

# HERMES – Gerenciamento Inteligente de Entregas

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

**Autores:** Yasminne Rafaelle Maciel Negreiros

**Co-Autores:** Etevaldo de Jesus Junior, Guilherme Henrique Vilas Boas, Lucas Pinotti de Brito, Tiago Henrique Dos Santos Andrade, Aniely Grippa Segatto, Felipe Ariel Meneguello Dos Santos, Juliana Lira Heringer Ferreira Scopel

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

---

## Resumo

Plataforma de gestão do processo regulado de envio e reenvio de documentação de Consumo Irregular utilizando modelo de *machine learning* e técnicas de processamento de imagem. As funcionalidades desenvolvidas incluem a seleção automática do fornecedor mais eficiente para as entregas, realizando priorização, clusterização e roteirização, juntamente com um aplicativo móvel que fornece informações essenciais aos entregadores para a identificação do local de entrega visando melhorar a eficiência das operações, reduzir custos e tempo de deslocamento, proporcionando rastreamento completo das tentativas de entrega, além de permitir atualizações cadastrais.

Entre os benefícios alcançados, destaca-se o aumento da eficiência na entrega, que resultou em uma redução de 53% no montante de receita represada nesta etapa. Além disso, houve uma diminuição de 25 dias no prazo para o cumprimento do rito regulatório, fortalecendo a transparência e a confiabilidade nos processos de entrega documental relacionados à recuperação de receita e garantindo a conformidade com as exigências regulatórias. Adicionalmente, os ganhos em eficiência operacional em 2024 proporcionaram uma economia de R\$ 180 mil no OPEX para a área de Consumo Irregular.

## 1. Introdução

Nas distribuidoras de energia elétrica, os processos logísticos desempenham um papel fundamental, especialmente no que diz respeito ao processo de recuperação de receita. As perdas de energia elétrica devidas a furtos e fraudes têm sido matéria prioritária para as empresas concessionárias de distribuição de energia elétrica, bem como dos órgãos reguladores, tanto pelo seu crescimento nos últimos anos quanto pela sua atual dimensão. Essas irregularidades no consumo de energia elétrica, realizadas por consumidores residenciais, comerciais e até mesmo por empresas de grande porte, são normalmente as maiores componentes do que se denomina de perdas comerciais. (PENIN, 2008).

A Resolução Normativa nº 1.000/2021 da Agência Nacional de Energia Elétrica consolida as principais normas e procedimentos do setor, reforçando a importância de práticas que assegurem a qualidade do serviço prestado e a proteção dos direitos dos consumidores. Nesse contexto, a comprovação do recebimento de documentos, especialmente aqueles relacionados ao consumo irregular - como o TOI (Termo

de Ocorrência e Inspeção), o demonstrativo de cálculo e a carta resposta de recurso - passou a ser um requisito obrigatório para o processo de recuperação de receita proveniente de procedimentos irregulares que refletem em perdas comerciais (ANEEL, 2021).

A entrega e a confirmação de recebimento desses documentos são etapas críticas que garantem a comunicação eficaz entre a distribuidora e o consumidor, permitindo a compensação das irregularidades e evitando disputas administrativas ou legais. A falha nessa etapa pode resultar em penalidades para a distribuidora, além de comprometer a confiança do consumidor no serviço prestado. Portanto, a implementação de processos logísticos robustos e eficientes para a rápida entrega e confirmação de recebimento de documentos é essencial para acelerar a recuperação desse prejuízo para as distribuidoras.

O processo tradicional apresenta desafios significativos, como endereços desatualizados, falta de roteirização eficiente e ausência de priorização dos casos mais relevantes. Esses fatores geram retrabalho, custos elevados e baixa eficiência nas operações. A eficiência na gestão da cadeia de suprimentos depende da identificação e eliminação de gargalos nos processos logísticos. A roteirização eficaz é um componente essencial para garantir a entrega dentro do prazo e com qualidade, minimizando o retrabalho e o desperdício de recursos. (BALLOU, 2006).

Reconhecendo essas limitações, o projeto HERMES foi desenvolvido para transformar a logística de entregas, utilizando tecnologias avançadas de *Machine Learning* e desenvolvendo aplicações para alcançar um processo mais ágil, econômico e eficaz.

