

## **Avaliação da implantação de tecnologia LoRa para telemetria de pontos críticos em sistemas de distribuição de água.**

### **Linecker Kurebayashi Pimentel**

Tecnólogo em Hidráulica e Saneamento Ambiental pela Fatec São Paulo, pós graduando em Gestão de projetos pela HSM University, supervisor responsável pelo processo de abastecimento na Sabesp, também atuando com a manutenção eletromecânica de bombas e válvulas redutora de pressão, automação e telemetrização de equipamentos voltados para o saneamento.

**Endereço:** R. Conselheiro Saraiva, 516 - Santana, São Paulo - SP, 02037-021 - Brasil - Tel: +55 (11) 98684-2290 - e-mail: lkurebayashi@sabesp.com.br

### **RESUMO**

O uso de telemetria para monitorar a pressão em pontos críticos da rede de abastecimento de água tem se mostrado uma abordagem eficaz para melhorar a eficiência e a qualidade do serviço. A tecnologia LoRa (Long Range) tem se destacado como uma solução viável para essa aplicação. O protocolo LoRaWAN oferece segurança ponta a ponta e capacidade de lidar com milhões de mensagens, além de possuir um espectro livre de licença.

Neste contexto, foi realizado um teste de equipamento de telemetria de pressões em quatro pontos da cidade de Guarulhos, visando avaliar o desempenho e a viabilidade da tecnologia LoRa. Foram estabelecidos parâmetros de avaliação, como a precisão e integração dos dados, a confiabilidade da transmissão, o tempo de resposta e a cobertura da rede.

Os resultados do teste foram positivos, evidenciando a precisão e confiabilidade dos dados obtidos, assim como a capacidade de transmissão confiável do equipamento. Além disso, a tecnologia LoRa demonstrou uma ampla cobertura, possibilitando a transmissão de dados em locais remotos e com obstáculos físicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Telemetria, LoRa, Ponto-Crítico, Monitoramento, Abastecimento.

### **Introdução**

O monitoramento e a operação de redes de abastecimento de água são atividades essenciais para garantir a qualidade e a eficiência do serviço prestado aos consumidores. Uma abordagem inovadora que tem se mostrado altamente eficaz é a utilização de telemetria para monitorar a pressão em pontos críticos da rede. O monitoramento de pressão em pontos críticos através de sistemas de telemetria envolve a instalação de sensores de pressão em locais estratégicos da rede, como áreas de alta demanda, pontos de distribuição ou em áreas propensas a vazamentos. Esses sensores são capazes de medir a pressão em tempo real e enviar os dados coletados de forma automática para um sistema de monitoramento para que possam ser realizadas análises fornecendo informações valiosas sobre o comportamento da rede, permitindo a detecção precoce de problemas, como vazamentos, redução da pressão ou falhas no sistema. Existem várias tecnologias de comunicação sem fio que podem ser aplicadas, as mais comuns seriam as redes de celulares como GPRS ou 3G, umas das alternativas que tem aparecido como uma possível solução é a aplicação de redes LoRa.

LoRa é uma sigla para Long Range, uma tecnologia de comunicação sem fio de longo alcance e baixa potência, ideal para a IoT (Internet das Coisas), essa tecnologia foi desenvolvida para ser utilizada em comunicações de baixa taxa de transferência de dados, baixo consumo de energia e longas distâncias. LoRaWAN (LoRa Wide Area Network) é o protocolo de rede utilizada pelo meio físico LoRa, este protocolo traz algumas vantagens estratégicas como a capacidade para lidar com milhões de mensagens, de milhares de gateways; segurança ponta a ponta, atualização remota de firmware de dispositivos conectados à rede, espectro livre de licença, sem necessidade de pagar pelo uso da rede.

