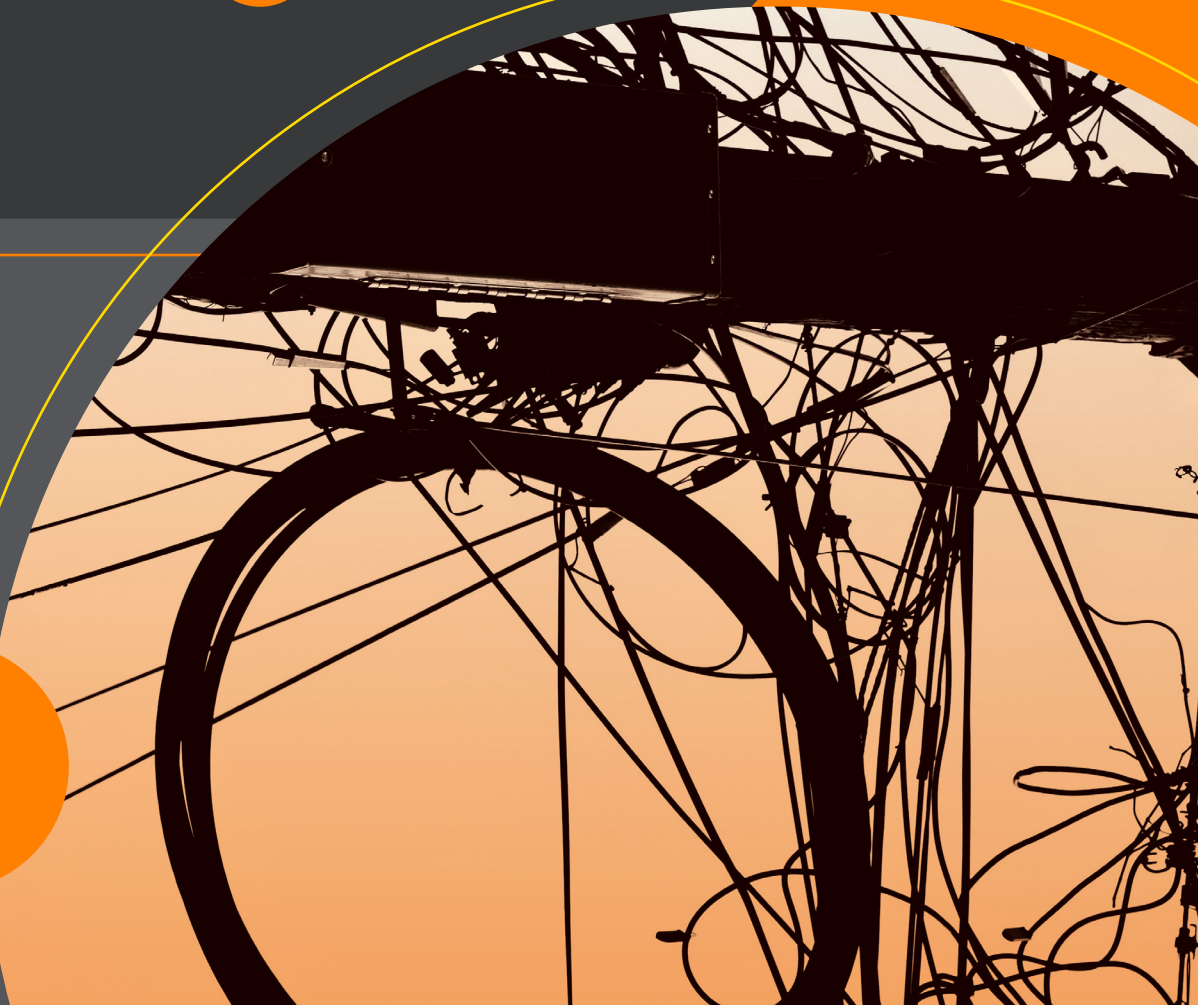


RESUMO EXECUTIVO

RECUPERANDO ENERGIA

Inovação e Estratégias para a
Gestão de Perdas Não Técnicas
na América Latina e Caribe





EDITORES

Joaquín Lazo (ADELAT), Dasla Pando (Universidad de Chile), Roberto Cajamarca (ADELAT), Francisco Inostrosa (Universidad de Chile), Javiera Jaime (Universidad de Chile), Alessandra Amaral (ADELAT), Rodrigo Palma (Universidad de Chile), Rigoberto Ariel Yepez-García (BID), Katherine Segura (OLACDE), Fitzgerald Cantero (OLACDE)

COLABORADORES

Fernando Rigonat, Germán Noez, Rodrigo Santander, Federico Monsulo, Jorge Dean, Germán Elías, Ariel Muñoz, José Aníbal Caballero Toledo, Thiago Lecchi, Pamela Tschaffon, Tais Lima, Mario Motta, Hans Rother, Alfredo Gallegos González, Claudio Arias Jara, Edwin Tarazona, Andrés Llano, Edgar Torres, Cesar Darío Varela, Eddison Martínez, Manuel Antonio Barboza Chacón, Francisco Xavier Parra Sigüenza, Patricia Mendoza, Tomás Rubén García Álvarez, Jaime Eduardo Mercar Chonay, Kevin Mauricio Situn Peralta, Miguel Ríos, Carlos Alberto Morales Sandoval, Gustavo Michelena, Marco Alarcón, Gonzalo Caudullo, Luis Jesús Sánchez de Tembleque, Miguel Alves, César A. Olivero Castillo, Paolo M. Chang Olivares, Marvin Barreto Villeda, Rebeca Flores, Félix Canales, Julio Calderón, Víctor Choque Lucana, Víctor Queiroz Oliveira, Joel Enrique Trincado Pacheco, Tamatia Coronel, Marcela Rojas.



01

CONTEXTO E PROPÓSITO

As perdas não técnicas (PNT) constituem um dos desafios mais persistentes para a sustentabilidade financeira e operacional das empresas distribuidoras na América Latina e no Caribe. Para além do impacto direto sobre as receitas, os altos níveis de energia não faturada distorcem os sinais de demanda, comprometem a qualidade do serviço, aumentam os riscos de segurança pública e corroem a legitimidade do sistema tarifário. Em um contexto de transição energética, no qual a digitalização e a flexibilidade operativa são imperativos, reduzir essas ineficiências deixa de ser uma meta isolada para se tornar uma condição essencial para a viabilidade do modelo de distribuição.

