

Mecanismo integrado de blindagem ótima de ativos e gestão de reincidentes em fraudes elétricas

Tema: Leitura e Faturamento

Autores: Marcelo Brito Rodrigues

Co-Autores: Bernard de Sá Gouveia

Empresa: Energisa Sergipe - Distribuidora de Energisa SA

Resumo

Este artigo apresenta uma metodologia integrada para combater fraudes elétricas, um desafio crítico para concessionárias no Brasil, especialmente em cenários com altas perdas comerciais. O objetivo principal é aumentar a eficácia operacional e minimizar perdas financeiras por meio da blindagem de ativos elétricos e gestão de clientes reincidentes. A solução proposta combina técnicas de *clustering*, análise estatística e logística de campo. O sistema automatizado direciona medidas de proteção para unidades consumidoras vulneráveis, enquanto uma carteira específica de Unidades Consumidoras reincidentes em fraudes realiza o controle e prioriza inspeções, aumentando a assertividade das ações corretivas. Monitoramentos periódicos avaliam a integridade das blindagens aplicadas, garantindo eficácia duradoura. Os resultados práticos incluem um aumento de 10% na assertividade operacional quando comparada a métodos convencionais, redução na reincidência de fraudes e recuperação significativa de receitas. O objetivo do mecanismo é unir as áreas de perdas elétricas e recebíveis, para garantir sustentabilidade na operação da empresa.

1. Introdução

Fraudes elétricas continuam sendo um dos desafios mais complexos enfrentados por concessionárias de energia elétrica, especialmente em países como o Brasil, onde as perdas comerciais têm impacto direto na sustentabilidade econômica do setor e na qualidade do serviço entregue aos consumidores. O furto de energia não apenas compromete a confiabilidade do sistema elétrico, mas também representa um entrave significativo ao cumprimento das metas regulatórias e financeiras das empresas.

Neste cenário, este artigo apresenta um projeto integrado para enfrentar as fraudes elétricas, utilizando ferramentas tecnológicas e operacionais para otimizar dois processos-chave:

- **Blindagem ótima de ativos elétricos:** Um mecanismo automatizado para aplicar medidas de proteção em unidades consumidoras vulneráveis, seguido de um processo de monitoramento conduzido pela equipe de leituristas para garantir sua eficácia e integridade.
- **Gestão de reincidentes:** Um sistema de controle e priorização de clientes reincidentes, responsáveis por uma parcela significativa das fraudes detectadas, com foco em aumentar a efetividade das inspeções e reduzir a reincidência ao longo do tempo.

Com base em técnicas de clusterização, normalização de dados e priorização estatística para qualificar cada unidade consumidora, a solução propõe ações mais direcionadas e eficientes para combater as perdas comerciais. Além disso, o envolvimento operacional da equipe de campo e a criação de uma carteira específica de reincidentes tornam o mecanismo uma ferramenta prática e escalável para aplicação no setor elétrico.

O objetivo principal deste artigo é demonstrar como a combinação de tecnologia, estatística e logística pode não apenas mitigar perdas financeiras, mas também melhorar significativamente os processos operacionais das concessionárias. Por meio de dados reais e análises detalhadas, este artigo mostra como o projeto foi capaz de aumentar a eficácia das inspeções, reduzir a reincidência de fraudes e aumentar a assertividade das blindagens aplicadas.

2. Desenvolvimento

2.1. Contextualização do Problema

Como dito anteriormente, o desenvolvimento deste projeto foi guiado pela necessidade de enfrentar dois desafios específicos no combate a fraudes elétricas: a eficácia operacional das blindagens aplicadas em unidades consumidoras vulneráveis e a identificação e controle de clientes reincidentes. Ambos os problemas também convergem para a diminuição de Termos de Ocorrência de Inspeções (TOI's) em unidades consumidoras desligadas.

No primeiro desafio, a blindagem de ativos, constatou-se que muitas proteções instaladas perdem a eficácia devido à falta de monitoramento adequado. Medidas danificadas ou manipuladas deixam as unidades consumidoras suscetíveis a novos furtos. A inclusão da equipe de leituristas como parte do ciclo de monitoramento foi uma solução inovadora, otimizando recursos operacionais e prevenindo reincidências.

No segundo desafio, a gestão de clientes reincidentes revelou um padrão preocupante: Uma alta proporção de consumidores que, mesmo com débitos e TOI's registrados, continuam fraudando energia por anos consecutivos. Esse grupo representou 10% dos TOI's desligados em 2024, gerando perdas significativas para a empresa. A criação de uma carteira dedicada a esses clientes e a priorização de inspeções específicas permitiram uma abordagem mais assertiva e eficiente.