O protocolo LoRaWAN oferece segurança ponta a ponta usando criptografia AES-128. Isso significa que os dados transmitidos entre os dispositivos conectados e a rede são criptografados para garantir que apenas as partes autorizadas possam acessá-los. Além disso, o protocolo LoRaWAN também inclui recursos de autenticação para

garantir que apenas dispositivos autorizados possam se conectar à rede, assim garantindo uma rede segura para transferências de dados.

Considerando todas essas vantagens apresentadas foram instalados equipamentos para monitoramento de pressão em 4 pontos dentro do município de Guarulhos, assim avaliando a eficiência da tecnologia de comunicação e também a integração com os sistemas de monitoramento existentes na Sabesp.

## Objetivo

O objetivo principal do teste consistiu em avaliar o desempenho e viabilidade do equipamento de telemetria, baseado em LoRa, como uma solução de monitoramento um sistema de abastecimento de água. Foram estabelecidos quatro parâmetros para nortear a avaliação dos resultados.

O primeiro parâmetro é a precisão e integração dos dados, onde o equipamento é capaz de fornecer medições precisas e confiáveis, e os dados obtidos são integráveis com os sistemas de monitoramento já consolidados da Sabesp

O segundo parâmetro é confiabilidade de transmissão, que é a capacidade do equipamento em transmitir os dados coletados de forma confiável e consistente.

O terceiro parâmetro é o tempo de resposta, composto pelo tempo necessário para a coleta transmissão e envio, bem como conectividade e cobertura.

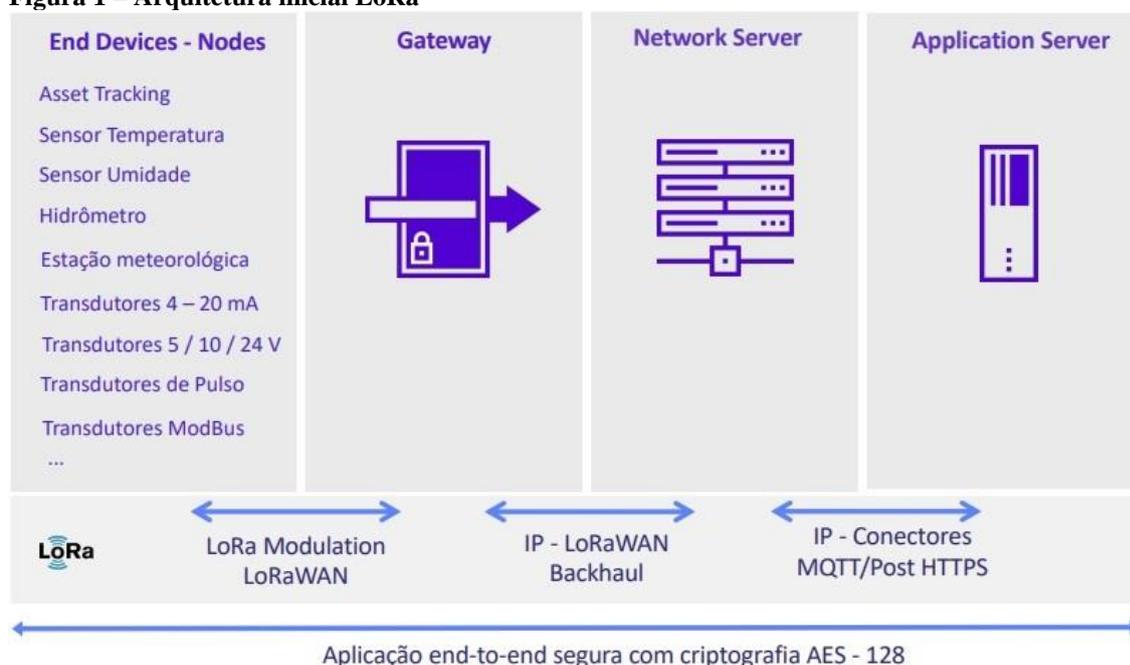
O quarto e último parâmetro se a tecnologia LoRa oferece uma conectividade confiável e uma ampla cobertura, se os dispositivos de telemetria conseguem transmitir os dados em locais remotos e em áreas com obstáculos físicos.