Segundo o estudo do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), que serve de ponto de partida para este trabalho, estima-se que, nas últimas três décadas, em média, cerca de 17% da energia gerada na região foi perdida, um nível três vezes superior ao observado nos países da OCDE. Em 2019, as perdas que excederam o limite de referência de 10% alcançaram aproximadamente 120 TWh, e o problema é generalizado: 22 dos 26 países analisados superaram esse limite, com casos que variam entre níveis próximos à eficiência (Peru) e outros que registram perdas superiores a 25% (Jamaica, Paraguai) ou magnitudes absolutas críticas (Venezuela, Honduras).

No contexto deste estudo, sistematizam-se as medidas implementadas pelas empresas distribuidoras da América Latina e do Caribe para reduzir as perdas não técnicas, com o objetivo de construir um repertório operacional de boas práticas que oriente a tomada de decisões e o desenho de estratégias contextualizadas. O presente resumo executivo condensa os principais achados, com foco na taxonomia proposta como principal contribuição metodológica, um panorama sintético da metodologia de levantamento e uma descrição das medidas-chave identificadas em cada eixo de intervenção.



“

As perdas de eletricidade na transmissão e distribuição são um indicador fundamental do desempenho dos sistemas elétricos

02

MARCO CONCEITUAL: DAS PERDAS ELÉTRICAS ÀS PNT

As perdas elétricas são definidas por meio do balanço energético do sistema, como a diferença entre a energia injetada na rede e a energia efetivamente faturada aos usuários finais. Esse indicador funciona como um termômetro do desempenho setorial e permite distinguir duas grandes categorias cuja natureza — e, portanto, cujas estratégias de gestão — diferem de maneira significativa.

As perdas técnicas são inerentes aos fenômenos eletromagnéticos e termodinâmicos da operação da rede (efeito Joule, efeito corona, perdas no núcleo dos transformadores). Dependem da topologia, da extensão, do calibre dos condutores e do nível de tensão, assim como da carga transportada. São passíveis de redução por meio de investimentos em infraestrutura, mas estão limitadas por leis físicas: não podem ser eliminadas por completo e sua redução enfrenta rendimentos decrescentes.

As perdas não técnicas (PNT), por sua vez, são uma magnitude empírica e residual: a fração das perdas totais que não possui explicação eletromagnética. Sua origem é humana, comercial e institucional e, por isso, são teoricamente evitáveis por meio de gestão, tecnologia e fiscalização. Seu enfrentamento transcende a engenharia e entra no campo do conflito econômico, político e social, ao envolver a cultura de pagamento e o acesso a serviços básicos.

O estudo distingue três categorias de PNT, cuja delimitação é decisiva para definir as ferramentas de ação disponíveis para a empresa distribuidora:

- **PNT não intencionais.** Correspondem à energia efetivamente fornecida, mas não faturada, sem conduta deliberada do usuário. Originam-se em fragilidades operacionais internas: erros de medição (medidores defeituosos ou obsoletos), falhas no processo de faturamento (leitura mal registradas, estimativas inadequadas) e problemas de gestão comercial (contratos mal cadastrados, consumos coletivos não medidos). Em muitos casos, refletem problemas de governança corporativa, incentivos internos desalinhados ou ausência de mecanismos de prestação de contas.
- **PNT intencionais.** Correspondem a consumos não registrados ou não pagos como resultado de ações deliberadas voltadas a evadir os mecanismos formais de medição. Incluem reconexões não autorizadas após suspensões formais, manipulação de medidores (intervenções intermitentes ou seletivas para subregistrar consumo) e conexões ilegais diretas à rede. Soma-se a isso a convivência operacional, fator habilitador em que pessoal vinculado à operação facilita, adultera ou deixa de reportar a irregularidade, violando os protocolos internos.
- **Irregularidade estrutural e zonas cinzentas.** Situações associadas a assentamentos informais, usuários sem título de propriedade, acesso precário herdado ou consumos historicamente tolerados. A conexão ocorre à margem dos esquemas formais, mas a irregularidade não decorre de intenção explícita de evitar o pagamento, e sim de restrições materiais, legais ou administrativas que impedem a regularização. Uma resposta puramente punitiva costuma ser ineficaz ou contraproducente.

Essa distinção explica o foco do estudo: as PNT intencionais são aquelas sobre as quais a empresa distribuidora possui maior margem de ação direta, por meio de ferramentas de gestão, controle e operação sob sua responsabilidade. A dimensão estrutural é abordada de forma complementar, devido ao seu entrelaçamento com as anteriores.

O estudo se circunscreve à gestão operacional e comercial das PNT no âmbito das empresas distribuidoras. Sistematiza o conjunto de ações sob controle direto da companhia — desde investimentos em medição e análise de dados até o desenvolvimento de estratégias de controle em campo e mecanismos de regularização — para detectar, reduzir e prevenir a energia não faturada. Ficam fora do escopo o desenho de políticas públicas, as reformas legais e a discussão regulatória em sentido estrito, que são considerados como o marco contextual dentro do qual a empresa otimiza suas decisões.



03

METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido com uma abordagem metodológica mista, combinando ferramentas quantitativas e qualitativas para identificar, classificar e analisar as práticas utilizadas pelas empresas distribuidoras. Buscou-se não apenas levantar a existência de determinadas medidas, mas também examinar suas condições de implementação, os desafios associados, o desempenho observado e os aprendizados derivados de sua aplicação em contextos reais. O processo foi estruturado em seis etapas sequenciais.

