



# Sistema Integrado para Proteção da Receita de Clientes BT MI de Alto Risco Fase: Lote Pioneiro

**Tema:** Sistemas de Medição

**Autores:** Gabriel Rafalski Breda

**Co-Autores:** Fabio Souza Da Silva, Tainá Larissa Alves dos Santos Pereira, Vinicius Alves Ferreira, Willamy Siqueira Conde, Fernando Marcello Borges, Simone Ossuna

**Empresa:** EDP São Paulo Distribuição de Energia S.A

---

## Resumo

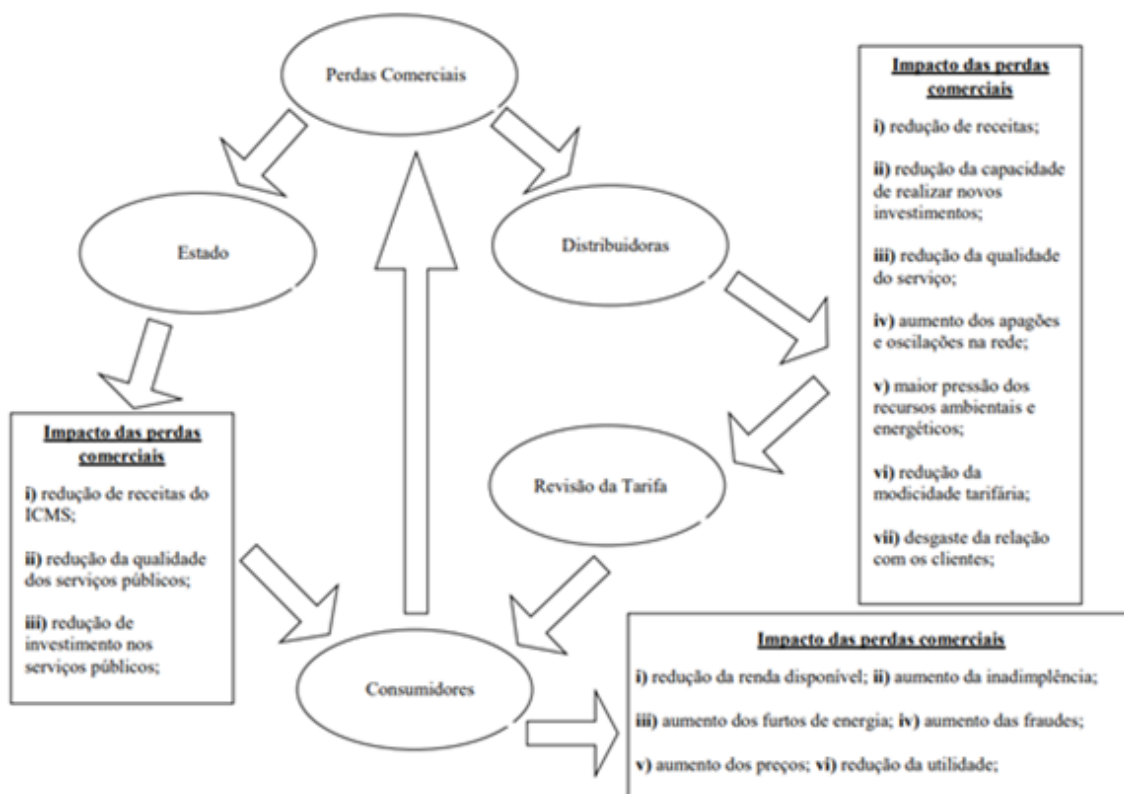
O desafio de combate às perdas e inadimplência são inevitáveis no setor de energia elétrica, dessa forma as distribuidoras continuam investindo em equipamentos inovadores a fim de modernizar e reduzir seus efeitos. O projeto BTMI Smart, desenvolvido pela CAS Tecnologia em parceria com a EDP Brasil, visa combater estes dois problemas de forma otimizada e utilizando tecnologias inovadoras, como comunicação NB-IoT e Disjuntores motorizados para corte e religa remoto, sendo direcionado a clientes com histórico de fraudes e inadimplência. Entre os resultados, destacam-se o investimento de R\$ 2,7 milhões com um payback de 19,52 meses e um VPL de R\$ 16,48 milhões, com TIR de 58% em 15 anos. O equipamento oferece maior segurança, reduz custos operacionais (OPEX) e melhora o monitoramento em tempo real. Essa solução inovadora contribui para a sustentabilidade das distribuidoras e beneficia também os consumidores ao reduzir perdas e tarifas embutidas nas contas de luz.

