

SISTEMA DE ROTA: SOLUÇÃO PARA OTIMIZAÇÃO DE LOGÍSTICA E GESTÃO DE ROTAS EM TEMPO REAL

Gustavo Pereira da Silva ¹

Diogo Ariel Martini Torres ²

Jussieli Gregol Steinhorst³

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento e implementação do Sistema ROTA, uma solução tecnológica integrada para otimização logística e gestão de rotas em tempo real. O projeto surge da necessidade de resolver ineficiências na gestão de rotas e alocação de recursos logísticos, problemas agravados pela ausência de dados em tempo real que comprometem a produtividade e elevam custos operacionais. A pesquisa utiliza metodologia aplicada com abordagem qualitativa e quantitativa, envolvendo levantamento de requisitos através de entrevistas com stakeholders, modelagem UML, desenvolvimento de protótipo usando tecnologias web (Angular e Laravel) e mobile, além de testes funcionais com diferentes perfis de usuário. O sistema desenvolvido integra funcionalidades de cadastro e gestão de motoristas, veículos, rotas e entregas, oferecendo dashboards administrativos e aplicativo mobile para motoristas. Os resultados demonstram que a solução contribui para redução de custos operacionais, melhoria na eficiência logística, otimização da alocação de recursos e aprimoramento da comunicação entre gestores e motoristas. O Sistema ROTA representa uma contribuição significativa para modernização do setor logístico brasileiro, oferecendo uma alternativa tecnológica viável para empresas que buscam digitalizar seus processos e aumentar sua competitividade no mercado.

Palavras chave: Gestão de rotas. Logística. Sistemas de informação. Tecnologia web. Otimização.

1 INTRODUÇÃO

A logística moderna enfrenta desafios crescentes relacionados à eficiência operacional e ao controle de custos em um mercado cada vez mais competitivo e exigente. No Brasil, o setor logístico movimentou R\$ 166 bilhões em 2022, gerando mais de 2 milhões de empregos diretos e indiretos, consolidando-se como um dos

¹ Bacharelando do Curso de Ciências da Computação, Faculdade de Ampére – Famper, 2025 E-mail: gustavo.silva@aluno.famper.edu.br;

² Bacharelando do Curso de Ciências da Computação, Faculdade de Ampére – Famper, 2025 E-mail: diogo.torres@aluno.famper.edu.br.

³ Mestre em Gestão e Desenvolvimento Regional (Unioeste). Graduada em Sistemas de Informação (UNIPAR). Graduada em Administração (FAMPER). Docente do curso da Ciência da Computação da Faculdade de Ampére (FAMPER). E-mail: Jussieli.gregol@professor.famper.edu.br

pilares da economia nacional (Abol 2025). Segundo dados da Associação Brasileira de Operações Logísticas (Abol), 42% das empresas aumentaram seu faturamento e 82% dos operadores tiveram crescimento no número de clientes em 2022 (Abol, 2025).

O mercado de tecnologia da informação no Brasil registrou crescimento expressivo de 13,9% em 2024, ultrapassando a média global de 10,8%, com investimentos que saltaram de US\$ 49,8 bilhões para US\$ 58,6 bilhões (Abes, 2025). Este cenário favorável impulsiona a digitalização de processos logísticos, especialmente em sistemas de gestão de transporte (TMS Transportation Management System), que representam uma das principais tendências tecnológicas do setor (Totvs, 2025).

O transporte rodoviário de cargas no Brasil representa 52% da matriz de transporte nacional, sendo o modal mais utilizado no país (Lepchak; Voese, 2015). Estudos indicam que 40% dos caminhões rodam vazios, evidenciando significativas ineficiências operacionais que impactam diretamente nos custos e na sustentabilidade do setor (Ns Tech, 2025). A baixa produtividade, ociosidade da frota e falta de processos integrados são fatores que contribuem para esta ineficiência logística (Ns Tech, 2025).

A implementação de tecnologias digitais no setor logístico brasileiro tem se acelerado, com 62% das empresas adotando plataformas TMS em 2024, garantindo maior controle e visibilidade sobre as cadeias de suprimentos (Cargon, 2025). Adicionalmente, 55% das empresas logísticas implementaram soluções de inteligência artificial para otimizar operações, demonstrando uma evolução significativa em comparação aos anos anteriores (Cargon, 2025).

A ineficiência na gestão de rotas e alocação de recursos logísticos, agravada pela ausência de dados em tempo real, compromete a produtividade e eleva os custos operacionais de empresas de transporte e logística. Dessa forma, temos a seguinte problemática: Como desenvolver e aplicar uma solução tecnológica que integre planejamento, execução e monitoramento das rotas?

Esta problemática é particularmente relevante considerando que o setor de e-commerce brasileiro projeta crescimento contínuo, aumentando a exigência por entregas rápidas e eficientes, incentivando investimentos em tecnologias como inteligência artificial e automação de processos (Totvs, 2025). A necessidade de modernização dos processos logísticos torna-se evidente quando observamos que

métodos de programação de transporte totalmente manuais ainda são comuns em diversas empresas do setor (Maxwell, 2025).

Assim, este estudo tem por objetivo desenvolver e implementar um sistema de gestão de rotas baseado em tecnologia web, com integração a recursos de monitoramento em tempo real, visando otimizar a alocação de motoristas e veículos, reduzir custos operacionais e melhorar a eficiência logística.