## 2. Desenvolvimento

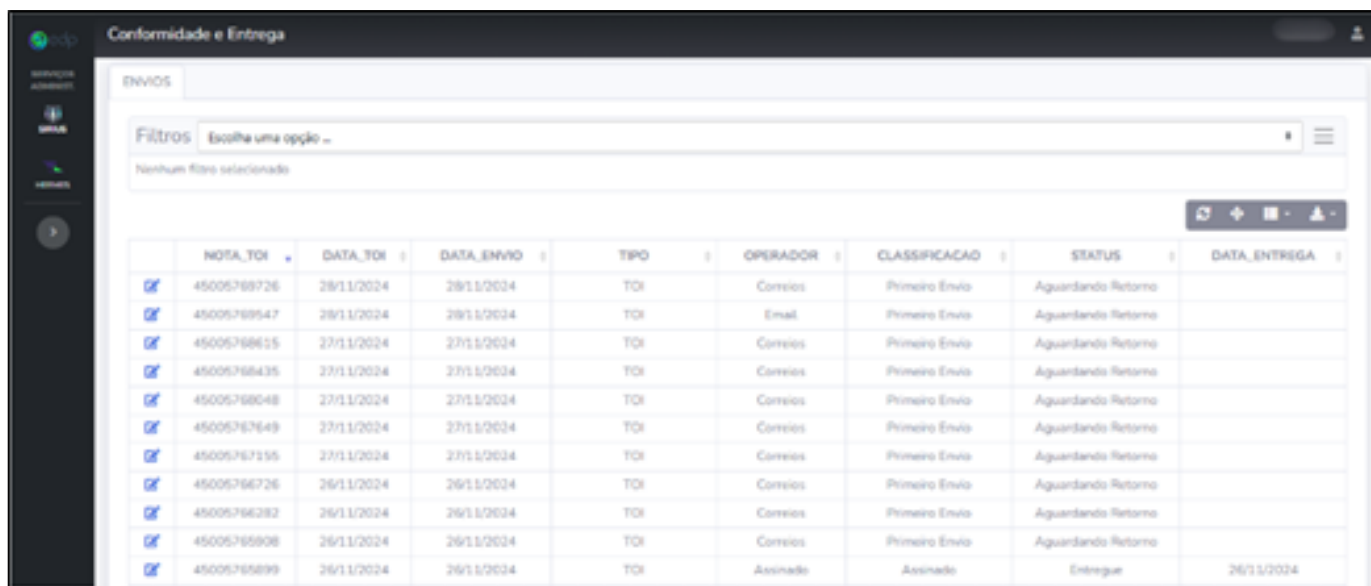
### 2.1 Componentes do projeto

O projeto HERMES consiste em uma plataforma que foi desenvolvida com base em três pilares principais, sendo: (i) plataforma de processamento e gerenciamento de envios em tempo real, (ii) modelo de *machine learning* capaz de agrupar entregas e otimizar as rotas baseado em geolocalização, e (iii) aplicativo de apoio dedicado aos entregadores, projetado para auxiliá-los em campo com informações sobre as rotas.

#### 2.1.1 HERMES APP

Sistema de gestão centralizada que permite rastreamento completo em tempo real dos envios realizados, sendo possível analisar o histórico das tentativas de entrega para cada documento, bem como, a visualização dos protocolos de recebimento ou devolução, tornando o processo mais transparente e confiável. Essa funcionalidade permite identificar a situação do envio, classificando se o documento possui um envio dentro do prazo de retorno, se já foi entregue com sucesso ou se enfrentou algum problema que já resultou na devolução do documento.

Os dados de rastreamento são integrados ao sistema SAP (sistema de cadastro comercial da EDP), por meio de replicações de tabelas no *Azure Databricks* e análise de dados utilizando *SQL Server*. Desta forma, quando um envio é disparado, a ferramenta coleta as informações e apresenta ao usuário na tela da plataforma, conforme Figura 1. Além disso, a ferramenta permite a análise de todas as tentativas relacionada a cada processo, como ilustrado pela Figura 2.



