

**APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA DE ÁGUA
COM TELEMETRIA EM CLUBE VISANDO A REDUÇÃO DAS TARIFAS
ATRIBUÍDAS À GERAÇÃO DE ESGOTO.**

**APPLICATION OF WATER INDIVIDUALIZED MEASUREMENT TECHNOLOGY
WITH TELEMETRY IN A CLUB TO REDUCE TARIFFS ATTRIBUTED TO
SEWAGE GENERATION.**

Ana Letícia Barbosa Ferreira Lemos¹
Robson José Silva²

RESUMO

Com o crescimento populacional, as concessionárias têm cada vez menos controle do uso de água e da produção e direcionamento de esgoto sanitário na rede. Dessa forma, é muito comum observar nas faturas emitidas pelas concessionárias, a aplicação de tarifas considerando o cálculo do volume de esgoto atribuído como 100% do valor de abastecimento, ou seja, indicando que toda água consumida é direcionada para rede de esgoto. Na prática, isso não ocorre, visto que existem pontos de consumo direcionados à infiltração no solo, evaporação ou rede pluvial, demonstrando a necessidade de quantificação e monitoramento para que as tarifas sejam aplicadas com base na precisão do volume gasto. Neste sentido, o sistema de medição individualizada (SMI) de água combinada à telemetria é uma técnica atual que apresenta eficiência no cálculo do volume de água. Assim sendo, o objetivo do trabalho foi aplicar o SMI junto à telemetria no clube da Associação Atlética do Banco do Brasil de Recife (AABB). O estudo foi realizado no período de 4 meses onde foram realizados: levantamento dos pontos de abastecimento que não geram esgoto, instalação do SMI, instalação da telemetria, monitoramento e cálculo do desconto a ser considerado na fatura. Ao final de 3 meses de avaliação dos resultados, foi encontrado um volume total de 17,85%, demonstrando a importância da redução da taxa e do controle do consumo.

Palavras-chave: medição individualizada; telemetria; tarifas; esgoto sanitário.

ABSTRACT

With population growth, utilities have less and less control over the use of water and the production and direction of sanitary sewage in the network. Thus, it is very common to observe in the invoices issued by the concessionaires, the application of tariffs considering the calculation of the volume of sewage assigned as 100% of the supply value, that is, indicating that all water consumed is directed to the sewage system. In practice, this does not occur, as

¹ Bacharelada em Engenharia Civil pela Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho, 2022.

² Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco, 2017.

there are consumption points as infiltration into the soil, evaporation or rainwater sewer system, demonstrating the need for quantification and monitoring so that the tariffs applied based on the precision of the volume spent. In this sense, the individualized measurement system (SMI) of water combined with telemetry is a current technique that presents efficiency in the calculation of the volume of water. Therefore, the objective of the work was to apply the SMI together with telemetry in the club Associação Atlética do Banco do Brasil of Recife (AABB). The study was carried out over a period of 4 months, where the survey of supply points that do not generate sewage was carried out, the installation of the SMI, the installation of telemetry, the monitoring and calculation of the discount to be considered in the invoice. After 3 months of evaluating the results, a total volume of 17,85% was found, demonstrating the importance of reducing the rate and controlling consumption.

Keywords: individualized measurement; telemetry; tariffs; sanitary sewage.

INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional e consequentemente o uso cada vez maior da água nos mais diversos setores, se torna imprescindível a criação de tecnologias que possibilitem a otimização e racionalização do consumo. De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), a média recomendada de consumo diário de água é de 110 litros por habitante/dia, valor necessário para suprir as necessidades básicas. No entanto, essa não é a realidade mostrada pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2022), que indica um consumo médio de 154 litros por habitante/dia, um valor estimado de 40% acima do recomendado. Esses dados indicam o desperdício pelo uso irregular da água sem controle dos consumidores brasileiros.

Atualmente, como mencionado por Teixeira (2008), dois fatores merecem destaque para justificar esse desperdício. O primeiro sendo o baixo custo dos serviços de fornecimento de água, quando comparado a outros como energia e gás. E o segundo é que na maioria dos condomínios no país, o método de cálculo de consumo individual é o rateio do valor total de água entre os apartamentos, ou seja, todos pagam o mesmo valor independente do consumo que tiveram durante determinado mês.

Em contrapartida, para amenizar os efeitos causados pelo segundo motivador, temos o

método de Sistema de Medição Individualizada (SMI) que cada vez mais ganha atenção no mercado nacional.

Conforme mencionado por Coelho (2004), o SMI consiste na instalação de hidrômetros no ramal de cada unidade habitacional ou setor de interesse, de modo que seja possível quantificar o volume de água, com finalidade de racionalizar o uso e fazer a cobrança proporcional ao consumo individual de forma justa. Paralelamente, o SMI pode apresentar outras vantagens, como por exemplo, a detecção de vazamentos, por meio da análise de alterações na média de consumo, e a facilidade da identificação e controle de fluxo reverso nos sistemas hidráulicos-sanitários (LIMA, 2016).

O SMI já é aplicado como algo necessário, sendo obrigatório por muitos anos na cidade do Recife. De acordo com disposto na Lei Municipal nº 16.759, de 17 de abril de 2002 regulamentada pelo poder executivo, é instituída a obrigatoriedade da instalação de hidrômetros individuais nos edifícios e condomínios com mais de uma unidade de consumo, independente da categoria de usuários a que pertençam: residenciais, comerciais, públicos, mistos e da área das unidades, inclusive qualquer projeto de reforma das instalações hidráulicas dos edifícios referenciados. Entretanto, no âmbito nacional foi disposta a Lei Federal nº 13.312, publicada em 12 de julho de 2016, alterando a Lei nº 11.445, de 5 de

janeiro de 2007 que tornou obrigatória a instalação de hidrômetros individualizados nos condomínios desde de 12 de julho de 2021. Ou seja, a partir dessa data todas as unidades condominiais, inclusive as habitacionais, devem dispor de um sistema individualizado do consumo não apenas de água como também de energia e gás. Dessa forma, a aplicação do SMI é cada vez mais indispensável, e principalmente a avaliação da sua aplicabilidade junto a outras tecnologias, como a telemetria.

