



## II-633- Leitura remota de consumo através das redes de IOT

### Lana dos Santos Cordeiro <sup>(1)</sup>

Agente de Saneamento Ambiental na CIA de Saneamento Básico do Estado de São Paulo há 11 anos, Graduação em Análise e desenvolvimento de Sistemas pela Faculdade Anhanguera, MBI em Gestão de Projetos pela Faculdade FMU.

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Rua Rodrigues Pais, 592– Chácara Santo Antônio – São Paulo- SP-CEP:04717-020-Brasil–  
Tel: (11)98516-2312-e-mail: [lsordeiro@sabesp.com.br](mailto:lsordeiro@sabesp.com.br)

### RESUMO

**PALAVRAS-CHAVE:** Inovação Tecnológica, Inteligência Artificial, Redução de perdas, Gestão de Consumo, Inibição de Fraudes

### INTRODUÇÃO

O diferencial inovador do projeto para monitoramento de consumo de 100 mil mais significativos clientes da Sabesp foi seu modelo de contratação por performance. A Sabesp contratou resultados, ou seja, dados diários para uso em seus processos de gestão. Toda a complexidade tecnológica e de operação do sistema de coleta remota de dados ficou a cargo do contratado, não importando para a Sabesp quais tecnologias seriam usadas, mas sim ter disponível dados com qualidade.

O contrato por performance estabeleceu indicadores de eficiência e qualidade dos dados que impactam diretamente a remuneração do contratado. Os indicadores de eficiência e qualidade são combinados em um índice geral (IDG – valor entre 72% e 100%) que, quando multiplicado pela remuneração bruta mensal, resulta na remuneração líquida mensal percebida pelo contratado em relação aos serviços de comunicação de dados. Detalhes sobre os cálculos dos indicadores são apresentados a seguir.

Entretanto, devido a quantidade de pontos a serem monitorados, a viabilidade econômica do projeto dependia do uso de tecnologias com baixo custo de comunicação de dados e de dispositivos. As experiências da Sabesp com uso da tecnologia GPRS não recomendavam seu uso para um projeto com tantos pontos, sendo considerada inviável devido aos seus custos e baixa qualidade na entrega de dados.

Alguns fornecedores propuseram o uso de redes de dados LPWAN, tais como: Sigfox, LoRaWan e NB-IoT, principalmente pelo seu baixo custo e por serem dedicadas a comunicação máquina a máquina. A Sabesp resolveu fazer um piloto para testar ao menos uma destas redes, visando confirmar a viabilidade técnica para uso no projeto, que possuiria pontos de monitoramento remoto distribuídos pela cidade de São Paulo e municípios de seu entorno. À época, apenas a rede da Sigfox estava operacional e com cobertura na cidade de São Paulo e municípios vizinhos. O piloto foi realizado com a WND, operadora da rede Sigfox no Brasil.

### MATERIAIS E MÉTODOS

Diante da possibilidade de melhorias dos processos, a Sabesp realizou um projeto piloto em 500 ligações de água para instalação de hidrômetros equipados com dispositivos de comunicação, distribuídas pelas diversas unidades de negócio da diretoria de Operação e Manutenção. Foi objetivo do piloto avaliar o comportamento do indicador de eficiência estabelecido pela Sabesp para a futura contratação de 100 mil pontos.

Após avaliação e os resultados satisfatórios deste piloto, foram selecionados os 100 mil ligações, considerando os clientes com maior faturamento mensal de água e esgotos para o projeto, independentemente de sua

localização. Os 2,2% destes clientes, com contas de água e esgotos de valor superior a R\$550,00, respondem por 52,2% do faturamento mensal da diretoria e por 37,9% do volume consumido de água.