Conformidade e Entrega

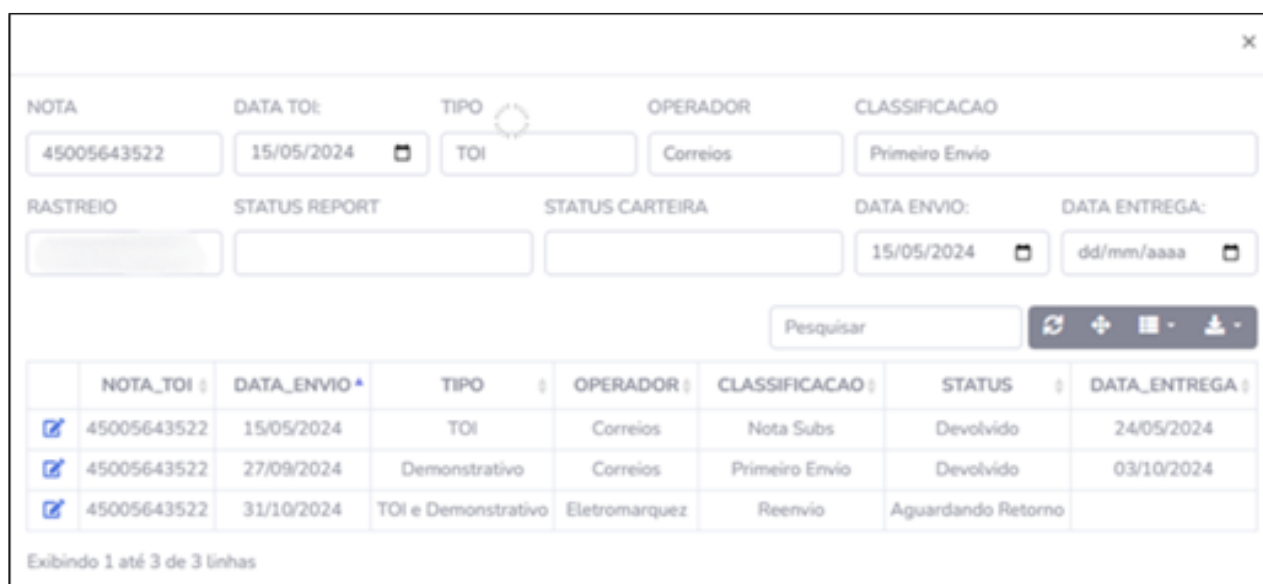
ENVIOS

Filtros Escolha uma opção --

Nenhum filtro selecionado

	NOTA_TOI	DATA_TOI	DATA_ENVIO	TIPO	OPERADOR	CLASSIFICACAO	STATUS	DATA_ENTREGA
<input checked="" type="checkbox"/>	45005789726	28/11/2024	28/11/2024	TOI	Correios	Primeiro Envio	Aguardando Retorno	
<input checked="" type="checkbox"/>	45005789547	28/11/2024	28/11/2024	TOI	Email	Primeiro Envio	Aguardando Retorno	
<input checked="" type="checkbox"/>	45005788615	27/11/2024	27/11/2024	TOI	Correios	Primeiro Envio	Aguardando Retorno	
<input checked="" type="checkbox"/>	45005788435	27/11/2024	27/11/2024	TOI	Correios	Primeiro Envio	Aguardando Retorno	
<input checked="" type="checkbox"/>	45005788048	27/11/2024	27/11/2024	TOI	Correios	Primeiro Envio	Aguardando Retorno	
<input checked="" type="checkbox"/>	45005787649	27/11/2024	27/11/2024	TOI	Correios	Primeiro Envio	Aguardando Retorno	
<input checked="" type="checkbox"/>	45005787155	27/11/2024	27/11/2024	TOI	Correios	Primeiro Envio	Aguardando Retorno	
<input checked="" type="checkbox"/>	45005786726	26/11/2024	26/11/2024	TOI	Correios	Primeiro Envio	Aguardando Retorno	
<input checked="" type="checkbox"/>	45005786282	26/11/2024	26/11/2024	TOI	Correios	Primeiro Envio	Aguardando Retorno	
<input checked="" type="checkbox"/>	45005785908	26/11/2024	26/11/2024	TOI	Correios	Primeiro Envio	Aguardando Retorno	
<input checked="" type="checkbox"/>	45005785899	26/11/2024	26/11/2024	TOI	Assinado	Assinado	Entregue	26/11/2024

Figura 1 – Tela inicial da Plataforma HERMES App



NOTA DATA\_TOI TIPO OPERADOR CLASSIFICACAO

45005643522 15/05/2024 TOI Correios Primeiro Envio

RASTREIO STATUS REPORT STATUS CARTEIRA DATA ENVIO: DATA ENTREGA:

15/05/2024 dd/mm/aaaa

Pesquisar

	NOTA_TOI	DATA_ENVIO	TIPO	OPERADOR	CLASSIFICACAO	STATUS	DATA_ENTREGA
<input checked="" type="checkbox"/>	45005643522	15/05/2024	TOI	Correios	Nota Subs	Devolvido	24/05/2024
<input checked="" type="checkbox"/>	45005643522	27/09/2024	Demonstrativo	Correios	Primeiro Envio	Devolvido	03/10/2024
<input checked="" type="checkbox"/>	45005643522	31/10/2024	TOI e Demonstrativo	Eletromarquez	Reenvio	Aguardando Retorno	