## Metodologia

Para os testes com os equipamentos foram escolhidos 4 pontos de monitoramento em Guarulhos, pois os mesmos dispunham de uma ligação à rede de energia elétrica do município, já que os equipamentos testados não possuem alimentação via bateria interna, esses pontos são denominados PCMR (Ponto Crítico com Medição Remota), esses já possuíam integração com os sistemas de monitoramento, porém utilizando de outras tecnologias, com isso tornando pontos ideias para comparação da eficiência da tecnologia testada.

Para que fosse possível testar o hardware dos equipamentos de telemetria via LoRa, primeiramente era necessária a definição da arquitetura de rede definindo os meios físicos e os protocolos de cada comunicação desde o transmissor até a aplicação de monitoramento corporativo da Sabesp, para garantirmos que todos os requisitos de segurança de dados fossem atendidos em, assim chegando na proposta inicial apresentada na figura 1.

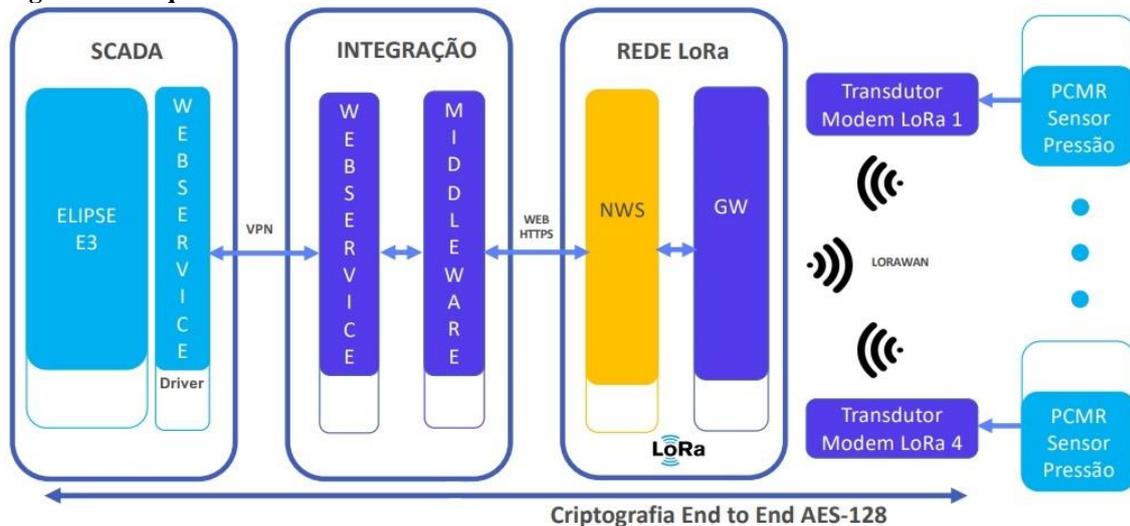
**Figura 1 – Arquitetura inicial LoRa**



Fonte: Elaboração própria

Com a arquitetura definida foram iniciados os testes de integração entre a aplicação dos equipamento LoRa e o sistema SCADA que a Sabesp utiliza como padrão corporativo para telemetria de equipamentos, e com esses testes foi detectada a necessidade de implementação de um aplicação intermediária entre o gateway e o servidor SCADA, com isso a aplicação middleware foi desenvolvida, mantendo a política de segurança de dados, e a arquitetura foi alterada como mostra a figura 2.