Para enfrentar esses desafios, o projeto utilizou uma combinação de técnicas de análise de dados, como clusterização, regressão linear e filtragem estatística, integradas a ações práticas de campo, criando uma solução robusta e orientada por dados para a redução de fraudes elétricas.

A ferramenta derivou também, de uma análise do comportamento dos clientes, onde uma parcela deles realiza fraudes a partir do seu primeiro corte e historicamente acumulam TOI's, recortes e débitos.

2.2. Metodologia Proposta

A metodologia adotada no projeto fundamenta-se em três pilares principais: (i) desenvolvimento de uma abordagem estruturada para a clusterização de clientes, (ii) implementação de estratégias otimizadas para a aplicação de blindagens em medições elétricas, e (iii) estabelecimento de um sistema eficiente para monitoramento e controle de reincidências em fraudes elétricas. A seguir, cada um desses componentes é detalhado de forma sistemática.

2.2.1. Clusterização de Clientes

Para qualificar de maneira assertiva os clientes ao ponto de vista de blindagem, foi utilizado o algoritmo de clusterização K-Means, configurado com base em variáveis como dados históricos de perdas, débitos/fat-

uras em aberto e geolocalização. Conforme destacado por López (2024), "este algoritmo segrega os dados em grupos distintos, garantindo a homogeneidade dentro de cada cluster". Com isso, foi possível desenvolver um cluster enumerado de 1 a 5, combinando a literatura da estatística com a hierarquização, cálculo de normalização e a regressão linear, a qual atingiu um coeficiente de determinação de 0.7, alcançando a distribuição que pode ser vista no Gráfico 1.

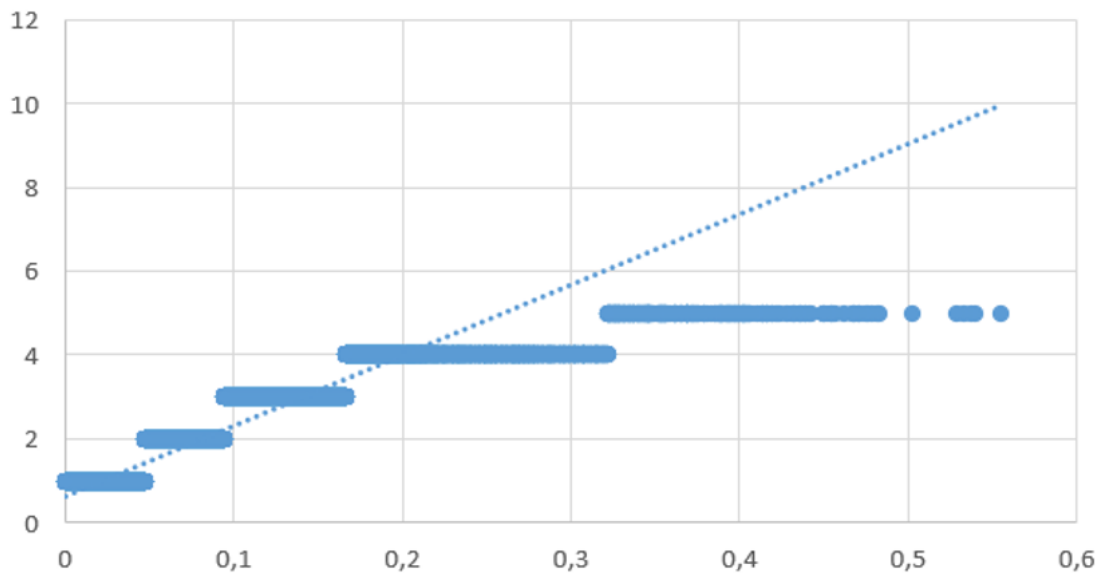


Gráfico 1: Distribuição de Unidades por Cluster.