Atualmente, a grande maioria das concessionárias brasileiras ainda realizam o monitoramento do consumo hídrico de forma totalmente manual, deslocando recursos humanos para visita em cada ponto de consumo de água, intencionando coletar os dados de leitura registrados pelos hidrômetros (VIEIRA, 2012). Porém, conforme pontuado por Carvalho (2010), esse formato de monitoramento não é ideal, já que apresenta algumas dificuldades como:

- Ausência do consumidor no local, o que pode impossibilitar o acesso ao equipamento de medição;
- Falhas na hora da leitura pela dificuldade de visualização, podendo até ocorrer erro na descrição do valor pelo funcionário e;
- Tempo hábil para transcrição de todos os pontos de consumo em grandes cidades, como no caso da cidade do Recife.

Dessa forma, a identificação dos dados gerados pelo SMI apenas se torna interessante quando o usuário pode acessar as informações sem a necessidade de ir presencialmente visualizar e calcular o consumo através da leitura do hidrômetro ou qualquer outro medidor. Para isso, há uma tecnologia nova no mercado que cada vez mais é aplicada em diferentes áreas da engenharia, a Telemetria. A mesma trata-se do processo de medição remoto da variação das características de fluxo de água nos medidores monitorados, transferindo os dados de leitura através de um sensor de

pulso conectado ao relógio do medidor (TOPANOTTI, 2021). Assim, quando o sensor de pulso é ligado a um dispositivo de rádio pode emitir a informação para uma estação distante, onde serão analisados e consistidos em um sistema de monitoramento, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Ciclo das informações de dados do medidor até o sistema.



Fonte: Autora, 2022.

Apesar de ser uma tecnologia de aplicabilidade recente, segundo Silva (2007), a telemetria junto ao SMI se mostra cada vez mais uma ferramenta fundamental para o acompanhamento do consumo de água, possibilitando identificar remotamente em tempo real as anomalias que acontecem nos pontos de fornecimento, com melhores recursos de dados para tomada de decisões precisas no gerenciamento.

Uma aplicação coerente para a combinação das tecnologias está no processo de estipulação do volume de esgoto junto às concessionárias, especialmente nas unidades que não utilizam o fornecimento de água pela rede de distribuição por possuírem poço artesiano. Isso ocorre em virtude da ausência de instalação do equipamento de medição ou pela falta da leitura periódica deste. Inclusive, essa prática é ilegal e abusiva, dado que é obrigação da concessionária a instalação e a leitura periódica dos hidrômetros. A base de cálculo para aferir o volume esgotado de forma justa, deve considerar o volume efetivamente despejado pelas unidades consumidoras na rede de coleta, e não

simplesmente deduzir valores que não representam a condição real e relevância na despesa econômica. Conforme o Art. 53 do decreto 18.251 de 21 de dezembro de 1994, essa cobrança da taxa de esgoto deve estar de acordo com as tarifas mínimas de água, observando a variação de origem e natureza dos investimentos necessários para implantação, operação e manutenção dos serviços.

Sendo assim, a adoção do SMI combinado ao monitoramento pela tecnologia de telemetria pode propiciar um efetivo sistema de quantificação do valor real de volume não esgotado dentro de uma edificação residencial, empresarial, industrial ou até mesmo em clubes.

No panorama geral, em condomínios, o volume de água de esgoto não direcionado à rede, apresenta um percentual baixo quando comparado ao volume de abastecimento. Quando analisamos grandes empresas como clubes, a grande área verde de paisagismo, os pontos de limpeza de equipamentos em geral e principalmente a presença de piscinas podem influenciar de forma significativa na hora de estabelecer o volume que não é direcionado para tratamento de esgoto sanitário. Dessa forma, esse cenário se torna um alvo interessante para analisar de forma criteriosa a aplicação das tecnologias SMI e telemetria. Com base nessa análise, é possível assegurar a precisão na aplicação de tarifas justas atribuídas à geração de esgoto. Atualmente há pouca divulgação desse procedimento de redução, isso porque não é anunciado pelas concessionárias, já que pode ter uma repercussão financeira, caso a utilização das tecnologias com essa finalidade se disseminem no mercado.

Portanto, o principal objetivo do estudo é demonstrar de forma prática a aplicação associada das tecnologias do SMI e Telemetria no clube AABB, para redução das tarifas atribuídas à geração de esgoto sanitário.

METODOLOGIA

A Associação Atlética do Banco do Brasil, conhecida pelo acrônimo AABB, é um clube social, recreativo e esportivo destinado aos funcionários do Banco do Brasil e tem aproximadamente mil unidades espalhadas no país. O presente estudo de caso, teve como referência a unidade Clube AABB, localizada no bairro das Graças na cidade do Recife em Pernambuco, representada na Figura 2. Com mais de 80 anos de construção da unidade, o clube conta com mais de 3.400 associados, tendo diariamente o trânsito de 700 a 800 pessoas em suas dependências.

Figura 2 – Entrada do clube AABB.



Fonte: Google Earth, 2022.

Atualmente, a fatura emitida pela concessionária é calculada com base na água consumida e no esgoto produzido, ou seja, água fornecida pela rede de distribuição e esgoto coletado para ser tratado, respectivamente. Contudo, o volume utilizado no cálculo da parcela do esgoto acaba sendo um valor acima do legítimo, visto que existem pontos de consumo cujo esgoto não segue naturalmente para a rede e necessitam ser desconsiderados nos cálculos. É o caso, por exemplo, de torneiras de jardim.