## 1. Introdução

A operação eficiente de uma distribuidora de energia elétrica é essencial para garantir a qualidade do fornecimento de energia e a sustentabilidade econômica do setor. No entanto, dois grandes desafios enfrentados por todas são: perdas de energia ocorridas desde a geração até o cliente final e a inadimplência, ambos os problemas são inevitáveis. De acordo com ANEEL (2022), existem dois tipos de perdas, sendo elas:

- **Perdas Técnicas:** Representadas principalmente pela transformação de energia elétrica em energia térmica (calor) por efeito Joule, além disso, há também perdas nos núcleos de transformadores e dielétricas. Como forma de mitigar este efeito, a distribuidora deve manter investimentos no que tange a qualidade de fornecimento de energia, como alocação de banco de capacitores, uso de bom cabeamento na rede, dentre outros;
- **Perdas não-técnicas (Comerciais):** Referem-se ao montante de energia que é perdida por furto, fraudes, falhas de medição em equipamentos, erros de faturamento, dentre outros.

As perdas não técnicas são resultado da diferença entre a perda total e a perda técnica, sendo que, cada distribuidora possui um valor regulatório a ser atingido no qual a ANEEL delimita, este valor é acrescido como tarifa para todos os consumidores da região da concessionária. Dessa forma, todas as partes são prejudicadas quando um ou mais consumidores praticam furto ou fraude de energia elétrica, conforme Cabral, Lordelo e Cabral (2019, p. 15), Figura 1.



*Figura 1 – Fluxograma do ciclo de impacto das perdas não técnicas na sociedade*

Como forma de mitigar os impactos das perdas comerciais, as distribuidoras de energia elétrica possuem diversas ações e projetos, tais como:

1) Sistema de Medição Centralizado (SMC): Alteração de rede em uma regional onde há a presença de muitas reincidências de furtos/fraudes e ações pontuais não solucionam o problema no longo prazo. A ação é implementada com a retirada do ramal de baixa tensão e alocando os medidores em caixas blindadas no poste a fim de dificultar o acesso (Figura 2).



*Figura 2 – Aplicação exemplar da Rede SMC*

2) Inspeções de Irregularidades: Aplicação em alvos direcionados e envio de uma equipe a campo a fim de inspecionar todo o padrão de medição do cliente. Essas ações ocorrem de forma massiva ao longo de toda a região e proporcionam efeitos de moralização. Como exemplo, a COPEL (Paraná), em 2023, identificou 23 mil casos de irregularidades o que possibilitou recuperar 46 milhões financeiramente para a empresa (AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS, 2023). Outro exemplo de furto é ilustrado na Figura 3, que destaca a manchete sobre um caso de furto de energia ocorrido em Itaquá.



*Figura 3 – Divulgação de mídia em ação de inspeção de campo (O DIÁRIO, 2024)*

3) Substituição de medidores obsoletos: Todo equipamento possui um tempo de vida útil, assim como os medidores de energia elétrica alocados para realizar a medição e posterior faturamento do cliente. Devido a isso, todos os anos, as distribuidoras designam equipes a campo para substituir de forma massiva equipamentos obsoletos, regularizando os casos e evitando falhas futuras.

4) Instalação de equipamentos de telemetrias: Uma das formas de realizar o acompanhamento do comportamento de consumo do cliente em tempo real é alocar um equipamento de telemetria conectada em

seu medidor. Atrelado a isso, ao utilizar de ferramentas matemáticas, algoritmos de inteligência artificial e *Big Data Analytics*, equipe de campo são direcionadas para realizarem inspeção de campo e identificar irregularidades.

Com todas essas ações, após uma equipe de campo identificar irregularidades no padrão de medição do consumidor, é apresentado ao cliente o Termo de Ocorrência de Inspeção (TOI), de forma a cobrar o consumo retroativo do cliente que antes estava a menor devido a fraude/furto. Assim, após realizar a regularização e o cliente passar a ser faturado com seu consumo real, a distribuidora tem o desafio de combater casos dos quais o consumidor não paga sua conta, tanto proveniente do TOI, quanto em consumos regulares mensais.