Sendo o primeiro segmento aqueles clientes com nenhum TOI e baixos débitos em aberto e localizados em zonas de baixa incidência de fraudes e o quinto segmento com alta reincidência em TOI's, débitos existentes mais altos e em regiões com alta incidência de fraudes é possível definir um plano de medidas para cada um desses segmentos de maneira a considerar os gastos gerados por essas unidades consumidoras além disso, é possível criar um mapa de perdas para identificar regiões com maiores concentrações de unidades críticas, como explanado na Figura 1 abaixo:

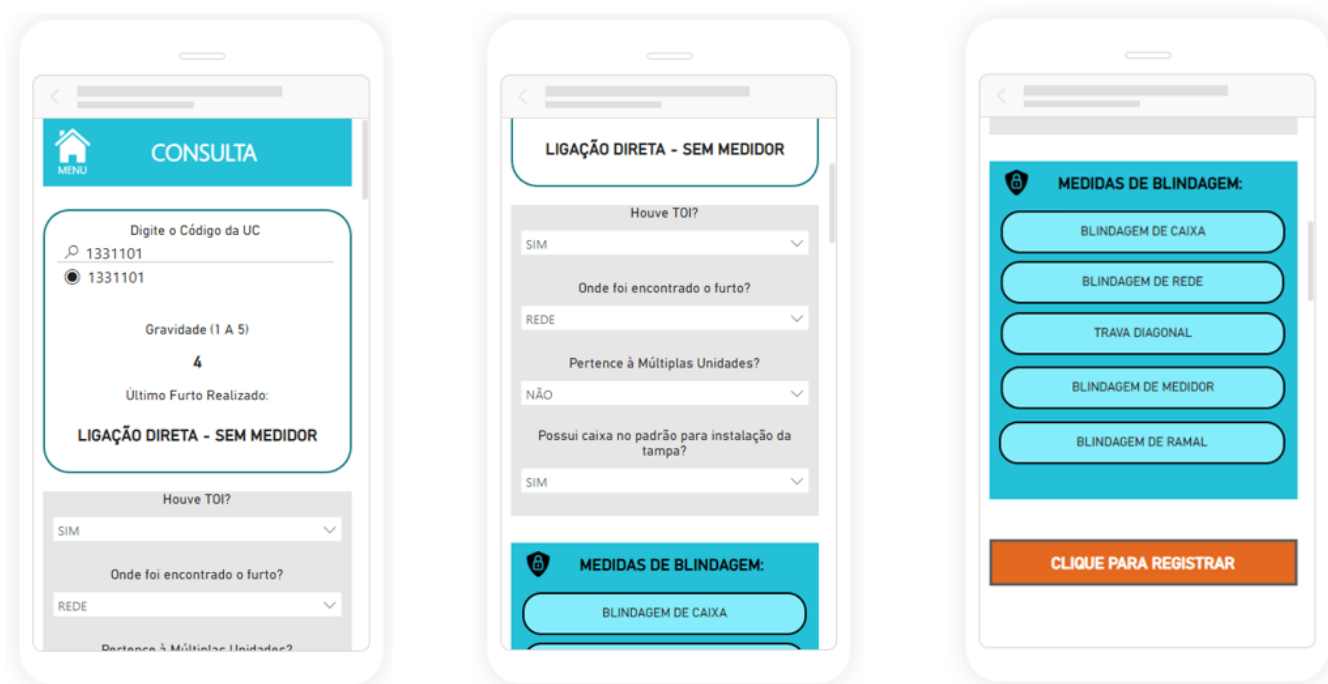


Figura 2: Recorte da Ferramenta de Aplicação Ótima de Blindagem.

Monitoramento da Blindagem:

Após a aplicação, uma equipe de leituristas é designada para verificar a condição das blindagens após 1 ou 2 meses. Os resultados dessa verificação são categorizados em:

- Blindagem Intacta: Proteção mantida e funcionando corretamente.
- Blindagem Danificada: Necessita substituição ou reparo.
- Blindagem com Dificuldades de Leitura: Ajustes necessários para facilitar a leitura dos medidores.

Essa etapa garante que ações preventivas sejam mantidas em operação e reduz o tempo de reação caso o cliente volte a fraudar. Além de qualificar a perenidade do equipamento e qual efetividade ele possui em determinada região.

2.2.3. Gestão de Clientes Reincidentes

Os clientes reincidentes representam um desafio ainda mais complexo, dado que suas práticas fraudulentas persistem mesmo após a adoção de ações corretivas iniciais. Essa problemática histórica é marcada pela ausência de previsibilidade, dificultando a antecipação de comportamentos e padrões.