**Figura 2 – Arquitetura Final LoRa**

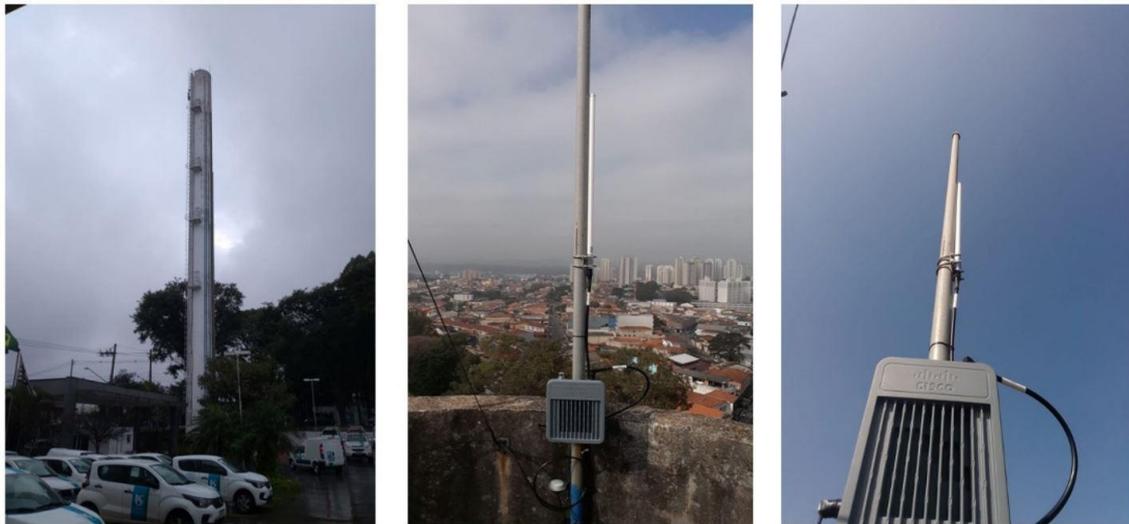


Fonte: Elaboração própria

Com a integração com o sistema SCADA definida e funcionando passamos a decidir o local de instalação do gateway e network service, o local de instalação precisaria atender à alguns requisitos, o primeiro requisito é que o local deverá possuir um ponto de rede da Intranet de automação da Sabesp para que fosse possível a ligação via Web HTTPS entre o network service e a aplicação middleware, o segundo requisito é que o local precisaria do menor número de interferências possíveis entre o gateway e as PCMR's, o gateway funciona como uma antena, e por mais que o LoRa possui algum poder de penetração a obstáculos físicos, para uma comunicação ideal é preciso o menor número de interferências possível, o local que atende à esses requisitos foram os reservatórios de água, por conta do abastecimento eles se encontram em posições com cotas mais altas o que auxilia na redução das interferências, e devido à telemetria que os reservatórios possuem atende ao segundo requisito.

Para o teste então definimos o reservatório de Gopoúva em Guarulhos, dentro da área desse reservatório há um prédio administrativo o qual é abastecido por uma caixa de água em torre, que foi o local escolhido para instalação do gateway, abaixo temos fotos do local e da instalação.