- **Etapla 1 — Questionário inicial.** Foi aplicado um questionário estruturado às distribuidoras participantes, elaborado a partir de uma classificação preliminar que abrangeu dimensões tecnológicas, regulatórias, comerciais, comunitárias e de acompanhamento. Foram recebidas 38 respostas, das quais 24 consistentes e completas, permitindo identificar 191 medidas reportadas como insumo inicial.
- **Etapla 2 — Entrevistas semiestruturadas.** Foram realizadas 30 entrevistas remotas (40–60 minutos), dirigidas principalmente a responsáveis pelas áreas de perdas não técnicas. O foco foi capturar informações qualitativas não observáveis em instrumentos padronizados: desafios operacionais, condições de sucesso, adaptações locais e aprendizados.
- **Etapla 3 — Construção da taxonomia.** A partir dos insumos anteriores, foi elaborada a taxonomia de medidas, organizada de acordo com sua natureza, âmbito de aplicação e lógica de intervenção. Essa taxonomia constitui um dos principais produtos metodológicos do estudo e estrutura toda a análise posterior.
- **Etapla 4 — Análise qualitativa sistemática.** As entrevistas foram transcritas, codificadas e analisadas tematicamente, o que permitiu contrastar padrões, identificar convergências e diferenças entre as empresas de acordo com seus contextos operacionais, capacidades e condições locais.
- **Etapla 5 — Segundo questionário quantitativo.** Foi aplicado um instrumento quantitativo (20 respostas) para levantar a evolução dos indicadores de PNT nos últimos cinco anos e identificar o grau de implementação das medidas descritas. Esse processo permitiu construir indicadores comparáveis e detectar padrões entre as características das empresas e a adoção das ferramentas.
- **Etapla 6 — Consulta a reguladores.** Foi realizada uma fase de consulta a organismos reguladores ibero-americanos com o objetivo de contrastar a visão operacional com os marcos institucionais vigentes e validar a dimensão regulatória da taxonomia.

Em conjunto, o cruzamento de fontes primárias (questionários e entrevistas com distribuidoras e reguladores) com fontes secundárias permitiu construir uma base empírica robusta, sobre a qual se apoiam as conclusões operacionais e os aprendizados transferíveis apresentados nos capítulos seguintes.

04

PANORAMA REGULATÓRIO REGIONAL (SÍNTESE)

Embora as empresas distribuidoras enfrentem problemáticas comuns de furto, conexões irregulares e falhas de medição, os incentivos econômicos e as faculdades coercitivas disponíveis variam significativamente entre jurisdições. A revisão comparada permite identificar quatro eixos de diferenciação que explicam os resultados díspares observados na região.

- **Reconhecimento tarifário e sinais econômicos.** Países com regulação madura (Brasil, Chile, Colômbia, Peru, México) definem explicitamente os níveis de perdas reconhecidos na tarifa. O Brasil se destaca pelo seu benchmarking econométrico entre distribuidoras com contextos socioeconômicos comparáveis; Chile e Peru operam com um esquema de empresa modelo eficiente (ex ante). Em contraste, países como Paraguai, Bolívia ou Cuba apresentam reconhecimentos parciais, inexistentes ou fracamente vinculados à gestão real, enfraquecendo o sinal de eficiência.
- **Metas, planos e instrumentos não tarifários.** República Dominicana, Honduras, Equador e Paraguai contam com planos nacionais ou setoriais com metas quantitativas. Sua efetividade é maior quando se integram a instrumentos operacionais e orçamentários claros; diluem-se quando funcionam apenas como declarações programáticas sem mecanismos de prestação de contas.
- **Transparência e qualidade da informação.** O balanço de energia é a ferramenta básica transversal, mas a qualidade, a frequência e o uso regulatório variam. Brasil, Colômbia, Equador, Chile, Peru, Espanha e Portugal dispõem de relatórios periódicos auditáveis, com uso tarifário e comparativo, e publicidade ao menos em nível agregado. Outros países (Bolívia, Paraguai) reportam internamente sem auditoria regulatória sistemática, o que limita o aprendizado setorial.
- **Faculdades coercitivas e coordenação interinstitucional.** O furto de energia está tipificado em todos os países analisados (administrativo ou penal), mas a articulação efetiva entre distribuidoras, reguladores, ministérios públicos e forças de segurança é bastante heterogênea. A República Dominicana e o Brasil se destacam com promotorias especializadas e protocolos formais; em outros contextos, a resposta é fragmentada, lenta ou limitada por condições de segurança, e o controle coercitivo isolado tende a gerar efeitos transitórios.

Os países que conseguem articular de forma coerente sinais econômicos claros, informações confiáveis e auditadas, coordenação interinstitucional efetiva e estratégias de inclusão apresentam trajetórias mais estáveis de redução das PNT. A ausência de qualquer um desses componentes fragiliza os avanços e os torna dependentes de esforços extraordinários.

05

TAXONOMIA DE MEDIDAS DE GESTÃO DE PNT

O principal aporte metodológico do estudo é uma taxonomia operacional que organiza o conjunto de ferramentas disponíveis em três eixos sequenciais. Essa classificação não é arbitrária, mas responde à lógica de gestão de uma perda: primeiro é necessária a visibilidade (saber onde ocorre), depois a capacidade de controle (conter e desincentivar a fraude) e, por fim, mecanismos de sustentabilidade (integrar o usuário ao sistema formal).

- **Eixo 1 – Detecção e localização (Visibilidade).** Agrupa as medidas cujo atributo central é o processamento de informações para identificar e localizar anomalias. Sua função não é deter a fraude em si, mas direcionar de forma eficiente os recursos operacionais. Inclui desde balanços de energia até análises avançadas de dados, passando pela sensorização da rede e pela caracterização de clientes.
- **Eixo 2 – Desincentivo e controle (Contenção).** Reúne as medidas físicas, regulatórias e sociais voltadas para elevar o custo e a dificuldade de cometer fraude. Integra barreiras tecnológicas (blindagem, medição inteligente), fiscalização em campo, capacidade sancionatória e estratégias culturais que deslegitimem a irregularidade.
- **Eixo 3 – Regularização e inclusão (Integração).** Compreende as iniciativas voltadas para transformar o usuário irregular em cliente formal. Aborda as barreiras econômicas e sociais de acesso por meio de soluções comerciais e comunitárias que tornem viável o pagamento do serviço ao longo do tempo, especialmente em contextos de vulnerabilidade.