Além disso, o acúmulo de fraudes por parte desses consumidores cria uma barreira para a entrada de receitas no caixa da empresa, impactando diretamente sua saúde financeira e operacional. Conforme ilustrado no gráfico da Gráfico 2, o número de reincidentes tem se mantido em patamares expressivos ao longo dos anos, deixando claro a relevância do problema. O mecanismo proposto visa abordar esse cenário por meio de uma estratégia estruturada de identificação, monitoramento e controle desses consumidores, buscando não apenas mitigar as perdas financeiras, mas também aumentar a eficiência e a assertividade das ações corretivas, nos levando a analisar de maneira segmentada para essa carteira.

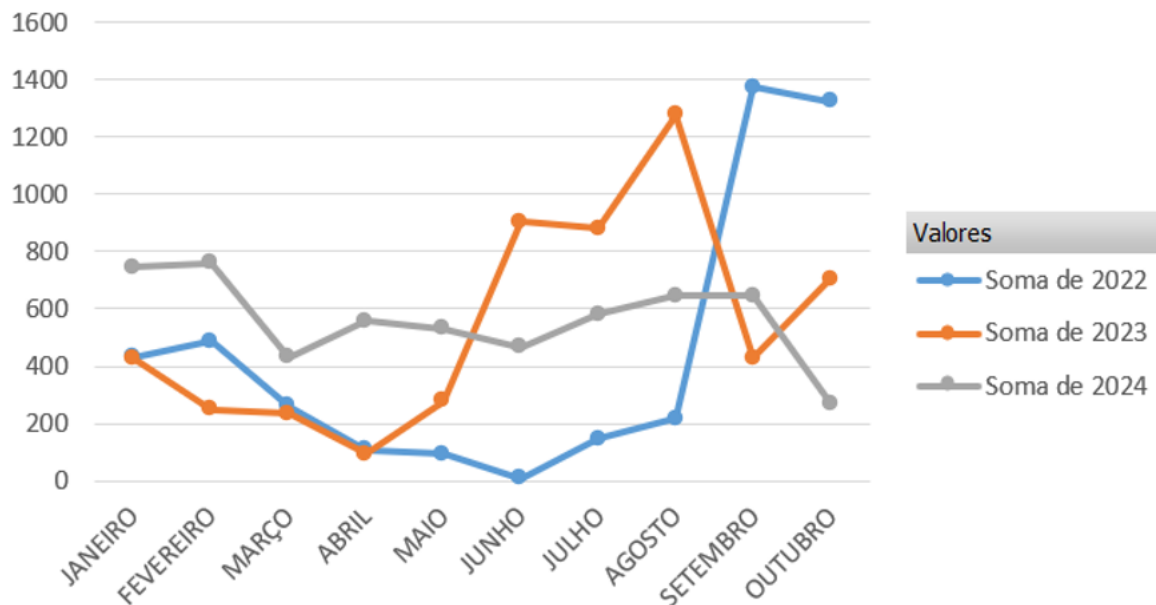


Gráfico 2: Quantidade de Unidades Consumidoras Reincidentes ao Longo dos Anos.

2.3. Identificação de Reincidências

Utilizando dados históricos, a ferramenta identifica clientes com múltiplos TOI's registrados ao longo de anos. Esses clientes são categorizados e priorizados para inspeções futuras com base em:

- Quantidade de fraudes detectadas.
- Débitos e faturas pendentes.
- Impacto financeiro potencial.

2.3.1. Inspeções Direcionadas

Com base na categorização dos clientes, é criada uma carteira de reincidentes, permitindo priorizar ações em campo de maneira mais eficiente e direcionada. A análise dessa carteira facilita a identificação de padrões de irregularidades, otimizando os recursos disponíveis para inspeções.

No último mês, foram realizadas inspeções focadas nos clientes reincidentes, resultando na identificação de 232 TOI's. Desses, 202 estavam associados a clientes com o status "desligados" e em condição irregular. Essa abordagem direcionada demonstrou uma efetividade significativa, com 80% dos TOI's provenientes de clientes já previamente identificados como reincidentes.

Esses resultados reforçam a importância da utilização de critérios bem definidos na categorização de clientes, proporcionando ganhos tanto na eficácia das operações quanto na gestão de recursos e tempo das equipes em campo.

2.4. Monitoramento Contínuo

O processo de monitoramento contínuo é estruturado em ciclos definidos para maximizar a eficiência da medição e a detecção de reincidências. Após a aplicação da blindagem, realiza-se uma análise inicial dois meses depois para avaliar a eficácia da intervenção na rede elétrica. Caso sejam identificadas reincidências, novas análises são programadas para seis meses subsequentes.