### 2.1 Contratação

- Fornecimento e manutenção de infraestrutura de TI e sistemas;
- Fornecimento de pacotes de dados para redes de comunicação;
- Operação do sistema;
- Análises de dados para beneficiar a SABESP;
- Fornecimento de acessórios para aquisição e comunicação de dados acoplados aos medidores da Sabesp, com custos embutidos nos preços dos serviços de comunicação de dados;
- Serviços de campo, incluindo reinstalações, reconfigurações, aferições de hidrômetros, adequações nos cavaletes, trocas corretivas de hidrômetros e instalação de hidrômetro e acessórios, com fornecimento de mão-de-obra, instrumentos e materiais necessários

### 2.2 Medidores

Por ser um projeto envolvendo os maiores faturamentos da maior diretoria da Sabesp, optou-se por medidores com princípio de medição ultrassônica. Para medição em ligações de água de clientes, sendo financeiramente viável, os hidrômetros mais precisos disponíveis no mercado

A Sabesp estabeleceu como critério no processo de licitação a adoção pelo contratado de quaisquer tecnologias de comunicação disponíveis no mercado e pela diversidade de empresas aptas a participar da licitação, não foram realizadas homologações prévias de equipamentos. Para minimizar os riscos quando a fornecedores sem as expertises

necessárias para fornecer e operar um sistema de medição remota do porte do contratado, para qualificação técnica das empresas participantes da licitação foram solicitadas apresentação de projetos implantados em outras empresas. nacionais e internacionais que comprovassem diversas experiências de fornecimento de soluções similares a em licitação.

## Medidores, Tecnologia e lacre



O lacre será branco descrito IoT com numeração sequencial contendo 6 números



Figura1 – Equipamentos utilizados em campo

### PRIMEIRA ETAPA: Piloto rede LPWAN

O piloto foi realizado instalando hidrômetros equipados com dispositivos de comunicação Sigfox em quinhentas ligações de água (conexão de imóveis de clientes à rede de distribuição de água) distribuídas pelas diversas unidades de negócio da diretoria Metropolitana da Sabesp, responsável pela maioria dos municípios da grande São Paulo, inclusive a capital do estado, por municípios vizinhos e pelos municípios da região de Bragança Paulista.

O principal objetivo do piloto foi avaliar a eficiência da rede de dados, ou seja, em quais regiões dos municípios operados pela diretoria Metropolitana da Sabesp os dispositivos de comunicação acoplados aos hidrômetros efetivamente conseguiriam estabelecer comunicação com a rede de dados da operadora WND, identificando possíveis áreas de sombra.

Foi objetivo do piloto também avaliar o comportamento do indicador de eficiência estabelecido pela Sabesp com vista a sua adoção na contratação dos 100 mil pontos. Objetivo

A Figura 1 apresenta a distribuição dos quinhentos pontos de comunicação de dados do piloto pelos municípios operados pela diretoria Metropolitana da Sabesp. O status de operação de cada ponto é indicado em código de cores conforme legenda. Durante o piloto, algumas áreas foram identificadas como não possuindo cobertura pela rede da Sigfox (legenda amarela).