Para isso, também devem existir ações de combate à inadimplência, como envio a campo de equipes de corte de energia elétrica nos casos do cliente não pagante e, desenvolvimento de tecnologias que possibilitem realizar este corte de energia à distância, a partir de acionamentos remoto de relés por equipamentos de telemedição. O corte à distância se mostra como atrativo ao passo que proporciona redução de custos para a distribuidora, não sendo necessário enviar equipe a campo para realizar o serviço.

Ademais, abordados os dois problemas, combate às perdas não técnicas e inadimplência, as distribuidoras estão constantemente evoluindo e investindo em novas soluções. Com isso, o objetivo deste artigo é desenvolver um equipamento inovador, realizando a parceria CAS Tecnologia e EDP Brasil, que realize a blindagem de acesso a medição de clientes reincidências de fraudes e agregar tecnologias de telemedição que possibilitem o corte e religa remoto à distância em clientes que possuem grandes cargas intitulados BT medição indireta. Dessa forma, o projeto trará muitos benefícios para a concessionários de distribuição de energia elétrica, ao auxiliar na redução de perdas não técnicas, combatendo fraudes de energia e, também, o combate à inadimplência, além de beneficiar os consumidores, ao passo que causa uma redução nas tarifas ao diminuir as perdas (CABRAL, LORDELO e CABRAL, 2019, p. 15).

## 2. Desenvolvimento

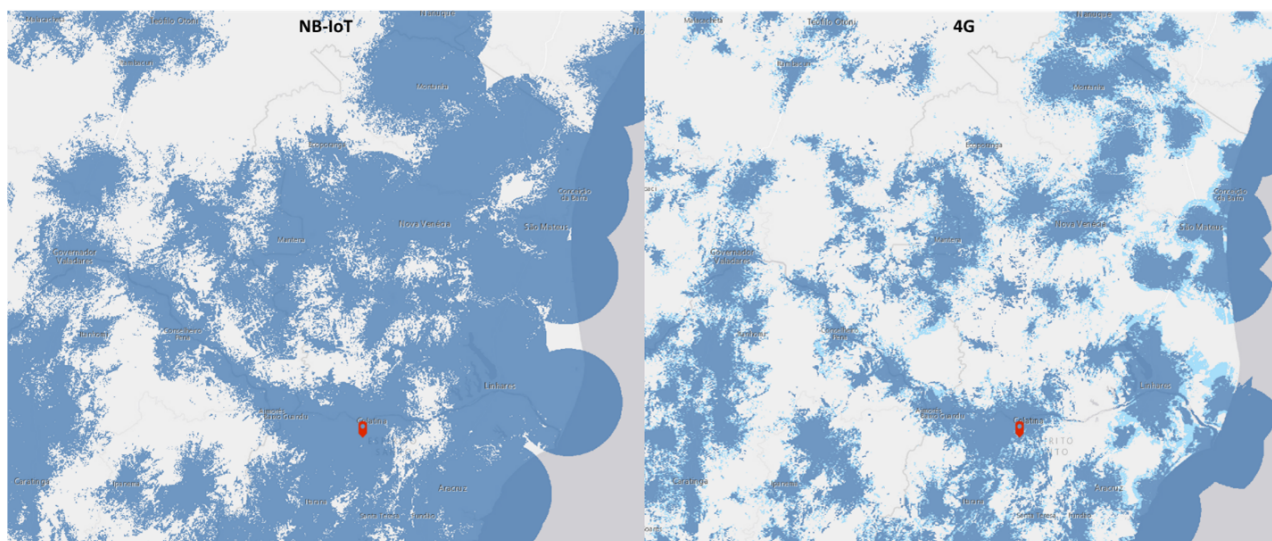
Com uma pesquisa de mercado e benchmarkings, foi encontrado um equipamento que foi o pioneiro na ideia do conjunto de medição no Brasil e já era consolidado em várias distribuidoras, o equipamento em questão é referente ao fornecedor Serta – Conjunto de Baixa Tensão 0635, um equipamento que conta com funcionalidades diversas, contudo, não continha algumas funcionalidades como corte e religa remoto, controle e proteção de carga revelia, inteligência embarcada, comunicação NB-IoT, dentre outros. Portanto, o dispositivo já existente atende ao combate ao furto, contudo não à inadimplência, dessa forma, se fez necessário inovar e trazer um novas funcionalidades ao equipamento e manter os pontos fortes dos que já existiam.

