



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA  
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**BENEFÍCIOS DA MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA E TELEMETRIA NOS PONTOS  
DE CONSUMO DE ÁGUA NAS DEPENDÊNCIAS DE UM CLUBE SOCIAL  
RECREATIVO E ESPORTIVO**

**LUIZ ADRIANO DA SILVA JÚNIOR**

**ORIENTADOR:  
GUILHERME MEDEIROS SOARES DE ANDRADE**

**RECIFE-PE**

**2024**

LUIZ ADRIANO DA SILVA JÚNIOR

**BENEFÍCIOS DA MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA E TELEMETRIA NOS PONTOS  
DE CONSUMO DE ÁGUA NAS DEPENDÊNCIAS DE UM CLUBE SOCIAL  
RECREATIVO E ESPORTIVO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção da graduação em no curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica sob a orientação do Prof. Guilherme Medeiros Soares De Andrade.

**RECIFE - PE**

**2024**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Silva Júnior, Luiz Adriano da.

Benefícios da medição individualizada e telemetria nos pontos de consumo de água nas dependências de um clube social recreativo e esportivo / Luiz Adriano da Silva Júnior. - Recife, 2024.

54 p

Orientador(a): Guilherme Medeiros Soares de Andrade

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia Mecânica - Bacharelado, 2024.

1. Água potável. 2. Consumo. 3. Medição individualizada. 4. Telemetria. I. Andrade, Guilherme Medeiros Soares de. (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

LUIZ ADRIANO DA SILVA JÚNIOR

**BENEFÍCIOS DA MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA E TELEMETRIA NOS PONTOS  
DE CONSUMO DE ÁGUA NAS DEPENDÊNCIAS DE UM CLUBE SOCIAL  
RECREATIVO E ESPORTIVO**

Aprovado em: 13/12/2024.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador

Prof. Dr. Guilherme Medeiros Soares De Andrade

---

PROFESSOR

---

PROFESSOR

**RECIFE - PE**

**2024**

## RESUMO

Com o aumento da população, as concessionárias enfrentam dificuldades crescentes em manter o controle sobre o uso de água e a gestão do esgoto sanitário nas redes de distribuição. Isso resulta frequentemente na aplicação de tarifas nas faturas baseadas na suposição de que o volume de esgoto corresponde a 100% do consumo de água. Em outras palavras, presume-se que toda a água utilizada seja encaminhada para a rede de esgoto. Junto a isso, estudos mostram que a medição tradicional da água, seja em residências, comércios ou indústria não é tão eficaz, tendo em vista que a cobrança abrangente do volume de água consumida independente de quem ou de que setor específico foi feita a sua utilização. Na cidade de Recife, a concessionária responsável pela distribuição, controle e cobrança da água é a COMPESA, a sua medição é feita baseando em dois fatores principais: tratamento do esgoto e o consumo da água propriamente dito, contudo observaram-se casos em que o consumidor é cobrado de maneira indevida. Como forma de evitar problemas quanto aos valores cobrados na conta de água, sugere-se o uso do sistema de medição individualizada por meio da telemetria, o que implica em monitoramento remoto dos hidrômetros e em tempo real. Para se concretizar essa ideia, foi realizado um estudo de caso no Clube Alemão para a implementação desses medidores setorizados com o objetivo de verificar o impacto econômico quando se substitui o modelo convencional de medição geral pelo individual. Para a fundamentação desse estudo foi utilizada a metodologia quali-quantitativa, na qual se fez uso de técnicas estatísticas e dados descritivos. Após a finalização deste trabalho, acredita-se que a tecnologia da telemetria em conjunto com o sistema de medição individualizada é eficaz na redução de perdas e uso excessivo de água e conseqüentemente na diminuição da sua conta.

**Palavras-chaves:** Água Potável. Consumo. Medição Individualizada. Telemetria.

## ABSTRACT

With population growth, utility companies face increasing challenges in maintaining control over water usage and the management of sanitary sewage in distribution networks. This often results in the application of tariffs on bills based on the assumption that the volume of sewage corresponds to 100% of water consumption. In other words, it is presumed that all the water used is directed to the sewage network. Additionally, studies show that traditional water metering, whether in residences, businesses, or industries, is not as effective, considering that the billing comprehensively accounts for the volume of water consumed, regardless of who or what specific sector used it. In the city of Recife, the utility company responsible for water distribution, control, and billing is COMPESA, and its measurement is based on two main factors: sewage treatment and water consumption itself. However, cases of incorrect billing to consumers have been observed. To avoid issues related to water bill amounts, the use of an individual metering system through telemetry is suggested, which involves remote and real-time monitoring of water meters. To implement this idea, a case study was conducted at Clube Alemão to implement these segmented meters, aiming to verify the economic impact of replacing the conventional general metering model with the individual one. For the foundation of this study, a qualitative-quantitative methodology was used, employing statistical techniques and descriptive data. After completing this study, it is believed that telemetry technology combined with an individual metering system is effective in reducing water losses and excessive use, consequently lowering costs.

**Keywords:** Potable water. Consumption. Individualized Measurement. Telemetry.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Hidrômetro	16
Figura 2 – Medição setorizada residencial	21
Figura 3 – Arquitetura telemétrica	23
Figura 4 – Entrada do Deutscher Klub Pernambuco	29
Figura 5 – Gestão de Medição Individualizada TECHNOOK	30
Figura 6 – Materiais utilizados na instalação do SMI	35
Figura 7 – Materiais de instalação da telemetria	36
Figura 8 – Pontos de consumo telemedidos que não geram esgoto	37
Figura 9 – Mapeamento dos pontos verificados no levantamento.	37

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Fatores que compõem o consumo residencial de água	19
Quadro 2 – protocolo de comunicação LoRaWAN	26
Quadro 3 – Principais pontos avaliados na vistoria do Clube Alemão	31

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 - Gráfico de Shewhart dos pontos telemedidos

44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pontos de medição de telemetria e seriais medidores	34
Tabela 2 – Pontos de medição de telemetria e consumo dos medidores	39
Tabela 3 – Pontos de medição de telemetria e consumo dos medidores	40
Tabela 4 – Pontos de medição de telemetria e consumo dos medidores	41
Tabela 5 – Percentual de contribuição de consumo dos pontos telemedidos	42
Tabela 6 – Medidas estatísticas dos pontos telemedidos	43
Tabela 7 – Valores dos equipamentos para telemedição	45
Tabela 8 – Análise da medição do consumo de água através do SMI	46
Tabela 9 – Descontos nas tarifas do Clube Alemão	46

## **LISTA DE SIGLAS / ABREVIATURAS**

COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento  
EMR - Elemento de Medição Remota  
IoT – Internet das Coisas  
OMS - Organização Mundial da Saúde  
ONU - Organização das Nações Unidas  
SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo  
SMGI - Sistema de Monitoramento e Gerenciamento da Informação  
SMI - Sistema de Medição Individualizada  
SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento  
UNRIC - Centro Regional de Informação das Nações Unidas  
WHO - World Health Organization

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>13</b>
3.1 ÁGUA POTÁVEL: PRINCIPAIS ASPECTOS .....	13
3.2 CONSUMO RESIDENCIAL DE ÁGUA POTÁVEL.....	15
3.3 MEDIÇÃO INDIVIDUAL DE ÁGUA.....	20
3.4 TELEMETRIA.....	22
3.5 COMPESA: DECRETO ESTADUAL Nº 18.251 DE 21 DE DEZEMBRO DE 1994.....	25
3.6 LoRaWAN .....	26
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>28</b>
4.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	28
4.2 LEVANTAMENTO DOS PONTOS TELEMEDIDOS.....	29
4.3 INTEGRAÇÃO AO SISTEMA TECHNOOK.....	30
4.4 VISTORIA E VALIDAÇÃO DAS INSTALAÇÕES.....	31
4.5 MONITORAMENTO E CÁLCULO ESTIMATIVO PERCENTUAL DO DESCONTO NA FATURA DE ESGOTO SANITÁRIO.....	31
4.6 GRÁFICO DE CONTROLE DE SHEWHART.....	33
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>34</b>
5.1 INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA E TELEMETRIA.....	35
5.2 VISTORIA E VALIDAÇÃO DAS INSTALAÇÕES.....	38
5.3. MONITORAMENTO E CÁLCULO DO DESCONTO NA FATURA DE ESGOTO SANITÁRIO.....	38
5.4 CONTROLE DE EXCESSO DE CONSUMO E POSSÍVEIS VAZAMENTOS.....	43
5.5 CÁLCULO DO RETORNO DE INVESTIMENTO.....	45
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>48</b>
<b>7 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>49</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A inovação tecnológica desempenha um papel fundamental na evolução e na transformação da sociedade. Ao longo da história, diversas invenções revolucionaram setores e atividades, impactando positivamente a forma como os seres humanos interagem com o mundo ao seu redor. Uma dessas inovações de destaque é justamente a telemetria, o campo da engenharia que permitiu a coleta remota e transmissão de dados em tempo real.

Derivado do latim, a “telemetria” é a junção das palavras “*tele*” significa “longe” e “*metron*” significa “medir”. Portanto, compreende-se por telemetria a ação de realizar medições à determinada distância, de maneira remota (Mattos, 2004). Esse processo se dá em tempo real e o seu objetivo é superar as limitações físicas e geográficas existentes na obtenção de informações cruciais em diversos domínios, como aeroespacial, automobilístico, saúde, indústria e esportes.

Ao possibilitar a medição e transmissão de dados à distância, a telemetria revolucionou a maneira como acompanhamos processos complexos, como também, o controle de insumos. Dados obtidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) mostram que o consumo de água vem aumentando em cerca de 1% por ano desde 1980 em todo o mundo (UNRIC, 2024). Sendo este crescimento impulsionado pela combinação do crescimento populacional, desenvolvimento socioeconômico e pela evolução dos padrões de consumo.

Dados fornecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS) indicam que um consumo consciente diário de água por pessoa é da ordem de 112 litros, porém, a média de consumo do brasileiro é de 154 litros por dia (Brasil, 2018). Um consumo médio preocupante, ainda mais considerando que os números fornecidos pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) mostram que 35 milhões de brasileiros não tem acesso à água tratada e 46% dos esgotos gerados no país não são tratados (Brasil, 2022).

Diversos fatores contribuem para a despreocupação das pessoas com o gasto de água no Brasil. No entanto, Teixeira (2008) destaca dois: o fornecimento de água é um serviço muito mais barato em comparação com outros como energia elétrica ou gás, enquanto o segundo é o uso da medição tradicional, rateio através da medição geral, por parte dos condomínios em todo o país.

Nesse método de medição, o consumo de todo o condomínio é rateado entre todos os condôminos, todos pagam o mesmo valor, independente do consumo que tiveram. Esses

fatores são incentivadores ao desperdício de água. Para evitar isso, a medição individualizada da água que consiste em um sistema convencional de medição geral, por meio da instalação de um hidrômetro, permitindo, assim, controle da utilização da água de cada unidade habitacional abastecida e com cobrança individual justa (Correia, 2019).

Nesse contexto, Teixeira (2008) destaca que o fato de o consumidor ter o poder sobre sua conta de água, se constitui, teoricamente, em um motivador a diminuição do desperdício e, a telemetria como um auxilia na detecção de vazamentos e controle diário do consumo através de alterações nas médias de consumo potencializando a economia de água.

Em Pernambuco, a COMPESA, por lei, pode assumir que toda a água consumida pelo seu cliente é direcionada para a rede de esgoto, ou seja, todo o volume de água consumido é volume que será direcionado para a rede de tratamento, o que na prática não é verdade. Porém, qualquer consumidor pode abrir um processo administrativo e comprovar o volume real que é direcionado para a rede de esgoto.