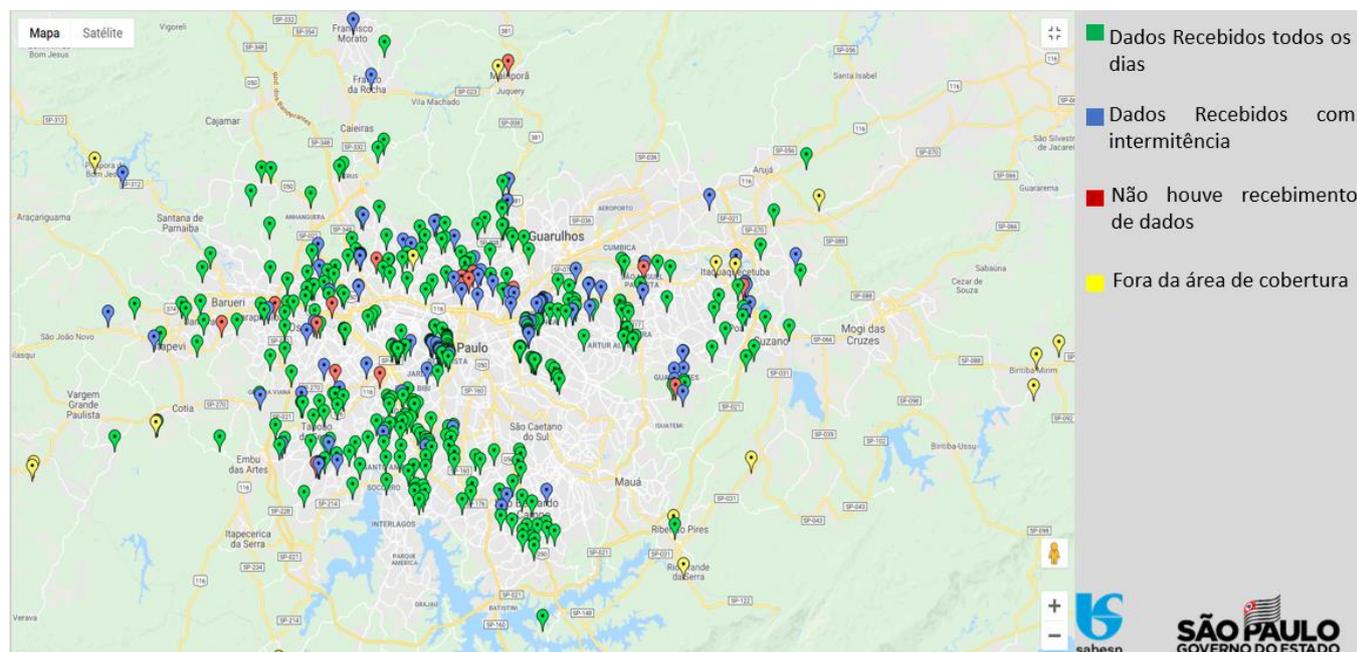


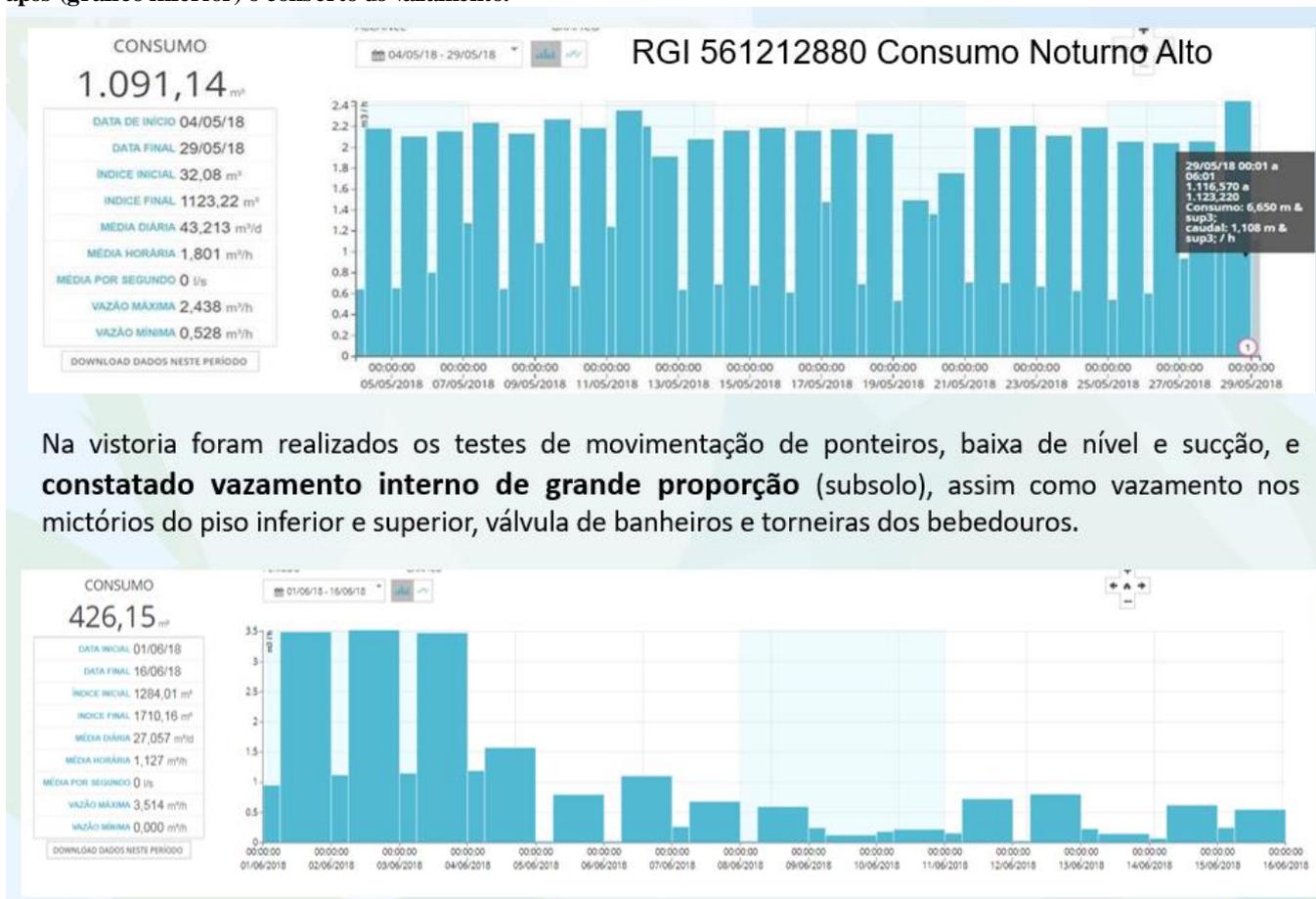
Figura 1 - Mapa de Eficiência do Piloto

### RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA

Em uma das ligações de água do piloto foi possível identificar, a partir de análise gráfica, vazamento interno de grande porte em uma escola. Com duas leituras diárias de consumo, identificou-se consumo noturno, incompatível com o perfil de uso de água deste tipo de estabelecimento.



**Figura 2 apresenta os consumos diurnos (barra larga) e noturnos (barra estreita) antes (gráfico superior) e após (gráfico inferior) o conserto do vazamento.**



Na vistoria foram realizados os testes de movimentação de ponteiros, baixa de nível e sucção, e **constatado vazamento interno de grande proporção** (subsolo), assim como vazamento nos mictórios do piso inferior e superior, válvula de banheiros e torneiras dos bebedouros.

**Figura 2 - Vazamento em Escola**

O Indicador de Eficiência Médio (IEM) do piloto foi de 84,23%, sendo calculado por meio da média aritmética ponderada dos IEF de cada ligação com medição remota instalada, onde o peso de cada ligação corresponde à quantidade de dígitos do seu consumo médio mensal (volume medido médio dos últimos seis faturamentos com leitura real) considerando apenas a metragem cúbica. Metodologia

Em uma das ligações de água do piloto foi possível identificar, a partir de análise gráficas, vazamento interno de grande porte em uma escola. Com duas leituras diárias de consumo, identificou-se consumo noturno, incompatível com o perfil de uso de água deste tipo de estabelecimento. A Figura 2 apresenta os consumos diurnos (barra larga) e noturnos (barra estreita) antes (gráfico superior) e após (gráfico inferior) o conserto do vazamento.

