



# Planejamento e Implantação Real da Telemedição Remota em Escala com Infraestrutura Própria da Concessionária de Energia Elétrica

**Tema:** Sistemas de Medição

**Autores:** Hudson Mereles Cerri

**Co-Autores:** -

**Empresa:** Zaruc

---

## Resumo

Este artigo apresenta as soluções da Zaruc Tecnologia aplicadas à telemedição na distribuição de energia elétrica de uma concessionária de energia em uma cidade do interior, onde houve a implantação da leitura e monitoramento em massa de medidores de energia elétrica de mais de 2 mil clientes. A companhia conta com uma variedade de dispositivos instalados operando com multitecnologias, dentre elas o LoraWAN, WiSUN Mesh e NB-IOT. Todos os dados coletados automaticamente pelos dispositivos em campo são enviados para a Zaruc Cloud, a qual dispõe de integração com o sistema de faturamento da concessionária, além de dispor de alarmes, relatórios e dashboards de acompanhamento e visualização. Essas soluções visam proporcionar uma gestão eficiente, melhoria na qualidade do fornecimento de energia e uma experiência mais satisfatória para a concessionária e para os consumidores. O trabalho a seguir pretende realizar uma apresentação geral sobre a aplicação das tecnologias nos respectivos cenários existentes, bem como fornecer informações acerca das redes IOT (Internet of Things) utilizadas, os sistemas e dispositivos.

## 1. Introdução

O mercado está cada dia mais avançado, no que diz respeito à utilização de tecnologias para a automação de processos. Dessa forma, é evidente a demanda pela modernização também no setor energético [1] Sendo assim, espera-se atender distribuidoras de energia, oferecendo soluções para que a agilidade e automação da coleta de leitura seja realizada de forma assertiva. Junto a essa automação, vê-se a abertura de oportunidades para impulsionar a qualidade do fornecimento de energia elétrica por meio da leitura e monitoramento em massa dos registradores por unidade consumidora, proporcionando benefícios significativos para a concessionária e seus clientes.

A Internet das Coisas (IoT) tem desempenhado um papel fundamental na transformação digital de diversos setores, e a indústria de distribuição de energia elétrica não é exceção, como pode ser observado na representação da Figura 1. A aplicação da IoT nesse contexto permite a coleta remota e em tempo real de dados dos medidores de energia elétrica, possibilitando uma gestão mais eficiente e inteligente da rede elétrica. Com dispositivos de comunicação avançados, como o protocolo LoRaWAN, é possível realizar telemedição em larga escala, o que resulta em benefícios expressivos, como a redução de custos operacionais, otimização do fornecimento de energia e melhoria da qualidade do serviço prestado aos consumidores. Essa abordagem inovadora impulsiona o setor elétrico rumo a um futuro mais conectado

e sustentável, com soluções tecnológicas que tornam a distribuição de energia mais eficiente, confiável e preparada para enfrentar os desafios do mundo moderno. [2]