Dito isto, o propósito deste estudo é demonstrar, por meio de uma abordagem prática, a implementação conjunta das tecnologias de medição individualizada e telemetria no contexto do Clube Alemão – Deutscher Club Pernambuco. Para que, dessa forma, seja possível concretizar a redução das tarifas associadas à geração de esgoto sanitário, através do cálculo de volume de água que não é direcionado à rede de esgoto, explorando a sinergia entre essas inovações para otimizar o controle e a eficiência no consumo de água, contribuindo assim para uma gestão mais sustentável e econômica dos recursos hídricos.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Alcançar a redução das tarifas relacionadas ao tratamento do esgoto presente no Clube Alemão – Deutscher Klub Pernambuco, através da aplicação integrada da telemetria e do sistema de medição individualizada.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Apresentar tecnologia de transmissão de dados de baixo custo;

- Estimar o consumo nos pontos de água não relacionados ao esgoto no clube;
- Avaliar a economia através da detecção de vazamentos ou excessos de consumo na rede de tubulação utilizando a telemetria;
- Traçar uma análise financeira da implementação do sistema de telemetria no clube;
- Gerar uma base de dados para acompanhamentos rotineiros.

### **3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1 ÁGUA POTÁVEL: PRINCIPAIS ASPECTOS**

Considera-se água potável toda aquela que é apropriada para o consumo, baseando-se nas seguintes características: líquido incolor, inodoro, insípida e insossa, além disso, deve ser desprovida de materiais tóxicos e micro-organismos, como bactérias, protozoários, entre outros (Cesar; Abdala; Kreski, 2019). O tratamento da água é um processo complexo e contínuo que se dá por meio de nove etapas (captação, coagulação, floculação, decantação, filtração, cloração, fluoretação, reserva e distribuição), sendo realizadas pelas estações de tratamento.

Apenas 3,5% de toda a água do planeta é voltada para o consumo, ou seja, 96,5% é salgada e concentra-se nos oceanos. O Brasil é responsável por aproximadamente 16% dos recursos hídricos do nosso planeta (AITH, 2015) que são voltados para a produção de alimentos, geração de eletricidade, além de diluição de efluentes domésticos e industriais. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o uso de água pelas famílias per capita, no ano de 2020, era em torno de 111,7 litros por dia (Brasil, 2021).

Compreende-se por consumo per capita todo volume de água que é utilizado por uma pessoa diariamente, sendo este calculado baseando-se no volume anual que é distribuído para a população de uma determinada região. Entretanto, esse consumo não está associado apenas ao uso residencial, mas também todo o consumo urbano, o que significa uso comercial, industrial e de prédios públicos (Pimenta, 2011).

Destaca-se, no entanto, que o consumo total de água é baseado em duas parcelas, a que de fato é utilizada e outra parcela que é desperdiçada, sendo a primeira aquela na qual a água

é utilizada para diversos fins. O desperdício da água se baseia em dois aspectos importantes: perda e uso excessivo (De Oliveira, 2016).

De Oliveira (2016) elucida que a perda é o momento em que a água escapa antes de ser utilizada para o seu fim, casos como vazamento, principalmente em sistema hidráulico, como em tubulações, conexões e reservatórios; o mau desempenho do sistema, como o uso inadequado do sistema de recirculação de água quente, ou até mesmo a negligência do usuário deixando torneira deixada aberta ou mal fechada após o uso são considerados exemplos de perda.

Em contrapartida, explica o autor supracitado, o uso excessivo de água se tem quando há casos de banho prolongado, varredura de passeio público com água utilizando a mangueira de jardim, vazão de água acima do padrão causando desperdício, ou até mesmo respingo de água. Em casos assim, Santos (2019) explica que tanto as perdas quanto os desvios são situações constantes, seja em residências ou casos de indústrias ou prestação de serviços.

Não obstante, o autor explica que as perdas, quando se trata de fornecimento de água, não estão associadas apenas ao desperdício do recurso natural, mas também estão ligadas aos custos e receitas da empresa. Em território nacional, o índice de perdas encontra-se atualmente por volta dos 38% (Santos, 2019).

Estudos realizados por Lemos (2022) mostram que uma pesquisa realizada pela Organização das Nações Unidas (ONU) resultou em um consumo diário de litros por habitante/dia, sendo este valor necessário considerado o necessário para suprir as necessidades básicas do indivíduo.

Contudo, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), só no ano de 2022, mostrou que esses dados da ONU estão longe de serem reais, uma vez que, de acordo com o SNIS, o consumo médio de 154 litros por habitante/dia, o que significa que se tem aumento de 40% acima do recomendado pela ONU. Observa-se, dessa forma, que há um desperdício considerável causado pelo uso irregular da água pela população brasileira (Lemos, 2022).

De Matos (2007) destaca que só no ano de 2004 a produção de água no Brasil chegou a 12,8 bilhões de metros cúbicos, o que significa um consumo de 193L/pessoa/dia. Contudo, o acesso á água é um problema no país, devido às desigualdades regionais, isso porque a sua

distribuição não é feita igualmente. De acordo com o autor, 76,2% dos municípios brasileiros possuem atendimento com água, sendo 93,2% voltado à população urbana do País, onde as regiões Sul e Sudeste são as mais beneficiadas.

### 3.2 CONSUMO RESIDENCIAL DE ÁGUA POTÁVEL

O uso residencial da água se dá quando se tem a ingestão, o preparo de alimentos, higiene pessoal, a limpeza interna e externa do imóvel, a rega de jardins, a limpeza de veículos, entre outros. Segundo (Pimenta, 2011), esses são apenas alguns fatores que podem influenciar o consumo residencial de água e no seu custo. Contudo, outros fatores contribuem para o consumo residencial da água potável.

O consumo de água potável, especialmente em edifícios residenciais, normalmente segue um padrão fundamentado nos seguintes aspectos: fatores sociodemográficos que se baseiam na relação habitantes/residências; renda per capita e tarifa de água; a consciência ambiental por parte do usuário; a idade e características construtivas das edificações (Costa, 2022).

Fatores climáticos como a temperatura e umidade do ar, a intensidade e frequência de chuvas, a renda familiar (nesse caso está se falando na importância dos usuários no que se refere ao valor gasto com o consumo). Características tanto da habitação quanto do sistema de abastecimento de água também contam, pois a área do terreno, área habitada, existência de reservatórios internos e externos, a economia e uso racional da água são aspectos importantes para o consumo. (Pimenta, 2011).

No que se refere ao abastecimento de água em prédios, ele poderá acontecer de maneira direta, indireta e mista. A direta se dá quando aparelhos e peças são alimentados diretamente pelo sistema de distribuição pública; já na indireta, o ponto de consumo vem de um reservatório domiciliar. O abastecimento misto, no entanto, é uma junção da direta com a indireta, além de a forma mais comum que se tem no Brasil, entretanto, é onde se encontra, também, constantes casos de variações de vazão nos hidrômetros (Borges, 2007).

O hidrômetro é um aparelho que tem a finalidade de realizar a medição volumétrica de água para a rede de abastecimento de água. Esses contadores de água têm funções bem específicas no seu processo de fabricação, por exemplo, o medidor para água fria é destinado apenas para essa função, diferente de um destinado à água quente que será fabricado com outro projeto e outros materiais. (Oliveira, 2018). A figura 1 ilustra esse medidor de água do tipo hidrômetro.

Figura 1 – Hidrômetro



Fonte: Google Images (2024)

De acordo com as normas de instalação predial de água fria, NBR 5626/1998, cabe ao prestador de serviços de abastecimento o fornecimento do valor estimado de consumo de água por pessoa, de acordo com o tipo de uso, seja ele em edifício ou em residência (ABNT, 1998).

A capacidade dos reservatórios de uma instalação predial de água fria deve ser estabelecida levando-se em consideração o padrão de consumo de água no edifício e, onde for possível obter informações, a frequência e duração de interrupções do abastecimento.

(...)

A concessionária deve fornecer ao projetista o valor estimado do consumo de água por pessoa por dia, em função do tipo de uso do edifício (ABNT, 1998).

Dessa forma, explica Costa (2022), é de responsabilidade das concessionárias de água a análise do consumo de água para que se torne possível determinar, de maneira objetiva, a demanda de água, seja ela a curto, médio e longo prazo. Para tanto, é necessário que se tenha a otimização das redes, assim como das suas operações, deve-se considerar o cálculo que se baseia na vazão nodal que é obtida através da divisão da vazão de distribuição que nada mais

é do que a demanda necessária para atender determinada população, como apresentado na equação abaixo:

$$Q = \frac{K1 \times K2 \times P \times Q}{86400} \quad (1)$$

Onde:

- Q é a vazão em l/s;
- K1 é o coeficiente do dia de maior consumo;
- K2 é coeficiente da hora de maior consumo;
- P é população final para área a ser abastecida em habitantes;
- Q é consumo per capita final de água em l/hab.dia.

Para De Matos (2007), são os aspectos físicos dos projetos de medidores que vão influenciar na quantidade de água considerada necessária quanto ao funcionamento eficiente das instalações hidráulicas domiciliares e isso deve variar entre 120 e 200L/pessoa/dia. É preciso, contudo, estar atento, por que existe uma diferença entre o hidrômetro industrial e o residencial, variando, dessa forma, na emissão de contas que varia de acordo com o volume de água e a sua distribuição. De modo geral, o medidor residencial é fabricado em grande escala e possui dimensões menores, enquanto o inverso se tem no industrial/comercial que possui maior capacidade de vazão.

De acordo com Duarte (2023) a distinção entre os hidrômetros se dá principalmente devido ao seu funcionamento, porte e capacidade de aplicação, por isso poderá acontecer de um hidrômetro ter uma melhor eficiência volumétrica de medição. Contudo, Oliveira (2018) explica que essas diferenças não significam, obrigatoriamente, que um medidor seja exclusivo para residência e outro para emprego em indústrias ou comércio e vice-versa.

O que deve ser levado em consideração para a escolha do tipo de medidor é o consumo mensal e as vazões de operação. Logo, o contador de água dito residencial pode ser também instalado numa indústria, mas para isso é preciso que se atendam às condições técnicas de operação do local. Do mesmo modo, o hidrômetro voltado à indústria poderá ser instalado em um prédio que possua vários apartamentos (Oliveira, 2018).

Existe um consumo mínimo de água para que o ser humano possa suprir as suas necessidades, é um direito que lhe assiste, contudo o seu fornecimento dependerá de alguns fatores, tais como o uso doméstico da água, fatores ambientais, éticos e sociais. É preciso

entender, no entanto, que o direito ao consumo mínimo de água não significa que o indivíduo faça uso irrestrito dela. Aspectos ecológicos, econômicos e políticos são responsáveis pela limitação quanto a sua disponibilidade para uso doméstico (De Matos, 2007).

Essa questão de saneamento básico está disposta na Lei Federal Nº 11.445/07, que é a responsável por determinar diretrizes nacionais para o saneamento básico, o que implica na formulação de políticas públicas que garantam atendimento essencial à saúde e o volume mínimo per capita de água para abastecimento no país (Brasil, 2007)

Art. 2º Os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base nos seguintes princípios fundamentais:

I - universalização do acesso e efetiva prestação do serviço;

II - integralidade, compreendida como o conjunto de atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento que propicie à população o acesso a eles em conformidade com suas necessidades e maximize a eficácia das ações e dos resultados;

III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente (Brasil, 2007).