Exibindo 1 até 3 de 3 linhas

Figura 2 – Modo Visualização de Envios da Plataforma HERMES App

Na hipótese de devolução, o aplicativo automaticamente redireciona o reenvio para o operador logístico mais adequado, observando diversos aspectos como histórico de entregas, características da área de atuação e regras de negócio preestabelecidas. Essa automação reduz retrabalho e assegura maior agilidade no processo de reenvio.

Além disso, a aplicação conta com um *dashboard* de apoio que possibilita o acompanhamento detalhado de todas as etapas do processo logístico. O painel exibe informações consolidadas sobre a quantidade de casos pendentes de reenvio, aguardando retorno e concluídos, assim como o montante de energia associado a cada documento. Adicionalmente, o *dashboard* apresenta a distribuição geográfica dos casos, permitindo uma análise visual das áreas de maior concentração de pendências ou entregas concluídas, conforme ilustrado na Figura 3.

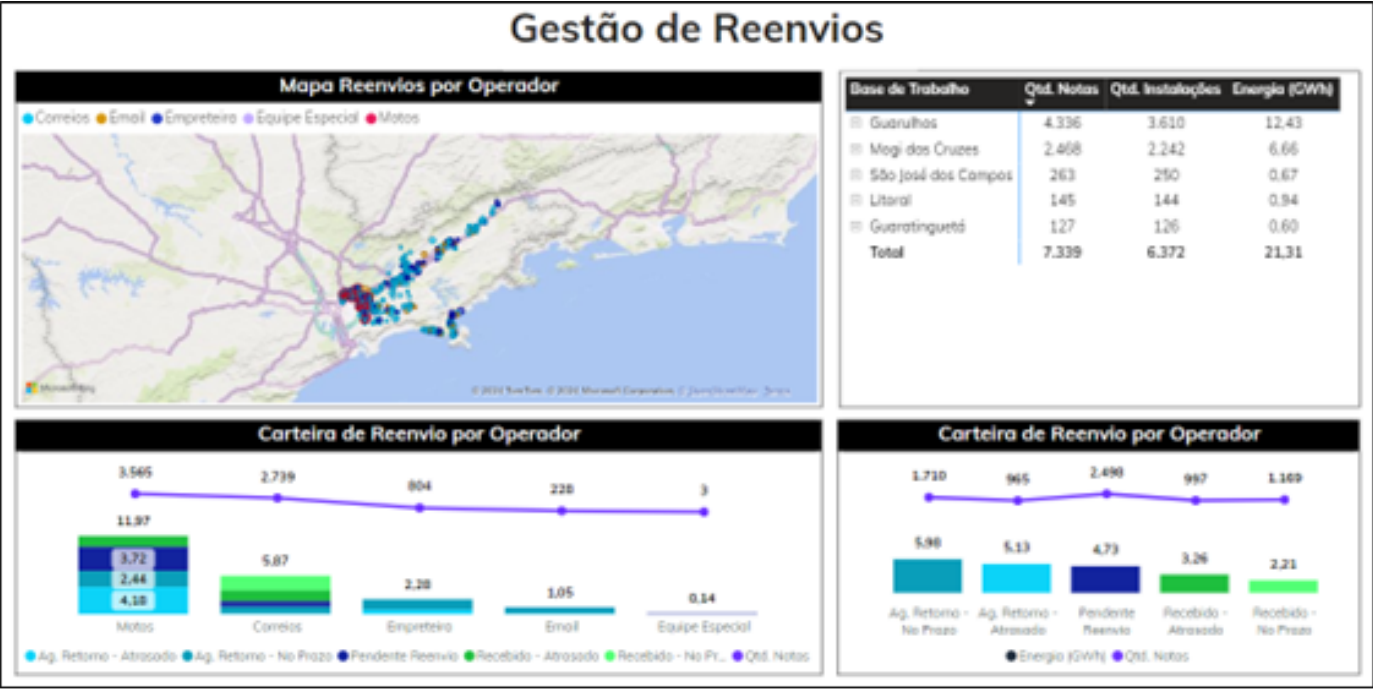


Figura 3 – Dashboard de monitoramento de envios da plataforma HERMES App

Esses dados permitem o monitoramento da distribuição da carga de trabalho entre os operadores logísticos, controlando sua demanda atual e identificando o momento ideal para realizar novas remessas de reenvio. Essa funcionalidade é essencial para equilibrar a carga operacional e gerenciar estrategicamente a destinação de recursos.