Os indicadores-chave (KPIs) monitorados incluem a redução no número de TOI's desligados, a proporção de blindagens aplicadas e mantidas sem rompimentos (indicando sucesso na aplicação) e a receita movi-

mentada por negociações realizadas. Até o momento, as ações com clientes reincidentes geraram aproximadamente 200 mil reais em receitas entrantes.

Com a implementação do sistema de blindagens, a identificação de clientes reincidentes tornou-se mais precisa, e a perenidade das blindagens aumentou em 10%, demonstrando a eficácia das medidas adotadas. Além disso, o sistema permite um ajuste contínuo das estratégias, considerando as características específicas de cada segmento de cliente, garantindo que as intervenções sejam ainda mais direcionadas e efetivas.

3. Conclusão

A aplicação da metodologia implementada demonstrou resultados expressivos, consolidando-se como uma solução eficiente e de alto impacto no combate a perdas comerciais e na otimização das operações de campo. Os resultados alcançados destacam a relevância de uma abordagem planejada e calculada (direcionando esforços), baseada em dados, para identificar e solucionar problemas no setor de distribuição de energia elétrica.

- **Aumento da assertividade operacional:** Foi realizada uma análise comparativa entre dois grupos, um que utilizou a ferramenta de indicação de blindagens e outro que realizou as ações sem o suporte da mesma. Os resultados mostraram que o grupo de controle, com a ferramenta, obteve uma taxa de sucesso de 89% na efetividade das blindagens, superando o grupo de teste, que apresentou 79%. Esses números confirmam que a ferramenta não apenas orienta melhor as intervenções, mas também contribui para a longevidade das soluções aplicadas, garantindo maior proteção aos medidores e, consequentemente, reduzindo a necessidade de retrabalho e custos associados a novas ações.
- **Redução de perdas comerciais:** A metodologia possibilitou a criação de uma carteira específica de reincidentes, um grupo que historicamente gera elevados índices de perdas comerciais. Com base nessa segmentação, foi possível adotar ações mais precisas e eficazes, reduzindo irregularidades e recuperando receitas significativas. O impacto financeiro direto pode ser mensurado, com aproximadamente R\$ 200 mil recuperados em negociações realizadas exclusivamente com unidades reincidentes. Este valor reforça a importância de um monitoramento contínuo e criterioso desse segmento.
- **Melhoria no monitoramento preventivo:** A introdução de ciclos de análise periódica após a aplicação das blindagens — sendo o primeiro ciclo realizado dois meses após a instalação e ciclos subsequentes a cada seis meses para unidades reincidentes — foi fundamental para a detecção precoce de falhas ou intervenções inadequadas. Esse acompanhamento reduziu a ocorrência de reincidências e minimizou interrupções operacionais, aumentando a confiabilidade do sistema e promovendo a manutenção da receita.
- **Impacto na gestão de ativos:** A segmentação dos clientes em níveis de complexidade, integrada ao direcionamento estratégico das blindagens, aprimorou a alocação de recursos e a definição de prioridades. Unidades consumidoras críticas, anteriormente responsáveis por impactos negativos expressivos na receita, passaram a ser monitoradas e tratadas de forma mais assertiva.
- **Viabilidade econômica e técnica:** Um ponto de destaque é que a execução do projeto não exigiu investimentos financeiros adicionais, sendo desenvolvida e mantida com recursos existentes e baseando-se na integração de dados e no conhecimento técnico do corpo operacional. Essa característica demonstra a

possibilidade de alcançar ganhos significativos sem a necessidade de grandes desembolsos financeiros, tornando-se facilmente replicável.

Em síntese, a implementação da ferramenta e da metodologia descrita trouxe benefícios substanciais para o desempenho operacional da empresa. A assertividade das blindagens, a redução das perdas comerciais e a melhoria no monitoramento preventivo traduzem-se em resultados concretos que impactam diretamente a sustentabilidade financeira da operação. Além disso, a eficiência demonstrada no olhar e tratamento de reincidentes e na recuperação de receitas confirma a relevância estratégica do projeto. A continuidade das ações, com base em uma abordagem técnica estruturada, deve garantir avanços ainda mais significativos no médio e longo prazo, consolidando a ferramenta como um pilar fundamental na gestão de perdas e na proteção dos ativos da rede elétrica.

4. Referências bibliográficas

- **Gestão da Perda Não Técnica de Energia Elétrica** – Rafael M. R. Barros.
- **Customer Segmentation Analysis Using K-Means: A Practical Guide** – Medium, 2024.
- **A Beginner's Guide to Data & Analytics** – Havard Business School (E-book).