De acordo com Botelho (2013), quando se trata do consumo de água, é preciso considerar as situações de emergências que são água para beber, cozinhar, fazer a higiene pessoal, lavar roupas, limpar a casa, dar descarga na bacia sanitária e cultivar alimentos. Em questão de valores, está se falando minimamente em 70 litros por pessoa diariamente. (WHO; 2013).

Essas situações de emergências estão submetidas a fatores que são intervenientes na quantidade de água requerida, ou seja, o clima, o estado de saúde das pessoas, nível de condicionamento físico, a eficiência dos dispositivos hidráulicos da residência, a percepção quanto ao que seria uma quantidade adequada de água para sobrevivência, diferente para pessoas em regiões urbanas e rurais, de alta e baixa renda, de diferentes culturas e religiões, bem como o sexo do indivíduo (Botelho, 2013). O quadro a seguir sintetiza os principais fatores associados ao consumo residencial de água.

Quadro 1 – Fatores que compõem o consumo residencial de água

<b>Categoria</b>	<b>Detalhamento</b>
Controle/Intenção de conservação	Nível de confiança nas autoridades institucionais; Grau de instrução; Medidas restritivas; Aumento de preços; Atitude de conservação; Normas; Percepção de mudanças de comportamento dos vizinhos; Percepção do risco de escassez; Restrições de uso.
Consumo efetivo	Cultura de uso da água; Aspectos climáticos; Aspectos demográficos (regiões urbanas, rurais, baixa renda, alta renda); estado de saúde; condicionamento físico; sexo;
Desperdício	Perda nas instalações e falta de cuidado por parte do usuário;
Qualidade ambiental	Composição da residência, Características da residência; Usos externos (presença de jardim, piscina); Consumo interno e externo; Eficiência dos dispositivos hidráulicos da residência.

Fonte: Botelho (2013). *Adaptado pelo autor.*

Para ser ter uma real noção do consumo residencial de água, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) estabeleceu um modelo de consumo, no qual o valor estimulado seria 200L/dia para uma família com cinco pessoas (Tsutiya, 2005 *apud* De matos, 2007)

$$C \text{ (m}^3\text{/ mês)} = 6B + 3D = 0,01 A + 30 \quad (2)$$

Onde:

C = consumo médio mensal em m<sup>3</sup> ;

B = número de banheiros na residência;

D = número de dormitórios na residência;

A = área total construída

### 3.3 MEDIÇÃO INDIVIDUAL DE ÁGUA

A medição individualizada se dá por meio do Sistema de Medição Individualizada (SMI), ela é vista como forma de reduzir o consumo de água, proporcionando, assim, maiores benefícios no controle da utilização da água em cada lugar na qual ela abastece e isso permite que se possam prevenir possíveis desperdícios que podem ser consequências de vazamentos visíveis ou não (Correia, 2019).

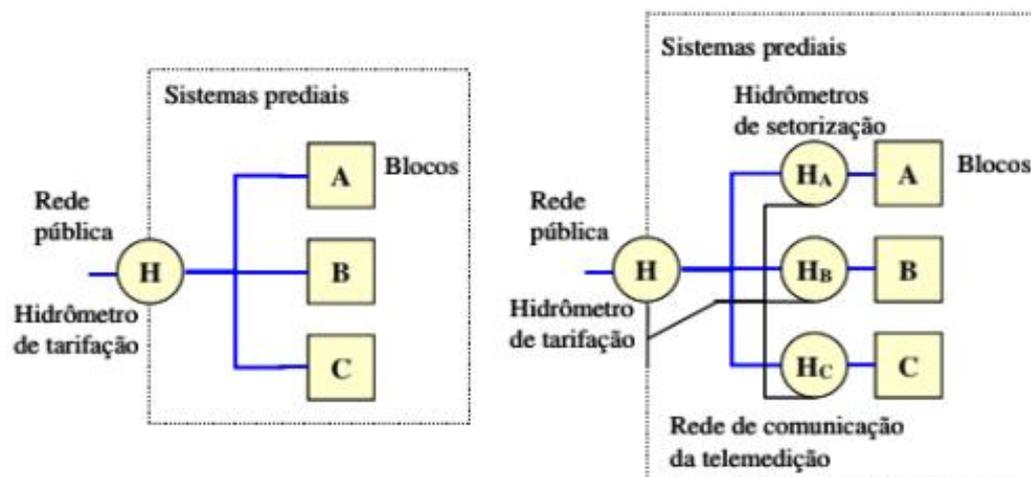
Consoante, Teixeira (2008) afirma que a medição individualizada em prédios é uma alternativa quando comparada ao método tradicional, ou seja, ao sistema de medição global de água no condomínio. No método individual, haverá a instalação de um hidrômetro por economia, o que implica afirmar que cada moradia tem seu consumo controlado e conta separada de água/esgoto.

É importante que o consumidor tenha consciência do que constitui a sua conta de água, isso é um ponto essencial que era se tornar um inibidor de desperdício, pois assim o usuário estará propício a tomar atitudes, tais como a diminuição do consumo, providências rápidas quando se tratar de ocorrência de um vazamento e diminuição da inadimplência (Teixeira, 2008). Nesse aspecto, De Oliveira (2016, p.6 -7) destaca:

A instalação de hidrômetros em unidades autônomas quer seja em edifício residencial ou comercial, possibilita a cobrança do volume de água consumido em cada unidade, além do consumido pelas áreas comuns, mas ela por si só não reduz o consumo. Além de indutores econômicos, valores das tarifas, e tecnológicos, adoção de equipamentos economizadores, a redução do consumo é possível com a medição individualizada como instrumento de gestão da demanda de água... No caso de edifícios institucionais ou industriais, com diversos blocos e diferentes usos da água, características específicas dos medidores devem ser consideradas para cada ponto de medição como também a área de abrangência, conforme perfil de demanda.

Portanto, a medição individualizada implica na instalação de hidrômetros únicos em cada ponto de consumo, seja em um edifício ou residência, para que se possa, medir todo o volume de água consumido (Correia, 2019). A figura 2 sintetiza os principais benefícios do consumo setorizado residencial da água em edifícios:

Figura 2 – Medição setorizada residencial



- ✓ Acompanhamento individualizado do consumo;
- ✓ Levantamento do perfil de consumo;
- ✓ Controle ativo sobre a demanda e ação corretiva imediata possibilitada;
- ✓ Sensibilidade para pequenas alterações;
- ✓ Estabelecimento de relação causa-efeito.

Fonte: Correia (2019)

Conforme Lemos (2022) a SMI deve ser instalada, através dos hidrômetros, em cada apartamento para que assim, seja possível racionalizar o uso da água e, conseqüentemente, se fazer a cobrança proporcional ao consumo individual de forma justa. Contudo, aderir à medição individualizada requer muitas mudanças no método tradicional das instalações hidráulicas de uma edificação, rebate De Freitas Carvalho (2010).

Por exemplo, quando se tem instalação hidráulica convencional, a água potável deve ser entregue pela empresa que é responsável pelo seu tratamento e distribuição, entretanto, ao se adentrar numa edificação, é feita a medição global do consumo geral se baseando na leitura mensal de hidrômetro realizada por um funcionário da empresa concessionária. Já quando se tem o SMI se realiza a aferição do consumo de cada unidade habitacional a partir da soma do consumo em cada um dos hidrômetros instalados na edificação. (De Freitas Carvalho, 2010).

Portanto, as principais vantagens com a instalação da medição individualizada é o domínio do consumo de sistemas específicos, o que permite um maior controle quanto ao seu consumo; é a economia de recursos financeiros decorrência da minimização dos danos causados seja pelas perdas ou uso excessivo da água, além da principal vantagem que a cobrança por usuário e não de modo geral (Tamaki, 2003).

### 3.4 TELEMETRIA

A telemetria se fundamenta em três pontos importantes: infraestrutura de medição, rede de comunicação e infraestrutura de tratamento e gestão dos dados. A finalidade da infraestrutura consiste na coleta e organização dos dados de consumo dos usuários, enquanto a rede de comunicação é voltada para o transporte desses dados do ponto de coleta ou de instalação dos medidores até uma central de tratamento e a infraestrutura de tratamento e gestão dos dados visa o gerenciamento dos dados para que se tenha um banco de dados objetivo e claro acerca de todos os elementos envolvidos (Costa, 2022).

Segundo Schneider (2017), a telemetria permite a coleta de dados em tempo real, promovendo uma gestão eficiente do consumo de água e possibilitando a redução de desperdícios por meio do monitoramento contínuo e intervenções automatizadas, utilizando como suporte a rede mundial de conectividade conhecida como Internet das coisas que, de modo geral, é definida por Topannoti Júnior (2020, p. 2) como:

A expressão utilizada para todo e qualquer dispositivo que tem a capacidade de computação e a possibilidade de comunicação e interação com outros dispositivos através da internet ou de meios sem fio. Essa capacidade de comunicação entre dispositivos e com a rede de internet possibilita o controle de outros dispositivos conectados na rede, extração de dados de sensores atrelados a esses dispositivos e que sejam utilizados como provedores de algum serviço

A telemedição é vista como a forma mais segura e rápida para obtenção de dados, ao mesmo tempo em que também é bastante útil na criação de novos parâmetros de controle, pois, apesar de não substituir a leitura tradicional, ela representa uma possibilidade de gestão de sistema de menor porte que proporcionará consumo e a leitura in loco, tornando-se, dessa forma, mais econômica (Tamaki, 2003).

Uma das principais vantagens da telemetria, de acordo com Costa (2022), é além da leitura remota, a possibilidade de identificação de vazamentos, proporcionando, assim, a redução de perdas e gestão da demanda. Isso é possível devido ao gerenciamento de dados de consumo que ocorre em tempo real.

Nesse aspecto, Topannoti Júnior (2020) defende que a telemetria, por meio do seu sistema de conexão inteligente, permite que o consumidor acompanhe seus gastos e com isso torne-se mais consciente quanto ao seu consumo. Seguindo essa ideia, Pacheco *et al.* (2010,

p.5) elenca os principais condicionamentos para a implementação da telemetria associada ao consumo de água, são eles:

- Comportamento social e cultura de uso de água dos consumidores;
- Necessidade de água e elasticidade do consumo;
- Características das casas e locais de instalação dos aparelhos de medição;
- Controlo técnico e operativo do serviço de distribuição de água;
- Ferramenta de controlo da procura e de programas de investimento;
- Enquadramento legal para forçar procedimentos;
- Recursos financeiros para os programas de medição;
- Estrutura organizacional da distribuidora de água e
- Capacidade de gestão da distribuidora de água.

A telemetria é composta por três subsistemas: o Elemento de Medição Remota (EMR), que abriga os medidores e componentes necessários para a medição; a rede de telecomunicações utilizada (como internet, rede de celular ou outra disponível); e o Sistema de Monitoramento e Gerenciamento da Informação (SMGI), responsável por analisar todas as informações obtidas remotamente. (Silva, 2007). O sistema básico da telemetria é representado na figura 3.



Figura 3 – Arquitetura telemétrica

Fonte: Silva (2007)

De modo geral, o EMR realiza a medição dos dados de todos os dados do subsistema de transmissão, para isso é necessário que ele seja instalado no equipamento a ser supervisionado ou ao menos em um ponto próximo a ele. Em seguida, as informações serão enviadas, por meio da rede de telefonia móvel a central de monitoramento, proporcionando, assim, a otimização de recursos e racionalização dos custos (Silva, 2007).

Destaca-se que a rede de telecomunicação pode ser física ou lógica e a sua finalidade é possibilitar que se tenha uma rede de dados mais acessível que permita que o sistema de

monitoramento receba e envie os dados obtidos durante o seu processamento, controlando, dessa forma, o sistema de telemetria (*idem*, 2007).