### Equação 1 – Índice de Eficiência de Ligação

$$IEF = \frac{(IEF1 + 2 \times IEF2)}{3}$$

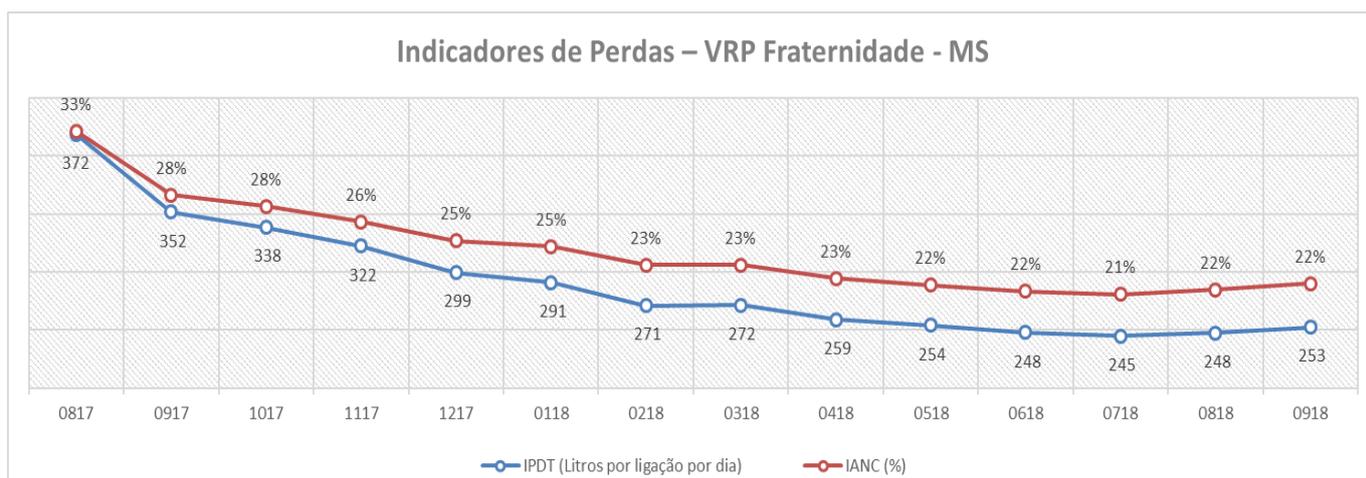
Onde

IEF1 = [Quantidade de leituras recebidas no mês] / [Quantidade de leituras contratadas no mês]

IEF2 = [Quantidade de dias no mês com pelo menos uma leitura] / [Quantidade total de dias no mês]

-Redução de perdas aparentes: O piloto com medidores ultrassônicos demonstrou alto percentual de redução de perdas aparentes decorrente de sua maior precisão na medição de baixas vazões, reduzindo a submedição, ou seja, volume não medido por medidores mecânicos menos precisos. Foi possível medir a redução de perdas obtida na área do piloto com medidores ultrassônicos por meio de dois indicadores usados pela companhia.

Houve redução de 372 para 253 litros/ligação.dia (IPDT), ou percentualmente de 33% para 22% (IANC). A redução nas perdas se originou exclusivamente pela maior precisão do medidor, pois, durante o piloto, ações para correção de perdas físicas não foram realizadas



**Figura 4 - Redução Perdas Piloto Ultrassônico**

### SEGUNDA ETAPA: Seleção das 100 mil ligações de água

Foram selecionados os clientes na diretoria Metropolitana com maiores faturamentos mensais de água e esgotos para o projeto dos 100 mil pontos, independentemente de sua localização. Os 2,2% destes clientes, com contas de água e esgotos de valor superior a R\$550,00, respondem por 52,2% do faturamento mensal da diretoria e por 37,9% do volume consumido de água, conforme apresentado na Figura . O projeto objetivou, contando com o monitoramento remoto diário, proteger contra irregularidades na medição de água metade do faturamento da diretoria.

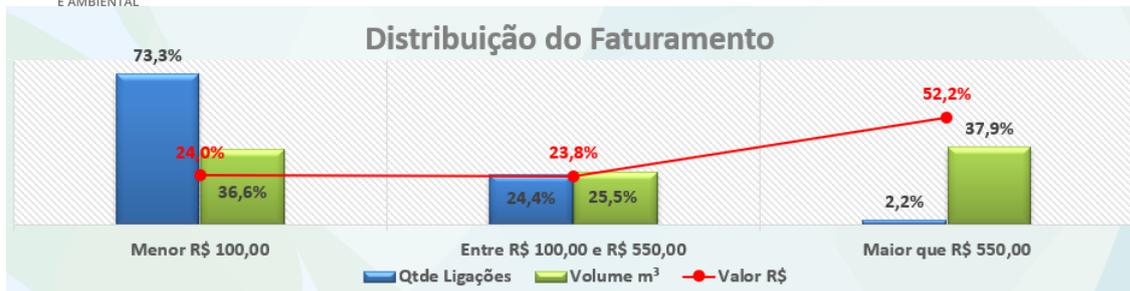


Figura 5 – Distribuição do Faturamento da Diretoria Metropolitana da Sabesp

Por meio da 6 é possível identificar que os maiores faturamentos na região Metropolitana, escopo do projeto, concentram-se na região central da cidade de São Paulo.