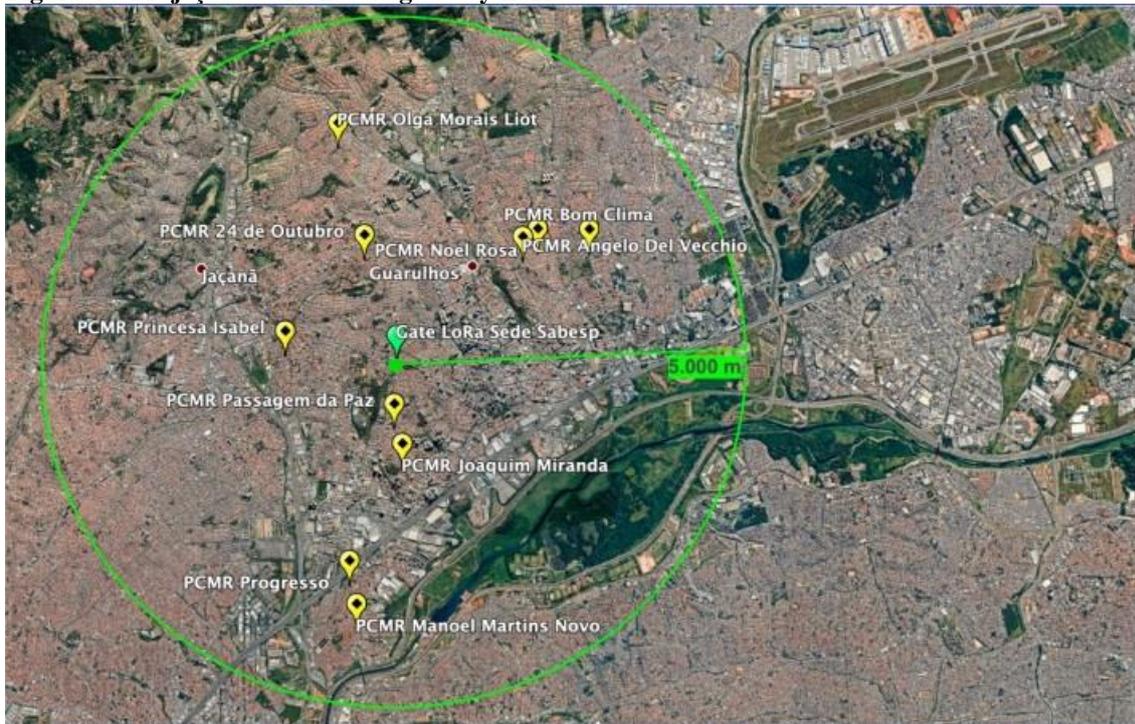
**Figura 3 – Fotos da instalação do Gateway LoRa**



Fonte: Elaboração própria

Após instalação do gateway foi definido uma distância máxima de alcance do sinal LoRa de 5km, foram levantadas todos os PCMR que estariam dentro desse alcance para definirmos quais seriam os pontos aonde seriam instalados os equipamentos, a figura 4 abaixo mostra o ponto de instalação do gateway o alcance de 5km e os PCMR que poderiam ser instalados.

**Figura 4 – Projeção de alcance do gateway LoRa**



Fonte: Elaboração própria

Com as estações levantadas, foram escolhidos 4 PCMR's, dois bem próximo à antena, PCMR Passagem da Paz e Joaquim Miranda, 971 metros e 1.548 metros de distância do gateway respectivamente, um PCMR mais distante porém sem maiores interferências, PCMR Progresso à 3.208 metros de distância, e um quarto PCMR com uma longa distância e ainda com interferências, PCMR Olga Morais Liot, a figura 5 mostra a projeção dos pontos escolhidos com as distâncias.

**Figura 5 – Projeção dos PCMR's escolhidos com as distâncias**



Fonte: Elaboração própria

O PCMR Olga Morais Liot além de ser o ponto com maior distância possui barreiras físicas no trecho conforme podemos ver no perfil longitudinal do trecho na figura 6 abaixo.

**Figura 6 – Perfil longitudinal do trecho entre o gateway e o PCMR Olga Morais Liot**



Fonte: Elaboração própria

Assim com os pontos definidos os equipamentos foram instalados em cada um dos quatro PCMR conforme as fotos da figura 7.