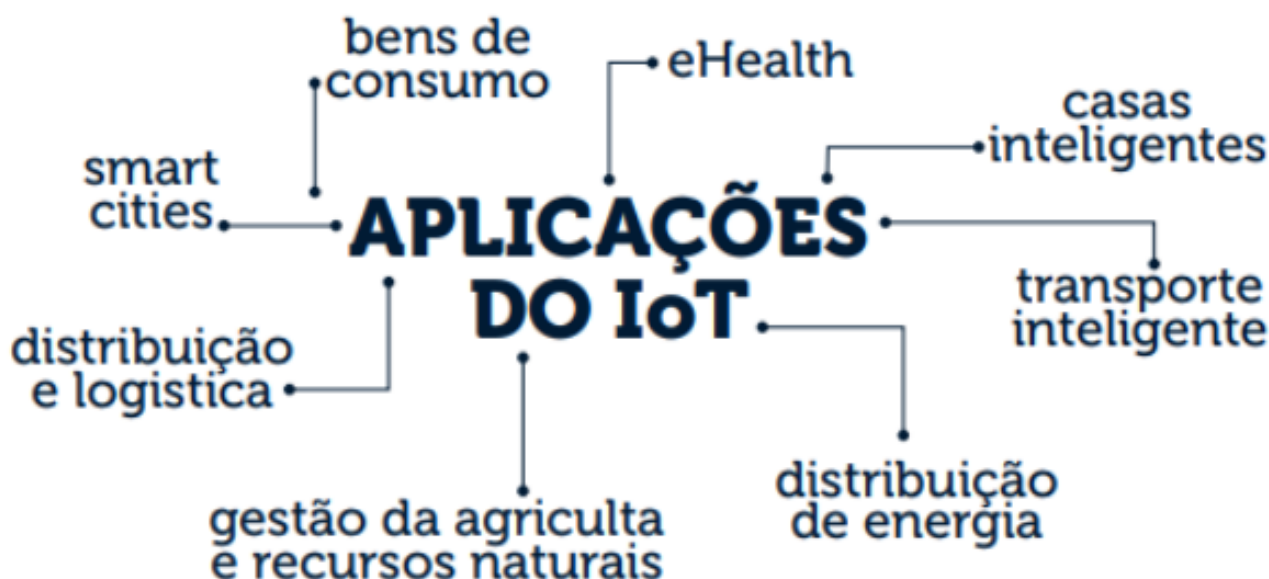


Figura 1 - Representação das aplicações de tecnologias IOT [3]

O presente artigo explora a aplicação de tecnologias de telemedição à realidade da concessionária, abrangendo diferentes protocolos de radiofrequência adequados para cada cenário específico. A natureza dos obstáculos e a topologia de cada localidade são fatores determinantes ao implementar a coleta remota de leitura dos medidores de energia elétrica.

No trabalho exposto, considera-se que a viabilidade econômica é essencial para avaliar a implantação dessas tecnologias, visando a redução dos custos operacionais de leitura e potencialização do acompanhamento ativo do fornecimento de potência. A fim de realizar uma leitura automática massificada, a concessionária selecionou um bairro com cerca de 2 mil clientes, como a primeira etapa desse projeto, o qual conta com dispositivos e sistemas fornecidos pela Zaruc.

As premissas foram estudadas para determinar a tecnologia a ser utilizada na região, considerando o custo-benefício das opções disponíveis. A tecnologia LoRaWAN foi escolhida devido às suas vantagens, incluindo custo, longo alcance e alta resistência a obstáculos. [4]

O projeto começou com um ensaio prévio da tecnologia, instalando um gateway LoRaWAN no "Morro do Macuco" e testando sua comunicação com 10 pontos espalhados pela cidade. Os resultados positivos comprovaram o potencial da tecnologia para o longo alcance e alta capacidade de efetuar comunicações em áreas com obstáculos, como o bairro.

Com o mapeamento completo, os gateways foram estrategicamente instalados para abranger toda a área do bairro. Previu-se a instalação de cerca de 2400 unidades da remota com tecnologia LoRaWAN, possibilitando a telemedição de mais de 1000 consumidores, somente na região do bairro.

Além disso, o projeto previu a instalação de NICs NB-IOT em medidores Easytrafos, para obter informações sobre o fluxo de demanda nas áreas atendidas pela telemedição, visando a gestão de perdas não técnicas, bem como o emprego da tecnologia WiSUN Mesh para edifícios de vários andares, com piloto instalado em um Shopping para coleta de leituras, permitindo a gestão remota dos medidores de cada planta, além da projeção de instalação em subestações, para o acompanhamento remoto.