A taxonomia, apresentada na Fig. 1, reflete uma relação de complementaridade, não de substituição: a efetividade sustentada da estratégia depende da articulação dos três eixos. Uma empresa pode detectar com precisão (Eixo 1) sem ter capacidade de intervir em campo (Eixo 2); pode controlar com rigor (Eixo 2) sem resolver o retorno à irregularidade (Eixo 3). A taxonomia busca, portanto, orientar a leitura do repertório operacional e facilitar decisões contextualizadas de acordo com a realidade de cada distribuidora.

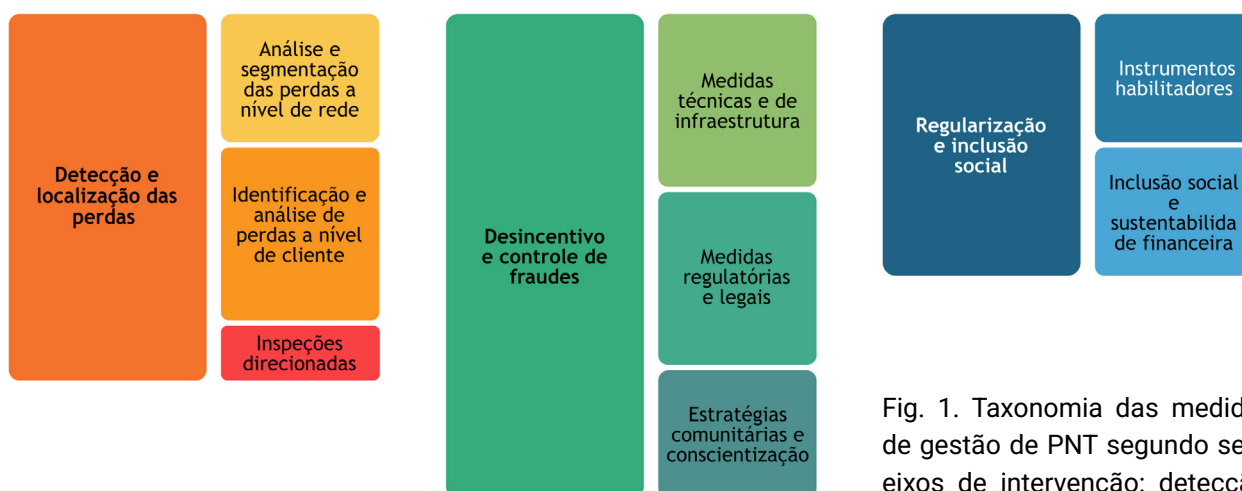


Fig. 1. Taxonomia das medidas de gestão de PNT segundo seus eixos de intervenção: detecção, controle e inclusão social.

06

EIXO 1: DETECÇÃO E LOCALIZAÇÃO

As PNT se caracterizam por sua heterogeneidade, variabilidade espacial e dinâmica ao longo do tempo. Sem informações precisas sobre onde, como e em que magnitude ocorrem, as ações de inspeção, sanção ou regularização tendem a ser ineficientes. A evolução observada mostra uma transição das inspeções aleatórias e denúncias para uma detecção preditiva e focalizada, entendida como um processo de delimitação progressiva da busca: da subestação ao alimentador, do transformador aos circuitos de baixa tensão e, finalmente, ao cliente individual.

6.1. ANÁLISE E SEGMENTAÇÃO DE PERDAS A NÍVEL DE REDE

- **Balancos de energia ao nível do alimentador.** Constituem a primeira camada da análise de perdas. Apoiam-se em sistemas de medição e telemetria instalados na cabeceira dos alimentadores de média tensão, onde são registradas corrente, tensão e energia. A energia injetada no circuito é contrastada com a energia faturada a jusante, agregada a partir dos registros comerciais. A diferença entre ambas as magnitudes fornece uma primeira estimativa do nível de perdas de todo o alimentador, sem ainda identificar clientes individuais. Seu valor está em orientar a camada seguinte da análise: permite descartar circuitos saudáveis, priorizar aqueles com desvios relevantes e direcionar campanhas de inspeção ou investimentos de repotenciação. Suas limitações derivam da resolução grosseira: dentro de um alimentador convivem zonas heterogêneas, de modo que um balanço positivo no agregado não descarta perdas localizadas, nem a magnitude detectada permite, por si só, priorizar usuários.
- **Balancos a nível do transformador da distribuição.** Aumentam a resolução espacial ao comparar a energia entregue por um transformador específico com a soma da energia faturada aos clientes alimentados a partir dele. O universo de análise passa de um circuito de vários quilômetros para um grupo delimitado de dezenas ou centenas de usuários. Isso possibilita ações operacionais mais precisas: priorizar equipes em setores específicos, direcionar campanhas de inspeção a um grupo restrito, focalizar a análise avançada sobre um subconjunto manejável de clientes e planejar intervenções técnicas em torno de um ativo comum. Sua implementação exige a instalação e manutenção contínua de macromedidores totalizadores com telemetria, o que implica custos relevantes e exposição ao vandalismo (roubo de equipamentos e condutores, danos intencionais). Existem variantes mais leves: medição portátil que circula entre pontos da rede para construir balanços temporários, e microbalancos virtuais baseados em modelos elétricos, perfis de tensão e impedâncias que estimam perdas sem necessidade de um grande número de equipamentos em via pública. Um desafio emergente é a penetração da geração distribuída: quando o cliente injeta energia na rede, os macromedidores unidirecionais convencionais distorcem o balanço, geram sinais falsos ou tardios e obrigam a substituição antecipada por equipamentos bidirecionais e horários, custo que nem sempre é reconhecido no marco regulatório.

