

# Utilização do amperímetro fiscal para detecção de adulterações em sistemas de medição do grupo A.

**Tema:** Recuperação de energia - Perdas não-técnicas

**Autores:** João Paulo Plewka

**Co-Autores:** Pierry Moreno Reinaldo

**Empresa:** Celesc Distribuição S.A.

---

## Resumo

O amperímetro fiscal é um dispositivo desenvolvido para detectar adulterações em equipamentos de medição, especificamente em instalações do grupo A. Ele visa irregularidades difíceis de identificar com os recursos atuais de fiscalização e monitoramento remoto. Essas adulterações são ativadas e desativadas periodicamente para simular curvas de carga comuns, como a redução de demanda no turno noturno ou a entrada de um gerador no horário de ponta.

O presente artigo relata a utilização do amperímetro fiscal nas instalações da Celesc Distribuição. As primeiras instalações do dispositivo ocorreram em 2023, possibilitando a detecção de adulterações que estavam em funcionamento há anos. A estimativa de perda nas ocorrências detectadas é expressiva, atingindo a magnitude de milhões de reais. Diante do sucesso inicial, a Celesc Distribuição adquiriu 180 amperímetros fiscais, que serão instalados em clientes do grupo A ao longo de 2025.

## 1. Introdução

O combate às perdas não técnicas representa um desafio significativo para as distribuidoras de energia elétrica, pois impacta diretamente na receita e na eficiência operacional. Essas perdas ocorrem devido a vários fatores, como adulterações em equipamentos de medição, erros de cadastro e ligações clandestinas. Nos sistemas de medição do grupo A, existem adulterações que são de difícil detecção e, quando identificadas, normalmente já estão em operação há um longo período. Geralmente esses são os tipos de ocorrência com maior impacto financeiro nas perdas não técnicas e apresentam as seguintes características:

- **Elaboração sofisticada:** alguns casos envolvem a inserção de componentes nos equipamentos de medição que alteram suas características de forma sutil e intermitente, com o objetivo de dificultar a detecção durante inspeções regulares ou análise remota do comportamento de consumo.
- **Interferência remota:** geralmente, esse tipo de adulteração pode ser controlado remotamente, permitindo que o fraudador ative ou desative a manipulação conforme necessário, evitando a detecção durante fiscalizações no local.
-

Capacidade de ocultação: adulterações sofisticadas normalmente são acompanhadas de manipulação imperceptível nos equipamentos de medição, com relatos de lacres e peças plásticas clonados ou construídos de forma idêntica aos originais.

- Falta de padrões de referência: em alguns casos, pode ser difícil estabelecer padrões de referência claros para curva de carga de grandes consumidores, tornando mais complicado identificar desvios suspeitos.

Portanto, as irregularidades estão evoluindo, tornando-se cada vez mais sofisticadas. É necessário desenvolver e implementar tecnologias que acompanhem esse avanço, garantindo a detecção eficaz e o combate às perdas não técnicas nos sistemas de medição do grupo A. Isso é crucial para melhorar a eficiência operacional e manter as perdas não técnicas dentro dos limites aceitáveis pelo órgão regulador.

O presente artigo relata a implementação de um dispositivo desenvolvido para detectar adulterações eletrônicas inseridas no interior dos equipamentos de medição em consumidores do grupo A. Este projeto foi testado e validado em instalações da Celesc Distribuição no ano de 2023, alcançando sucesso na detecção de ocorrências que estavam em funcionamento há vários meses sem identificação pelos métodos convencionais de monitoramento e fiscalização.

## **2. Desenvolvimento**

### *2.1 Descrição do problema*

Para conceituar o problema alvo, a Figura 1 ilustra uma adulteração embutida no interior de uma chave de aferição, que é um dispositivo usado para permitir intervenções nos medidores do grupo A sem desenergizar a instalação primária. Os três contatos elétricos destacados estão abertos, permitindo o correto registro do consumo de energia naquele instante.