**Figura 7 – Fotos da instalação do device LoRa**

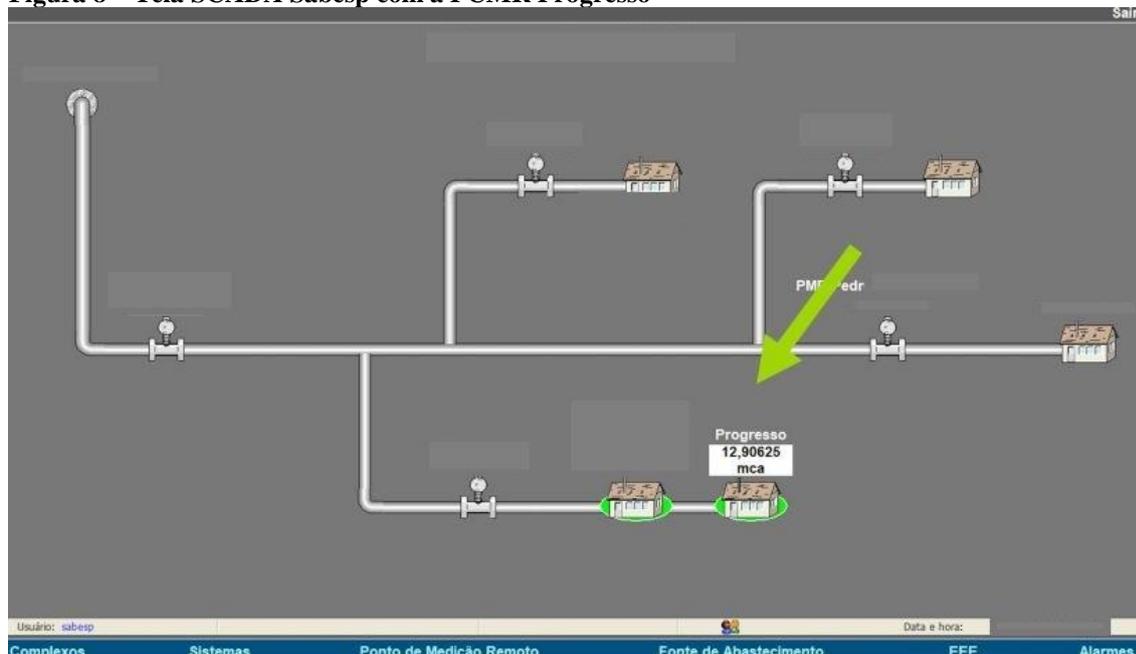


Fonte: Elaboração própria

### Análise e Discussão dos Resultados

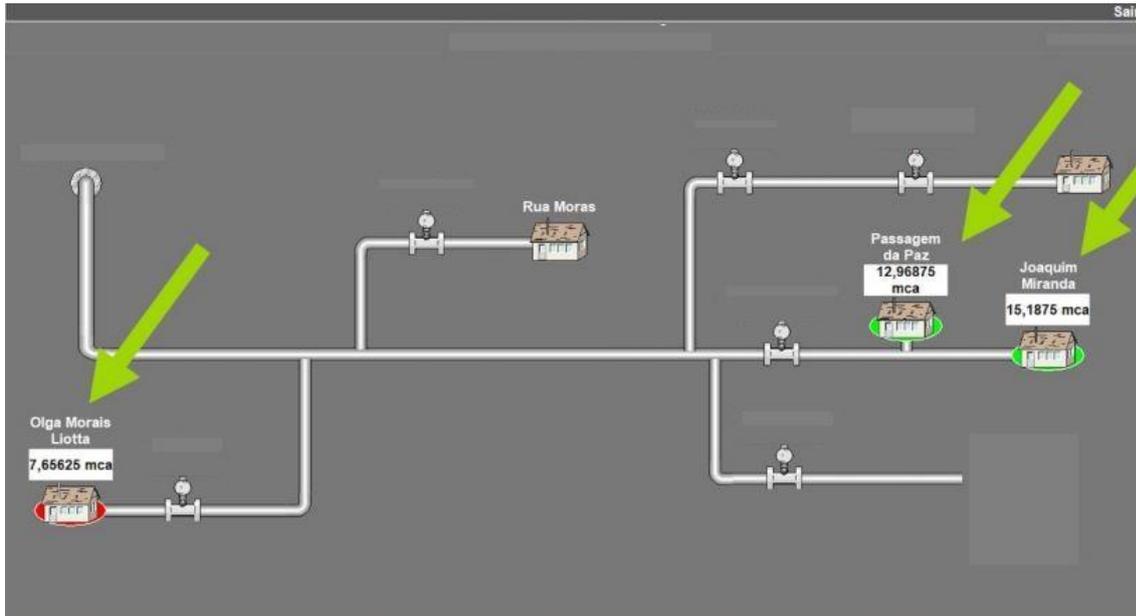
O teste se estendeu durante 2 semanas e após a conclusão conseguimos verificar que os equipamentos de telemetria baseado em LoRa demonstram ser altamente confiáveis na transmissão dos dados coletados. Ao longo do teste, observamos uma baixa taxa de perda de dados, mesmo na situação mais crítica de comunicação com obstáculos, os dados de pressão foram coletados e transmitidos em tempo real e a visualização foi possível através do o sistema SCADA da Sabesp como mostra as figuras 8 e 9 abaixo.