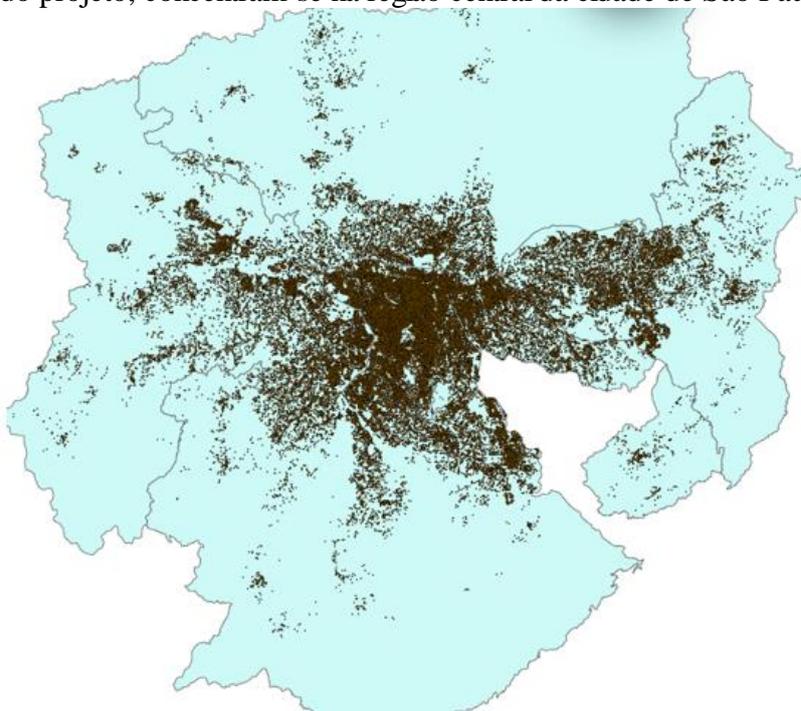
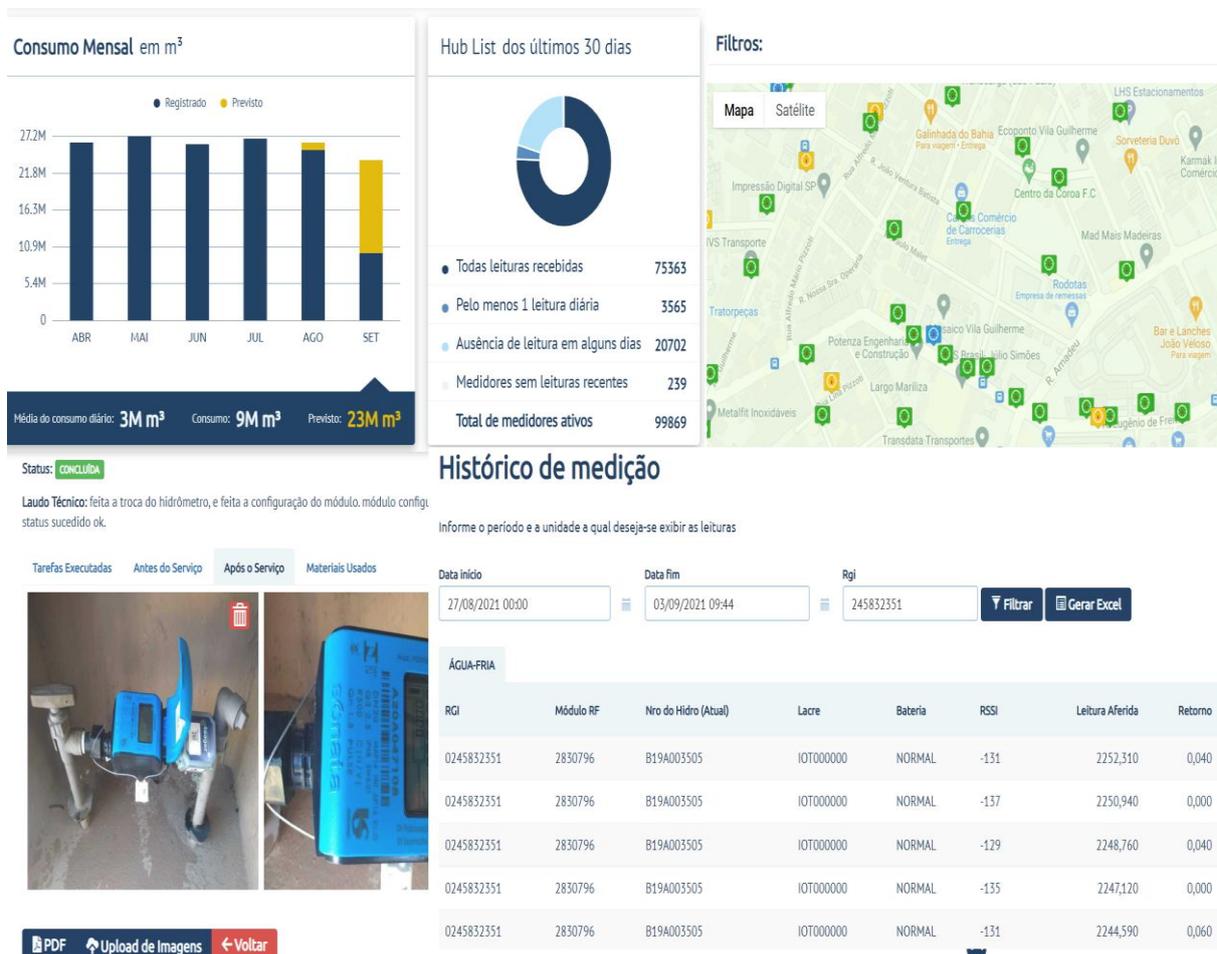