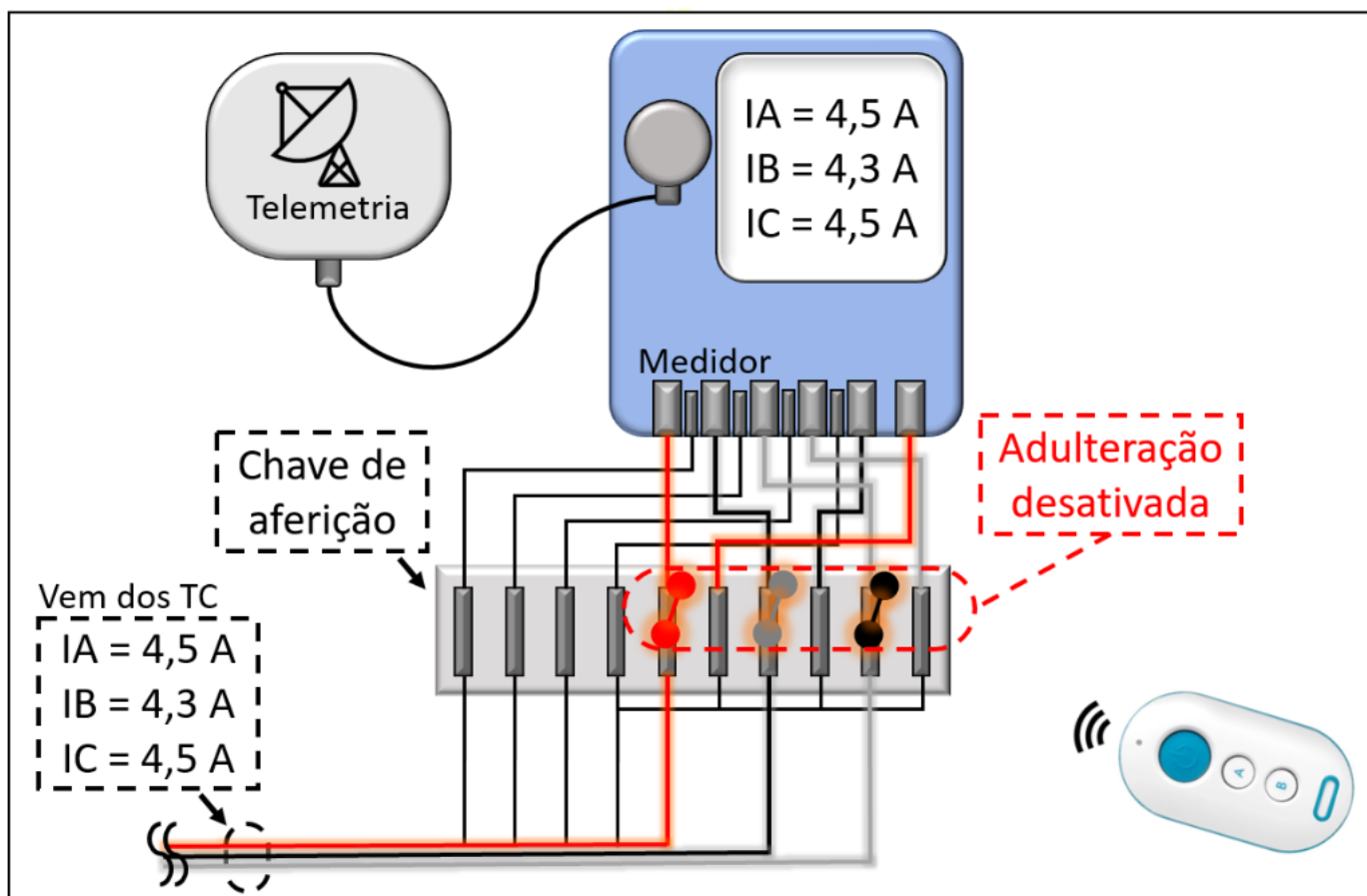


Figura 1: Adulteração desativada no interior da chave de aferição

Na Figura 2, os três contatos elétricos estão fechados, ocasionando desvios na corrente elétrica e, consequentemente, comprometendo o registro do consumo de energia. Nesse caso, a informação recebida pelo sistema de telemedição é a mesma observada pelo medidor, ou seja, a ocorrência não é detectada pelo monitoramento remoto. A ilustração também sugere que a abertura e o fechamento dos contatos elétricos podem ser comutados por um dispositivo de controle remoto.

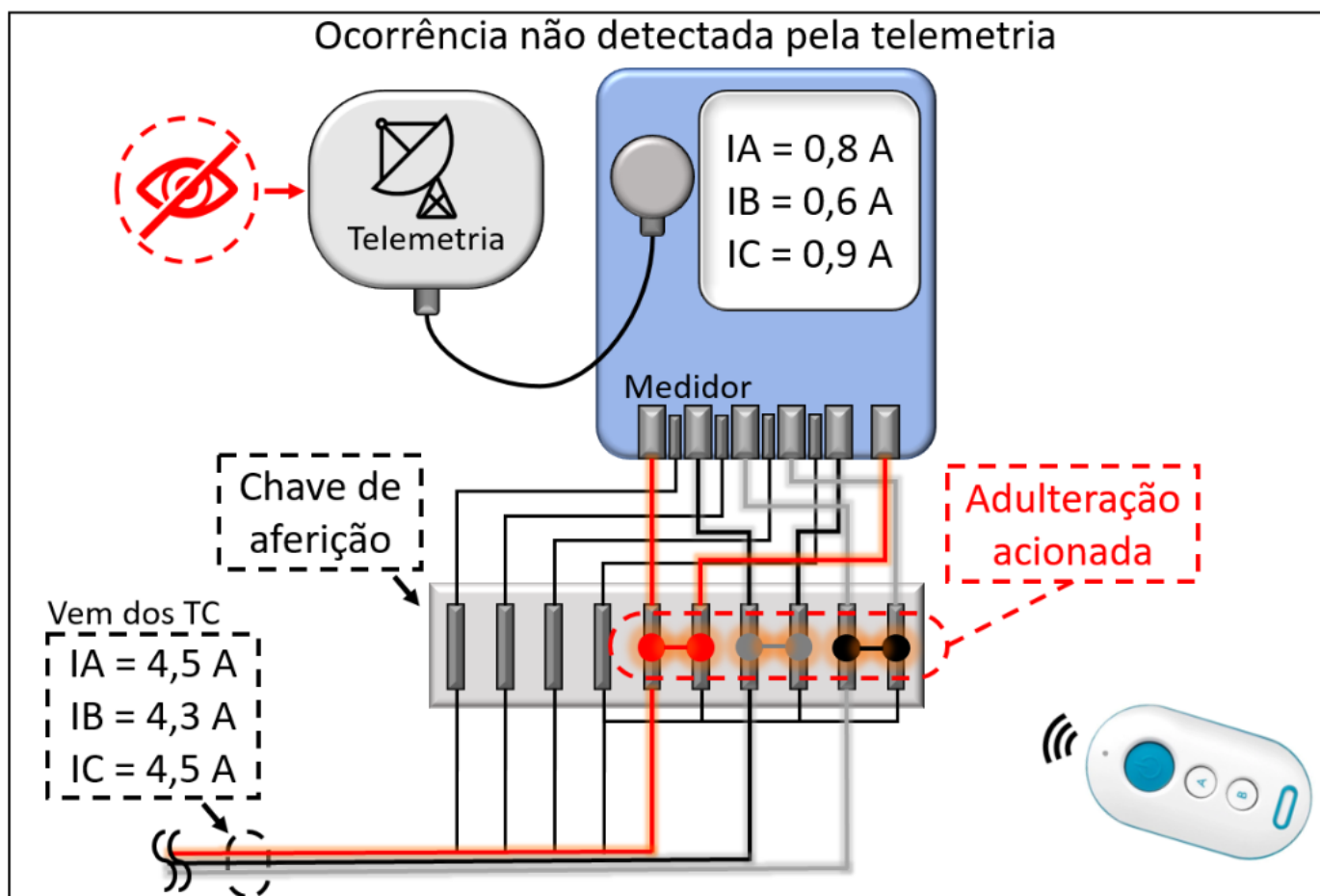


Figura 2: Adulteração ativada no interior da chave de aferição

Esse tipo de adulteração também pode ser encontrado no interior dos medidores e é implementada para simular características de consumo normais, como um turno reduzido à noite ou o acionamento de um grupo gerador no horário de ponta. Como consequência, a adulteração passa despercebida durante as fiscalizações presenciais (quando está desativada) e nas análises remotas por telemetria (com uma curva de consumo típica simulada).

## 2.2 Descrição da solução

O amperímetro fiscal é um dispositivo projetado para detectar adulterações no circuito de medição, desde a chave de aferição até o medidor. Em resumo, o aparelho mede as correntes com um amperímetro trifásico instalado na entrada da chave de aferição, monitora a comunicação entre o medidor e a telemetria, compara os dados e aciona um alarme caso desvios de corrente sejam detectados. Adicionalmente, para registrar todas as medições, o amperímetro fiscal dispõe de um cartão SD, permitindo a análise completa do histórico do período de monitoramento.