Para o clube AABB, cujo fornecimento de água é por meio de poço particular, a concessionária emite cobrança sobre o esgoto a ser tratado, no entanto, para que a tarifa seja emitida de forma justa, faz-se necessário a precisão do volume exato de esgoto a ser coletado para a rede. É neste

sentido que se destaca a importância da tecnologia SMI com telemetria, pois monitorando o consumo nos pontos que não geram esgoto a ser coletado, é possível achar o valor exato do volume a ser cobrado.

Levantamento

Inicialmente foi realizada uma visita técnica com intuito de verificar os pontos de abastecimento cuja água após seu uso não é direcionada para rede de esgoto. Essa verificação também pode ser feita através da identificação dos pontos na planta hidráulica. De uma forma geral, esses pontos podem ser definidos da seguinte forma:

- Pontos de jardim, onde a água é usada para molhagem das plantas e é posteriormente infiltrada no solo;
- Pontos de limpeza de equipamentos, materiais e áreas comuns, onde a água é direcionada para a rede pluvial;
- Ponto de quadra de tênis, onde a água é utilizada para umedecimento do ambiente, evitando levantamento da poeira, visto que é comum quadras de saibro;
- Tubulações de abastecimento de piscinas, onde a água, em maior fração, é evaporada; e em circunstâncias de manutenção ou limpeza, onde a água é direcionada para rede pluvial.

Um detalhe importante a ser mencionado é sobre o cuidado na observação dos pontos, é de extrema importância que esses não sejam contaminados com produtos químicos, visto que serão enviados para rede pluvial ou para o solo. Além de ser uma prática ilegal, também é prejudicial ao meio ambiente.

Dessa forma, para um melhor planejamento dos serviços a serem executados, foi realizado um mapeamento via Google Earth delineando os pontos por meio de prefixos, onde o prefixo “J” foi adotado para pontos de jardim, o “L” para pontos de limpeza, “QT” para as quadras de tênis e o “P” para pontos de piscina.

Instalação do SMI e Telemetria

Com as localizações definidas, procedeu-se a aplicação do SMI através da instalação dos hidrômetros na tubulação. Os mesmos foram instalados exatamente nos pontos mapeados, para precisão no monitoramento e direcionamento dos ramais.

Os equipamentos do SMI instalados por ponto, conforme a Figura 3, foram:

- Hidrômetros Elster, vazão nominal (Q_n) de 1,5 m³/h, instalados na posição horizontal;
- Kit de tubete, porca e arruela de vedação;
- Adaptador roscável de PVC de 3/4" x 25 mm;
- Luva de redução de PVC soldável de 32mm x 25mm;
- Registro Esfera PVC soldável de 25mm.
- Arco serra manual regulável e;
- Caixa de proteção em resina termotécnica de polipropileno com proteção U.V de alta resistência ao impacto e a compressão;

Figura 3 – Materiais utilizados para instalação do SMI.



Fonte: Autora, 2022.

Com o SMI em funcionamento, foram iniciadas as preparações para instalação da telemetria. Uma análise prévia de cobertura das comunicações de rádio SIGFOX e LoraWan foram realizadas, assim como a verificação da necessidade de antenas para locais internos.

Os materiais de telemetria instalados por ponto, conforme a Figura 4, foram:

- Rádio da BottomUp Telemetry de comunicação SIGFOX (Figura 4-a);
- Chave de fenda 6 x 100mm (Figura 4-b);
- Alicate decapador de cabos e fios de cobre com calibre entre 0.25 e 0.80mm (Figura 4-c);
- Alicate de crimpar conectores (Figura 4-d);
- Caixa hermética em PVC para proteção do rádio contra chuvas e insetos; (Figura 4-e)
- Sensor de Pulso Reed Switch para Hidrômetros Elster; (Figura 4-f)
- Rádios adaptados em laboratório com pigtail e antena omnidirecional; (Figura 4-g; Figura 4-h)
- Antena celular Aquarius CM-907 para casos de áreas internas com sinal de comunicação fraco; (Figura 4-i)
- Abraçadeira de Nylon de 2,5x100mm para fechamento da caixa hermética;
- Placas de identificação dos pontos.

Figura 4 – Materiais utilizados para instalação da Telemetria.



Fonte: Autora, 2022.

Alguns detalhes dos equipamentos devem ser verificados com maior atenção, em virtude das especificidades dos elementos da telemetria:

- Os sensores de pulso devem ser encaixados nos hidrômetros de forma a conferir uma boa adaptação sem deixar espaços vazios e sem danos no encaixe. Isso garantirá a leitura exata dos pulsos gerados no relógio do medidor;
- Os cabos do sensor devem ser conectados às entradas (pulso e analógicas) dos rádios por terminais tubulares de 0,75mm utilizados com intuito de facilitar a instalação de cabos elétricos com junção por pressão (HELLERMANNTYTON, 2019);
- A qualidade do sinal de comunicação deve ser verificada para que sejam feitas adaptações com antenas nos rádios de forma a conferir envios em tempo real (LESSLOSS, 2022)³.

Após a instalação do conjunto SMI e telemetria nos devidos pontos, foi possível avançar para a etapa de integração dos sistemas.

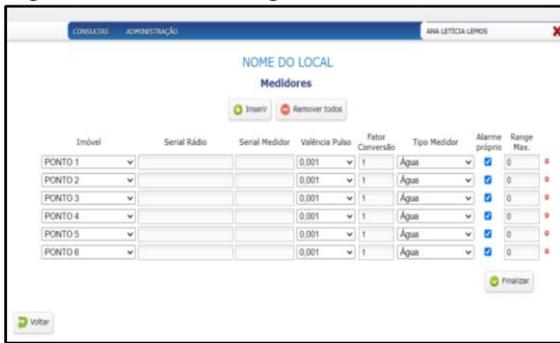
Integração dos Sistemas

A primeira etapa da integração dos sistemas foi caracterizada pelo cadastro dos pontos no Sistema de gestão de consumo (LESSLOSS, 2022). As informações necessárias para realização desta etapa, conforme Figura 5, foram:

- Localização geográfica;
- Nome dos pontos de instalação com sua devida localização dentro dos ambientes;
- Número do serial do rádio (ID);
- Porta de pulso ao qual o rádio está conectado;
- Número do serial do hidrômetro cujo rádio está atrelado;
- Valência do pulso do hidrômetro.