Segundo Lima *et al.* (2018), os sistemas de medição podem subdividirem em três partes, são elas: infraestrutura de medição, onde se encontram os elementos essenciais para a organização e coleta de dados; rede de comunicação, voltada para o transporte do ponto de coleta e/ou instalação dos medidores até uma central de tratamento dos dados e infraestrutura de tratamento e gestão dos dados que estabelecem uma visão clara e objetiva de todos os elementos envolvidos.

Em seus estudos, Tamaki (2003) afirma que, por meio da telemedição, as leituras representam a forma de aquisição de dados mais completa e versátil, tendo em vista os seguintes aspectos: leituras realizadas em tempo real ou com uma alta frequência de aquisição, o que facilita a criação do perfil do consumo; levantamento de curvas de vazão de abastecimento para que se torne possível a identificação dos picos de vazão e das vazões mínimas diárias; além da utilização das curvas de vazão levantadas como forma de diagnosticar possíveis anomalias, dando início imediato à ação corretiva.

A telemetria é responsável, assim, pela facilitação no sistema de medição, pressão e parâmetros da qualidade da água em sua rede de distribuição, sendo seus pontos fundamentais, a avaliação dos volumes de água produzida, o fornecimento dos sistemas de distribuição para os consumidores (Pacheco *et. al.*, 2010). Ela permite que se tenha a recolha de dados em diferentes intervalos de tempo e, assim, é possível se ter um balanço hídrico para que se evite a cobrança de água não fatura ao mesmo tempo em que se tem um maior controle das perdas (Martins; Moreira; Barros, 2016). Logo,

A telemetria possibilita a identificação da água que entra no sistema e da água faturada e não faturada, a produção de estimativas mais precisas das perdas reais e a análise de padrões de consumo. A utilização desta tecnologia traz vantagens tanto para a entidade gestora (EG) como para o cliente. Para a entidade gestora esses benefícios passam pela obtenção de balanços hídricos diários, facilitam o controle ativo das perdas (...) Do lado do cliente, as vantagens passam por alertas de fugas, leituras com periodicidade fixa (*idem*, 2016).

Conforme indica Lemos (2022), o uso da telemetria junto ao SMI é uma ação fundamental quanto ao acompanhamento do consumo de água, ao mesmo tempo que, em tempo real, é possível identificar as divergências que acontecem nos pontos de fornecimento,

garantindo, assim, que se tenham os melhores recursos de dados para tomada de decisões precisas no gerenciamento.

### 3.5 COMPESA: DECRETO ESTADUAL Nº 18.251 DE 21 DE DEZEMBRO DE 1994

O fornecimento de água e da coleta de esgotos no estado de Pernambuco é realizado pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) e isso se dá por meio do Decreto Estadual Nº 18.251 De 21 De Dezembro De 1994. Cabe ao sistema de abastecimento tanto o fornecimento quando a qualidade necessária para seu uso necessário. Sendo de responsabilidade das concessionárias de saneamento básico os seguintes pontos: o fornecimento contínuo de água para o consumo humano de acordo com os parâmetros de qualidade estabelecidos pela Portaria n o 2914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

Na cidade de Recife, tem-se a obrigatoriedade, desde 2002, da aplicação do Sistema de Medição Individualizada; isso se deu porque Recife encontrava-se em estado de alerta devido à falta de água. Dessa forma, em 1994 teve início a implementação do SMI e no ano de 1999, mais de 1700 edifícios tinham esse sistema implantado, o que significa que em torno de 40.000 apartamentos encontravam-se com a emissão de contas individuais para água e esgoto. (De Freitas Carvalho, 2010).

A obrigatoriedade da instalação de hidrômetros individuais nos edifícios e condomínios está disposta na Lei Municipal nº 16.759, de 17 de abril de 2002 sendo regulamentada pelo poder executivo. Essa lei não leva em consideração a categoria dos usuários, ou seja, tem que se implantar a medição individualizada em residências, comércios, áreas públicas e ser for necessário haverá reforma das instalações hidráulicas dos edifícios referenciados (Lemos, 2022).

Art. 1º 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 deverão ser dotados de sistema de medição individual de consumo de água, cujos projetos de construção não tenham sido protocolado no órgão competente do município até a data de vigência desta Lei (Brasil, 2002).

A experiência medição individualizada em Pernambuco foi bem-sucedida, de acordo com Teixeira (2008) porque, com a atuação da COMPESA houve o ajuste no seu sistema de

faturamento, com a base na conta individual e no consumo medido no hidrômetro colocado no ramal de alimentação do apartamento, ou seja, houve o rateio do consumo comum, apurado pela diferença do volume registrado no medidor principal e o somatório dos volumes aplicados em cada apartamento.

### 3.6 LoRaWAN

O LoRaWAN (Low Power, Long Range Wide Area Network) é um protocolo de comunicação sem fio projetado para conectar dispositivos de baixa potência e baixa taxa de dados a longas distâncias. Ele é especialmente adequado para aplicações de Internet das Coisas (IoT) que exigem comunicação de dados de sensores e dispositivos (Bertoleti, 2023).

A LoRaWAN é caracterizada por como uma arquitetura de rede aberta para a obtenção de altos volume de dados para que se tenha uma comunicação ao longo alcance, a sua aplicação se dá por meio de APIs específicos, onde cada região possui a sua própria estrutura de protocolo de rede (De Oliveira; Da Conceição; Neto, 2018).

Nesse sentido, Timóteo Filho (2019) explica que a conexão entre dispositivo-dispositivo e usuário-dispositivo se dá quando se tem uma rede apta a transmitir os dados e as informações coerentemente, concentrando todos os objetos a distância, tornando-os autossuficientes, principalmente quando se refere a transmissão de dados, por isso a rede LoRaWAN é uma excelente alternativa para essa comunicação, por ser capaz de operar objetos por bateria e sem fios. O quadro 2 apresenta os pontos-chave do protocolo de comunicação LoRaWAN:

Quadro 2 - protocolo de comunicação LoRaWAN

Pontos – chaves	
Baixo Consumo de Energia	O LoRaWAN é projetado para dispositivos que têm restrições severas de energia, permitindo que eles operem com baterias por longos períodos, muitas vezes anos, antes de precisarem ser substituídas.
Longo Alcance	A tecnologia LoRa oferece uma comunicação de longo alcance, que pode atingir distâncias de vários quilômetros em ambientes urbanos e até

	dezenas de quilômetros em áreas rurais. Isso o torna adequado para aplicações em ambientes amplos.
Baixa Taxa de Dados	O LoRaWAN é adequado para aplicações que não exigem altas taxas de transferência de dados, como sensores de temperatura, umidade, níveis de água, sensores de movimento, etc. A taxa de dados é relativamente baixa em comparação com tecnologias como Wi-Fi e 4G.
Larga Escala de Implantação	LoRaWAN é adequado para implantações em grande escala. Uma única estação base (gateway) pode lidar com muitos dispositivos finais (sensores) em uma área geográfica significativa.
Segurança	O protocolo LoRaWAN oferece recursos de segurança, como criptografia de dados e autenticação, para proteger as comunicações entre os dispositivos finais e a rede.

Fonte: Moko Lora (2021). *Adaptação do autor*

## 4 METODOLOGIA

Este trabalho fundamenta-se na metodologia quali-quantitativa, a qual é descrita por Schneider *et al.* (2017) como a junção de uma abordagem quantitativa que explica numericamente, por meio de recursos e técnicas estatísticas os significados do fenômeno estudado, mais a abordagem qualitativa que analisa dados descritivos.

Para a realização do presente estudo foi necessária a realização das seguintes etapas: análise sobre tecnologias de transmissão de dados acessíveis, destacando aquelas que se alinham às necessidades do Clube Alemão, visando proporcionar uma implementação eficiente e financeiramente viável; consulta do padrão de consumo em pontos de água que não contribuem para a produção de esgoto, identificando áreas onde a eficiência no uso da água pode ser otimizada.

Vistoria da eficácia da telemetria na detecção precoce de vazamentos ou de excessos de consumo de água na rede de tubulação do clube Alemão, contribuindo para a redução de desperdícios e para a conservação de recursos hídricos. Por fim, foram examinados os gastos iniciais para adquirir e instalar os dispositivos de medição remota e o sistema de medição individualizada.

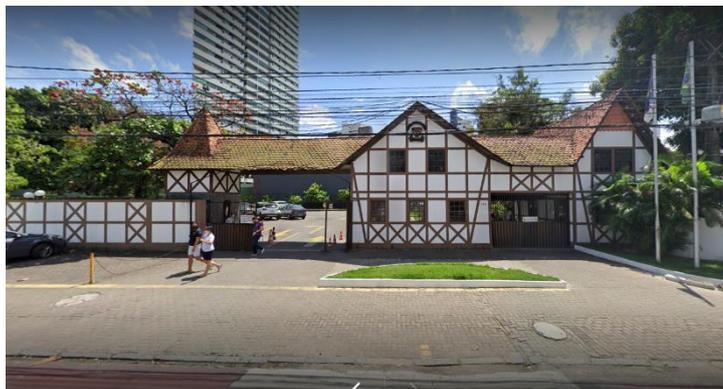
Além disso, será feita uma análise do retorno do investimento, considerando os benefícios esperados, como detecção eficiente de vazamentos e controle aprimorado do consumo de água. Essa análise ajudará a determinar se a telemetria é uma opção financeiramente viável para aperfeiçoar a gestão hídrica do clube.

### 4.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Clube Alemão – Deutscher Klub Pernambuco, é um clube social, recreativo e esportivo associado com a imigração dos alemães para o Brasil no século XX, movimento que foi impulsionado pelas duas guerras mundiais.

O Clube Alemão foi escolhido para este estudo de caso pois é cliente da TechnoOk, empresa a qual o autor realizou o estágio curricular, sendo a TechnoOk e o Clube os custeadores dos recursos utilizados neste projeto.

Figura 4 – Entrada do Deutscher Klub Pernambuco



Fonte: Google Street View (2023).

Atualmente, a fatura emitida pela concessionária de água é calculada com base na água consumida e no esgoto produzido, ou seja, água é fornecida pela rede de distribuição e o esgoto é coletado para ser tratado. Porém, não há medidores que indiquem o volume de esgoto gerado, e nem todo o volume de água consumido que de fato gera esgoto. Com isso a concessionária admite que todo o volume de água consumido gera esgoto, o que resulta em uma tarifa de esgoto maior do que a real.

Para que o clube tenha acesso à uma fatura emitida de forma justa, é necessário medidores que indiquem com precisão quanto de volume de água não gera esgoto. É nesse sentido que se destaca a importância do Sistema de Medição Individualizada (SMI) e a telemetria.

#### 4.2 LEVANTAMENTO DOS PONTOS TELEMEDIDOS

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.