A Figura 3 apresenta um diagrama funcional de instalação, demonstrando a detecção da adulteração através do alarme enviado à telemetria pelo amperímetro fiscal.

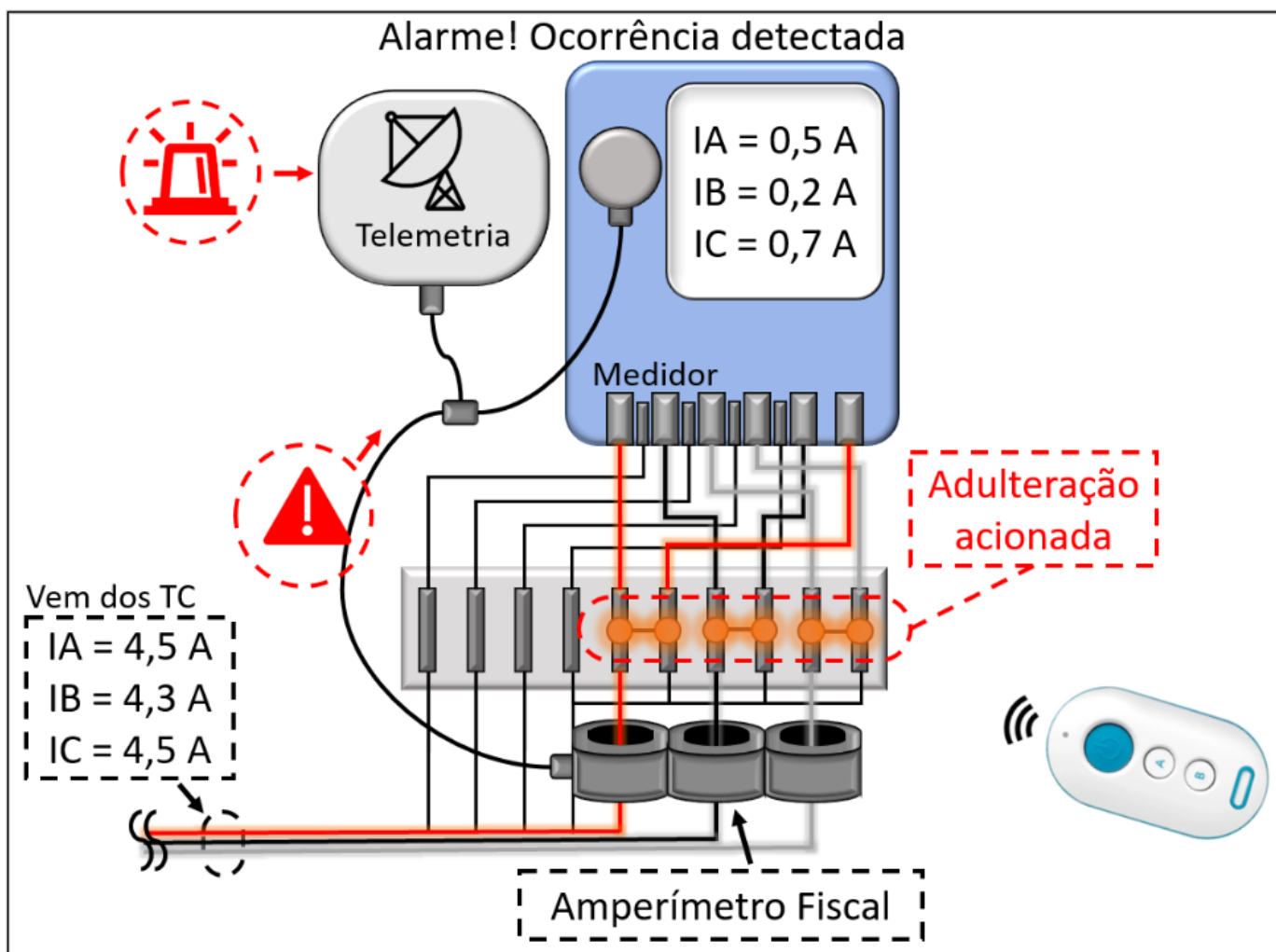


Figura 3: Diagrama funcional de instalação do amperímetro fiscal

### 2.3 Implementação prática

A estratégia das primeiras instalações do amperímetro fiscal foi elaborada com o auxílio da análise gráfica das curvas de consumo via telemetria, considerando os seguintes aspectos:

- Região com maior número de irregularidades detectadas no grupo A dentro da área de concessão da Celesc.
- Unidades consumidoras com características de consumo reduzido no horário de ponta e/ou no turno noturno.
- Unidades consumidoras que foram fiscalizadas pelas equipes da Celesc, devido a indícios da telemetria, mas não apresentaram irregularidades detectadas em campo.

No total, foram mapeados 10 consumidores do grupo A para instalação durante 4 dias de trabalho. No primeiro dia, foram instalados 6 amperímetros fiscais, dos quais 2 detectaram inconsistências de medição e alarmaram o sistema de telemetria. No presente artigo estão detalhadas as duas ocorrências, que chamaremos de "irregularidade 1" e "irregularidade 2". Na figura 4 está o registro fotográfico do amperímetro fiscal instalado em uma das referidas unidades.



Figura 4: Amperímetro fiscal instalado

#### 2.3.1 Irregularidade 1

##### 2.3.1.1 Histórico anterior à instalação do amperímetro fiscal no caso 1

Na irregularidade 1, a escolha da unidade consumidora para a instalação do amperímetro fiscal foi baseada no histórico de intervenções das equipes da Celesc no local. O fato de maior relevância foi uma fiscalização efetuada no dia 14 de maio de 2019, motivada por indícios detectados via telemedição, na qual o parecer técnico da equipe da Celesc constatou a ausência de irregularidades.

A figura 5 indica o comportamento de consumo observado pela telemetria no momento da referida fiscalização, observa-se uma elevação nas correntes medidas de aproximadamente 60 ampères para mais de 300 ampères. Após a saída dos fiscais do local, as correntes diminuíram, retornando ao patamar anterior, o que pode ser característico de uma adulteração sendo acionada. No entanto, com todos os recursos disponíveis para as equipes de campo, não foi possível detectar qualquer irregularidade no momento da inspeção.