- **Monitoramento e sensorização de baixa tensão.** Última camada de observação antes do cliente individual. Consiste na instalação de dispositivos de medição ou sensorização a jusante do transformador, em ramais e pontos críticos da rede de baixa tensão, para observar correntes, cargas, perfis de tensão e eventos associados a intervenções físicas. O objetivo é, por um lado, delimitar espacialmente o problema, identificando em qual braço do circuito se concentram desequilíbrios ou sobrecargas e, assim, reduzir o universo de clientes a serem inspecionados; por outro, capturar eventos anômalos (ligações ou derivações ilegais, intervenções físicas, perfis inconsistentes com o comportamento esperado) que justifiquem uma ação operacional. Essa camada pode operar em duas modalidades: monitoramento contínuo com resolução horária e alarmes em tempo real, ou monitoramento pontual por meio de equipamentos rotativos. Seus principais requisitos são de comunicações (telemetria confiável em áreas de baixa tensão), gestão do volume de dados gerado e procedimentos de manutenção dos sensores diante de falhas ou intervenções.

6.2. IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE A NÍVEL DE CLIENTE

- **Agregação e análise de perfis de consumo.** É uma técnica analítica que compara o consumo de cada cliente com um padrão de referência construído a partir de um grupo comparável (localização, tarifa, estrato socioeconômico, ramo ou atividade econômica). A hipótese subjacente é que clientes com características semelhantes deveriam apresentar curvas de consumo coerentes; desvios significativos — quedas abruptas, perfis planos, consumos persistentemente baixos, leituras em zero em fornecimentos ativos, consumos constantemente afastados da média do grupo — constituem sinais prioritários. Essa medida não confirma a fraude, mas delimita o universo de clientes a serem revisados. Sua sofisticação admite diferentes níveis: comparações com o próprio histórico do cliente; estratificações simples baseadas em variáveis demográficas ou tarifárias; agrupamentos estatísticos por clustering que constroem curvas típicas e medem desvios em relação a elas; e integração em plataformas mais amplas com mineração de dados e variáveis comerciais. Seu desempenho depende criticamente da qualidade e consistência das bases comerciais, já que classificações incorretas (um cliente comercial registrado como residencial, um ramo mal definido) introduzem ruído que distorce os padrões de referência.
- **Analítica avançada e scoring de risco.** Não se trata de uma tecnologia única, mas sim de uma arquitetura de decisão que atribui a cada fornecimento um pontuação de risco (score) que reflete tanto a probabilidade de existirem perdas não técnicas quanto a magnitude esperada da energia recuperável. Seu propósito é deslocar as empresas de inspeções aleatórias ou por varredura para operações focalizadas que maximizem tanto a taxa de achados quanto a energia recuperada por inspeção. O ciclo típico de funcionamento possui quatro etapas: (i) **Ingestão e consolidação** – integra dados historicamente dispersos (consumo, eventos do medidor, antecedentes comerciais, resultados de inspeções anteriores, dados não estruturados de campo) em um perfil unificado do fornecimento. (ii) **Processamento analítico** – transforma esses sinais em uma estimativa de risco, por meio de regras heurísticas, modelos estatísticos de detecção de anomalias ou algoritmos supervisionados de aprendizado de máquina treinados com históricos de inspeções validadas. (iii) **Atribuição do score** – gera um valor comparável entre fornecimentos, permitindo hierarquizar e priorizar; em alguns esquemas, o score combina probabilidade e impacto em uma única métrica. (iv) **Retroalimentação** – os resultados das inspeções em campo são reincorporados ao modelo, recalibrando regras, ponde-

rações ou algoritmos; sem esse ciclo, os modelos tornam-se rapidamente obsoletos diante de mudanças nas modalidades de fraude. As variáveis utilizadas agrupam-se em quatro famílias: Padrões de consumo (quedas, rupturas, planícies, desvios em relação ao grupo). Variáveis técnicas e eventos do medidor (alarmes de abertura, manipulação, sequências elétricas atípicas). Variáveis comerciais e de comportamento (inadimplência, reincidência, mudanças de titularidade, classificação de uso). Variáveis exógenas ou não estruturadas (clima, dados geoespaciais, observações textuais de equipes de campo, imagens de instalações). Os achados do estudo são consistentes em um ponto: a qualidade do dado pesa mais do que a sofisticação algorítmica, e modelos simples sobre bases limpas costumam superar modelos complexos sobre bases inconsistentes. Por isso, a digitalização dos processos comerciais e a depuração sistemática dos registros aparecem como habilitadores indispensáveis.

6.3. INSPEÇÕES DIRECIONADAS

A inspeção em campo é o fechamento do ciclo de detecção: confirma ou descarta a perda e, em caso afirmativo, coleta a evidência que sustenta a recuperação da energia e a aplicação da sanção. Sua efetividade depende de três elementos. Primeiro, uma boa priorização: quando as equipes trabalham com listas ordenadas por pontuação de risco (scoring), a taxa de achados aumenta significativamente em relação às inspeções aleatórias e reduz o custo unitário da energia recuperada. Segundo, protocolos padronizados de coleta de evidências, normalização do medidor e cálculo da energia não faturada, capazes de sustentar processos administrativos ou judiciais posteriores. Terceiro, retroalimentação sistemática ao sistema analítico, classificando os resultados de cada inspeção (achado, falso positivo, não acesso, energia recuperada) para que os modelos aprendam. Sem essa integração, a inspeção torna-se reativa, os falsos positivos sobrecarregam as equipes e a legitimidade do processo frente aos usuários é comprometida.

Em resumo, a rentabilidade operacional não se alcança inspecionando mais, mas sim delimitando gradualmente o espaço de busca de forma economicamente eficiente. Ao hierarquizar a análise das escalas macro para os níveis micro, as distribuidoras descartam amplas áreas saudáveis da rede e concentram os recursos com uma precisão antes indisponível. No entanto, conhecer com exatidão onde ocorre a perda não garante sua recuperação: em contextos de acesso restrito, insegurança das equipes ou cultura de pagamento deteriorada, a tecnologia de detecção encontra um limite natural que exige avançar para o segundo eixo.



O monitoramento com sensores de baixa tensão constitui o último nível de observação da rede

07

EIXO 2: DESINCENTIVO E CONTROLE DE FRAUDE

A premissa deste eixo é que a fraude é uma decisão econômica e comportamental: ocorre quando o benefício esperado supera o custo percebido. A lógica do desincentivo busca reverter essa equação, elevando as barreiras de entrada e aumentando o custo esperado da fraude, articulando simultaneamente três dimensões: técnica (infraestrutura), regulatória (penalização) e social (cultura).