³ LESSLOSS IOT – Sistema de gerenciamento de água online restrito a funcionários e clientes da empresa.

Figura 5 – Sistema de gestão de consumo.



Fonte: LESSLOSS, 2022.

Com o sistema integrado, foi possível a observação do funcionamento do sistema, a partir dos primeiros valores de consumo de cada ponto por meio dos pulsos emitidos em tempo real. Esses pulsos correspondem aos dados que serão utilizados na obtenção do cálculo do desconto na fatura de esgoto. Para validação da instalação, a concessionária foi acionada.

Vistoria e validação da instalação

No ato da vistoria técnica, algumas informações foram averiguadas pela concessionária:

- Categoria do local (residencial, comercial, industrial ou público);
- Fonte de abastecimento (Concessionária, poço artesiano, caminhão-pipa ou outros);
 - Informações técnicas do hidrômetro do fornecimento de abastecimento;
 - Marca e modelo;
 - Número de serial do medidor;
 - Capacidade em m³ e diâmetro;
 - Diâmetro do ramal associado;
 - Vazão nominal;
 - Leitura em m³.
 - Tipo de abrigo onde está confinado.
 - Informações técnicas de cada um dos hidrômetros instalados no SMI;
 - Marca e modelo;
 - Número de serial dos medidores para garantir de

que não haverá troca e facilitar na execução das próximas leituras;

- Capacidades em m³ e diâmetros;
- Vazão nominal;
- Leituras em m³.
- Data de realização da visita;

Vale salientar que em locais onde o fornecimento de abastecimento é por meio de rede de distribuição ou caminhão-pipa, a vistoria também pode ser realizada da mesma forma, a partir da análise das informações acerca do hidrômetro. É importante salientar que no abastecimento pela rede de distribuição, a qualidade da água também é investigada. Já nos casos de fornecimento por caminhão-pipa, a periodicidade do abastecimento é acompanhada.

Monitoramento e cálculo estimativo percentual do desconto na fatura de esgoto sanitário

O monitoramento do sistema se deu por um período de 3 meses para precisão dos resultados.

Os dados de consumo foram retirados diretamente do Sistema de Gestão de Consumo (LESSLOSS, 2022), onde o percentual de volume consumido foi avaliado de forma mensal, sendo dado pela equação 1:

$$V(\%) = \frac{\sum(Lf - li)}{Lf - Li} * 100 \quad (1)$$

Onde:

- V(%) é o volume percentual mensal;
- Leitura final (Lf) e inicial (li) de cada um dos hidrômetros do SMI em m³ pelo período de 1 mês;
- Leitura final (Lf) e inicial (Li) do hidrômetro do Poço Artesiano em m³ pelo período de 1 mês.

O valor de percentual de desconto a ser atribuído na fatura de esgoto, foi dado pela

média dos 3 resultados de volume percentual mensal, conforme a equação 2:

$$V_{total} (\%) = \frac{V1 (\%) + V2 (\%) + V3 (\%)}{3} \quad (2)$$

Onde:

- $V_{total}(\%)$ é o valor percentual a ser adotado como desconto;
- $V1(\%)$ é o volume percentual do primeiro mês;
- $V2(\%)$ é o volume percentual do segundo mês;
- $V3(\%)$ é o volume percentual do terceiro mês.

Ainda na avaliação de custos, foi simulado um desconto com base em uma fatura real do clube AABB, para verificação do impacto econômico na condição real. Da mesma forma, os percentuais de influência dos pontos em conjunto foram avaliados, no sentido de apontar suas relevâncias.

É importante salientar que em situação real, o período de monitoramento, assim como os resultados de $V (\%)$ e $V_{total} (\%)$, são acompanhados e determinados pela concessionária.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Levantamento

A partir da avaliação física do local, foram definidos 17 pontos (cuja água após seu uso não é direcionada para rede de esgoto sanitário). Na Tabela 1, é possível observar o detalhamento do número de pontos.

Tabela 1 – Detalhamento do número de pontos.

| Destinação dos pontos | Número de pontos |
|-----------------------|------------------|
| Jardim | 6 |
| Limpeza | 8 |
| Quadra de tênis | 1 |
| Piscina | 2 |
| Total | 17 |

Fonte: Autora, 2022.

Na Figura 6 é possível observar a locação dos 6 pontos de jardim no clube AABB, com J1, J2, J3 e J4 no jardim de entrada principal, J5 nas áreas de jardim, entre as

quadras de tênis e vôlei, e por fim, J6 no jardim do estacionamento. Vale salientar, que a água gerada por esses pontos é infiltrada no solo ou evapotranspirada.

Figura 6 – Pontos de Jardim levantados (J1, J2, J3, J4, J5 e J6).



Fonte: Autora, 2022.

Na Figura 7 é possível observar a localização da maioria dos pontos de limpeza. Do total de 8 pontos, o ponto L1 é usado para molhagem dos carros e está localizado no estacionamento; L2, L3 e L4 são utilizados na molhagem dos pés quando do uso de piscina e estão espalhados pelo clube; L5 está próximo à piscina, sendo utilizado na limpeza do tobogã e L6, L7 e L8 são utilizados na limpeza de equipamentos e piso. A água gerada nesses pontos é parte evaporada e parte escoada para rede pluvial.

Figura 7 – Pontos de limpeza levantados (L2, L3, L4, L5, L6, L7 e L8)



Fonte: Autora, 2022.