Por fim, a aplicação fornece suporte à etapa de recebimento dos protocolos, que consiste no registro e processamento do protocolo retornado ao término da entrega, que permite a sua comprovação conforme resolução (ANEEL, 2021). Ao receber o comprovante, é realizada a captura e o processamento da imagem utilizando tecnologia de Reconhecimento Óptico de Caracteres (OCR). Essa funcionalidade automatiza a leitura de campos impressos no documento, agilizando significativamente o preenchimento das informações, como ilustrado na Figura 4.

gckZWSk:3RyZWfCmVuZG9keS5IDA... 1 / 1 - 140% +

AVISO DE RECEBIMENTO

Digital

DESTINATÁRIO:

VITORIA - ES

ENDEREÇO PARA DEVOLUÇÃO DO AR - Centralizador Regional

TENTATIVAS DE ENTREGA:

1ª / / : n. ATENÇÃO: Após a 2ª tentativa, devolva o objeto.

2ª / / : n.

3ª / / : n.

MOTIVOS DE DEVOLUÇÃO:

☐ Endereço insuficiente

☐ Não Existe o Número

☐ Desconhecido

☐ Outros

☐ Recusado

☐ Não Procurado

☐ Ausente

☐ Faltando

☐ Outros

COO MARUIPE

11 NOV 2024

YA

SE/CS

Assinatura do Agente de Correios - Carimbo

Assinatura do Remetente

Assinatura do Remetente

Assinatura do Agente de Correios - Carimbo

Formulário

Numero da Nota

Op. Logística

Código de Rastreio

Status

Documento

Data Protocolo

Assinatura

Enviar

Figura 4 – Processamento de imagem dos protocolos

Os campos preenchidos manualmente pelo entregador, como a data de entrega e o resultado, ficam sob a responsabilidade do usuário, que valida os dados lidos automaticamente e insere informações adicionais conforme necessário. Após a conclusão de cada protocolo, o sistema efetua automaticamente o upload da comprovação de entrega no SAP e gera todos os registros sistêmicos, assegurando a conformidade com as normas regulatórias. Essa funcionalidade não apenas torna o procedimento mais rápido e confiável, mas permite a geração de estatísticas detalhadas sobre a qualidade das entregas.

### 2.1.2 HERMES ROUTE

Após priorizar os casos a serem reenviados e selecionar os operadores logísticos mais adequados, são filtrados os casos designados às motos, operador logístico em foco no projeto. O mapa da Figura 5 ilustra a base segregada dos clientes atendidos pela moto que opera na área da cidade de Guarulhos. As instalações são representadas no mapa por esferas, cujo tamanho reflete o montante de energia associado a cada Termo de Ocorrência de Irregularidade (TOI).