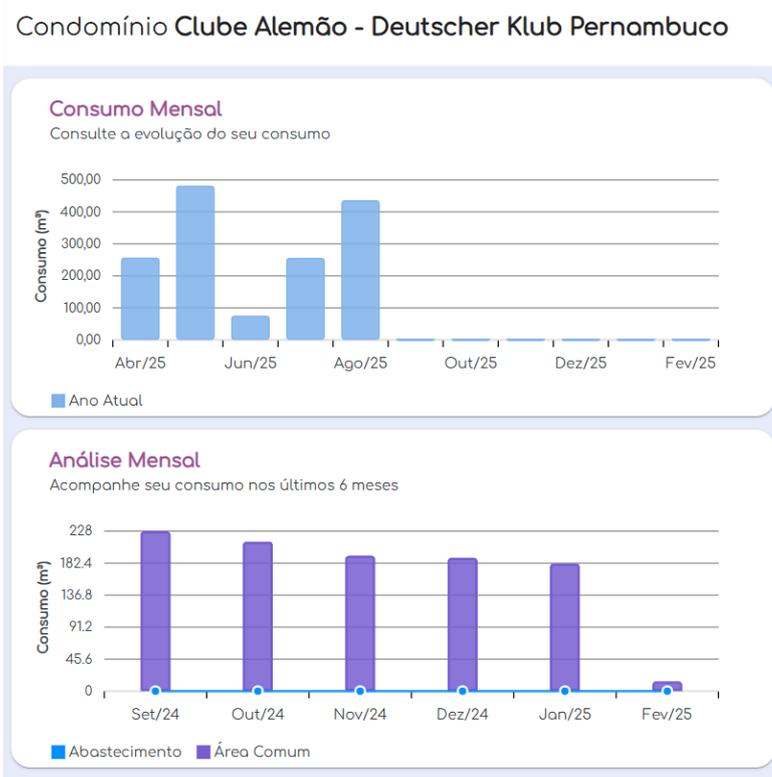
No que se refere aos pontos telemedidos, destaca-se a importância do cuidado com a contaminação com produtos químicos, uma vez que eles serão enviados para rede pluvial ou para o solo, pois além de ser uma prática ilegal, também é prejudicial ao meio ambiente.

Dessa forma, para um melhor planejamento dos serviços a serem executados, foi realizado um mapeamento via Google Earth delineando os pontos onde serão instalados os hidrômetros.

#### 4.3 INTEGRAÇÃO AO SISTEMA TECHNOOK

A primeira etapa da integração dos sistemas foi caracterizada pelo cadastro dos pontos no Sistema de gestão de consumo TECHNOOK (2023). O sistema TechnoOk é uma plataforma onde o usuário poderá acessar os dados de telemetria em tempo real. Nesta plataforma há várias funcionalidades, como leitura do hidrômetro, gráficos de volume e vazão, e análise de medidores. Dentro da própria plataforma o usuário tem acesso à videoaulas onde é guiado para utilizar destas ferramentas. As informações necessárias para realização desta etapa, conforme Figura 8, foram: localização geográfica; nome dos pontos de instalação com sua devida localização dentro dos ambientes; porta de pulso ao qual o rádio está conectado, número do serial do hidrômetro cujo rádio está atrelado e valência do pulso do hidrômetro.

Figura 8– Gestão de Medição Individualizada TECHNOOK



Fonte: TECHNOOK, 2023.

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.

#### 4.4 VISTORIA E VALIDAÇÃO DAS INSTALAÇÕES

No ato da vistoria técnica, algumas informações foram averiguadas pela concessionária com o objetivo de confirmar onde a água consumida não gera esgoto, verificar se nesses pontos não há conexões com a rede de tratamento, se não há vazamentos nessas instalações e outras informações elencadas no quadro 3:

Quadro 3 – Principais pontos avaliados na vistoria do Clube Alemão

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Categoria do local (residencial, comercial, industrial ou público);</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fonte de abastecimento (Concessionária, poço artesiano, caminhão pipa ou outros);</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informações técnicas do hidrômetro do fornecimento de abastecimento; Marca e modelo; Número de serial do medidor; Capacidade em m<sup>3</sup> e diâmetro; Diâmetro do ramal associado; Vazão nominal; Leituras em m<sup>3</sup>.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de abrigo onde está confinado.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 m<sup>3</sup> e diâmetros; Vazão nominal; Leituras em m<sup>3</sup>.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data de realização da visita.</li> </ul>

Fonte: Autoria própria

Destaca-se 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.

#### 4.5 MONITORAMENTO E CÁLCULO ESTIMATIVO PERCENTUAL DO DESCONTO NA FATURA DE ESGOTO SANITÁRIO

O monitoramento do sistema se deu por um período de três meses para precisão dos resultados. Os dados de consumo foram retirados diretamente do Sistema de Gestão de Consumo TECHNOOK (2023), onde o percentual de volume consumido foi avaliado de forma mensal, sendo dado pela equação 3:

$$V(\%) = \frac{\sum (lf - li)}{(Lf - Li)} \times 100$$

Onde:

- $V(\%)$  é o volume percentual mensal;
- Leitura final (lf) e inicial (li) de cada um dos hidrômetros do SMI em  $m^3$  pelo período de 1 mês;
- Leitura final (Lf) e inicial (Li) do hidrômetro macromedidor em  $m^3$  pelo período de 1 mês.

O valor de percentual de desconto a ser atribuído na fatura de esgoto, foi dado pela média dos três resultados de volume percentual mensal, conforme a equação 4:

$$V_{total} (\%) = V1 (\%) + V2(\%) + V3(\%) \quad (4)$$

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 Alemão, 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 Vtotal (%), são acompanhados e determinados pela concessionária.

#### 4.6 GRÁFICO DE CONTROLE DE SHEWHART

Para que se observe o monitoramento para obter do desconto na fatura de esgoto sanitário faz-se necessário o uso do gráfico, o presente estudo optou pelo gráfico de controle de Shewhart, também conhecido como gráfico de controle ou carta de controle, é uma ferramenta estatística usada para monitorar processos ao longo do tempo. Desenvolvido por Walter A. Shewhart, esse gráfico exibe dados em relação a uma Linha Central que representa a média do processo. Esses gráficos são amplamente utilizados em controle de qualidade e gerenciamento de processos para garantir a consistência e estabilidade ao longo do tempo.

O gráfico de controle X fundamenta-se na retirada m amostras de tamanho n, sendo que cada uma das m amostras são independentes entre si. Isso permite a que se tenha a normalidade flexível para a variável. Logo os seus principais objetivos são estimar os parâmetros do processo no cenário de controle estatístico, permitindo analisar sua capacidade; monitorar parâmetros da produção ao longo do tempo; sinalizar a ocorrência de causas de variação atribuíveis e reduzir a variabilidade do processo mediante eliminação das causas atribuíveis (Sales, 2017; Taconeli; Zeviane, online).

Um gráfico de controle genérico é composto por uma Linha Central horizontal (LC). Além disso, há duas outras linhas horizontais conhecidas como Limite de Controle Superior (LCS) e Limite de Controle Inferior (LCI). Esses limites de controle são estabelecidos para determinar se o processo está em um estado de controle. Ademais, a maioria dos pontos amostrais deve estar contida entre os limites LCS e LCI para garantir que o processo esteja sob controle estatístico. Caso esses limites sejam ultrapassados, isso indica que o processo não está sob controle estatístico, sugerindo, assim, a necessidade de se investigar as causas (Montgomery; Runger, 2013).

O cálculo das linhas LCS, LC e LCI para os gráficos de Shewhart são expressos pelas equações abaixo:

$$LCS = X_m + E_2 + MR_x \quad (5)$$

$$LCS = X_m \quad (6)$$

$$LCI = X_m - E_2 * MR_x \quad (7)$$

$$X_m = \frac{\sum_{k=1}^m X_i}{m} \quad (8)$$

Onde:

$X_m$  – Média das medidas individuais

E, por definição:

$$MR_x = 1/m * \sum_{k=1}^m MR_{x1} \quad (9)$$

Sendo MR a média aritmética dos valores de

$$MR_{x1} = |X_i - X_{i-1}| \text{ para } i = 1, 2, 3 \dots n \quad (10)$$

Onde  $MR_{x1}$  é a diferença entre uma medida  $X_i$  e sua medida anterior  $X_{i-1}$ .

$$E_2 = \frac{3}{d_2} \quad (11)$$

É uma constante tabelada, que depende do número de amostras (m). Para gráficos de controle de medidas individuais, adota-se um tamanho de amostra  $n = 1$ . Desta forma, o valor encontrado de  $E_2 = 2,66$  utilizado nesse trabalho é obtido dividindo-se 3 por uma constante amostra de tamanho específico  $d_2$  com  $n = 2$  (Montgomery; Runger, 2013).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da avaliação física do local, foram definidos 10 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 – Pontos de medição de telemetria e seriais medidores

Pontos	Serial Medidor Hidrômetro
Almoxarifado	A21N089122
Banheiro	A21N090240
Casa De Máquinas	A21N091242
Chuveiros	A21N089133

Estacionamento	A21N089138
Futebol Society	A21N089137
Futebol Society 2	A21N089132
Manutenção	A21N090243
Parque Infantil	A21N089136
Quadra De Tênis	A21N089135

Fonte: Autoria própria (2024)

## 5.1 INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA 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 6, foram os hidrômetros Elster, vazão nominal (Qn) de 1,5 m<sup>3</sup>/h, instalados na posição horizontal; o kit de tubete, porca e arruela de vedação; o registro Esfera PVC soldável de 25mm e a caixa de proteção em resina termotécnica de polipropileno com proteção U.V de alta resistência ao impacto e a compressão;

Figura 6 – Materiais utilizados na instalação do SMI



Fonte: Google Imagens (2024)

Com o SMI em funcionamento, foram iniciadas as preparações para instalação da telemetria. Uma análise prévia de cobertura das comunicações de rádio LoraWan foi realizada, assim como a verificação da necessidade de antenas externas para locais com pior cobertura.

Figura 7 – Materiais de instalação da telemetria



Fonte: Google Images (2024)

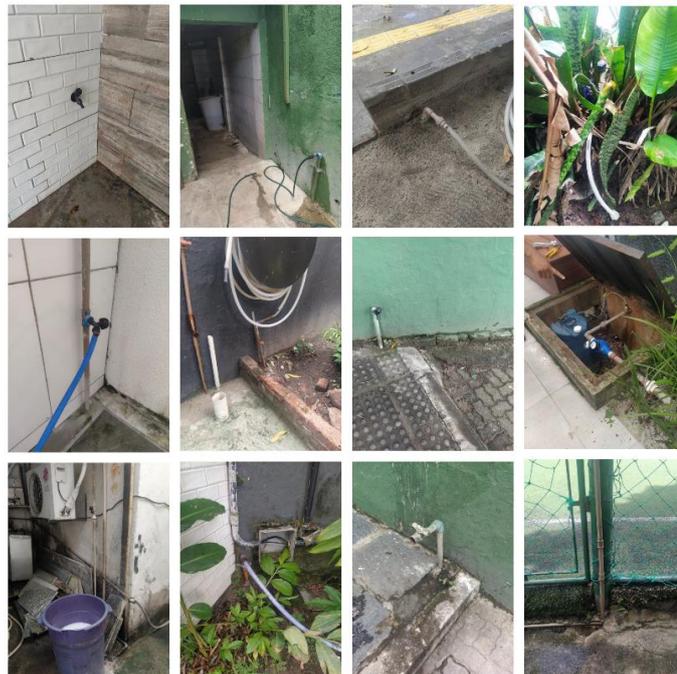
Destaca-se que se utiliza a antena celular Aquarius CM-907 em casos de áreas internas com sinal de comunicação fraco. Alguns detalhes dos equipamentos devem ser verificados com maior atenção, em virtude das especificidades dos elementos da telemetria: Os sensores de pulso devem ser encaixados nos hidrômetros 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;

Enquanto 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 (Hellermannntyton, 2019); por fim, 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. Logo, após a instalação do conjunto SMI e da telemetria nos devidos pontos foi possível avançar para a etapa de integração dos sistemas.

Na Figura 8 tem-se a locação dos 10 pontos de consumo de água no Clube Alemão, vale salientar, que a água gerada por esses pontos é infiltrada no solo ou evapotranspirada.