Na Figura 8 é possível observar a locação do ponto relativo à quadra de tênis que faz o serviço de umidificação, onde a água gerada por esse ponto é evaporada.

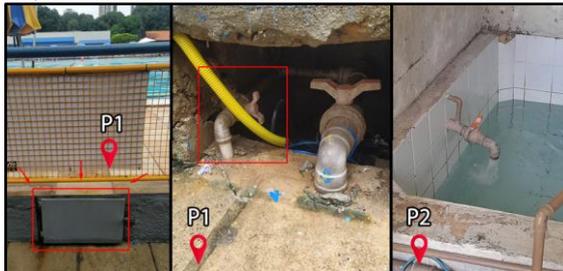
Figura 8 – Ponto da quadra de tênis levantado (QT).



Fonte: Autora, 2022.

Por último, observa-se na Figura 9, a locação dos 2 pontos utilizados no abastecimento das piscinas, onde a água gerada por esses pontos é evaporada e, em situações de esvaziamento, é direcionada para rede pluvial.

Figura 9 – Pontos de piscina levantados (P1 e P2).



Fonte: Autora, 2022.

O mapeamento de locação de todos os pontos que não geram esgoto para a rede, está representado na Figura 10. Além disso, também segue representada a locação do fornecimento de abastecimento por Poço Artesiano (PA). De uma forma geral, é possível ter uma visão panorâmica da distribuição dos pontos dentro das instalações do clube.

Figura 10 – Mapeamento dos pontos verificados no levantamento.



Fonte: Adaptado de Google Earth 2022.

Instalação do SMI e Telemetria

A instalação do SMI foi realizada conforme planejado. A Figura 11 mostra o hidrômetro devidamente instalado no ponto de medição da torneira de jardim na entrada principal (J2).

Figura 11 – Conjunto do SMI instalado em cada um dos pontos.



Fonte: Autora, 2022.

Foram realizadas adaptações em pontos onde não havia espaço suficiente para instalação do hidrômetro na posição horizontal. A Figura 12, mostra um tipo de adaptação feita no ponto de limpeza do estacionamento (L1) com uso de extensão e conector tipo L em PVC. Da mesma forma, os pontos J1, J3, J5, L2, L4, L7 necessitaram de adaptabilidade.

Figura 12 – Ponto L1 adaptado para posição horizontal.



Fonte: Autora, 2022.

Na instalação da telemetria, foi observado que os rádios de comunicação SIGFOX apresentaram melhores resultados de envio que o LoraWan, para a região do clube no bairro das Graças em Recife-PE.

Os 17 rádios e sensores de pulso foram instalados junto ao hidrômetro, usando eletrodutos flexíveis para esconder os cabos e proteger os equipamentos das chuvas, conforme mostrado na Figura 13.

Figura 13 – Conjuntos dos hidrômetros e telemetria instalados no clube AABB (J3, J5, L2, L4, QT e P1).



Fonte: Autora, 2022.

Integração dos Sistemas

A partir da instalação do conjunto do SMI com a telemetria, foram inseridos no Sistema de Gestão de Consumo (LESSLOSS, 2022) os dados dos

equipamentos e respectivos pontos, conforme mostra Figura 14.

Figura 14 – Dados de cadastros do clube inseridos no Sistema de Gestão de Consumo.

| Clube AABB | | | | | | | |
|---|--------------|----------------|----------------|-----------------|--------------|-------------------------------------|------------|
| Medidores | | | | | | | |
| <input type="button" value="Inserir"/> <input type="button" value="Remover todos"/> | | | | | | | |
| Imóvel | Serial Rádio | Serial Medidor | Valência Pulso | Fator Conversão | Tipo Medidor | Alarme gatilho | Range Max. |
| J1 - Jardim | | | 0,001 | 1 | Água | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 |
| J2 - Portaria 1 - HD1 | | | 0,001 | 1 | Água | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 |
| J3 - Portaria 1 - HD 2 | | | 0,001 | 1 | Água | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 |
| J4 - Jardim Bandeiras | | | 0,001 | 1 | Água | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 |
| J5 - Jardim Quadra de | | | 0,001 | 1 | Água | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 |
| J6 - Jardim Estacionamento | | | 0,001 | 1 | Água | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 |
| L1 - Limpeza Estacionam | | | 0,001 | 1 | Água | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 |
| L2 - Limpeza Vestiários | | | 0,001 | 1 | Água | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 |
| L3 - Limpeza de equipi | | | 0,001 | 1 | Água | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 |
| L4 - Limpeza dos pés | | | 0,001 | 1 | Água | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 |
| L5 - Limpeza Tobogã | | | 0,001 | 1 | Água | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 |
| L6 - Limpeza funcionár | | | 0,001 | 1 | Água | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 |
| L7 - Limpeza Saída de | | | 0,001 | 1 | Água | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 |
| L8 - Limpeza de equipi | | | 0,001 | 1 | Água | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 |
| QT - Quadra de Tênis | | | 0,001 | 1 | Água | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 |
| P1 - Piscina Olímpica | | | 0,001 | 1 | Água | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 |
| P2 - Piscina Infantil | | | 0,001 | 1 | Água | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 |

Fonte: Adaptado de Sistema Lessloss, 2022.

Com o cadastro consolidado, o sistema passou a receber os primeiros dados de consumo.

Durante os primeiros dias de integração dos sistemas, os dados constataram que o ponto de jardim do estacionamento (J6) estava sob produção de água por 24 horas ininterruptas. Tendo em vista que, nas condições normais, um ponto de torneira não será usado sucessivamente por um período tão longo, foi constatada, nesse caso, a condição de vazamento. Dessa forma, a aplicação da telemetria se mostrou eficaz na detecção de perdas.

