvel e por contrato; Hidrômetro utilizado para medição de água bruta; Consumo presumido; Histórico de consumo do cliente; Existência de fonte alternativa (ativa); Volume faturado de cobrança de esgoto; Dimensionamento do hidrômetro.

Fica como sugestão a inclusão da análise a qualidade da água do local conforme alusão da literatura. Sugere-se também uma análise geral do retorno que as substituições executadas, com o mesmo lote dos hidrômetros deste experimento, considerar se não existe alguma falha de submedição no mesmo maior que a aceitável. Bem como a análise de viabilidade de contratos por performance com indicadores de redução de perdas e não apenas de quantidade de substituição de hidrômetros e automatização do sistema.

Rondon Madeira de Brito

Eng. Fiscal de Obras II

Supervisor de Combate a Perdas e Medição de Juazeiro do Norte - UN-BSA (DNI)

Mat. 3369