A implementação dessas soluções de radiofrequência para telemedição não apenas automatiza a cadeia de leitura até o faturamento por IoT, mas também proporciona acompanhamento aprimorado da qualidade do fornecimento e agilidade no atendimento e prevenção de incidentes. A massa de dados armazenados possibilita o monitoramento individual dos equipamentos e medidores, além de apontar demandas para manutenções preditivas, preventivas e corretivas.

A plataforma Zaruc Cloud, integrada ao projeto, torna-se uma poderosa ferramenta operacional e gerencial, participando ativamente no acompanhamento de custos operacionais, consumo e faturamento, contribuindo para a eficiente gestão de recursos e equipes.

## **2. Desenvolvimento**

A Zaruc dispõe de uma série de tecnologias para telemedição, os quais operam com diferentes protocolos de radiofrequência, de acordo com a aplicação em cada cenário, visto que a natureza dos obstáculos, assim como a topologia de certa localidade são fatores determinantes quando se pretende implantar uma coleta remota de leitura de medidores de energia elétrica.

Nesse íterim, além da análise do ambiente no qual a implementação será realizada, a viabilidade econômica também deve ser avaliada, visto que dentre os benefícios almejados com a implantação do sistema está a redução dos custos operacionais de leitura.

Ao realizar a avaliação dos pontos alvo do projeto, definiu-se o interesse em se realizar a leitura automática massificada de uma região. Em seguida, estudou-se as premissas para a determinação da tecnologia a ser utilizada nessa localidade. Avaliou-se o custo-benefício das tecnologias disponíveis. Foi identificada a cobertura de dados móveis na região, inclusive NB-IOT, porém, após a análise de custos e benefícios, a tecnologia determinada para iniciar a telemedição massiva de consumo e acompanhamento do fornecimento para esse local foi o LoRaWAN.

Dentre as vantagens identificadas na utilização das remotas LoRaWAN, destacam-se o custo reduzido, o longo alcance e a grande resistência a multipercurso, desvanecimento e efeito Doppler. Como o bairro em questão trata-se de uma área íngreme e com boa densidade de construções, essa alta capacidade de efetivar comunicações apesar dos obstáculos seria mandatória, ainda se tratando de uma topologia em estrela. Outra característica mandatória na decisão pelo protocolo foi o fato de a rede e infraestrutura pertencer totalmente à própria distribuidora, sendo dessa maneira possível utilizá-la para trafegar outros tipos de dados futuramente, ampliando o número de nós, sem custo recorrente pela utilização da banda para tráfego de dados.

Ao início do projeto, realizou-se em primeira instância um ensaio para a pré-avaliação da tecnologia escolhida. Para isso, foi realizada a instalação de um gateway LoRaWAN da Zaruc no topo de um monte conhecido como “Morro do Macuco”, há cerca de 20km da cidade, no qual a concessionária possui uma torre à disposição para instalação de dispositivos de telecomunicações. Após realizar a instalação do equipamento na torre, foram determinados 10 pontos espalhados pela cidade para realização da validação proposta.

Para a realização das instalações, foi utilizada uma ferramenta portátil desenvolvida pela Zaruc que realiza o teste de comunicação com o gateway de onde ela for posicionada, retornando se a comunicação foi efetivada, com qual potência o pacote foi recebido pelo equipamento e a relação de pacotes enviados e recebidos. A ferramenta também informa através do seu sistema embarcado de georreferenciamento, as coordenadas de onde ela foi posicionada durante os envios ao gateway, permitindo o posterior mapeamento dos locais ensaiados.

Finalizadas as instalações, foi realizado o acompanhamento ao longo de alguns meses dos 10 dispositivos instalados na região. Durante esse tempo, além de avaliar a efetividade e capacidade de alcance da comunicação, pontuou-se também a robustez do gateway e das remotas no que diz respeito às intempéries às quais foram submetidos. É importante ressaltar que os gateways possuem proteção IP68 e circuito de proteção contra surtos.