Segundo Costa (2022) a telemetria além de ser ferramenta importante para auxiliar na construção de padrões de consumo, permite a detecção de vazamentos, reduzindo perdas e aprimorando a gestão da demanda. Isso é de extrema importância nos dias atuais, tendo em vista os grandes problemas e limitações enfrentados com a escassez de água. Arelado a isso, no Brasil quase 40% da água tratada é perdida em vazamentos, fraudes e outros problemas (Trata Brasil, 2021). Dessa forma, estimular o uso de tecnologia de medição com medidores inteligentes acaba sendo uma grande vantagem econômica e ambiental. Após a detecção de vazamento, foi realizada a restauração do ponto J6 e retomada a estabilidade na integração dos sistemas.

Vistoria e validação da instalação

Com o sistema preliminar funcionando de forma adequada, as instalações foram aprovadas por meio da avaliação da concessionária.

Monitoramento e cálculo estimativo percentual do desconto na fatura de esgoto sanitário

Para o primeiro mês, os resultados de consumo nos pontos avaliados e no Poço Artesiano estão expressos respectivamente nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 – Consumo de cada um dos pontos analisados do SMI no primeiro mês.

| Pontos | Leitura inicial (li) | Leitura Final (lf) | Consumo (m ³) |
|--------------------------------------|----------------------|--------------------|---------------------------|
| J1 | 0,0 | 1,0 | 1,0 |
| J2 | 0,0 | 1,0 | 1,0 |
| J3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| J4 | 2,0 | 4,0 | 2,0 |
| J5 | 0,0 | 2,0 | 2,0 |
| J6 | 0,0 | 1,0 | 1,0 |
| L1 | 2,0 | 8,0 | 6,0 |
| L2 | 1,0 | 4,0 | 3,0 |
| L3 | 0,0 | 2,0 | 2,0 |
| L4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| L5 | 1,0 | 2,0 | 1,0 |
| L6 | 0,0 | 1,0 | 1,0 |
| L7 | 0,0 | 5,0 | 5,0 |
| L8 | 1,0 | 5,0 | 4,0 |
| QT | 0,0 | 7,0 | 7,0 |
| P1 | 0,0 | 59,0 | 59,0 |
| P2 | 0,0 | 9,0 | 9,0 |
| Consumo Total (m³) | | | 104,0 |

Nos pontos com leitura inicial (li) e final (lf) do SMI permanecendo as mesmas, é indicado que não houve uso de água durante o mês.

Fonte: Autora, 2022.

Tabela 3 – Consumo do Poço Artesiano no primeiro mês.

| Ponto | Leitura inicial (Li) | Leitura Final (Lf) | Consumo (m ³) |
|-------|----------------------|--------------------|---------------------------|
| Poço | 14334,0 | 14994,0 | 660,0 |

Fonte: Autora, 2022.

A partir dos dados obtidos, foi possível calcular o volume percentual de água que não gera esgoto para o primeiro mês.

Nesse caso, V1(%) correspondeu ao seguinte valor:

$$V1(\%) = \frac{104}{660} * 100 = 15,76\%$$

Para o segundo mês, os resultados de consumo nos pontos avaliados e no Poço Artesiano estão expressos respectivamente nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 4 – Consumo de cada um dos pontos analisados do SMI no segundo mês.

| Pontos | Leitura inicial (li) | Leitura Final (lf) | Consumo (m ³) |
|--------------------------------------|----------------------|--------------------|---------------------------|
| J1 | 1,0 | 2,0 | 1,0 |
| J2 | 1,0 | 1,0 | 0,0 |
| J3 | 0,0 | 1,0 | 1,0 |
| J4 | 4,0 | 6,0 | 2,0 |
| J5 | 2,0 | 4,0 | 2,0 |
| J6 | 1,0 | 2,0 | 1,0 |
| L1 | 8,0 | 15,0 | 7,0 |
| L2 | 4,0 | 9,0 | 5,0 |
| L3 | 2,0 | 4,0 | 2,0 |
| L4 | 0,0 | 3,0 | 3,0 |
| L5 | 2,0 | 3,0 | 1,0 |
| L6 | 1,0 | 4,0 | 3,0 |
| L7 | 5,0 | 21,0 | 16,0 |
| L8 | 5,0 | 9,0 | 4,0 |
| QT | 7,0 | 15,0 | 8,0 |
| P1 | 59,0 | 157,0 | 98,0 |
| P2 | 9,0 | 21,0 | 12,0 |
| Consumo Total (m³) | | | 166,0 |

Nos pontos com leitura inicial (li) e final (lf) do SMI permanecendo as mesmas, é indicado que não houve uso de água durante o mês.

Fonte: Autora, 2022.

Tabela 5 – Consumo do Poço Artesiano no segundo mês.

| Ponto | Leitura inicial (Li) | Leitura Final (Lf) | Consumo (m ³) |
|-------|----------------------|--------------------|---------------------------|
| Poço | 14994,0 | 15845,0 | 851,0 |

Fonte: Autora, 2022.

A partir dos dados obtidos, foi possível calcular o volume percentual de água que não gera esgoto para o segundo mês.

Nesse caso, V2(%) correspondeu ao seguinte valor:

$$V2(\%) = \frac{166}{851} * 100 = 19,51 \%$$

Para o terceiro mês, os resultados de consumo nos pontos avaliados e no Poço Artesiano estão expressos respectivamente nas Tabelas 6 e 7.