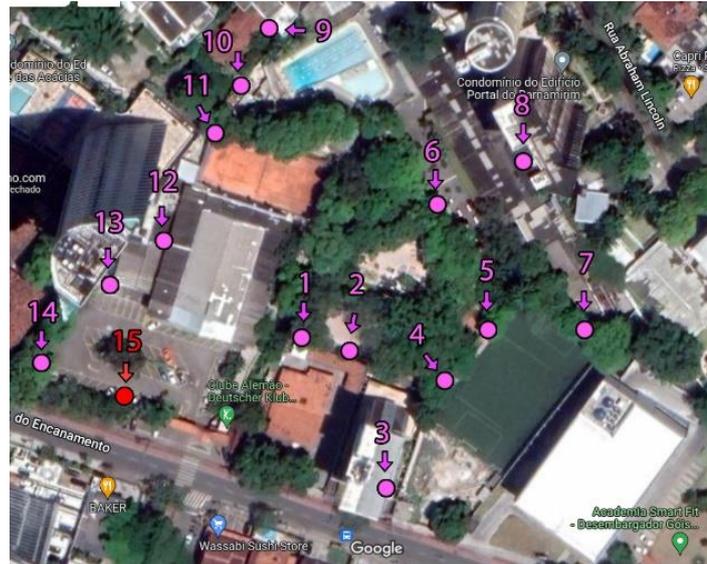
Figura 8 – Pontos de consumo telemedidos que não geram esgoto



Fonte: Fonte: Autoria própria (2024)

O mapeamento de locação de todos os pontos que não geram esgoto para a rede, está representado na Figura 9.

Figura 9 – Mapeamento dos pontos verificados no levantamento.



Fonte: Adaptado do Google Maps, 2024.

De uma forma geral, é possível ter uma visão panorâmica da distribuição dos pontos dentro das instalações do clube.

## 5.2 VISTORIA E VALIDAÇÃO DAS INSTALAÇÕES

Após o pleno funcionamento bem-sucedido do sistema preliminar, as instalações foram submetidas à avaliação por parte da concessionária. Durante esse processo, foram analisados diversos aspectos relacionados à configuração, precisão e integração dos sistemas de medição individualizada e telemetria implementados.

A avaliação abordou a conformidade com os requisitos técnicos, a consistência dos dados gerados pelos hidrômetros, a adequação dos sensores de pulso e a eficácia geral do sistema em registrar e transmitir informações de consumo de água.

Finalizada a análise, a concessionária emitiu sua aprovação, validando assim a operacionalidade e conformidade das instalações. Esse passo é crucial para garantir que as medições realizadas pelos novos dispositivos sejam reconhecidas e aceitas pela entidade responsável pelo fornecimento de água e tratamento de esgoto.

A aprovação da concessionária solidifica a base para a continuidade do projeto, permitindo que os benefícios da medição individualizada e da telemetria sejam plenamente aproveitados.

### 5.3 MONITORAMENTO E CÁLCULO DO DESCONTO NA FATURA DE ESGOTO SANITÁRIO

Em Recife, a cobrança da conta de água se baseia em duas partes, uma metade é referente ao tratamento do esgoto e a outra é de fato o consumo da água, contudo, de acordo com a COMPESA toda a água consumida gera esgoto, mas essa não é uma realidade. Logo, tendo em vista que é possível se utilizar um determinado volume de água para outra finalidade, como por exemplo, irrigar um jardim. Portanto, o que se observa é que a COMPESA cobra mesmo assim, como se todo o consumo de água de fato tivesse acontecido.

Para comprovar que nem todo o consumo de água vai virar esgoto abre-se um processo administrativo. No clube do Alemão, observou-se que mais da metade da água não gera esgoto, o que acarretava em uma cobrança maior do que a justa para o Clube, pois a COMPESA, por lei, pode assumir que toda a água consumida pelo clube gera esgoto. Para provar essa cobrança errada por parte da concessionária de água instalou-se medidores nas regiões que não há geração de esgoto.

Foi colocado, por exemplo, um hidrômetro na torneia que irriga o jardim para comprovar que todo o volume de água que passa ali não gera esgoto. Outro local que também chamou bastante à atenção é a quadra de tênis porque se usa, diariamente, um volume significativo de água para outros fins.

Para se medir corretamente a leitura da água, foi realizado um monitoramento num período de três meses, onde em cada mês foi analisado o consumo nos pontos onde a água não é direcionada para a rede de tratamento. Para o primeiro mês, os resultados de consumo nos pontos analisados e do esgoto gerado estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Pontos de medição de telemetria e consumo dos medidores

<b>Ponto</b>	<b>Leitura Inicial (m3)</b>	<b>Leitura Final (m3)</b>	<b>Consumo (m3)</b>
Almoxarifado	196,0	246,0	50,0
Banheiro	0,0	0,0	0,0
Casa De Máquinas	746,0	932,0	186,0

Chuveiros	137,0	174,0	37,0
Estacionamento	10,0	12,0	2,0
Futebol Society	10,0	16,0	6,0
Futebol Society 2	22,0	34,0	12,0
Manutenção	148,0	203,0	55,0
Parque Infantil	204,0	236,0	32,0
Quadra De Tênis	161,0	231,0	70,0
Consumo total (m3):	450,0		
Ponto	Consumo (m3)		
POÇO	728		

Fonte: Aatoria própria (2024)

Com base nos dados coletados e utilizando-se da equação de cálculo estimativo percentual do desconto na fatura de esgoto sanitário é possível determinar o volume percentual de água que não contribui para o esgoto durante o primeiro mês. Neste contexto, o valor correspondente a  $V_{1(\%)}$  foi calculado utilizando-se da equação (3) da seguinte maneira:

$$V_{1(\%)} = 450 / 728 = 57,76\% \quad (3)$$

Para o segundo mês, os resultados de consumo nos pontos analisados e do esgoto gerado estão presentes na tabela 3.

Tabela 3 – Pontos de medição de telemetria e consumo dos medidores

<b>Ponto</b>	<b>Leitura Inicial (m3)</b>	<b>Leitura Final (m3)</b>	<b>Consumo (m3)</b>
Almoxarifado	246,0	288,0	42,0
Banheiro	0,0	0,0	0,0
Casa De Máquinas	932,0	1069,0	137,0
Chuveiros	174,0	197,0	23,0

Estacionamento	12,0	14,0	2,0
Futebol Society	16,0	24,0	6
Futebol Society 2	34,0	47,0	13,0
Manutenção	203,0	225,0	22,0
Parque Infantil	236,0	268,0	32,0
Quadra De Tênis	231,0	292,0	61,0
Consumo total (m3):	338,0		
Ponto	Consumo (m3)		
POÇO	720		

Fonte: Aatoria própria (2024)

Novamente, fazendo uso dos dados coletados e da equação de cálculo estimativo percentual do desconto na fatura de esgoto sanitário, é possível determinar o volume percentual de água que não contribui para o esgoto durante o segundo mês. Neste contexto, o valor correspondente a  $V_{2(\%)}$  foi calculado utilizando da equação (3) da seguinte maneira:

$$V_{2(\%)} = 338 / 720 = 57,09\% \quad (3)$$

Para o terceiro mês, os resultados de consumo nos pontos analisados e do esgoto gerado estão apresentados na tabela 4:

Tabela 4 – Pontos de medição de telemetria e consumo dos medidores

<b>Ponto</b>	<b>Leitura Inicial (m3)</b>	<b>Leitura Final (m3)</b>	<b>Consumo (m3)</b>
Almoxarifado	288,0	327,0	39,0
Banheiro	0,0	0,0	0,0
Casa de Máquinas	1069,0	1076,0	7,0
Chuveiros	197,0	244,0	47,0
Estacionamento	14,0	16,0	2,0

Futebol Society	24,0	30,0	6
Futebol Society 2	47,0	54,0	7,0
Manutenção	225,0	248,0	23,0
Parque Infantil	268,0	276,0	6,0
Quadra De Tênis	292,0	321,0	29,0
Consumo total (m3):	166,0		
Ponto	Consumo (m3)		
POÇO	282		

Fonte: Autoria própria (2024)

Com base nos dados coletados, é possível determinar o volume percentual de água que não contribui para o esgoto durante o terceiro mês. Neste contexto, o valor correspondente a  $V_{3(\%)}$  foi calculado utilizando-se da equação (3) da seguinte maneira:

$$V_{3(\%)} = 166 / 282 = 58,86\% \quad (3)$$

Com os dados de volume percentuais mensais, foi possível determinar o valor percentual a ser adotado como desconto resultante, considerando a avaliação dos 3 meses. Nesse caso,  $V_{total(\%)}$ , utilizando-se da equação (4), correspondeu ao seguinte valor:

$$V_{total(\%)} = (57,76 + 57,09 + 58,86) / 300 = 57,89\% \quad (4)$$

Através da implementação da tecnologia do Sistema de Medição Individualizado (SMI) e telemetria, foi possível determinar a parcela do volume de água que não é destinada ao esgoto da rede. Conseqüentemente, essa porção não deve ser considerada no cálculo das faturas mensais da concessionária.

O percentual de 57,89% representa uma quantia substancial, especialmente para consumidores de grande porte, como é o caso do Clube Alemão. Nesse contexto, a utilização de medidores inteligentes demonstrou ser altamente eficaz na mensuração precisa do volume consumido e, principalmente, na cobrança equitativa dos serviços pertinentes.

Na tabela 5 é possível observar quais os pontos que mais contribuíram percentualmente no consumo de água que não gera esgoto no clube durante esse período de três meses de estudo.

Tabela 5 – Percentual de contribuição de consumo dos pontos telemedidos.

<b>Ponto</b>	<b>Consumo mês 1 (m3):</b>	<b>Consumo mês 2 (m3):</b>	<b>Consumo mês 3 (m3):</b>	<b>Percentual:</b>
Almoxarifado	50,0	42,0	39,0	13,73%
Banheiro	0,0	0,0	0,0	0%
Casa De Máquinas	186,0	137,0	7,0	34,59%
Chuveiros	37,0	23,0	47,0	11,21%
Estacionamento	2,0	2,0	2,0	0,62%
Futebol Society	6,0	6	6	1,88%
Futebol Society 2	12,0	13,0	7,0	3,35%
Manutenção	55,0	22,0	23,0	10,48%
Parque Infantil	32,0	32,0	6,0	7,33%
Quadra De Tênis	70,0	61,0	29,0	16,77%

Fonte: Autoria própria (2024).

#### 5.4 CONTROLE DE EXCESSO DE CONSUMO E POSSÍVEIS VAZAMENTOS

As análises de consumo foram criadas com o objetivo de identificar o padrão de consumo do Clube Alemão. Através do Gráfico de Controle de Shewhart pode-se reconhecer facilmente quando há uma fulga desse padrão de consumo, podendo assim o clube comunicar à sua equipe de manutenção para realização de vistorias, identificação de possíveis vazamentos e controle de consumos excessivos.