Com isso, o desenvolvimento do projeto pode ser descrito como o conjunto de atividades desenvolvidas, desde o workshop inicial do projeto - para alinhamento de objetivo e expectativas, bem como as de execução do projeto, a fim de incorporar melhorias no produto, planejar e implementar uma linha de produção fabril, realizar os testes operacionais e a calibração do produto, bem como os testes de campo validando sua aplicação nas distribuidoras EDP São Paulo e Espírito Santo, junto ao fornecedor CAS Tecnologia.

Uma das grandes inovações no projeto foi a escolha da tecnologia de comunicação, com um módulo celular que opera em redes LPWA (NB-IoT e Cat-M1), com *fallback* para 2G. Esta é uma tendência de mercado e uma forma de reduzir custos de fabricação dos chipsets 3G (que se encontram em um processo de



descontinuidade). A Comunicação NB-IoT traz benefícios diversos como menor preço e maior área de cobertura.

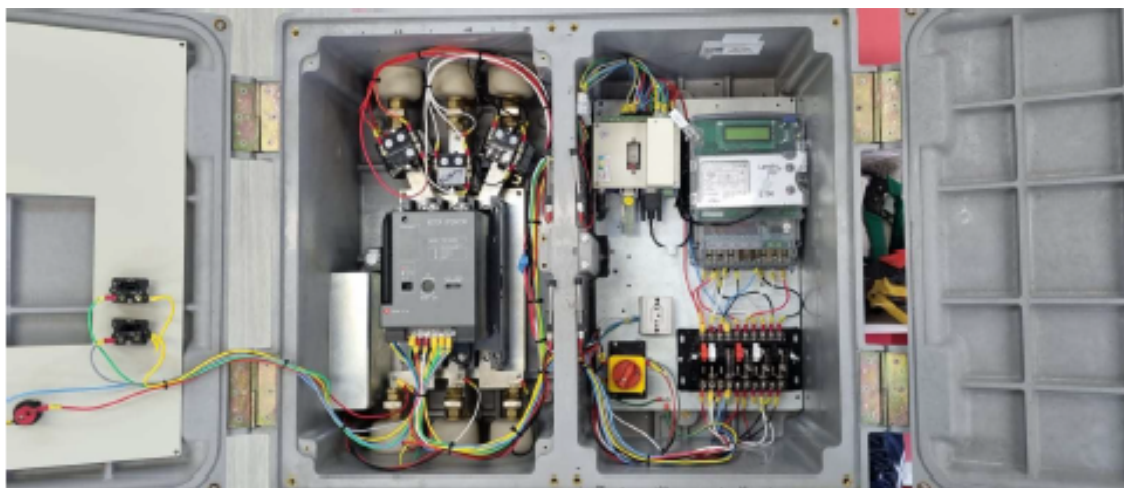


*Figura 4 – Comparação da área de cobertura NB-IoT e 3G/4G*

O processo Certificação Anatel RS2000 Standard NB CAT-M1 foi obtido no início do projeto e a homologação de um equipamento de comunicação na Anatel, é executado por um OCD - Organismo Certificador Designado (pela ANATEL), e com o objetivo de contratar um OCD, foi gerada a especificação técnica do equipamento RS2000 Standard NB CAT-M na versão de comunicação em Narrow Band IoT.

As tecnologias NB-IoT e Cat-M1 apresentam custos otimizados de módulos celulares, muitas vezes até menor que outros dispositivos de tecnologias IoT (LoRa, SigFox ou ZigBee, por exemplo), e possuem a vantagem de conectarem o dispositivo em campo diretamente aos servidores em nuvem, sem necessidade de uso de *Gateways* ou de montagem de infraestrutura de redes locais. Desde que devidamente habilitado e instalado em uma área de cobertura de redes celulares, um dispositivo NB-IoT ou Cat-M1 deve estar apto a se comunicar.