Figura 6 – Distribuição Geográfica dos 100 mil pontos

## RESULTADOS DA SEGUNDA ETAPA

O dispositivo que é usado no projeto e conectado ao medidor de água possui nível de proteção IP68 e tecnologia embarcada para contagem dos pulsos gerados pelo medidor e comunicação pelas redes usadas no projeto.

Os dados provenientes destes dispositivos são disponibilizados pelas operadoras das redes em seus servidores e são obtidos pelo contratado por meio dos protocolos HTTPS ou MQTT. Contratualmente, todos os dados devem ser mantidos na infraestrutura computacional fornecida pelo contratado (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), devendo garantir segurança dos dados por acesso seguro via SSL (Secure Sockets Layer), certificação válida ISO 27001, testes de penetração e recuperação automática de desastres.



**Figura 7 - Aplicação WEB para Consulta e Monitoramento**

Além da consulta aos dados por meio da aplicação fornecida na infraestrutura computacional do contratado, a Sabesp coleta os dados em API-REST fornecida e os armazena em banco de dados no seu Data Center. Os dados são posteriormente encaminhados para uso em seus processos e aplicações. Em aplicativo mobile para Android e IOS, clientes podem acompanhar seus consumos diariamente sendo alertados em caso de suspeita de vazamentos. Modelos estatísticos e de Inteligência Artificial farão uso dos dados diários, assim como o sistema comercial responsável pelo faturamento e emissão das contas de água e esgotos.

Os cálculos dos indicadores usados na medição e remuneração da comunicação de dados, feitos com base em todos os dados recebidos via API-REST, foram automatizados e são atualizados diariamente, auxiliando na gestão do contrato.



**CONCLUSÕES**



O contratado tem total flexibilidade para encolher a tecnologia de rede de dados para uso no projeto, podendo inclusive usar mais de uma tecnologia ou operadoras de rede. Assim, a falta de cobertura de rede por uma operadora pode ser sanada com uso de outras operadoras e tecnologias, desde que sejam redes pública, ou seja, disponíveis para uso por quaisquer pessoas físicas e jurídicas mediante remuneração. O uso de redes públicas é justificado pela manutenção da coleta e transmissão de dados de campo após o encerramento do contrato, quando os acessórios de coleta e comunicação de dados passam a ser propriedade da Sabesp. A possibilidade de uso de diversas operadoras e tecnologias de comunicação de dados é um dos principais diferenciais da contratação por performance usada no projeto, onde para a Sabesp importa o resultado, ou seja, dados com qualidade disponíveis para uso em seus processos, ficando a cargo do contratado prover comunicação eficiente com qualquer tecnologia disponível no mercado.

Os SLA referentes as redes de dados são transparentes para a Sabesp, o contratado que deve firmá-los junto às operadoras para cumprimento dos requisitos de eficiência e qualidade estabelecidos no contrato de performance.



**Figura 8 – Resultados de Volume Recuperado e Percentual de Recuperação por média por ligação no último ano (2023).**



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fonte: PII Departamento de informações Empresariais

[https://pbidepartamental.sabesp.com.br/reports/powerbi/Diretoria%20M/MP/MPO/BI\\_MENU\\_LINKS](https://pbidepartamental.sabesp.com.br/reports/powerbi/Diretoria%20M/MP/MPO/BI_MENU_LINKS)