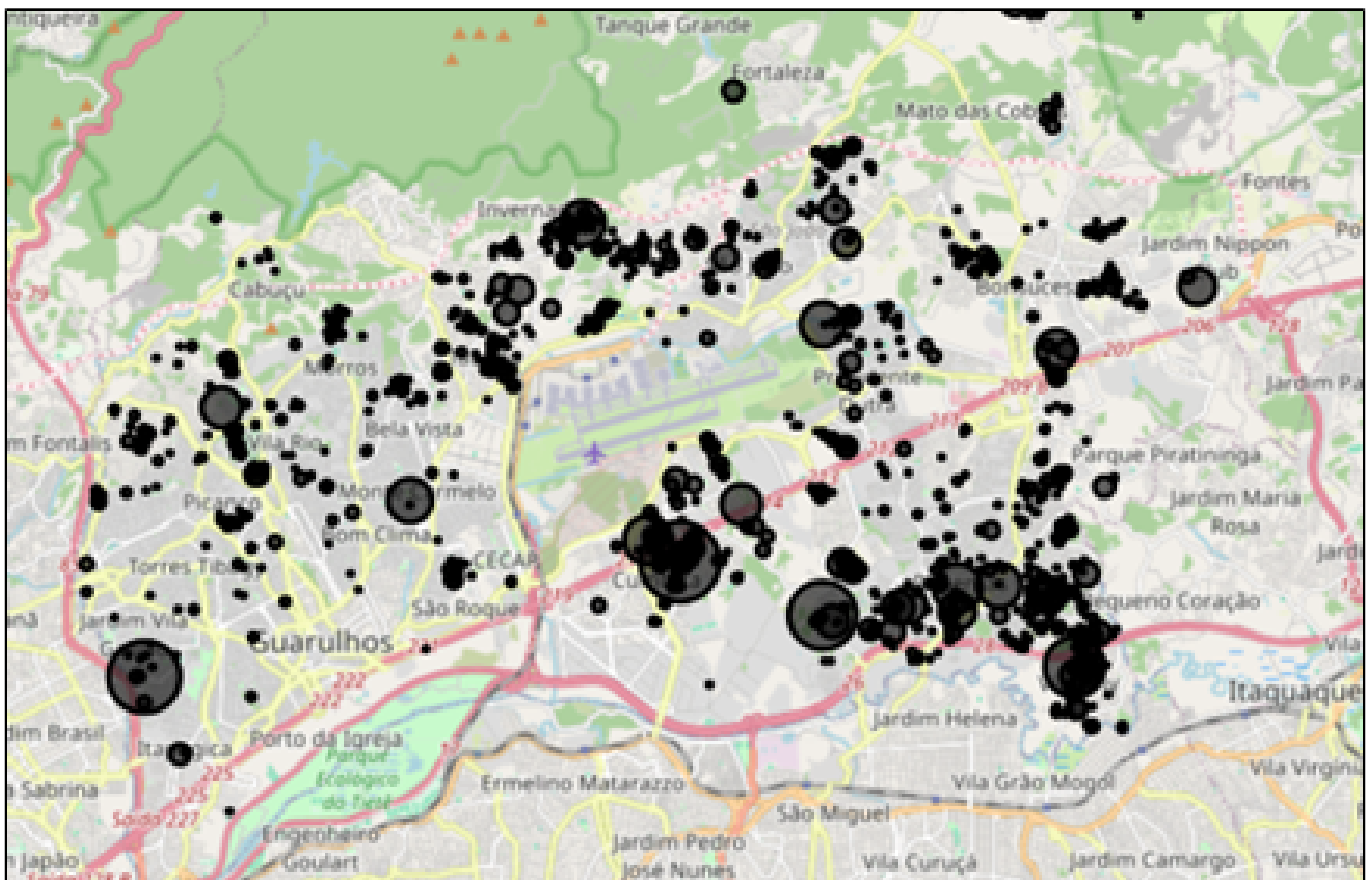


Figura 5 – Base de instalações com pendência de entrega de documentação

A partir dessa base, um algoritmo de Machine Learning utiliza a técnica de k-means para realizar a clusterização, formando agrupamentos de instalações. Esses agrupamentos são gerados respeitando restrições específicas, como raio máximo de cobertura e número máximo de instalações no grupo que é possível de serem visitadas no dia. Após a clusterização, o algoritmo seleciona cinco clusters, um para cada dia da semana, que apresentem a maior energia acumulada e maior concentração de unidades consumidoras a serem visitadas, conforme a Figura 6.





Figura 6 – *Clusters* definidos conforme critérios de priorização

Com os *clusters* definidos, inicia-se a etapa de roteirização, que determina os melhores trajetos para atender às unidades consumidoras agrupadas. Essa fase utiliza algoritmos de otimização para resolver problemas combinatórios complexos, priorizando a minimização da distância percorrida, mas também atendendo a critérios logísticos e operacionais rigorosos, tais como:

- Perfil do veículo: O perfil é adaptado para deslocamento por vias urbanas em veículo automotor.
- Ponto de início e fim da rota: Todas as rotas têm início e término na base de operações, garantindo controle logístico sobre os documentos e protocolos.
- Capacidade operacional: O número de entregas atribuídas a cada rota é limitado à capacidade operacional diária do prestador.
- Jornada de trabalho: As rotas respeitam o horário de trabalho do entregador, que vai das 8h às 17h40.
- Intervalo obrigatório: Inclui uma pausa obrigatória de 1 hora para o almoço, prevista entre 12h e 13h, e dois intervalos de descanso de 15 minutos no período da manhã e da tarde.
- Eficiência do trajeto: As rotas são otimizadas para minimizar o tempo total de deslocamento, considerando restrições de trânsito e acessibilidade das vias públicas.