Tabela 6 – Consumo de cada um dos pontos analisados do SMI no terceiro mês.

| Pontos | Leitura inicial (li) | Leitura Final (lf) | Consumo (m ³) |
|--------------------------------------|----------------------|--------------------|---------------------------|
| J1 | 2,0 | 2,0 | 0,0 |
| J2 | 1,0 | 2,0 | 1,0 |
| J3 | 1,0 | 1,0 | 0,0 |
| J4 | 6,0 | 7,0 | 1,0 |
| J5 | 4,0 | 6,0 | 2,0 |
| J6 | 2,0 | 3,0 | 1,0 |
| L1 | 15,0 | 19,0 | 4,0 |
| L2 | 9,0 | 14,0 | 5,0 |
| L3 | 4,0 | 5,0 | 1,0 |
| L4 | 3,0 | 3,0 | 0,0 |
| L5 | 3,0 | 4,0 | 1,0 |
| L6 | 4,0 | 5,0 | 1,0 |
| L7 | 21,0 | 29,0 | 8,0 |
| L8 | 9,0 | 13,0 | 4,0 |
| QT | 15,0 | 23,0 | 8,0 |
| P1 | 157,0 | 245,0 | 88,0 |
| P2 | 21,0 | 32,0 | 11,0 |
| Consumo Total (m³) | | | 136,0 |

Nos pontos com leitura inicial (li) e final (lf) do SMI permanecendo as mesmas, é indicado que não houve uso de água durante o mês.

Fonte: Autora, 2022.

Tabela 7 – Consumo do Poço Artesiano no terceiro mês.

| Ponto | Leitura inicial (Li) | Leitura Final (Lf) | Consumo (m ³) |
|-------|----------------------|--------------------|---------------------------|
| Poço | 15845,0 | 16589,0 | 744,0 |

Fonte: Autora, 2022.

A partir dos dados obtidos, foi possível calcular o volume percentual de água que não gera esgoto para o terceiro mês.

Nesse caso, V3(%) correspondeu ao seguinte valor:

$$V3(\%) = \frac{136}{744} * 100 = 18,28 \%$$

Com os dados de volume percentuais mensais, foi possível a determinação do valor percentual a ser adotado como desconto resultante, considerando a avaliação dos 3 meses.

Nesse caso, Vtotal(%) correspondeu ao seguinte valor:

$$Vtotal(\%) = \frac{15,76 + 19,51 + 18,28}{3}$$

$$Vtotal(\%) = 17,85\%$$

Por meio da aplicação da tecnologia do SMI e telemetria, foi possível quantificar a parcela de volume de água que não gera esgoto direcionado à rede. Portanto, esse volume não deve ser considerado na cobrança das faturas mensais da concessionária.

O percentual de 17,85% representa um valor significativo, sobretudo para grandes consumidores como é o caso do clube AABB. Dentro desse contexto, a medição com medidores inteligentes se mostrou extremamente eficaz na quantificação de volume gasto e principalmente na cobrança justa dos serviços inerentes.

Foi utilizado um valor representado pela fatura mensal de R\$ 19.414,79 relativa ao mês de março de 2022 da AABB. Pelo abastecimento não ser fornecido pela rede de distribuição, a fatura é baseada apenas no volume de esgoto.

Tomando como base o valor encontrado de Vtotal (%) e aplicando esse percentual, sobre a respectiva fatura, observa-se que a economia no valor do pagamento seria de R\$ 3.465,54. Esse valor trata-se de um desconto considerável, podendo ser direcionado para fins em benefício do próprio clube. Um bom exemplo seria a destinação para implantação de um sistema universal de SMI com telemetria para gestão de demanda de todos os ambientes, onde seria possível detectar, além de volumes precisos de pontos de utilização, vazamentos e extrapolações dos padrões de consumo. De certa forma, a tecnologia pode influenciar positivamente na educação dos consumidores quanto ao uso sustentável da água. Segundo Teixeira (2008), em sua aplicação da tecnologia em um condomínio de Porto Alegre no Rio Grande do Sul, foi observada uma redução de até 28,45% no consumo de água. Já Silva (2010) na sua aplicação em prédios populares em Salvador na Bahia, obteve resultados de 22% de redução. Dessa forma, é possível comprovar a atuação da telemetria no processo de redução do consumo e conscientização do uso sustentável da água. Fazendo uma compilação dos valores para cada tipo de destinação, foi possível comparar a influência que cada grupo de pontos no intuito de avaliar qual dos grupos apresentou um percentual de desconto mais relevante: jardim (J1, J2, J3, J4, J5 e J6), limpeza (L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7 e L8), quadra de tênis (QT) e Piscinas (P1 e P2). Na Tabela 8, observa-se que os pontos de piscina apresentaram percentuais mais significativos.

Tabela 8 – Percentuais de influência mensais.

| Ponto | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|-----------------|--------|--------|--------|
| Jardim | 6,73% | 4,22% | 3,68% |
| Limpeza | 21,16% | 24,69% | 17,65% |
| Quadra de tênis | 6,73% | 4,82% | 5,88% |
| Piscinas | 65,38% | 66,27% | 72,79% |

Fonte: Autora, 2022.

Tendo em vista esses dados, é possível pontuar que em locais com presença de

piscinas, os valores de desconto serão maiores. Dessa forma, destaca-se a aplicação dessa tecnologia em clubes, condomínios, hotéis e centros esportivos.

CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

De uma forma geral, a aplicação do SMI com telemetria se mostrou eficaz no clube AABB. Ao final dos estudos, foi encontrado um percentual de desconto de 17,85%, valor correspondente ao volume de esgoto que não é direcionado à rede, demonstrando um desconto significativo que poderia ser destinado para outros fins benéficos em prol do próprio clube.

Além da observação da precisão do volume consumido, a implantação da tecnologia permitiu a detecção de vazamento. Dentro desse contexto, é possível destacar a eficiência do sistema quanto ao controle de perdas. Tendo em vista a preocupação, no âmbito nacional e internacional, no uso de recursos naturais, o controle de perdas se torna essencial na construção de uma sociedade mais aberta ao uso de novas tecnologias que promovam a conscientização sustentável.