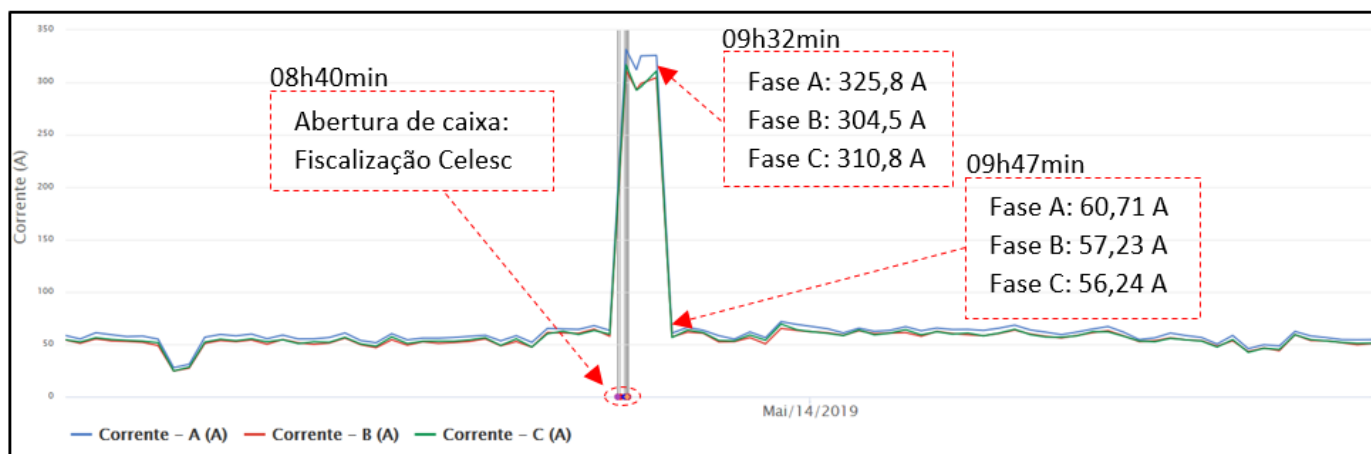


Figura 5: Índícios da irregularidade 1 visualizados pela telemetria

### 2.3.1.2 Instalação do amperímetro fiscal no caso 1

A instalação do amperímetro fiscal ocorreu em 14 de março de 2023. A figura 6 mostra o comportamento do consumo no local, observado pela telemedicação durante a intervenção, sobre o qual faremos uma breve análise.

Cada linha vertical representa um alarme detectado pela telemetria. Os primeiros alarmes referem-se à abertura e ao fechamento da caixa de medição, efetuados pela equipe da Celesc para a instalação do amperímetro fiscal. Pouco tempo após o fechamento da caixa, as correntes elétricas medidas diminuíram consideravelmente, e uma sequência de alarmes foi enviada pelo amperímetro fiscal.

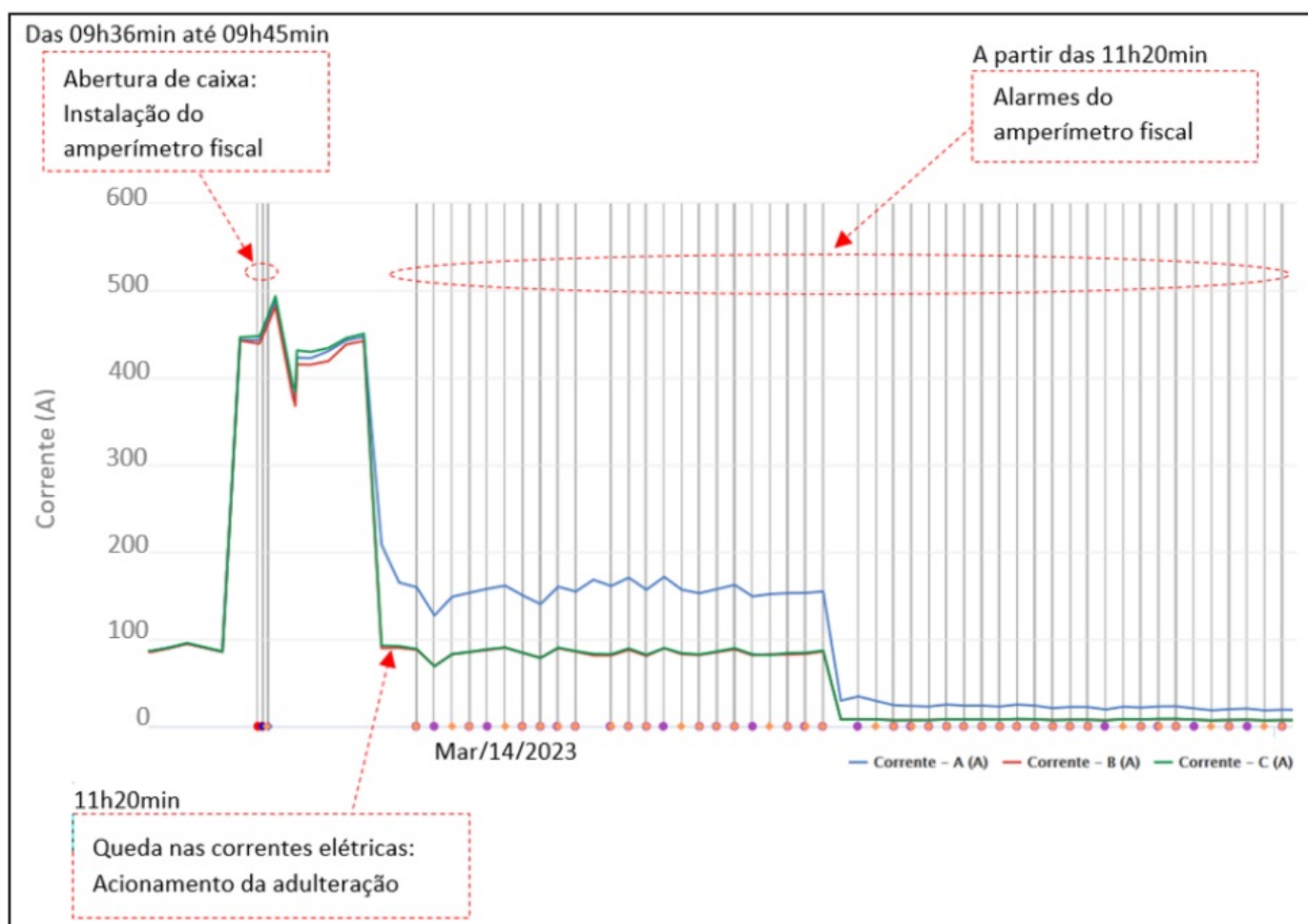


Figura 6: Detecção da irregularidade 1 visualizada pela telemetria

No dia seguinte, 15 de março de 2023, a equipe da Celesc, ciente dos alarmes, retornou ao local para substituir os equipamentos de medição suspeitos e enviá-los para verificação em laboratório. Um termo de ocorrência em inspeção foi emitido, registros fotográficos foram efetuados, e os equipamentos foram acondicionados em invólucro lacrado.