Além disso, procedeu-se também com a disposição dos equipamentos internos (Medidor, Remota, Disjuntor Motorizado, dentre outros) de forma otimizada, a fim de facilitar os processos de eventuais manutenções em campo, é possível verificar a boa disposição na Figura 5. Vale ressaltar que também foram planejadas formas de otimizar o processo de produção, a equipe da CAS desenvolveu projetos de engenharia definindo claramente a identificação dos componentes, a identificação dos cabeamentos de corrente, ligações neutro/terra, ligações dos sensores e acionamentos e das tensões.



*Figura 5 – Imagem dos dois lados do gabinete*

Como oportunidade de melhoria para implementar o corte/religa no equipamento, foi feita uma pesquisa com diversos fornecedores e a solução encontrada pela equipe do projeto foi a utilização de disjuntor de caixa moldada com dispositivo de motorização do fabricante Steck – linha Asgard Frame 630 A, ao passo que, conectada no dispositivo de comunicação remoto, seria possível realizar o corte à distância.

Outra melhoria incorporada ao produto desse projeto, diz respeito aos Transformadores de Corrente – TCs. Para obtenção das classes de exatidão dos medidores de energia utilizados no projeto (BT de medição indireta), a EDP solicitou que os secundários dos transformadores de corrente a serem utilizados fossem de 5 A. Para tanto, a CAS Tecnologia ficou responsável pelo desenvolvimento de fornecedores para esse item. Além disso, os TCs utilizados no produto possuem dupla relação, prevendo correntes máximas de entrada de 200 A ou 400 A, com seleção da relação por chave comutadora.

Em razão da decisão tomada sobre o fornecimento dos TCs pelo fornecedor Isolet, procedeu-se a avaliação desses componentes em diversas instâncias, até sua homologação pela EDP. As amostras dos TCs, foram inicialmente analisadas pelo próprio fabricante – Isolet, de acordo com a norma ABNT NBR 6856/2021 em relação à exatidão e polaridade nos terminais. Os resultados apresentaram-se dentro das normas, e a seguir a EDP procedeu suas avaliações e os novos TCs foram homologados pela EDP.

Com as melhorias no cabeamento e com os novos TCS definidos, foi planejada a montagem de 2 amostras dos produtos, para avaliação completa, com objetivo de sua validação funcional, antes do início da produção planejada. A fim de proceder a avaliação das amostras, a CAS Tecnologia elaborou um plano de testes e ensaios, que foi validado pela EDP, essa atividade constituiu na montagem de dois conjuntos amostrais com os novos TCs, considerando o novo cabeamento.



*Figura 6 – Foto de equipamento amostral para testes nas dependências da EDP SP*

A CAS assumiu o processo completo de produção dos conjuntos BTI Smart em suas próprias instalações. Planejou a organização e montagem da linha de produção e dos processos de ensaios e calibração no novo fornecedor de serviços de fabricação dos conjuntos BTI Smart. A linha de produção foi montada nas dependências da CAS Tecnologia, e preparada com as ferramentas e bancadas.

Um ponto que foi levantado posteriormente, foi a questão de furtos de equipamento, no qual em regiões críticas, pode ocorrer. Como solução para este problema procedeu-se uma análise de possíveis fornecedores, com serviços de rastreamento de bens, e posteriormente, foi selecionada a Tracker, com isso o equipamento também conta com sensores de rastreamento para identificar a localização após algum furto. Validados todos os pontos, foram produzidos então 98 unidades restantes, além das 2 já fabricadas para testes em laboratório. Para a instalação em campo dos produtos à EDP (ES e SP) se deu através da contratação de empreiteira prestadora de serviço BMB, já cadastrado pela EDP, que realizou as atividades de instalações em campo dos conjuntos BTMI, após ter recebido todas as orientações de segurança e treinamento específico para a instalação em campo.



*Figura 7 – Foto Treinamento de instalação em campo do conjunto BTMI*

A CAS Tecnologia elaborou um Manual de Manutenção para orientação e instrução a intervenções de manutenção, por equipes próprias ou terceirizadas da EDP. Durante o processo de instalação em campo até seu término por completo, houve o acompanhamento de performance em campo, identificando desligamento de conjunto por suspeita de manipulação e/ou possíveis melhorias em *firmwares* de comunicação das remotas. Com isso, todos os equipamentos foram instalados em campo.