Verificou-se que a conexão de dados mostrou-se eficaz e eficiente, realizando dentre os pontos instalados a conectividade com um node posicionado a pouco menos de 12km em linha reta com visada, confirmando o potencial da tecnologia com relação ao longo alcance. Os equipamentos foram retirados de campo com total integridade, validando o uso da solução no cenário proposto. A Figura 2 a seguir mostra na parte superior da imagem o local de instalação do gateway, exibindo a torre à qual foi fixado e a visada do mesmo para a cidade. Na parte inferior da imagem, exibe-se a distância marcada no mapa até um ponto de prova, com um dispositivo conectado ao medidor de energia, posicionado há quase 12 km de distância em linha reta.







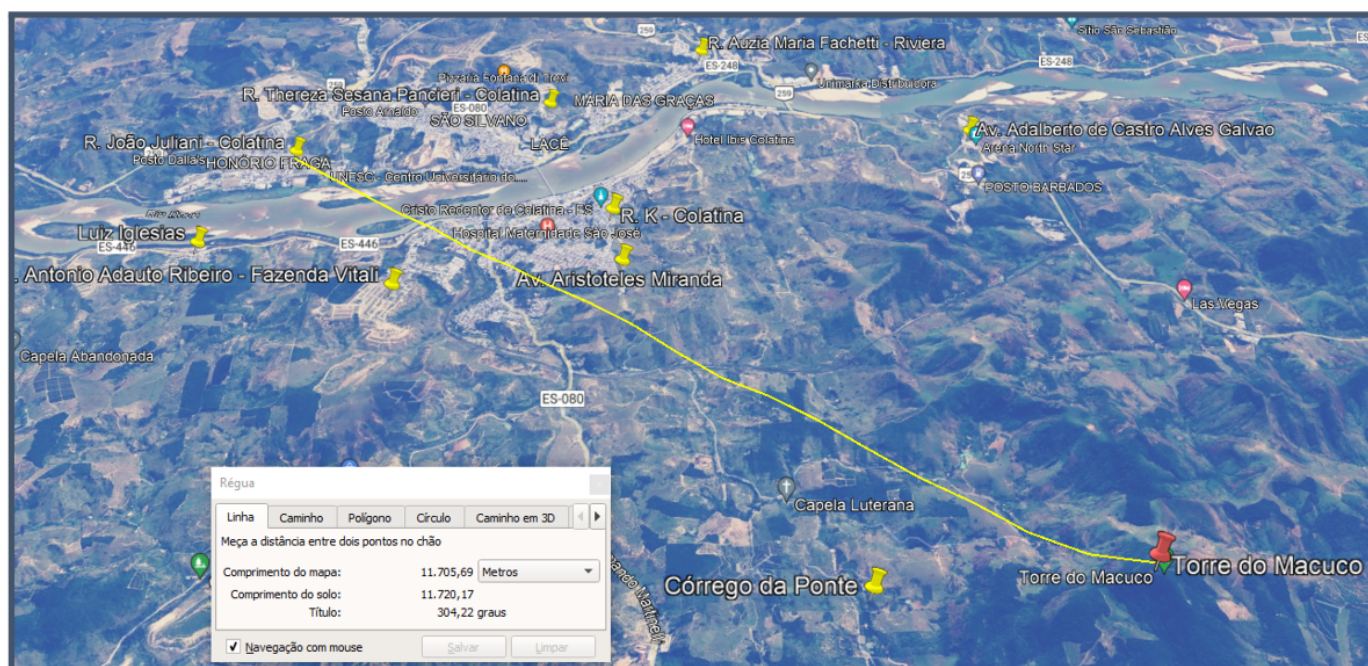


Figura 2 - Teste preliminar com a solução LoRaWAN

Acerca dos requisitos dos dispositivos de leitura dos medidores (remotas de baixo custo), contemplou-se a compatibilidade com medidores de diferentes fabricantes, atendendo aos protocolos PIMA e Ótico ABNT, incluindo registradores de consumo e geração, para clientes com microgeração distribuída, assim como registros de tensão e corrente das fases, para os equipamentos que dispõe dessas informações, para dessa maneira, ser possível realizar também o acompanhamento do fornecimento nessas unidades consumidoras. Tanto os nodes quanto os gateways foram equipados com antenas omnidirecionais, permitindo a flexibilização no momento da instalação de ambos. As remotas do projeto foram programadas para realizar um envio de dados para o gateway a cada hora, sendo que esse intervalo de tempo é configurável também via comandos remotos, bem como a configuração de cessar as tentativas de envio de dados assim que a confirmação da chegada da leitura no servidor acontecer.

A Figura 3 abaixo exemplifica a chegada desses dados em um relatório em nuvem. É possível verificar a disponibilização dos dados de identificação do medidor, data e hora de cada comunicação, tensões e correntes de cada fase do medidor. O sistema dispõe também de relatórios que trazem os registradores de consumo, geração e postos horários, para os casos nos quais os medidores disponibilizam essas informações na saída de dados. Outra possibilidade com a plataforma é, a partir da integração com o sistema da concessionária, o qual já dispõe do endereço de cada unidade consumidora previamente cadastrado, trazer na tela a localização de cada dispositivo.





Figura 4 - Gateways instalados no bairro

Para esse mapeamento, empregou-se a mesma ferramenta utilizada na instalação das remotas. Fixou-se o dispositivo a um veículo e efetuou-se o translado pelas vias do bairro. Durante a movimentação, os as coordenadas dos pontos teste de comunicação foram enviados para a Cloud e plotados no mapa do local, permitindo a conseguinte avaliação da cobertura genuína dos equipamentos alocados. Na Figura 5, é possível visualizar à esquerda a Ferramenta utilizada para os testes e à direita um exemplo dos testes de mapeamento realizados, onde os “pins” de localização exibem o RSSI (Received Signal Strength Indication) naquele ponto.