A Figura 6 exibe as cinco melhores rotas identificadas pelo algoritmo, mostrando o percurso completo desde a saída da base de operações até a entrega dos documentos e o retorno à unidade. O planejamento detalhado garante que todas as entregas sejam concluídas dentro do período de trabalho, respeitando as condições operacionais.



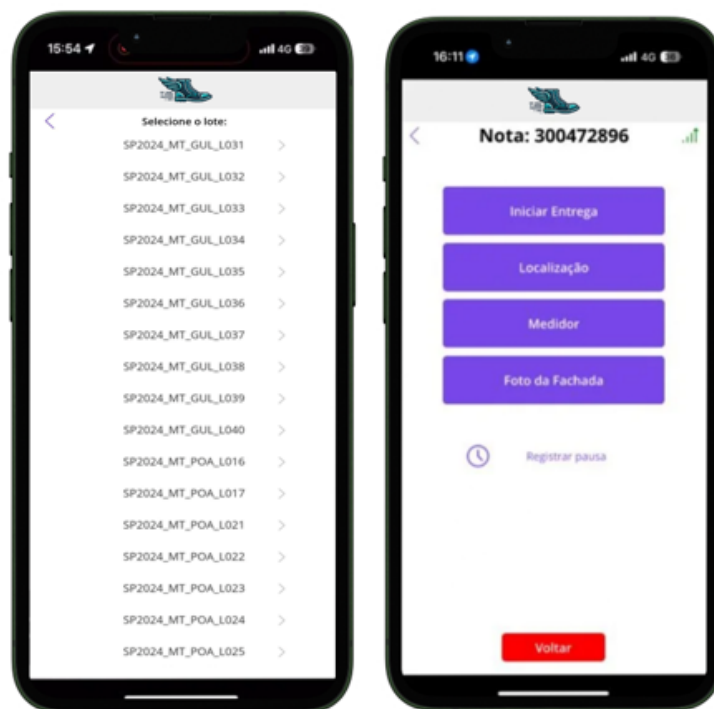


Figura 7 – Telas de seleção de lotes e informações gerais da instalação

Assim que o entregador chega à instalação, ele acessa o menu de início da entrega, que organiza uma sequência de etapas para garantir o registro correto de todas as informações. Antes de efetuar o registro propriamente dito, o entregador é apresentado a uma tela de confirmação do endereço cadastrado do cliente. Caso o endereço esteja incorreto, ele pode registrar o endereço correto. Essa funcionalidade permite que as informações coletadas sejam posteriormente analisadas pela equipe de analistas de consumo irregular, possibilitando a atualização e melhoria contínua da base cadastral da empresa.

No menu de registro de entrega, apresentado na Figura 8, o aplicativo guia o entregador na coleta de evidências da entrega realizada. Isso inclui fotografar a fachada do local e, em casos de entrega bem-sucedida, registrar a assinatura do cliente no comprovante de entrega. Nos casos em que a entrega não é possível, o entregador registra o motivo da falha, garantindo a rastreabilidade completa das tentativas. Após o registro, o sistema apresenta um resumo visual para validação pelo entregador, encerrando o processo de entrega daquela instalação. O aplicativo então direciona o entregador à próxima instalação, seguindo a roteirização definida, até a conclusão de todas as entregas do lote. Ao final do percurso, o entregador retorna à base da empresa para entregar os protocolos de recebimento e encerrar sua jornada de trabalho.