A Figura 7 indica os dados coletados pelo amperímetro fiscal e salvos no cartão de memória. É possível verificar a diferença entre o consumo real e o consumo registrado pelo medidor. A perda não técnica no local durante o período de monitoramento foi de aproximadamente 85%.

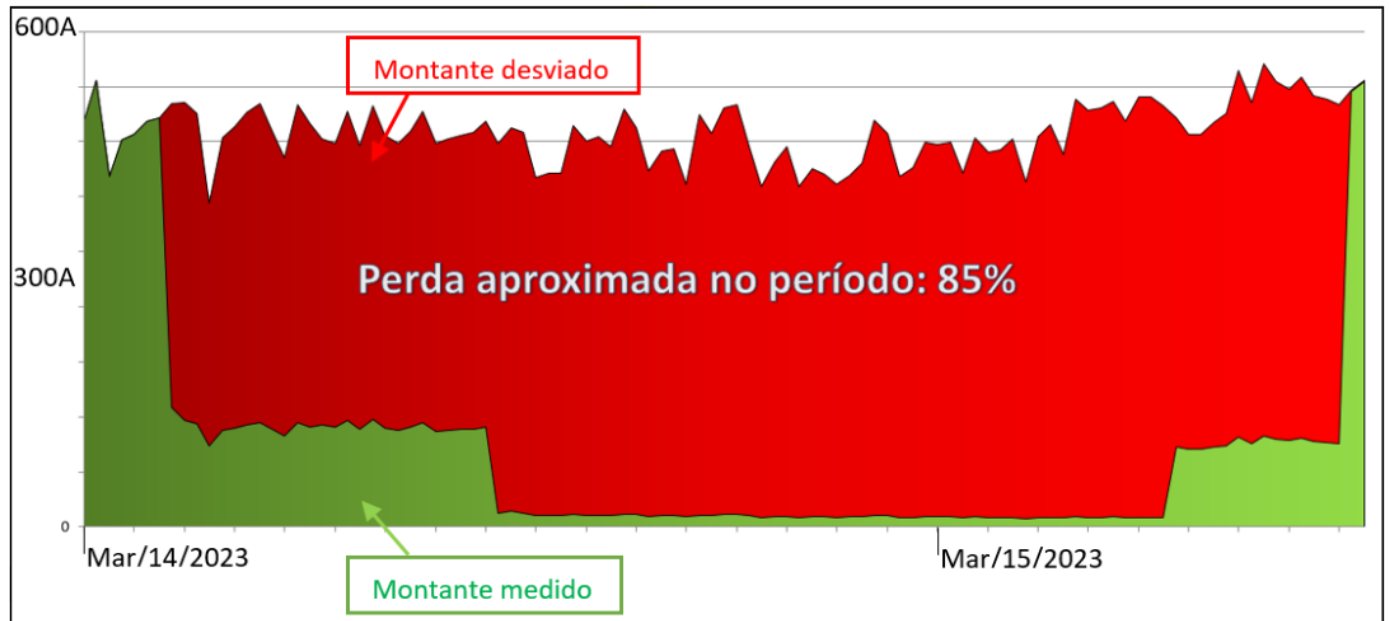


Figura 7: Perda observada na irregularidade 1

A Figura 8 mostra uma imagem de raio-x feita no medidor enquanto ainda estava no invólucro. Para facilitar a análise, o procedimento de raio-x foi realizado comparando o exemplar lacrado (à direita) com outro medidor do mesmo modelo (à esquerda) em perfeito estado de funcionamento. É perceptível a diferença na quantidade de componentes eletrônicos no interior dos equipamentos.