7.1. MEDIDAS TÉCNICAS E DE INFRAESTRUTURA

- **Monitoramento digital e alertas lógicos no ponto de medição.** Constituem uma camada de blindagem não física, complementar ao reforço estrutural. Operam em dois planos. O primeiro corresponde a sensores de intrusão ou manipulação (tamper) integrados ao medidor ou à sua caixa, que geram alertas automáticos diante da abertura não autorizada da tampa ou da caixa, da retirada do equipamento ou da presença de campos magnéticos externos destinados a travar o disco ou enganar o sensor. Esses sinais acionam inspeções rápidas e fornecem evidências objetivas sobre a intervenção. O segundo plano corresponde a alertas lógicos ou de comportamento, construídos a partir da comparação entre o estado comercial declarado do fornecimento e os eventos registrados pelo medidor, além do fluxo efetivo de energia: presença de carga após um corte formal (indício de religação não autorizada), ausência prolongada de tensão sem evento de rede associado (possível manipulação da conexão), perfis elétricos inconsistentes com o contrato. Cada um desses planos cumpre uma função distinta dentro do blindagem: o primeiro detecta a intervenção física; o segundo detecta sua consequência. O valor real desses alertas, entretanto, não está em sua geração massiva, mas em sua gestão: sem regras de filtragem, hierarquização e encaminhamento às equipes de campo, o volume gera saturação, falsos positivos e perda de rastreabilidade. Por isso, sua efetividade depende da integração com a análise de risco e com os processos operacionais subsequentes.
- **Blindagem física de acesso ao medidor.** É a medida mais tradicional do eixo e busca encarecer materialmente a intervenção. Adota duas formas principais. A primeira é o encapsulamento do medidor por meio de caixas reforçadas (metálicas ou plásticas de alta resistência, seladas e ancoradas), que limitam a abertura não autorizada e a intervenção sobre os bornes; sua efetividade depende do projeto, da qualidade da instalação e da rigorosidade da manutenção, já que caixas deterioradas podem ser vulneradas com relativa facilidade. A segunda é a realocação do ponto de medição em altura, fora do alcance imediato do usuário, o que exige acesso técnico autorizado e reduz a oportunidade de manipulação cotidiana. Ambas as variantes elevam o esforço e o tempo necessários para fraudar, atuando como fator dissuasivo frente ao fraude oportunista. Como contrapartida, encarecem a leitura, o manutenção e a reposição do medidor; podem gerar atritos com os usuários; e raramente são suficientes por si só: o fraude tende a se deslocar para pontos não blindados da rede, o que justifica complementar a blindagem física com monitoramento lógico e com intervenções a montante (ramal de ligação, derivação, transformador).

- **Telemedição e medição centralizada.** A medição inteligente ou avançada (AMI) substitui o medidor eletromecânico por equipamentos digitais com comunicação bidirecional, capazes de registrar consumo em alta resolução, reportar eventos em tempo real e executar ações remotas como o corte e a religação do fornecimento. A medição centralizada leva essa lógica um passo além: agrupa a medição de vários usuários em um ponto fisicamente protegido (tipicamente em altura ou dentro de uma câmara), reduzindo drasticamente a exposição do equipamento à manipulação. As duas modalidades compartilham quatro benefícios estruturais: reduzem a oportunidade física de fraude, geram dados de qualidade para alimentar a análise do Eixo 1, viabilizam respostas rápidas diante da irregularidade (corte remoto, alertas) e eliminam a necessidade de visitas físicas para leitura, diminuindo a exposição das equipes em áreas inseguras. Seus principais requisitos são: investimento inicial significativo, infraestrutura de comunicações confiável, capacidades internas para processar grandes volumes de dados e um marco regulatório que reconheça os custos associados — sem o qual o caso de negócio pode não se sustentar, mesmo quando os benefícios operacionais são evidentes.

7.2. MEDIDAS REGULATÓRIAS E LEGAIS

O componente regulatório cumpre uma função específica dentro da lógica do desincentivo: elevar o custo financeiro e legal esperado da fraude. Isso se articula em três níveis. No plano administrativo, a empresa deve ter a prerrogativa de inspecionar instalações, suspender o fornecimento irregular, normalizar a medição, calcular e cobrar a energia não registrada e aplicar encargos associados; os procedimentos precisam ser padronizados, robustos na cadeia probatória e respeitosos do direito do usuário de contestar, o que protege a legitimidade da cobrança diante de impugnações. No plano contencioso-civil, a empresa deve poder exercer ações de cobrança e, quando cabível, denunciar os responsáveis. No plano penal, a tipificação do furto e da manipulação de energia possibilita a persecução de casos graves, especialmente conexões ilegais de grande porte e convivência operacional, exigindo protocolos de atuação coordenada com Ministérios Públicos e forças de segurança. A evidência regional mostra que a capacidade sancionatória atua como multiplicador do componente técnico: a análise e a blindagem perdem efetividade se a recuperação administrativa é lenta ou se a resposta jurisdicional diante do fraude em larga escala é fragmentada. Seu limite é claro: o endurecimento sancionatório é eficaz contra o fraude oportunista ou sofisticado com intenção dolosa, mas perde força quando a irregularidade decorre de condições de exclusão estrutural, em que a sanção alimenta o ciclo de conflito sem reduzir de forma sustentável as perdas.

7.3. ESTRATÉGIAS COMUNITÁRIAS E CONCIENTIZAÇÃO

A aceitabilidade cultural da fraude é uma variável frequentemente subestimada e, no entanto, decisiva. Em ambientes onde o furto de energia é percebido como uma habilidade reconhecida ou um direito adquirido, a dissuasão técnica e legal encontra um limite difícil de superar. As estratégias comunitárias atuam sobre essa dimensão e se materializam em três linhas de trabalho. Primeiro, **campanhas de prevenção** que comunicam explicitamente as consequências legais, elétricas e econômicas da fraude (risco de incêndio e de eletrocussão, repasse do custo aos usuários adimplentes, sanções aplicáveis) e que combatem a oferta informal de “serviços” de manipulação. Segundo, **formação cívica e educação energética** em escolas, associações de moradores e espaços de capacitação, voltadas para construir uma cultura de pagamento e de uso responsável. Terceiro, **trabalho com lideranças locais e comunitárias**, que funciona tanto como canal de comunicação quan-

to como mecanismo de mediação precoce diante de conflitos. Essas medidas têm baixo custo unitário, não produzem recuperação imediata de energia e, por isso, costumam ser subutilizadas, mas reforçam a efetividade das medidas técnicas e regulatórias ao reduzir a base social da reincidência e ao criar condições para uma eventual regularização.