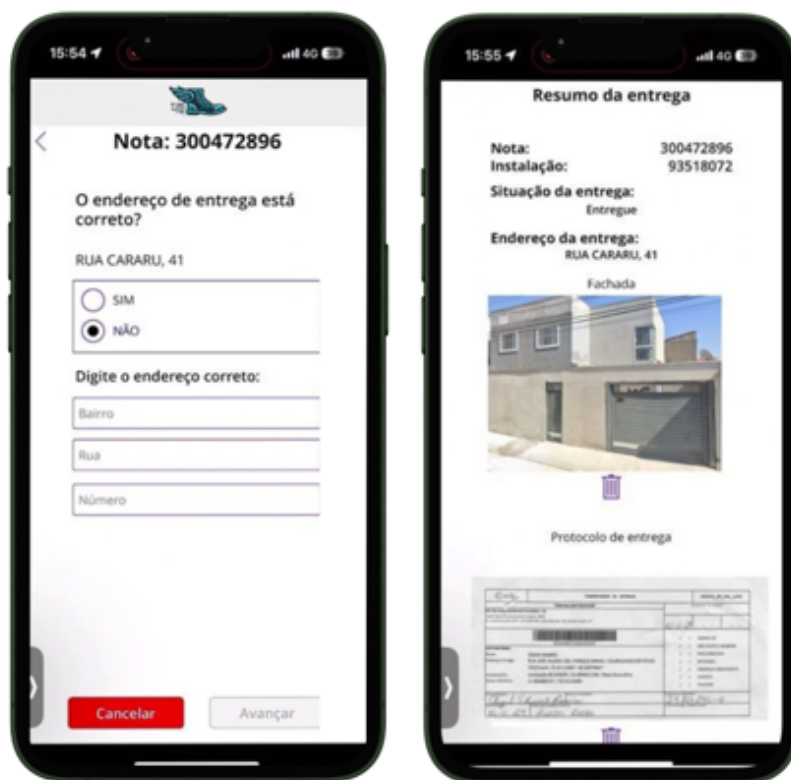


Figura 8 – Telas de seleção de registro de entrega e validação do preenchimento

Essa etapa é crucial para a eficiência do processo logístico. O aplicativo não apenas otimiza o trabalho do entregador, mas também assegura o registro estruturado de todas as entregas, oferecendo evidências claras de cada tentativa. Além disso, a funcionalidade de atualização de endereços contribui significativamente para a melhoria da base cadastral da empresa, reduzindo futuras inconsistências e otimizando as operações. Essa integração entre tecnologia e processo operacional fortalece a confiabilidade do projeto e potencializa os resultados esperados, especialmente na recuperação de receita associada às entregas de documentos.

#### 2.1.4 RESULTADOS ALCANÇADOS

O Projeto Hermes trouxe impactos expressivos e mensuráveis para a operação, resultando em melhorias significativas na recuperação de receita, na eficiência e na redução de custos operacionais. Antes de sua implementação, entre janeiro e agosto de 2024, observava-se um alto volume de receita represada na etapa de entrega documental. Nesse período, a receita mensal média de Termos de Ocorrência de Irregularidade (TOIs) com documentação entregue era de R\$ 4,7 milhões, reflexo da efetividade limitada das entregas de reenvios realizados.

Com a implantação do projeto, entre setembro e novembro de 2024, houve uma redução de 53% no montante de receita represada nessa etapa. A receita mensal média de TOIs com documentação entregue saltou para R\$ 11,5 milhões, representando um aumento de 142%. Além disso, a efetividade na entrega dos reenvios avançou em 14 pontos percentuais.

O projeto também impactou diretamente a agilidade no processo regulatório, reduzindo em 25 dias o tempo necessário para o cumprimento do rito regulatório — uma consequência direta da maior celeridade na entrega documental.

Por fim, esses avanços não apenas elevaram a eficiência operacional, mas também geraram ganhos financeiros expressivos, com economias estimadas em R\$ 180 mil no OPEX em 2024 para a área de Consumo Irregular.

### 3. Conclusão

A entrega de documentos relacionados a recuperação de receita de procedimentos irregulares é um desafio para as distribuidoras de energia, portanto o planejamento eficiente e otimizado torna-se fundamental para vencer essa etapa do processo, que é regulado. Além disso, a rastreabilidade e armazenamento das documentações que comprovam as entregas das documentações são primordiais, principalmente, para que a distribuidora demonstre o cumprimento do rito regulatória em processos de fiscalização do órgão regulador, questionamentos do próprio consumidor ou embasamento de discussões no âmbito administrativo e judicial.

A aplicação do modelo de *machine learning*, combinada ao aplicativo de entregas e à plataforma HERMES, proporcionou ganhos significativos na eficiência e eficácia do processo de entrega de documentos relacionados a Consumo Irregular. A priorização dos casos de maior potencial de recuperação de energia, aliada à otimização das rotas e ao suporte tecnológico, resultou em uma logística mais ágil e econômica. Além disso, a assertividade nas entregas aumentou, reduzindo retrabalhos e fortalecendo o controle sobre o processo.

O projeto HERMES desenvolvido internamente pela EDP na área de Recuperação de Receita, representa uma inovação no setor elétrico, contribuindo diretamente para a recuperação de energia e a sustentabilidade operacional.

### 4. Referências bibliográficas

- BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Resolução Normativa nº 1.000, de 7 de dezembro de 2021**. Dispõe sobre as regras gerais para a prestação do serviço de distribuição de energia elétrica. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.html>. Acesso em: 21 out. 2024.
- PENIN, C. **Combate, prevenção e otimização das perdas comerciais de energia elétrica**. 2008. 214 f. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.