Tabela 6 – Medidas estatísticas dos pontos telemedidos

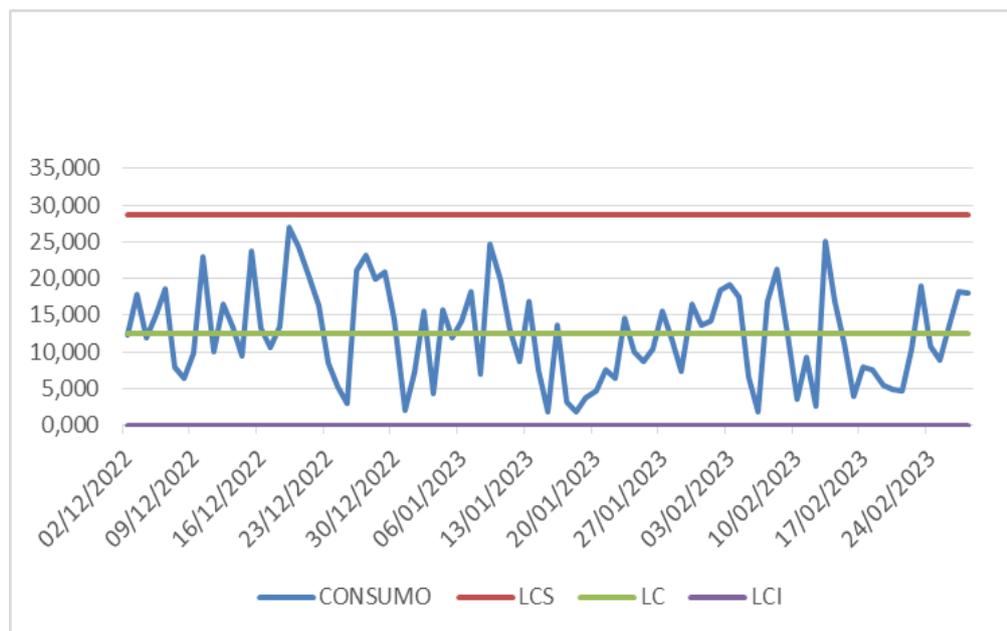
<b>Consumo diário (m3)</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
Almoxarifado	0,435	3,132	1,367	1,466	0,525

Banheiro	0,000	0,056	0,003	0,006	0,010
Casa De Máquinas	0,000	18,145	3,888	5,547	4,952
Chuveiros	0,010	10,053	0,637	1,221	1,687
Estacionamentos	0,014	0,348	0,081	0,087	0,057
Futebol Society	0,000	3,263	0,010	0,383	0,680
Futebol Society 2	0,000	0,911	0,013	0,112	0,282
Manutenção	0,068	6,658	0,590	1,132	1,476
Parque Infantil	0,000	5,367	0,124	0,766	1,229
Quadra De Tênis	0,000	10,733	1,054	1,814	2,117
Clube Alemão (Total)	1,807	26,908	12,304	12,433	6,382

Fonte: Autoria própria (2024).

Durante os três primeiros meses de uso da telemetria, de 1 de dezembro de 2022 até 28 de fevereiro de 2023, foi registrado o consumo médio diário de 12,433 m<sup>3</sup>. Neste estudo, a decisão foi estabelecer a linha Limite de Controle Inferior (LCI) em zero. Isso se justifica pelo fato de que, nos gráficos desenvolvidos, a linha LCI estava associada a um valor negativo que carece de relevância no contexto do processo analisado, uma vez que representaria um consumo negativo de água. O gráfico 1 apresenta os pontos telemedidos.

Gráfico 1 - Gráfico de Shewhart dos pontos telemedidos.



Fonte: Autoria própria (2024).

Neste período, não houve dias em que o consumo diário avançou o LCS, porém, no dia 29/12/22 se aproximou bastante. Em contato com o clube, foi informado que neste dia o Clube estava fechado para o público, onde estavam se preparando para as festividades de fim de ano. Grande parte do consumo foi pela Casa de Máquinas e Manutenção, evidenciando a fuga do padrão de consumo, mas, que de fato, não apresenta excesso de consumo ou indícios de vazamento.

Essas rotinas de limpeza e manutenção justificam o consumo de água mais elevados, embora consumos excessivos nas segundas-feiras (dia de menor fluxo de pessoas no clube) sugere vazamentos. Os gráficos de controle auxiliam na identificação de excessos de consumo, por meio do LCS. Aliado a isso, os alertas automáticos da plataforma TECHNOOK, por meio de e-mails e aplicativos mensageiros possibilitam a tomada de decisões por parte dos gestores e da equipe de manutenção do clube, gerando uma atuação mais rápida para redução do desperdício de água.

## 5.5 CÁLCULO DO RETORNO DO INVESTIMENTO

Para a implementação do projeto de hidrometração, foram alocados recursos financeiros no momento da instalação dos equipamentos, totalizando R\$ 16.151,40 (dezesseis mil cento e cinquenta e um reais e quarenta centavos), distribuídos entre aquisição de

hidrômetros, sensores de pulso reed-switch, rádio de telemetria, mão-de-obra para a instalação dos medidores e adesão da plataforma TECHNOOK. A tabela 7 apresenta os valores referentes aos equipamentos utilizados para a telemedição.

Tabela 7 – Valores dos equipamentos para telemedição.

<b>Equipamento</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor Unitário</b>	<b>Valor Total</b>
Hidrômetros Elster, vazão nominal (Qn) de 1,5 m <sup>3</sup> /h	10	R\$1.213,14	R\$ 12.131,40
Sensores de pulso Reed-Switch	10	R\$149,50	R\$ 1.495,00
Rádio de telemetria BottomUP	10	R\$125,00	R\$ 1.250,00
Hora da mão-de-obra de instalação	10	R\$17,50	R\$ 175,00
Adesão à plataforma TECHNOOK (Por ponto telemedido)	10	R\$ 50,00	R\$ 500,00
Acesso à plataforma TECHNOOK (Anual)	10	R\$60	R\$600
<b>CUSTO TOTAL</b>		<b>R\$16.151,40</b>	

Fonte: Autoria própria (2024).

Os custos apresentados na tabela são referentes ao hidrômetro que aceita receber a telemetria, o sensor de pulso que irá captar o volume consumido pelo hidrômetro, o rádio de telemetria que é quem vai, através da internet, receber todas as informações e armazenar os dados, há a mão-de-obra do trabalhador que é cobrada por hora para a instalação do equipamento e tem a adesão e a mensalidade da plataforma tecnológica que exibe os dados da telemetria através da internet. A tabela 8 é uma ilustração comparativa dos valores pagos antes e depois do SMI.

Tabela 8 – Análise da medição do consumo de água através do SMI

Fatura	Junho/23	Julho/23	Agosto/23	Setembro/23	Outubro/23	Novembro/23
VALOR PAGO	1261,99	4079,35	4816,45	5586,31	6290,65	5963,05

(R\$)						
VALOR S/ DESCONTO (R\$)	2998,27	9451,99	11171,89	12924,55	14546,17	13792,69
VOLUME CONSUMIDO (M <sup>3</sup> )	188	582	687	794	893	847
VOLUME COBRADO (M <sup>3</sup> )	82	254	299	346	389	369
DESCONTO (R\$)	1736,28	5372,64	6355,44	7338,24	8255,52	7829,64
DESCONTO PERCENTUAL	0,579094	0,568414	0,568878	0,567775	0,567539	0,567666

Fonte: Compesa (2024)

A importância da medição individualizada é clara, principalmente no que a leitura real do consumo hídrico. A Tabela 9 apresenta mensalmente o quanto o Clube Alemão economizou por mês proveniente do desconto da fatura da COMPESA.

Tabela 9 – Descontos nas tarifas do Clube Alemão

<b>Desconto na fatura COMPESA (2023)</b>					
Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
R\$1736,28	R\$5.372,64	R\$6.355,44	R\$7.338,24	R\$8.255,52	R\$7.829,64
Total acumulado nos primeiros seis meses:					R\$36.410,74

Fonte: COMPESA (2023).

Observou-se, portanto, que o retorno sobre o investimento inicial já é recuperado no quarto mês, pontua-se, entretanto, que o Clube Alemão é um caso a parte, onde pouco mais da metade da água consumida nas suas instalações não gera esgoto. Na maioria dos empreendimentos esse percentual não consegue ser tão alto.

É importante esclarecer que a telemetria, embora não seja indispensável para a abertura, andamento e conclusão do processo administrativo junto à COMPESA, desempenha

um papel significativo como uma ferramenta que potencializa a eficiência e a confiabilidade ao longo de todas as etapas do processo. A tecnologia oferece benefícios que vão além da exigência legal, tornando-se um recurso estratégico para o clube ao assegurar dados precisos e detalhados, fundamentais para fundamentar o pedido de descontos na fatura de esgoto.

Uma das principais vantagens da telemetria está na parceria com empresas especializadas, como a Technook, que realizam as medições diretamente nos pontos determinados e enviam os dados automaticamente para a COMPESA. Essa integração elimina a necessidade de gestão interna das leituras, reduzindo riscos de erros e assegurando a padronização e credibilidade dos dados. A delegação desse processo a empresas especializadas garante que as informações coletadas sejam tecnicamente robustas e aceitas pela concessionária, o que contribui para o sucesso do pleito administrativo.

Além disso, a telemetria permite ao clube maximizar os benefícios financeiros, ajustando os percentuais de desconto em função da sazonalidade do consumo. Durante o verão, por exemplo, há um aumento considerável no uso de água em atividades que não geram esgoto, como irrigação de jardins, manutenção de quadras esportivas e limpeza de áreas externas. Com o monitoramento remoto e contínuo, o clube pode identificar e registrar esses picos de consumo de forma precisa, utilizando esses dados para negociar descontos ainda mais significativos com a concessionária. Essa adaptabilidade do sistema de telemetria é um diferencial importante que o método manual dificilmente alcançaria.

Outro ponto que reforça a relevância da telemetria é sua capacidade de fornecer dados em tempo real, permitindo ao clube acompanhar o consumo e identificar anomalias, como vazamentos ou uso excessivo de água, de forma proativa. Isso não apenas fortalece o controle interno, mas também contribui para um uso mais consciente e sustentável dos recursos hídricos, alinhando-se a boas práticas de gestão ambiental e financeira.

Portanto, ainda que a telemetria não seja um requisito obrigatório para o processo administrativo, ela se mostra uma ferramenta essencial para aumentar a eficiência, reduzir custos operacionais e fortalecer os argumentos técnicos apresentados à COMPESA. Sua adoção reflete um compromisso com a inovação e a sustentabilidade, destacando o clube como um modelo de gestão hídrica moderna e responsável.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação do sistema de medição individualizada (SMI) transcorreu conforme o plano estabelecido. De maneira geral, a inserção do Sistema de Medição Individualizada (SMI) com telemetria demonstrou sua eficácia no contexto do clube alemão. Ao concluir as análises, foi identificado um desconto real de aproximadamente 56,5%, na conta geral do clube, tendo em vista que hoje, a totalidade da conta é correspondente ao uso do esgoto gerado, isso porque o clube não faz uso de água da COMPESA, sendo toda a água decorrente de água de poço. Fica então evidenciada uma significativa redução de custos que a partir de então pode ser direcionada para outras iniciativas benéficas em prol do próprio clube.

Contudo, este estudo de caso também serviu para reforçar a ideia de que a medição setorizada de água é também importante para o uso comercial, pois é uma grande aliada na prevenção do seu uso excessivo e imprudente, uma vez que o próprio usuário terá a consciência do seu real gasto referente ao consumo.

Além da avaliação da precisão do volume consumido, a introdução dessa tecnologia possibilitou a identificação de vazamentos, destacando a eficácia do sistema no controle de perdas. Em vista da crescente preocupação, tanto nacional quanto internacional, com a utilização responsável de recursos naturais, o controle de perdas torna-se crucial para construir uma sociedade mais receptiva às novas tecnologias que promovam a conscientização sustentável.

Portanto, levando em consideração o valor descontado nas faturas, e a funcionalidade da telemetria junto ao sistema de medição individualizada, sugere-se a expansão da tecnologia para todos os setores do clube, visando à redução do consumo de água através do monitoramento em tempo real proporcionado pelos medidores inteligentes.

## REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5626**. Instalação predial de água fria. 1998. Disponível em: <https://ecivilufes.files.wordpress.com/2013/06/nbr-05626-1998-instalac3a7c3a3o-predial-de-c3a1gua-fria.pdf>. Acesso em 07 mar. 2024.

AITH, Fernando Mussa Abujamra; ROTHBARTH, Renata. O estatuto jurídico das águas no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 29, p. 163-177, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/rzjGTQ7yBVbJ3RSkKHb4L7n/>. Acesso em 01 mar. 2024.

Bertoleti, Pedro. CONECTIVIDADE LORAWAN. Editora NCB.

Borges, Elsio Júnior Bonati et al. **Análise da micromedição do volume de água potável domiciliar e sua influência no cálculo das perdas no sistema de distribuição**. 2007. Disponível em: <http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/14237>. Acesso em 02 mar. 2024.

Botelho, Gabriella Laura Peixoto. **Avaliação do consumo de água em domicílios: fatores intervenientes e metodologia para setorização dos usos**. 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/14058>. Acesso em 01 mar. 2024.

Brasil. CNM. Confederação Nacional dos Municípios. **Meio Ambiente e Saneamento. Brasileiro consome, em média, 154 litros de água por dia, aponta ONU**. 2018. Disponível em: <https://www.cnm.org.br/comunicacao/noticias/brasileiro-consome-em-media-154-litros-de-agua-por-dia-aponta-onu>. Acesso em 3 fev. 2024.

\_\_\_\_\_. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contas econômicas ambientais da água: Brasil 2018-2020. 2021**. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102001\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102001_informativo.pdf). Acesso em 01 mar. 2024.

\_\_\_\_\_. **Lei Ordinária 16759 2002 de Recife PE**. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pe/r/recife/lei-ordinaria/2002/1676/16759/lei-ordinaria-n-16759-2002-institui-a-obrigatoriedade-da-instalacao-de-hidrometros-individuais-nos-edificios>. Acesso em 02 mar. 2024.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm). Acesso em 07 mar. 2024.

\_\_\_\_\_. Senado Federal. **Estudo aponta que a falta de saneamento prejudica mais de 130 milhões de brasileiros**. 2022. Disponível em:

<https://www12.senado.leg.br/noticias/infomaterias/2022/03/estudo-aponta-que-falta-de-saneamento-prejudica-mais-de-130-milhoes-de-brasileiros>. Acesso em 15 fev. 2024.

Correia, Sheila Miranda. **Medição individualizada no uso racional da água – Estudo de caso em Duas unidades acadêmicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia** / Sheila Miranda Correia – Brasil, 2019 – 52 p. Disponível em:

[https://www2.ufrb.edu.br/bcet/components/com\\_chronoforms5/chronoforms/uploads/tcc/20190604195347\\_2018.2\\_TCC\\_Sheila\\_Miranda\\_Correia\\_-\\_Medio\\_individualizada\\_no\\_uso\\_eficiente\\_da\\_gua\\_-\\_Estudo\\_de\\_caso\\_em\\_duas\\_unidades\\_acadmicas\\_da\\_UFRB.pdf](https://www2.ufrb.edu.br/bcet/components/com_chronoforms5/chronoforms/uploads/tcc/20190604195347_2018.2_TCC_Sheila_Miranda_Correia_-_Medio_individualizada_no_uso_eficiente_da_gua_-_Estudo_de_caso_em_duas_unidades_acadmicas_da_UFRB.pdf). Acesso em 20 fev. 2024.

Costa, Diogo Fidelis. **Avaliação dos benefícios da medição por telemetria em redes de água: estudo, modelagem do consumo e controle de perdas**. 2022. Disponível em:

<http://www.rlbea.unb.br/jspui/handle/10482/43867>. Acesso em 15 mar. 2024.

De Oliveira, Lucas R.; Da Conceição, Arlindo F.; NETO, Lauro PS. Revisão sistemática da literatura sobre aplicações das tecnologias LoRa e LoRaWAN. **Anais Estendidos do VIII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Sistemas Computacionais**, 2018. Disponível em:

[https://sol.sbc.org.br/index.php/sbesc\\_estendido/article/view/11002](https://sol.sbc.org.br/index.php/sbesc_estendido/article/view/11002). Acesso em 07 mar. 2024.

De Oliveira, Lúcia Helena. **Conservação De Água Em Edifícios**. 2016. Disponível em:

<http://www.ieb.usp.br/wp-content/uploads/sites/97/2016/12/Conserva%C3%A7%C3%A3o-de-%C3%A1gua-2016.pdf>. Acesso em 01 mar. 2024.

De Freitas Carvalho, Weber. **Medição individualizada de água em apartamentos**. 2010.

Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-9AAKEP>. Acesso em 02 mar. 2024.

De Matos, Jennifer Conceição Carvalho Teixeira; Bernardes, Ricardo Silveira. I-059– **proposição de método para determinação de cotas per capita mínimas de água para consumo humano**. 2007. Disponível em: <http://ptarh.unb.br/wp-content/uploads/2017/03/JenniferConcei%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em 02 mar. 2024.

Duarte, Tiago Daltro. **Sistema integrado de monitoramento de consumo de água residencial**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Disponível em:

<https://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/2926>. Acesso em 02 mar. 2024.

Hellermannntyton. **Terminais Elétricos. Catálogo de Produtos.** São Paulo, 2019. Disponível em:

[https://www.hellermannntyton.com.br/binaries/content/assets/downloads/br/brochures/terminais\\_eletricos\\_br.pdf](https://www.hellermannntyton.com.br/binaries/content/assets/downloads/br/brochures/terminais_eletricos_br.pdf). Acesso em: 13 ago. 2022.

Lima, J. E. F. W. et al. Gestão da crise hídrica 2016–2018-Experiências do Distrito Federal. **ADASA: Brasília, Brazil**, 2018. Disponível em:

<https://www.adasa.df.gov.br/images/banners/alta.pdf>. Acesso em 02 mar.2024.

Lemos, Ana Letícia Barbosa Ferreira. **Aplicação da tecnologia de medição individualizada de água com telemetria em clube visando a redução das tarifas atribuídas à geração de esgoto.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso. Brasil. Disponível em:

<http://repository.ufrpe.br/handle/123456789/4927>. Acesso em 01 mar. 2024.

Martins; Joaquim; Moreira, João Garcez; Barros, Joana Barros. SIG e telemetria em sistemas de abastecimento de água: gestão de topo e perspectivas técnicas. In: **10º Jornada de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente** [2016], FEUP, ISBN 978-989-99439-1-9.

Disponível em:

[https://paginas.fe.up.pt/~shrha/publicacoes/pdf/JHRHA\\_10as/16\\_JBarros\\_SIG\\_1.pdf](https://paginas.fe.up.pt/~shrha/publicacoes/pdf/JHRHA_10as/16_JBarros_SIG_1.pdf). Acesso em 25 mar. 2024.

Mattos, A. N. **Telemetria e conceitos relacionados: Uma visão geral dos sistemas de telemetria com ênfase em aplicações aeroespaciais.** 2004. São José dos Campos – São Paulo – Brasil.

Montgomery, D. C.; Runger, G. C. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros.** Rio de Janeiro: LTC, 2013.

Moko Lora. **LPWAN vs LoRaWAN: LoRaWAN é líder entre as tecnologias LPWAN? 2021.** Disponível em: <https://www.mokolora.com/pt/lorawan-vs-lpwan-technologies/>. Acesso em 07 mar. 2024.

Oliveira, Leandro Magalhães. **Telemetria hidráulica no Campus Darcy Ribeiro.** 2018. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/28429>. Acesso em 02 mar. 2024.

PACHECO, João Ricardo Batista de Martins et al. Perdas em sistemas de abastecimento público de água: uma nova abordagem com base na telemedição de consumos domésticos. 2010. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/59230/1/000143794.pdf>. Acesso em 03 mar. 2024.

Pimenta, João Francisco de Paula. **Caracterização do consumo residencial de água na área urbana de Viçosa-MG**. 2011. Disponível em:

<https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/3815>. Acesso em 01 mar. 2024.

Sales, Lucas de Oliveira Ferreira de. **Análise de desempenho do gráfico de Shewhart para o processo POMINAR (1)**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/34325>. Acesso em 01 mar. 2024.

Santos, Thiago Simionato dos. Sistema inteligente de medição de consumo de água. 2019. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/19662>. Acesso em 01 mar. 2024.

Schneider, Eduarda Maria et al. Pesquisas quali-quantitativas: contribuições para a pesquisa em ensino de ciências. **Revista Pesquisa Qualitativa**, São Paulo, v. 5, n. 9, p.569- 584, dez. 2017. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/59853970/157-448-1-PB20190624-62150-10vk89c.pdf>. Acesso em 01 mar. 2024.

SILVA, Allan E. et al. **Sith: Sistema de telemetria para medição de consumo de Água**. 2007. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Allan-Freitas-3/publication/274375259\\_SITH\\_SISTEMA\\_DE\\_TELEMETRIA\\_PARA\\_MEDICAO\\_DE\\_CONSUMO\\_DE\\_AGUA/links/551c89bd0cf20d5fbde54741/SITH-SISTEMA-DE-TELEMETRIA-PARA-MEDICAO-DE-CONSUMO-DE-AGUA.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Allan-Freitas-3/publication/274375259_SITH_SISTEMA_DE_TELEMETRIA_PARA_MEDICAO_DE_CONSUMO_DE_AGUA/links/551c89bd0cf20d5fbde54741/SITH-SISTEMA-DE-TELEMETRIA-PARA-MEDICAO-DE-CONSUMO-DE-AGUA.pdf). Acesso em 02 mar. 2024.

Taconeli, Cesar; Zeviani, Walmes. **Gráficos de Controle / CE219 - Controle Estatístico de Qualidade**. Disponível em: <http://leg.ufpr.br/~walmes/ensino/CEQ/slides/03-grafico-de-controle.pdf>. Acesso em 02 mar. 2024.

Tamaki, Humberto Oyamada. **A medição setorizada como instrumento de gestão da demanda de água em sistemas prediais-estudo de caso: Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo**. 2003. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-12042005-113615/en.php>. Acesso em 01 mar. 2024.

Teixeira, J. P. A. **Sistema de medição individualizada de água: repercussão para o consumidor e o meio ambiente**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

Timóteo Filho, João Ricardo de Lima. **Redes Lorawan, desenvolvimento e implantação em aplicações de internet das coisas [manuscrito]** / Joao Ricardo de Lima Timoteo Filho. -

2019. Disponível em:

[https://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/22056/1/PDF%20-](https://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/22056/1/PDF%20-%20Jo%C3%A3o%20Ricardo%20de%20Lima%20Tim%C3%B3teo%20Filho.pdf)

[%20Jo%C3%A3o%20Ricardo%20de%20Lima%20Tim%C3%B3teo%20Filho.pdf](https://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/22056/1/PDF%20-%20Jo%C3%A3o%20Ricardo%20de%20Lima%20Tim%C3%B3teo%20Filho.pdf). Acesso em 07 mar. 2024.

Topanotti Júnior, Gilberto. Sistema de monitoramento de consumo de água utilizando telemetria. 2020. Disponível em

<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/8856/1/Gilberto%20Topanotti%20J%20c3%20banior.pdf>.

Acesso em 15 mar. 2024.

UNRIC. Centro Regional de Informação das Nações Unidas (UNRIC). **Água**. Disponível em: <https://unric.org/pt/agua/>. Acesso em 10 fev. 2024.