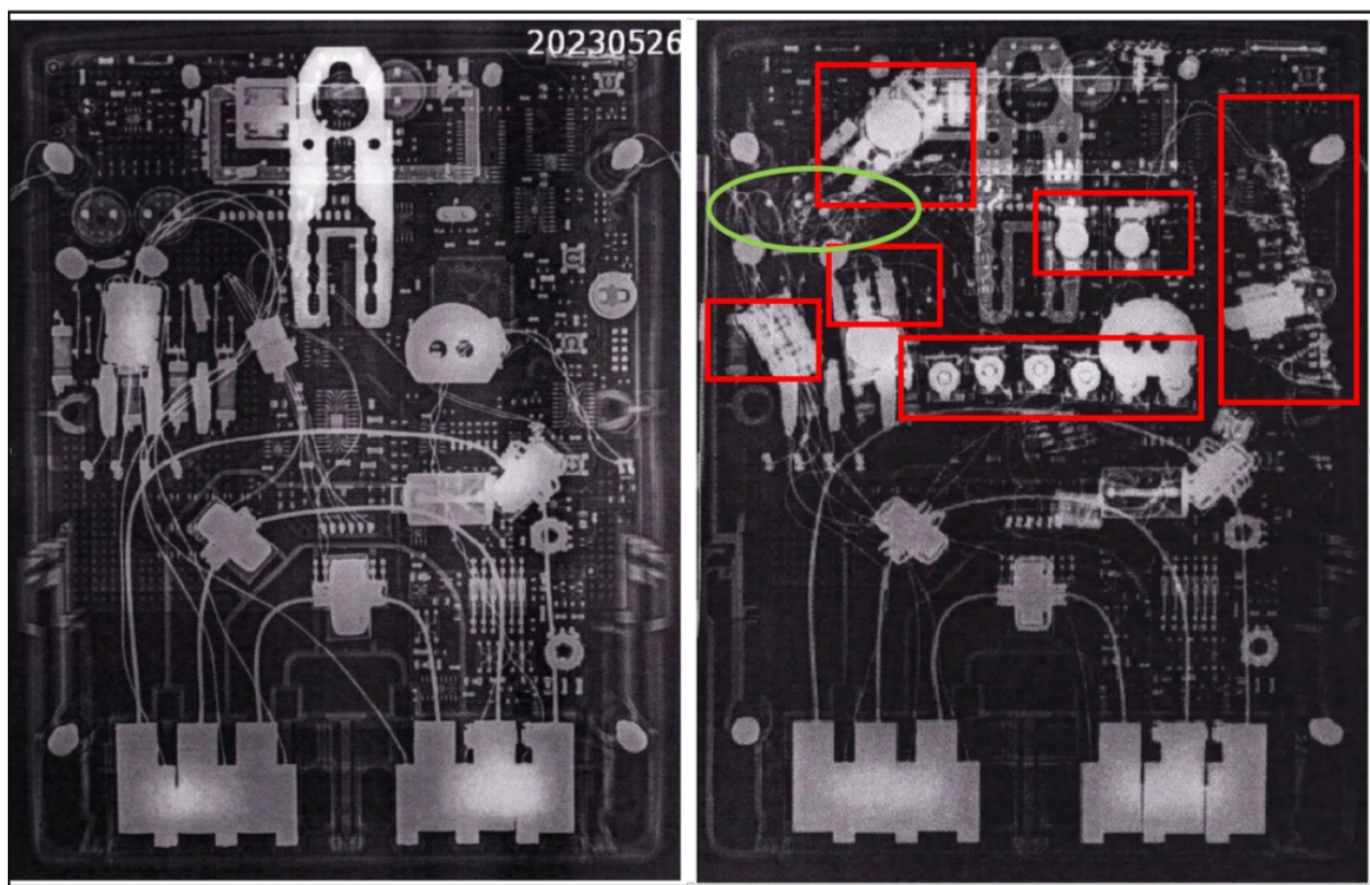


Figura 8: Adulteração observada através de raio-X

Em setembro de 2023, a polícia científica de Santa Catarina realizou uma perícia técnica no medidor. Foi constatado que o equipamento continha vários componentes eletrônicos não originais inseridos em seu interior, incluindo um sistema de rádio para possível ativação da adulteração por controle remoto. Com base no histórico de consumo e no comportamento posterior à regularização do sistema de medição, estimasse a perda de aproximadamente 4,4 GWh, equivalente a 2,6 milhões de reais, durante 62 meses em que a adulteração funcionou. Grande parte do montante estimado é irrecuperável, pois a legislação atual limita o cálculo em 36 meses.

Concluindo a análise do caso, a Figura 9 ilustra o histórico de consumo ao longo de 24 meses, divididos em 12 meses anteriores e 12 meses posteriores à regularização do sistema de medição. A média das faturas subiu de R\$ 15.756,09 para R\$ 38.018,87, permitindo estimar uma redução anual de R\$ 267.153,3 nas perdas não técnicas após a eliminação da adulteração.

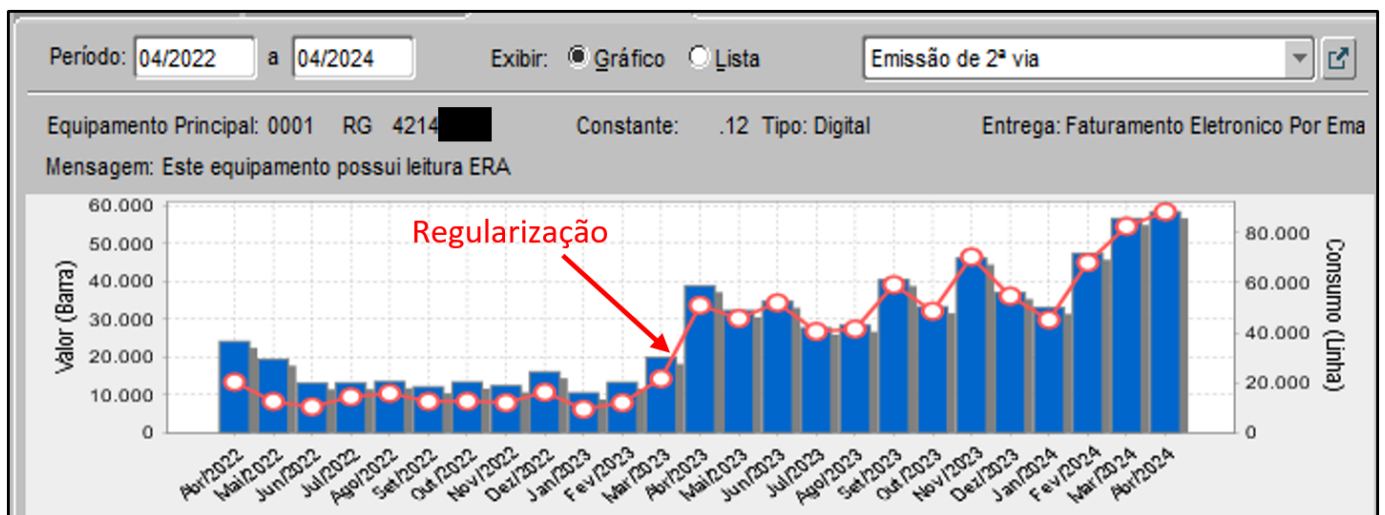


Figura 9: Consumo posterior à regularização da medição na irregularidade 1

### 2.3.2 Irregularidade 2

#### 2.3.2.1 Histórico anterior à instalação do amperímetro fiscal no caso 2

Na irregularidade 2, a escolha da unidade consumidora para a instalação do amperímetro fiscal foi baseada em dois motivos:

- A unidade consumidora possui histórico de irregularidade, com uma ocorrência detectada no ano de 2016.
- A partir de dezembro de 2019, observou-se uma mudança no perfil de carga através da telemetria. Conforme ilustrado na Figura 10, anteriormente a empresa operava com carga total durante 24 horas nos dias úteis. Posteriormente, passou a operar com carga reduzida principalmente no período noturno. Tal mudança não gerou suspeitas nos filtros do sistema de telemetria.