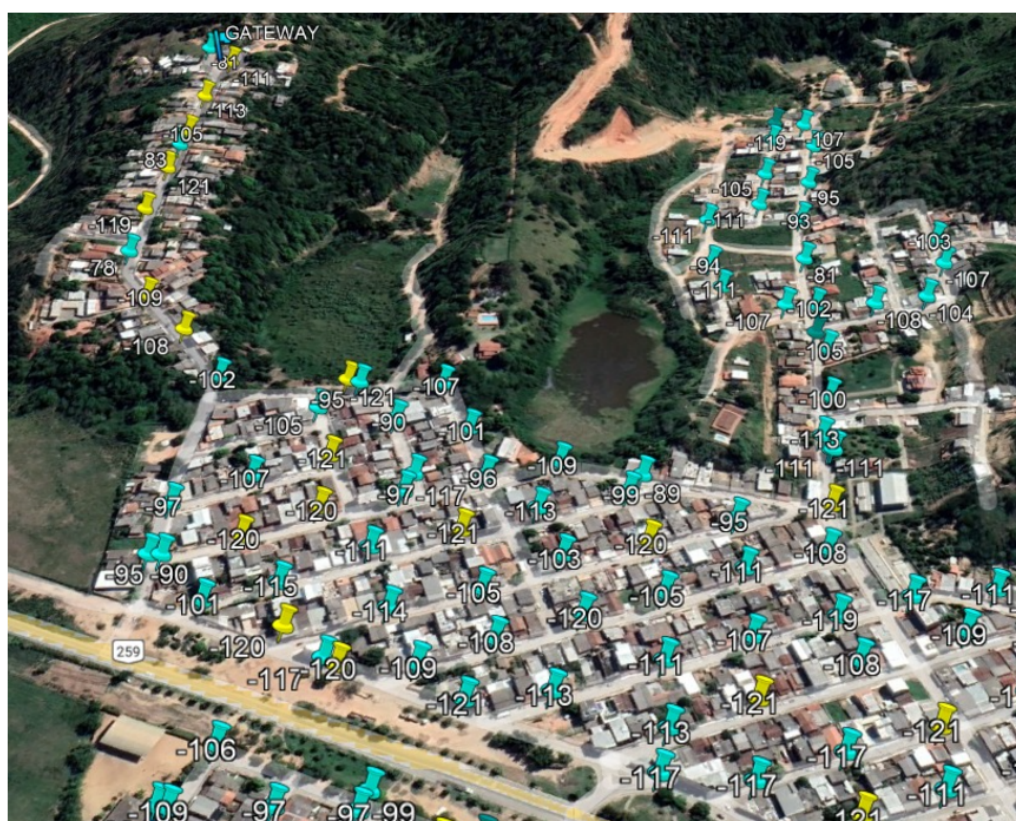


Figura 5 - Ferramenta de testes e mapeamento de cobertura

Com o resultado do mapeamento realizado, constatou-se que as posições escolhidas para os gateways foram satisfatórias, atingindo a efetividade prevista de telemedição na área. Sendo assim, as instalações dos dispositivos nos medidores dos consumidores foram então iniciadas. Durante as instalações, houve a necessidade de realizar a substituição de alguns medidores que ainda não apresentavam saída de comunicação nos protocolos disponíveis, principalmente aqueles eletromecânicos.

Mais uma vez foi utilizada a ferramenta de teste de sinal pela equipe de instalação das remotas, de forma a proporcionar um procedimento assertivo ao se considerar primariamente o sucesso na conexão da ferramenta com algum gateway e somente depois realizar a instalação do dispositivo permanente. Vale ressaltar que após concluída a energização da remota e conexão da mesma à saída de dados do medidor, um diagnóstico visual preliminar é realizado através da observação do padrão de funcionamento dos LEDs dispostos no exterior do invólucro do dispositivo. A Figura 6 mostra com um exemplo de uma unidade de remota já instalada como o dispositivo fica posicionado junto ao medidor.



Figura 6 - Exemplo de medidor com dispositivo instalado.

As remotas do projeto foram pré-programadas para uma rotina específica de comunicação, a saber: realizar o envio de dados a cada 5 minutos nos primeiros 30 minutos após a energização e comunicar a cada uma hora em seu funcionamento nominal posterior aos 30 minutos, um dos LEDs disposto no equipamento informa que o envio foi realizado e recebido e é possível verificar na Cloud se a comunicação chegou. O outro LED mostra o status do reconhecimento do medidor. Com esse funcionamento, o responsável pela instalação pode verificar através de como os LEDs estão piscando, se está indicando que o equipamento conseguiu estabelecer a comunicação com o medidor e se estabeleceu a conexão de dados com o sistema LoRaWAN. Assim, garante-se que a instalação foi realizada corretamente, que o medidor é compatível com a solução e que o ponto escolhido para instalação tem cobertura suficiente para a telemedição.

Com esses procedimentos aqui detalhados, a instalação das remotas seguiu até atingir a completude do bairro, onde mais de 1500 consumidores estão sendo monitorados através da infraestrutura que foi proposta e implementada. Ao todo, o projeto conta com 2400 unidades da remota LoRaWAN instaladas. Por conta disso, uma outra localidade foi determinada para a instalação massiva delas, a qual foi o distrito de Baunilha, às margens da rodovia BR 259, onde, após estudar-se a topologia do terreno, um novo gateway foi instalado num ponto estrategicamente definido e posteriormente validado com a ferramenta de teste. A Figura 7 exibe o local que foi instalado e a sua localização no mapa, representado pelo círculo verde. É possível verificar que o mesmo foi posicionado em uma localidade mais elevada e ainda com a elevação de um poste da rede de distribuição, como forma de garantir as melhores linhas de visada para os nodes.