#### **Resultados Obtidos\***

Durante o acompanhamento da performance de campo, a instalação dos conjuntos BTI Smart ocorreu entre 29/08/2023 e 08/02/2024, portanto, o período de monitoramento em campo dos equipamentos foi pouco mais de 5 meses, considerando sua instalação gradativa. Nesse período compreendeu o estudo de viabilidade econômica orientado na recuperação de receita obtida pelos produtos do projeto, frente ao investimento realizado no projeto.

Durante o período de instalação, na EDP SP, nesse período foram lavrados 6 TOIs (Termo de Ocorrência de Irregularidade na EDP SP, o que corresponde a 8,7% de irregularidades encontradas sobre os 69 conjuntos instalados e na EDP ES, foram lavrados 2 TOIs, o que o que corresponde a 6,9% de irregularidades encontradas sobre os 29 conjuntos instalados.

O resultado é considerado extremamente satisfatório, especialmente considerado o período de observação de apenas 5 meses e ainda a instalação gradativa. Esses dados confirmam a característica agressiva do seguimento de clientes para o qual foram desenvolvidos os produtos desse projeto, bem como confirmam a efetividade do conjunto BTI Smart ao permitir a identificação dessas irregularidades.

A Tabela 1 abaixo indica a recuperação financeira:



EDP SP		EDP ES	
Ganho Médio Unitário MWh (UC/Mês)	2,3431200	Ganho Médio Unitário MWh (UC/Mês)	2,137
Preço de Venda MWh (BT) (Reais)	624	Preço de Venda MWh (BT) (Reais)	661
Quantidade de meses a frente	12	Quantidade de meses a frente	12
Quantidade de Instalações São Paulo	69	Quantidade de Instalações Espírito Santo	29
Ganho Energético SP (MWh)	1940	Ganho Energético ES (MWh)	744
Ganho Financeiro SP (\$)	R\$ 1.210.624,50	Ganho Financeiro ES (\$)	R\$ 491.569,84

Quantidade TOI's	6	Quantidade TOI's	2
Energia Recuperada MWh	311,64	Ganho Energético ES TOI (MWh)	8,84
Ganho Financeiro TOI SP (\$)	R\$ 194.460,88	Ganho Financeiro TOI ES (\$)	R\$ 5.843,75

*Tabela 1 - Indicadores de recuperação financeira*

Considerando esses casos, identificados nesse período, temos uma Receita Total Retroativa de obtida de R\$ 200.304,63 e uma receita mensal adicionada de R\$ 141.849,53. Além disso, considerando os custos de investimento da aquisição das 100 unidades do produto e, com base nas receitas identificadas a partir das irregularidades encontradas, tem-se o resultado do PayBack:

O PayBack simples do investimento nos equipamentos do projeto e de seus custos de instalação se dá num período de 19,52 meses (considerado início no mês 0), a partir dos dados abaixo.

- Investimento nos equipamentos (MP e serv. de instalação): R\$ 2.768.913,85;
- Energia faturada retroativamente (1 única vez): R\$ 200.304,63;
- Receita adicionada mensal: R\$ 141.849,53;
- Payback simples (meses): 19,52 (considerado início no mês 0).

Para as análises do Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR), é necessário determinar um período de análise, no caso, correspondente à expectativa de vida útil do produto, e para tanto, as equipes da EDP e da CAS Tecnologia elaboraram as seguintes considerações:

1. O produto do projeto é composto por um gabinete em resina SMC e outros equipamentos, como disjuntor motorizado, chave de aferição, medidor de energia e remota de comunicação;
2. Para a determinação da expectativa de vida útil desse conjunto de equipamentos, foram considerados fatores como número de operações sob carga (disjuntor), experiência da aplicação dos equipamentos que compõem o conjunto BTMI isoladamente;
3. Considerou-se também o tempo de depreciação reconhecido pela Aneel, e ainda o fato de que todos se encontram abrigados em gabinete com estanqueidade, alta resistência mecânica e proteção contra raios UV.