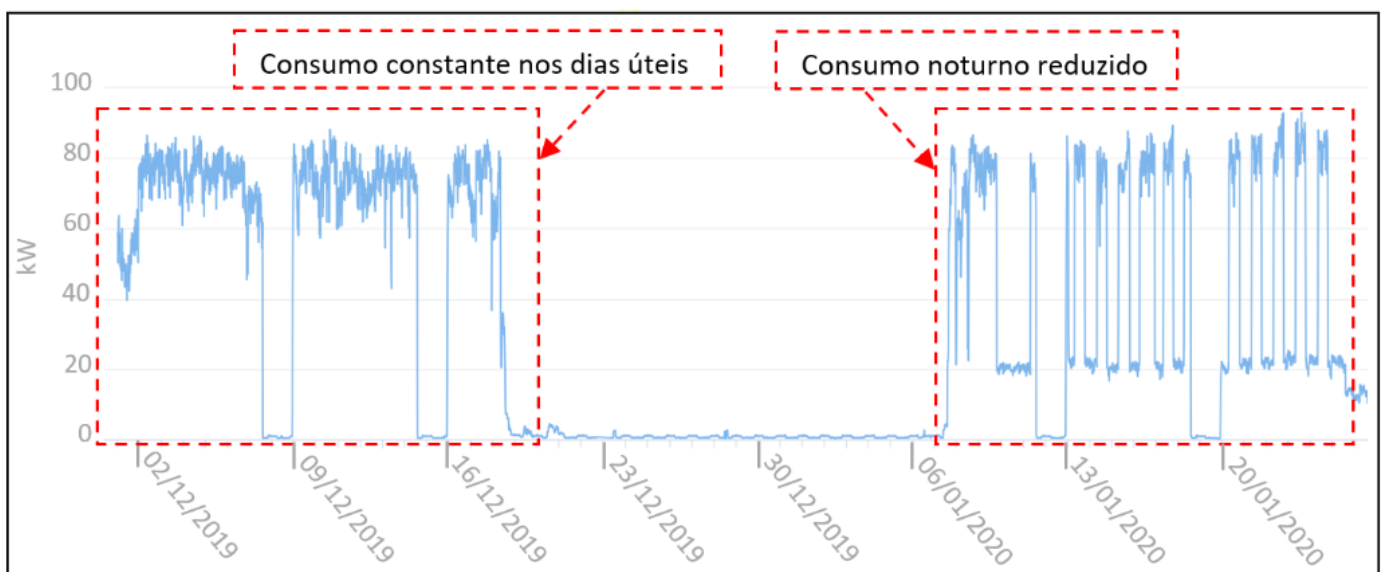


Figura 10: Índícios da irregularidade 2 visualizados pela telemetria

#### 2.3.2.2 Instalação do amperímetro fiscal no caso 2

A instalação do amperímetro fiscal ocorreu em 14 de março de 2023. A Figura 11 indica o comportamento de consumo nos momentos da intervenção. Os primeiros alarmes referem-se à abertura e ao fechamento da caixa de medição, efetuados pela equipe da Celesc para a instalação do amperímetro fiscal. Após o horário comercial, conforme esperado, o consumo da empresa diminuiu consideravelmente, e o amperímetro fiscal enviou uma sequência de alarmes. No dia seguinte, a adulteração foi desativada, simulando um novo início diário de expediente, momento em que os alarmes do amperímetro fiscal cessaram.

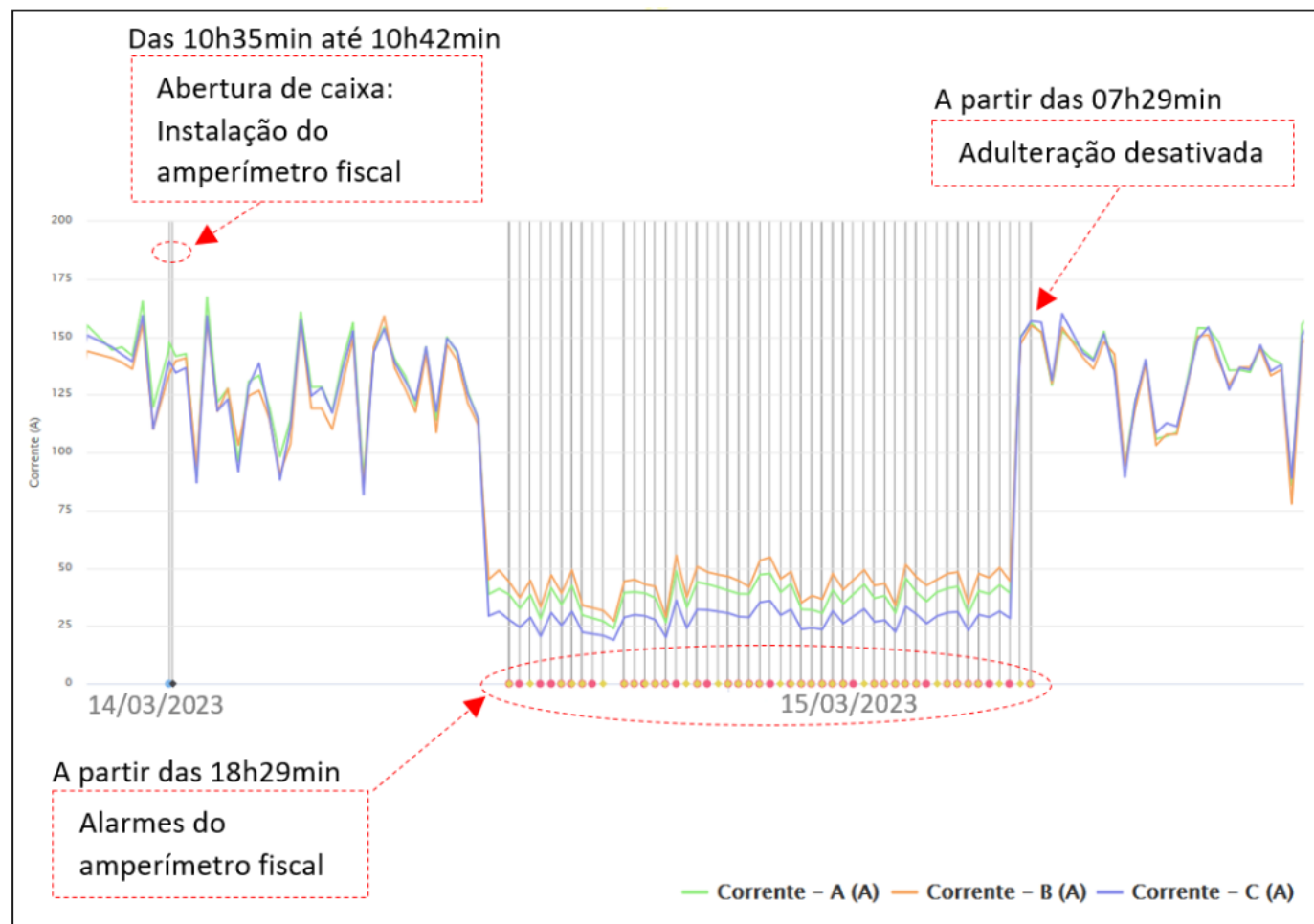


Figura 11: Detecção da irregularidade 2 visualizada pela telemetria

No dia 15 de março de 2023, a equipe da Celesc, ciente dos alarmes, retornou ao local para intervir nos equipamentos de medição suspeitos. A decisão foi iniciar a fiscalização quebrando a chave de aferição instalada, pois esta era de um modelo antigo, com corpo plástico em cor sólida, o que impossibilitava a visualização dos barramentos internos.