Figura 7 - Gateway em Baunilha

Em complemento a esse projeto, previu-se a instalação de NICs NB-IOT em dezenas de medidores Easy-trafos dispostos em transformadores ao longo da localidade, de forma a se obter informações quanto ao fluxo de demanda nas áreas atendidas pela telemedição. Com isso, pretende-se possibilitar a gestão de perdas não técnicas ao comparar o fluxo nos transformadores ao somatório do consumo registrado nos consumidores telemedidos, após os devidos ajustes referentes às perdas técnicas.



Outra aplicação de tecnologias complementar ao projeto de telemedição massiva da concessionária foram as remotas e um gateway que operam com tecnologia WiSUN Mesh aplicadas à coleta de leituras em edifícios de vários andares. O Shopping é um case no qual a tecnologia foi aplicada. Dentre suas vantagens, além da perspectiva aprimorada de expansão da rede, por se tratar de uma topologia mesh e a rastreabilidade das comunicações para uma gestão fina da rede e detecção de falhas, está a compatibilidade da rede em trafegar dados de consumidores de grupo A e grupo B ao mesmo tempo. Isso possibilitou também estender essas instalações às subestações da concessionária, oferecendo uma gestão remota dos medidores de cada planta. A figura 8 mostra um panorama geral do Piloto, exibindo respectivamente a partir da gravura superior esquerda: a vista do edifício, o gateway WiSUN posicionado no andar mais alto do local, um exemplo de node (remota) já instalado, um exemplo de NIC já instalado em um Easytrafo e por fim, no canto inferior direito, um exemplo do mapeamento de rede exibido na plataforma, fornecendo a topologia na qual a rede instalada se estruturou, sendo possível identificar os caminhos que as informações possuem para chegar até o concentrador.









Figura 8 -Projeto piloto da rede WiSUN Mesh no Shopping

Através da implantação das soluções de radiofrequência para telemedição de energia elétrica na cidade, espera-se alcançar outros benefícios além da automatização das informações na cadeia de leitura até o faturamento por IOT. Junto à implementação de rotinas em nuvem, busca-se aprimorar o acompanhamento da qualidade do fornecimento, bem como agilizar o atendimento de incidentes e até mesmo prevê-los, a partir do histórico.

Ainda com relação ao histórico, essa massa de dados armazenados proporciona o monitoramento individual dos equipamentos e medidores, da rede de comunicação e dos dados da própria unidade consumidora, possibilitando verificações estratégicas com alarmes, graças à computação em nuvem agregada ao projeto. Essas saídas possíveis que a Cloud disponibiliza, acabam por tornar a plataforma uma poderosa ferramenta operacional e gerencial, ao participar ativamente no acompanhamento de custos operacionais, acompanhamento de consumo e faturamento, além de poder apontar as demandas para manutenções preditivas, preventivas e corretivas, auxiliando dessa forma na própria gestão de recursos e equipes.

### 3. Conclusão

A partir do projeto, concluiu-se que a implementação das tecnologias de telemedição oferecidas pela Zaruc representa um avanço significativo na automatização do processo de coleta de leituras, celeridade ao faturamento e ainda proporciona a gestão e monitoramento da energia fornecida aos clientes finais. A utilização de dispositivos de comunicação baseados no protocolo LoRaWAN e outras tecnologias permitiu à concessionária obter leituras remotas dos medidores de energia elétrica, trazendo diversos benefícios operacionais e estratégicos para a empresa.

A escolha criteriosa da tecnologia adequada para cada cenário, como LoRaWAN para áreas com obstáculos e WiSUN Mesh para edifícios de múltiplos andares, demonstra a importância de considerar a topologia e a infraestrutura local na implementação dessas soluções. Além disso, o estudo de viabilidade econômica assegura a eficiência e sustentabilidade do projeto, garantindo a redução dos custos operacionais de leitura. A escolha criteriosa das tecnologias adequadas para cada cenário, considerando a topologia e infraestrutura local, foi essencial para garantir a eficiência da telemedição em nossa área de concessão. A realização dos testes pilotos foi fundamental para comprovar a viabilidade e efetividade dessas soluções, especialmente em áreas com obstáculos e difícil acesso para leituras convencionais.