Por fim, considerando o valor descontado na fatura, sugere-se a implantação da tecnologia em todos os ambientes do clube, intencionando a redução de consumo de água por meio do controle de uso em tempo real oferecido pelos medidores inteligentes.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 13.312, de 12 de julho de 2016**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, para tornar obrigatória a medição individualizada do consumo hídrico nas novas edificações condominiais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 jul. 2016. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/l13312.htm. Acesso em: 1 ago. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 18.251, de 21 de dezembro de 1994.** Aprova o Regulamento Geral do Fornecimento de Água e da Coleta de Esgotos realizados pela Companhia Pernambucana de Saneamento. Diário Oficial do Estado de Pernambuco, Recife, PE, 22 dez. 1994. Disponível em: <http://www.recife.pe.gov.br/especiais/meioambiente/legislacao/estadual/dec18251-94.pdf>. Acesso em: 1 ago. 2022.

BRASIL. Recife. **Lei n.º 16.759, de 17 de abril de 2002.** Institui a obrigatoriedade da instalação de hidrômetros individuais nos edifícios em Recife. Diário Oficial do Município do Recife, Recife, 17 abr. 2002. Disponível em: <http://leismunicipa.is/skogd>. Acesso em: 1 ago. 2022.

CARVALHO, W. F. **Medição individualizada de água: conceitos e viabilidade de implantação.** Monografia (Bacharelado) – Universidade Potiguar, Belo Horizonte/MG, 2010. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9AAKEP/1/monografia_weber.pdf. Acesso em: 17 ago. 2022.

COELHO, A. C.; MAYNARD, J. C. B. **Medição individualizada de água em apartamentos.** Recife: Comunicarte, 1999.

COELHO, A. C. **Medição de água individualizada:** manual do condomínio. Olinda: Luci Artes Gráficas, 2004

COMPESA. **Site da Compesa – 2º via de fatura.** 2022. Disponível em: <https://servicos.compesa.com.br/>. Acesso em 11 jul. 2022.

COSTA, D. F. **Avaliação dos benefícios da medição por telemetria em redes de água: Estudo, modelagem do consumo e controle de perdas.** 2022. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) - Universidade de Brasília, [S. l.], 2022. Disponível em:

<https://repositorio.unb.br/handle/10482/43867>. Acesso em: 2 ago. de 2022.

GOOGLE *EARTH*. Disponível em: <https://earth.google.com/web/@-8.0381226,-34.90278849,6.32955146a,549.73816855d,35y,0h,0t,0r> Acesso em: 10 ago. 2022.

HELLERMANNTYTON. **Terminais Elétricos.** Catálogo de Produtos. São Paulo, 2019. Disponível em: https://www.hellermanntyton.com.br/binaries/content/assets/downloads/br/brochures/terminais_eletricos_br.pdf. Acesso em: 13 ago. 2022.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Brasil chega aos 40% de perdas de água potável.** 2021. Disponível: <https://tratabrasil.org.br/brasil-chega-aos-40-de-perdas-de-agua-potavel/>. Acesso em: 15 set. 2022.

LIMA, B. C. et al. Sistema De Medição Individualizada De Água: Estudo De Caso De Edifício Comercial Em São Paulo. **Revista eletrônica de Engenharia Civil**, Goiânia, v.11, n.3, p. 56–66, maio. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/reec.v11i3.37331>. Acesso em: 13 ago. 2022.

SILVA, A. E. et al. Sith: sistema de telemetria para medição de consumo de Água. In: WORKSHOP DE TRABALHOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E GRADUAÇÃO BAHIA, ALAGOAS E SERGIPE, 5., 2007, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: Researchgate, 2007. p. 1-12. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/274375259_SITH_SISTEMA_DE_TELEMETRIA_PARA_MEDICAO_DE_CONSUMO_DE_AGUA. Acesso em: 20 ago. 2022.

SILVA, S. R. S. **Avaliação do sistema de medição individualizada de água em prédios populares situados na cidade do Salvador - Bahia.** 2010. Dissertação

(Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologia Ambiental no Processo Produtivo) - Universidade Federal da Bahia, [S. l.], 2010. Disponível em: [efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/9585/1/Dissert%20Sergio%20Ricardo.pdf](https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/9585/1/Dissert%20Sergio%20Ricardo.pdf). Acesso em: 2 ago. 2022.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto**. Brasília/DF, maio de 2022. Disponível em: http://antigo.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2020/DIAGNOSTICO_TEMATICO_GESTAO_TECNICA_DE_AGUA_A_E_SNIS_2022.pdf. Acesso em: 3 ago. 2022.

TEIXEIRA, J. P. A. **Sistema de medição individualizada de água: repercussão para o consumidor e o meio ambiente**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/26049/000755645.pdf?sequence=141&isAllowed=y>. Acesso em: 4 set. 2022.

TOPANOTTI, G. **Sistema de monitoramento de consumo de água utilizando telemetria**. 2021. 18f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel no Curso de Ciência da Computação) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2021. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/handle/1/8856>. Acesso em: 17 ago. 2022

VIEIRA, A. S. **Uso racional de água em habitações de interesse social como estratégia para a conservação de energia em Florianópolis, Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/100475> Acesso em: 17 ago. 2022.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Deus pela conquista e peço a Ele sabedoria para conquistar ainda mais. À minha família, que sempre acreditou e me apoiou, incentivando meu crescimento pessoal e profissional, em especial a minha madrinha Rosângela, que com carinho chamo de tia Dinha, um exemplo de mulher dedicada à família. À UFRPE e aos meus professores, pela grande contribuição na minha jornada acadêmica, que me levaram ao título de engenheira, em especial ao meu orientador e grande conselheiro, o Dr. Robson Silva, que com quem tive o privilégio de realizar o estudo. À equipe da empresa LESSLOSS IOT, que me forneceu todas as informações necessárias para realização do trabalho. A todos os meus amigos, particularmente Danrley Bazílio e Mariana Santana, meus sinceros agradecimentos pelo papel significativo no meu crescimento, e devem ser recompensados com minha eterna gratidão.