Foi constatada a adulteração no sistema de medição através de um circuito eletrônico acoplado no interior da chave, com relés e circuitos que possivelmente serviam para acionamento remoto da adulteração. A Figura 12 apresenta o registro fotográfico da chave de aferição antes e depois de ser quebrada.





Figura 12: Registro fotográfico da irregularidade 2

A adulteração foi comprovada, e o termo de ocorrência em inspeção, assim como a fatura de recuperação, foram emitidos. O montante estimado referente a 36 meses de perda é de R\$ 582.937,2 equivalente à 737,4MWh. Além disso, é possível supor que há um montante irrecuperável, porque o tempo provável de funcionamento da adulteração é de 39 meses, três meses a mais do que a legislação permite para cálculo de recuperação.

A Figura 13 mostra o aumento no histórico de consumo após a detecção da irregularidade e a adequação do sistema de medição. Tomando como referência os 12 meses anteriores e os 12 meses posteriores à regularização, o valor médio das faturas de energia subiu de R\$ 17.683,31 para R\$ 31.978,83 resultando em uma estimativa de redução anual de R\$ 171.546,2 nas perdas não técnicas após a eliminação da adulteração.

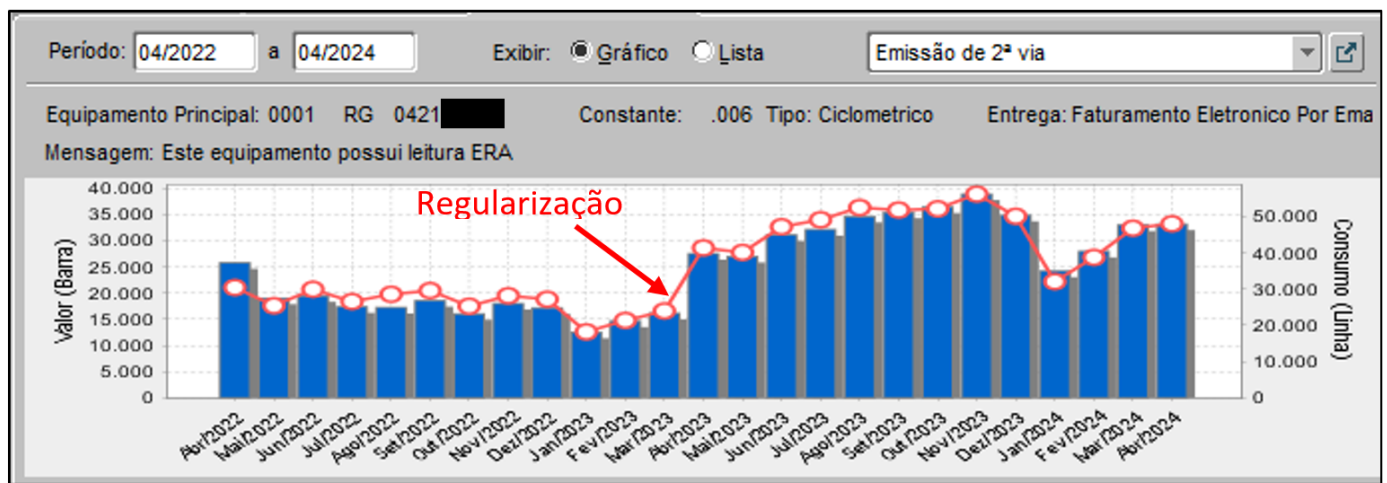


Figura 13: Consumo posterior à regularização da medição na irregularidade 2

### 3. Conclusão

O Amperímetro Fiscal surge como uma ferramenta eficaz para minimizar um dos principais desafios enfrentados pelas concessionárias: a detecção de perdas não técnicas. Esse problema muitas vezes passa despercebido devido à criatividade daqueles que buscam tomar vantagem indevida adulterando os sistemas de medição e burlando os recursos existentes de monitoramento e fiscalização.

Na primeira implementação do dispositivo, foram detectadas irregularidades com grande impacto nas perdas não técnicas da Celesc. Tratam-se de adulterações que estavam em funcionamento há vários anos e passaram despercebidas pelos sistemas de telemetria e pelas equipes de fiscalização. Durante esse período, do ponto de vista financeiro, essas adulterações mascararam um montante na ordem de milhões de reais. Após a regularização de apenas dois sistemas de medição, é possível estimar uma redução de aproximadamente R\$ 438.700,00 anuais nas perdas não técnicas.

Em função do sucesso nas primeiras instalações e na validação, a Celesc adquiriu exemplares do amperímetro fiscal e pretende instalá-los em 180 clientes ao longo de 2025.

### 4. Referências bibliográficas

- ABNT. **NBR 14522: Intercâmbio de Informações para Sistemas de Medição de Energia Elétrica**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro. 2008.
- ABNT. **NBR 14519: Medidores Eletrônicos de Energia Elétrica (Estáticos) - Especificação**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 2011.
- ANEEL. **RESOLUÇÃO NORMATIVA N° 1000**. Agência Nacional de Energia Elétrica. Brasília. 2021.
- CELESC. **Manual especial - Amperímetro Fiscal**. Celesc Distribuição S.A. Florianópolis, 2024.
- PLEWKA, João Paulo. **PROCESSO DE MONITORAMENTO E DISPOSITIVO ELETRÔNICO DE DETECÇÃO DE ERROS NA AFERIÇÃO DE CORRENTE ELÉTRICA EM SISTEMAS DE MEDIÇÃO COMPATÍVEIS COM A NORMA NBR 14522**. Depositante: João Paulo Plewka. BR 10 2021 012676 0. Depósito: 25/06/2021.