A integração da Zaruc Cloud também se mostrou extremamente vantajosa, permitindo analisar e transformar os dados coletados em informações valiosas para a gestão operacional e estratégica. Através da Cloud, consegue-se acompanhar a qualidade do fornecimento em tempo real, identificando possíveis falhas e tomando ações preventivas para garantir a continuidade e eficiência do fornecimento de energia. Com a capacidade de analisar e transformar dados em informações úteis, relatórios inteligentes e dashboards, a plataforma se torna uma ferramenta poderosa para a tomada de decisões estratégicas. Além disso, a Cloud possibilita o monitoramento contínuo da qualidade do fornecimento, permitindo a identificação proativa de falhas e ações preventivas para garantir a eficiência da rede elétrica.

A automação dos processos de leitura e monitoramento trouxe uma maior eficiência operacional, reduzindo custos e possibilitando uma gestão mais assertiva dos recursos. Além disso, a capacidade de futuramente utilizar a infraestrutura própria da concessionária para outros tipos de dados abre possibilidades para novas aplicações e melhorias contínuas nos serviços.

Em suma, a implementação de tecnologias de telemedição da Zaruc em distribuidoras de energia elétrica representa um passo importante rumo à transformação digital do setor. Com a automatização dos processos de leitura e monitoramento, aprimoramento do atendimento ao cliente, redução de custos operacionais e melhoria na gestão da qualidade de energia, as concessionárias se posicionam de forma competitiva no mercado, oferecendo serviços mais eficientes e confiáveis aos seus consumidores. O avanço contínuo nessa direção certamente trará benefícios significativos para o setor elétrico como um todo, impulsionando-o para um futuro mais inteligente, sustentável e conectado. Além disso, a aplicação das tecnologias de telemedição traz benefícios substanciais ao aprimorar a qualidade do serviço oferecido aos consumidores, tornando a operação mais eficiente, confiável e preparada para os desafios do futuro. De modo geral, é possível que essa abordagem tecnológica traga benefícios sustentáveis para o setor elétrico como um todo, e proporcione um ambiente mais inteligente e conectado para os clientes finais e a comunidade em geral.

## **4. Referências bibliográficas**

- [1] SILVA, C. et al. Uso da tecnologia Internet das coisas para gerenciamento do consumo de energia elétrica residencial. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <[https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/18956/1/ATCCIN\\_Upload\\_Reposit%C3%B3rio.pdf](https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/18956/1/ATCCIN_Upload_Reposit%C3%B3rio.pdf)>.
- [2] CARRION, P.; QUARESMA, M. Internet das Coisas (IoT): Definições e aplicabilidade aos usuários finais. Human Factors in Design, v. 8, n. 15, p. 49–66, 22 mar. 2019.
- [3] PAULI, Guilherme. Um estudo sobre o potencial de dispositivos IOT no planejamento integrado de recursos aplicado no sistema de distribuição de energia elétrica. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Florianópolis,

2018. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/375/TCC%20-%20Guilherme%20Pauli.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 31 jul. 2023.

[4] SILVA, FLÁVIO EDUARDO SOARES E. LORAWAN PARA COMUNICAÇÕES DE REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES EM ÁREAS SUBURBANAS E RURAIS. 2019. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Engenharia Elétrica) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA, [S. l.], 2019. Disponível em: [https://docente.ifsc.edu.br/noronha/documentos/TCC\\_Jean\\_Michel.pdf](https://docente.ifsc.edu.br/noronha/documentos/TCC_Jean_Michel.pdf). Acesso em: 27 jul. 2023.