**Figura 8 – Tela SCADA Sabesp com a PCMR Progresso**



Fonte: Elaboração própria

**Figura 9 – Tela SCADA Sabesp com as PCMR's Passagem da Paz, Joaquim Miranda e Olga Morais Liot**



Fonte: Elaboração própria

Avaliando os custos iniciais, mensais e de manutenção envolvidos em cada uma das tecnologias de telemetria, considerando também a escalabilidade dos sistemas, a tecnologia LoRa requer um investimento inicial para a aquisição e instalação dos dispositivos de comunicação LoRaWAN. Devido à sua natureza recente em consolidação e à limitada concorrência no mercado, os custos iniciais podem ser mais elevados quando comparados com tecnologias convencionais. Por outro lado, tecnologias como GPRS e 3G possuem custos de implementação baixos, tornando-as mais acessíveis para implantação inicial.

Após a implementação, a tecnologia LoRa se destaca por apresentar baixos custos de manutenção e operação. Devido ao alcance de longo alcance e ao baixo consumo de energia dos dispositivos LoRa, a necessidade de manutenção frequente é significativamente reduzida. Em contraste, as tecnologias convencionais, como GPRS e 3G, requerem um custo mensal cobrado pelas operadoras para utilização da rede, tornando os custos de operação mais onerosos ao longo do tempo.

Outro aspecto importante a ser considerado é a escalabilidade dos sistemas de telemetria. Embora o teste inicial tenha sido realizado com 1 Gateway LoRaWAN e 4 pontos de comunicação, o gateway tem a capacidade de comunicar-se com mais de 1000 pontos simultâneos, isso devido a otimização do protocolo LoRaWAN. Dessa forma, com o custo de implementação de um único Gateway LoRaWAN, é possível monitorar um grande número de pontos, tornando-a uma solução altamente escalável e financeiramente vantajosa à medida que o número de dispositivos monitorados cresce.

## Conclusões

A rede LoRa se apresentou como uma excelente alternativa de tecnologia de comunicação para equipamentos de telemetria, com base nos resultados e benefícios alcançados, fica claro que o uso de um equipamento de telemetria LoRa é altamente vantajoso como alternativa de comunicação. A precisão dos dados, a confiabilidade da transmissão, o tempo de resposta rápido, a cobertura abrangente e a posição geográfica favorável dos reservatórios de água para instalação de gateways tornam essa solução uma ferramenta eficaz para melhorar a eficiência operacional, reduzir perdas e otimizar o uso dos recursos hídricos. Porém ela possui algumas limitações, por mais que o equipamento tenha um baixo consumo elétrico ainda necessita de uma ligação à rede de energia, o que limita muito a sua aplicação em comparação à outras tecnologias à bateria. Comparando também o LoRa às tecnologias 3G e GPRS, que são mais comuns de mercado, a cobertura de sinal da rede LoRa é realizada através das instalações dos gateways que demandam uma manutenção que foge do know-how da Sabesp, assim gerando uma dependência de contratos com empresas terceiras. Logo a implementação dessa tecnologia se mostra muito vantajosa, porém com algumas limitações de aplicação, assim para aprimorar a gestão e garantir uma distribuição sustentável e confiável de água para

a sociedade ainda é necessária uma variedade de tecnologias com características diferentes para atender as diversas necessidades da operação de abastecimento de água..