Em contextos de alta vulnerabilidade e exclusão urbana, a fraude nem sempre decorre de uma decisão oportunista, mas sim de uma estratégia de subsistência. Medidas puramente coercitivas, como cortes reiterados, blindagens e operações massivas, tendem a gerar ciclos desgastantes de religação imediata e conflito social, sem atacar a causa raiz. A experiência operacional mostra que o enfoque exclusivamente punitivo encontra uma barreira intransponível quando a conexão irregular é a única forma de acesso a um serviço essencial. É justamente esse reconhecimento que motiva o terceiro eixo do repertório.



08

EIXO 3: REGULARIZAÇÃO E INCLUSÃO SOCIAL

Uma parte relevante das PNT se sustenta em situações estruturais de informalidade e exclusão do serviço. As evidências mostram que uma lógica baseada exclusivamente em detecção e inspeção produz resultados transitórios: intervém-se em um ponto, mas a irregularidade reaparece se não houver um caminho viável para a formalização. A regularização é entendida, portanto, como condição habilitadora para uma redução sustentável das PNT.

8.1. INSTRUMENTOS HABILITADORES

- **Inclusão energética.** Conjunto de práticas voltadas para incorporar ao sistema formal usuários que vivem em bairros vulneráveis, assentamentos informais ou zonas periurbanas, reduzindo riscos elétricos e construindo condições para uma cultura de pagamento sustentável. Sua característica distintiva, em relação ao controle tradicional, é a presença contínua em campo: equipes especializadas que combinam perfis técnicos e comerciais visitam os bairros, coletam informações, gerenciam a regularização do fornecimento, acompanham o cliente em suas primeiras faturas e esclarecem dúvidas administrativas. Essa proximidade cumpre várias funções simultaneamente: facilita a formalização ao reduzir a assimetria de informação, evita que o cliente recém-regularizado fique preso em uma dívida impagável, mitiga os riscos elétricos associados às conexões informais e traz para a operação uma perspectiva social que dificilmente poderia surgir a partir de um canal de atendimento remoto. A efetividade dessas iniciativas depende da articulação com atores públicos — municípios, órgãos de habitação, serviços sociais —, já que a regularização geralmente requer condições habilitadoras (titularidade, traçado urbano, viabilidade técnica) que extrapolam o controle da distribuidora.
- **Flexibilidade de pagamentos.** Mecanismos desenhados para sustentar a regularização e evitar a reincidência em conexões irregulares por incapacidade temporária de pagamento. Sua lógica é construir alternativas intermediárias entre o cumprimento estrito e o corte do fornecimento. As práticas mais relevantes incluem: acordos de pagamento com prazos definidos e comunicação ativa da área de cobrança, que antecipam a inadimplência antes que ela escale; pré-pago, em suas diferentes variantes (corte automático ao esgotar o saldo, energia de emergência, descontos sobre a recarga para amortizar dívida anterior), que inverte a lógica de cobrança e reduz o risco de incobrabilidade; redução da potência contratada como alternativa ao corte total, mantendo um fornecimento mínimo e pagável enquanto a situação financeira se estabiliza; e diversificação dos canais de recarga (bancos, comércios de bairro, terceiros, atendimento presencial), reconhecendo que parte da população vulnerável não utiliza canais digitais. O objetivo comum é evitar que a rigidez da cobrança expulse novamente o cliente para o circuito informal, mas seu desenho deve ser cuidadoso para não premiar o inadimplemento nem enfraquecer a disciplina de pagamento dos clientes regulares.
- **Apoio econômico direto.** Compreende tarifas sociais, tarifas solidárias e subsídios focalizados, instrumentos cujo propósito é reduzir a barreira econômica de acesso ao serviço formal em segmentos de alta vulnerabilidade. Exercem uma dupla função dentro da estratégia de PNT. Como instrumento de acesso, tornam viável a formalização

para famílias que, de outra forma, não conseguiriam sustentar o pagamento da tarifa padrão. Como instrumento de retenção, estabilizam o vínculo contratual ao longo do tempo, reduzindo a probabilidade de retorno à irregularidade. Sua sustentabilidade como ferramenta operacional depende de três condições: critérios de elegibilidade claros e verificáveis, que permitam distinguir vulnerabilidade real de aproveitamento oportunista; previsão orçamentária estável, idealmente por meio de transferências estatais, para evitar que o custo do subsídio recaia exclusivamente sobre a distribuidora ou seja repassado via tarifa ao restante dos usuários; e uma segmentação de clientes que vá além do estrato administrativo, incorporando indicadores de vulnerabilidade efetiva e comportamento histórico, o que melhora simultaneamente a focalização do benefício e a arrecadação esperada.

8.2. INCLUSÃO SOCIAL E SUSTETABILIDADE FINANCEIRA

A regularização só é efetiva se vier acompanhada de condições que permitam sustentar o vínculo contratual ao longo do tempo. Três dimensões são críticas. Primeiro, a gestão da dívida: a dívida acumulada costuma ser uma barreira mais relevante do que a própria tarifa para manter o fornecimento formal. As práticas eficazes buscam desvincular a formalização do pagamento imediato de débitos históricos, por meio de acordos de refinanciamento, perdões parciais condicionados à regularidade futura e tratamentos diferenciados para dívidas associadas a ocupantes anteriores do imóvel, que de outra forma impediriam a formalização do novo titular. A ideia central é priorizar a regularidade futura em vez da recuperação integral do passado. Segundo, as tarifas sociais como estabilizadoras do pagamento ao longo do tempo, complementadas por uma segmentação dinâmica de clientes que ajuste as condições comerciais à realidade econômica e ao comportamento do usuário. Terceiro, o acompanhamento comunitário contínuo após a regularização: equipes territoriais que mantêm interação com lideranças locais, apoiam processos de faturamento, promovem o uso eficiente da energia e detectam precocemente sinais de inadimplência ou de desconexão informal, atuando antes que a perda não técnica se reinstale.