A partir dessas considerações, chegou-se ao consenso de que a expectativa de vida para o conjunto BTMI em 15 anos é bastante razoável, podendo esse período ser utilizado nas avaliações econômicas demandadas.

O VPL do projeto considerado o investimento nos equipamentos do projeto, de seus custos de instalação e o período de 15 anos é de R\$ 16.482.554,31 e a Taxa Interna de Retorno é de 58%.

- Investimento nos equipamentos (Produção e serv. de instalação): R\$2.768.913,35;
- Energia faturada retroativamente (1 única vez no ano 1): R\$ 200.304,63;
- Receita adicionada anual: R\$ 1.702.194,36;
- Período de análise: 15 anos de vida útil;
- Custo do capital (projeção IPCA 2024): 3,9%;
- Valor Presente Líquido: R\$ 16.482.554,31;
- Taxa Interna de Retorno: 58%.

Por fim, pode-se citar também um ganho na segurança, por se tratar de uma instalação e manutenção simples. O item segurança é primordial dentro da EDP Brasil, o BTMI foi planejado e criado diante do princípio número 1 da empresa, “A vida sempre em primeiro Lugar”, com o principal objetivo de evitar exposição da equipe na necessidade da realização de suspensão do fornecimento de energia em clientes de alta carga, monitoramento do perfil de consumo em tempo real e faturamento à distância.

Além dos benefícios em relação à parte de segurança, os equipamentos de medição foram instalados em clientes críticos nos critérios de inadimplência (Alto número no histórico de suspensões de fornecimento por falta de pagamento) e reincidente em consumos irregulares (Fraudes na medição), portanto, há uma redução no OPEX das distribuidoras.

### 3. Conclusão

O combate às Perdas não Técnicas sempre será um desafio para as distribuidoras do Brasil, de forma a sempre ser necessário haver inovação e investimentos em equipamentos, a fim de beneficiar todas as partes, tanto a concessionária, quanto os consumidores regulares.

O objetivo do projeto Sistema Integrado para Proteção da Receita de Clientes BT MI de Alto Risco foi atingido, ao passo que representa uma inovação significativa no setor de energia, com grande potencial para ser implementada em distribuidoras de energia de todo o país. O sistema contribui para uma maior segurança ao reduzir a exposição dos eletricitistas aos riscos, além de aprimorar a qualidade do serviço de fornecimento de energia elétrica aos clientes.

Também, apresenta a externalização do padrão de entrada, aliada à automação no corte de clientes reincidentes ou com maior potencial de perdas, bem como a redução de custos relacionados às equipes de corte e religamento de baixa tensão. A implementação em campo trouxe ganhos energéticos e financeiros expressivos, fazendo com que o projeto se viabilize e se pague no longo prazo.

Com a medição externa, protegida e monitorada de forma intensiva, potencializa a eficiência e a confiabilidade do sistema, promovendo avanços importantes para a operação do setor elétrico no Brasil.

### 4. Referências bibliográficas

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Perdas de Energia. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/distribuicao/perdas-de-energia>. Acesso em: 04 dez. 2024.
-

CABRAL, J. de A.; LORDELO, S. M; CABRAL, M. V. de F. Perdas Comerciais no Setor Elétrico: Impactos Econômicos Diretos e Indiretos no Consumo das Famílias e no PIB. In: XVII ENABER, 2019, Rio de Janeiro. Anais [...], 2019, p.15.

- AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS. Inspeções em gatos de luz recuperaram R\$ 46 milhões no Paraná em 2023. Disponível em: <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Inspecoes-em-gatos-de-luz-recuperaram-R-46-milhoes-no-Parana-em-2023>. Acesso em: 04 dez. 2024.
- O DIÁRIO. PM e EDP descobrem furto de energia em Itaquá; prejuízo chega a R\$ 30 mil. Disponível em: <https://www.odiariodemogi.net.br/alto-tiete/pm-e-edp-descobrem-furto-de-energia-em-fabrica--em-itaqua-prejuizo-chega-a-r-30-mil/>. Acesso em: 04 dez. 2024.
- TIM. Mapa de Cobertura. Disponível em: <https://www.tim.com.br/para-voce/cobertura-e-roaming/mapa-de-cobertura>. Acesso em: 04 dez. 2024.