Em territórios onde a informalidade é estrutural, a distribuidora passa a operar com uma identidade expandida: além de prestadora do serviço, muitas vezes é o primeiro — e às vezes único — ator institucional presente no território. Essa posição tensiona o mandato regulatório de controle de perdas com expectativas sociais de provisão universal, obrigando a redefinir o alcance da ação empresarial. Na prática, esse papel se manifesta em três planos: Técnico: a distribuidora fornece informações sobre riscos elétricos, viabilidade de fornecimento e sequências de intervenção, tornando-se insumo crítico para processos de ordenamento territorial. De articulação: assume papel de mediadora com municípios, órgãos de habitação, serviços sociais e forças de segurança, reconhecendo que a resolução da informalidade extrapola sua competência direta e exige cooperação interinstitucional. Operacional: as restrições de segurança para o pessoal em campo obrigam a desenhar estratégias graduais e territorializadas — intervenções programadas, trabalho com líderes comunitários, ações conjuntas com autoridades locais e soluções intermediárias (ordenamento de redes, mitigação de riscos, identificação de usuários) que estabilizam o sistema enquanto se resolvem habilitadores externos, como a regularização fundiária. A lição fundamental é que a redução sustentável das PNT nesses contextos requer assumir explicitamente essa complexidade, em vez de tratá-la como uma externalidade da operação.

09

LIÇÕES E FATORES DE SUCESSO

Mais além da especificidade de cada ferramenta, a análise comparada identifica quatro fatores organizacionais que diferenciam as experiências que sustentam seus indicadores daquelas que retrocedem uma vez encerrada a campanha. Esses fatores operam como condições habilitadoras transversais aos três eixos da taxonomia.

- **Continuidade institucional.** As PNT se comportam como uma variável elástica: reduzem-se sob pressão, mas voltam a crescer quando a gestão se relaxa. O controle de energia deve ser internalizado como uma função permanente da operação, análoga à manutenção da rede, e não como uma iniciativa transitória. A transição da lógica de projeto para a lógica de processo contínuo é o primeiro fator determinante.
- **Limpeza de dados.** A sofisticação algorítmica não compensa as deficiências na governança de dados. Grandes volumes de informações incompletas, mal classificadas ou inconsistentes degradam o desempenho de qualquer modelo. O saneamento das bases comerciais (titularidade, atividade, estrato, georreferenciamento) é um pré-requisito da inteligência analítica e, em muitos casos, representa o melhor retorno sobre investimento disponível.
- **Disciplina operativa e gestão do fator humano.** A tecnologia de medição mantém vulnerabilidade diante da interação física. A rotação sistemática de pessoal, a especialização de equipes dedicadas exclusivamente ao controle de perdas e o endurecimento dos protocolos internos são necessários para evitar a convivência operacional. Quando o ambiente compromete a integridade do pessoal, impõe-se a migração para blindagem tecnológica e telemedição.
- **Realismo contextual.** A distribuidora não pode suprir a ausência de ordenamento territorial. Em assentamentos não reconhecidos, as soluções técnicas tornam-se insustentáveis sem habilitação legal prévia, e a regularização exige ação do município para viabilizar urbanisticamente a área. O reconhecimento explícito desses limites evita estratégias ineficazes e orienta para soluções intermediárias que estabilizam o sistema enquanto se resolvem os habilitadores externos.



A análise dos eixos de intervenção revela que as empresas de distribuição possuem um portfólio técnico

10

REFLEXÕES FINAIS

O percurso pelas estratégias de gestão das PNT na América Latina e no Caribe permite concluir que esse fenômeno não é uma simples externalidade operacional, mas sim um sintoma da complexa relação entre o serviço elétrico e a estrutura social da região. Três reflexões sintetizam os achados do estudo.

Primeiro, é necessário superar a visão binária do usuário. A classificação rígida entre “cliente regular” e “fraudador” mostra-se insuficiente para abordar a vasta zona cinzenta da irregularidade, onde convivem o oportunismo delitivo e a exclusão estrutural. As distribuidoras mais eficazes são aquelas que distinguem esses matizes e aplicam o remédio adequado: rigor diante do fraude massivo industrial e comercial, mas pontes de inclusão e flexibilidade diante da vulnerabilidade residencial.

Segundo, a tecnologia é um habilitador, não uma solução. A digitalização, a medição inteligente e a análise de dados transformaram a visibilidade do problema, permitindo passar de varreduras cegas a intervenções cirúrgicas. No entanto, não substituem a gestão territorial nem a vontade política: um medidor inteligente em um bairro sem cultura de pagamento ou sem presença institucional é um ativo em risco, não uma solução. A modernização da rede deve ser acompanhada, invariavelmente, de uma modernização na gestão social e comunitária da empresa.

Terceiro, o desafio das PNT convida a repensar o papel da distribuidora. Em um cenário de transição energética, onde a rede deve ser flexível, digital e participativa, a carga de ineficiência representada pelas perdas é insustentável. Resolver esse desafio implica que a distribuidora deixe de se ver apenas como operadora de cabos e transformadores, para assumir-se como agente ativo na formalização econômica e na integração social dos territórios que atende. A recuperação de perdas, em última instância, não é apenas uma métrica de rentabilidade: é o processo de construir uma cidadania energética plena, em que o acesso a um serviço de qualidade e o pagamento justo por ele sejam as duas faces de uma mesma moeda.

Persistem, por fim, desafios pendentes: a governança dos dados gerados por redes inteligentes (privacidade, proporcionalidade, uso legítimo), a articulação entre controle e justiça energética em contextos vulneráveis e a necessária adaptação dos marcos regulatórios a uma velocidade de inovação que hoje os supera. Avançar nesses pontos é condição para transformar a gestão das PNT de uma lógica reativa para um modelo mais preventivo, eficiente e socialmente sustentável.