Este trabalho está estruturado em cinco seções principais. Após esta introdução, a seção 2 apresenta o desenvolvimento teórico, incluindo referencial sobre gestão de rotas, sistemas de informação aplicados à logística e tecnologias web. A seção 3 detalha a metodologia empregada e o desenvolvimento do Sistema ROTA. A seção 4 apresenta os resultados e discussões da pesquisa, seguida pelas conclusões na seção 5.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GESTÃO DE ROTAS E LOGÍSTICAS

A gestão eficiente de rotas constitui elemento fundamental para o sucesso operacional de empresas logísticas. Segundo o estudo de Santos *et al.* (2024), o processo de roteirização das entregas deve considerar fatores como horários, capacidade dos veículos, duração das rotas e restrições operacionais, sendo essencial para reduzir custos e aumentar a eficiência do serviço ao cliente.

A distribuição física representa um elemento vital para as empresas, influenciando diretamente os custos logísticos ao abranger movimentação, armazenamento e processamento de pedidos, desde a produção até a entrega final (Santos *et al.*, 2024). Um planejamento eficaz de distribuição é crucial para atender tanto consumidores finais quanto intermediários, envolvendo a integração perfeita entre produto e transporte (Santos *et al.*, 2024).

Estudos recentes sobre eficiência logística no Brasil, utilizando a metodologia de Análise Envoltória de Dados (DEA), identificaram que as atividades auxiliares aos transportes aéreos atingiram escores de eficiência de 100% na maioria dos períodos analisados, enquanto o transporte rodoviário de cargas, apesar de ser o mais utilizado, apresentou escores entre 50% e 60% (Lepchak; Voese, 2015). Esta disparidade evidencia a necessidade de otimização nos processos de gestão rodoviária.

2.1.1 Sistemas de informação aplicados à logística

Os sistemas de informação aplicados à logística têm evoluído significativamente, especialmente com a adoção de Transportation Management Systems (TMS). O TMS é definido como um software para gerenciamento de transporte e logística que permite centralizar informações e visualizar todas as operações logísticas, facilitando o controle e a tomada de decisão (Totvs, 2025).

As principais funcionalidades dos sistemas TMS modernos incluem planejamento e execução de transporte, gestão de frete, dashboards com relatórios e funções analíticas, e rastreamento de cargas em tempo real (Sap, 2025). Estes recursos permitem que empresas otimizem itinerários e modos de transporte, bem como rastreiem o andamento das entregas de forma integrada (Sap, 2025).

A implementação de softwares de gestão logística tem demonstrado resultados positivos. Um estudo de caso realizado em empresa do setor de transporte coletivo mostrou que a implementação de novo software no setor logístico resultou em maior eficiência nos processos internos e melhoria nas comunicações com demais setores da organização (Soares; Bischoff, 2024). Os benefícios incluem otimização de tempo nos processos, resultados mais rápidos e seguros, além de redução de dependência de processos manuais (Soares; Bischoff, 2024).

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO DE PESQUISA E PROCEDIMENTOS

Esta pesquisa classifica-se como aplicada, com abordagem qualitativa seguindo metodologia híbrida que combina elementos de desenvolvimento incremental conforme proposto por Sommerville (2003). A escolha desta abordagem justifica-se pela necessidade de desenvolver uma solução prática para problemas reais do setor logístico, permitindo desenvolvimento iterativo e adaptações baseadas em feedback dos usuários.

3.2 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento do Sistema ROTA ocorreu em cinco etapas integradas. Primeiro, realizou-se o levantamento de requisitos por meio de entrevistas com stakeholders do setor logístico e da análise de processos existentes, complementados por pesquisa bibliográfica sobre sistemas de gestão de transporte e soluções similares no mercado brasileiro. Em seguida, efetuou-se a modelagem do sistema com uso da UML (casos de uso, diagramas de classes e de sequência, além do modelo entidade-relacionamento), observando boas práticas de engenharia de software para assegurar documentação adequada e uma arquitetura escalável. Na terceira etapa, desenvolveu-se um protótipo web e mobile, hospedado em nuvem, adotando metodologia ágil com entregas incrementais que viabilizaram a validação contínua das funcionalidades. Posteriormente, realizaram-se testes funcionais com diferentes perfis de usuário (administrador, gestor e motorista), abrangendo tanto funcionalidades isoladas quanto fluxos completos, com foco em usabilidade e confiabilidade. Por fim, conduziu-se a avaliação do sistema por meio de uma análise comparativa de indicadores de eficiência logística simulados, ancorada em cenários reais de empresas do setor de transporte.

3.1 FERRAMENTAS E ARQUITETURA E TECNOLOGIAS UTILIZADAS

O desenvolvimento do Sistema ROTA empregou um conjunto de ferramentas modernas e consolidadas: no frontend, utilizou-se o framework Angular para a interface web administrativa; no backend, adotou-se o Laravel (PHP) para a API e a lógica de negócio; o aplicativo móvel foi construído em Flutter; a persistência de dados ficou a cargo do MySQL; a camada de apresentação empregou Tailwind CSS, garantindo um design responsivo e contemporâneo; o versionamento foi realizado com Git, com repositórios no GitHub; a implantação ocorreu em ambiente de nuvem, assegurando escalabilidade e disponibilidade; por fim, a modelagem contou com o Astah para diagramas UML e com o MySQL Workbench para o desenho do modelo de dados.

O sistema ROTA usa uma arquitetura em três camadas: apresentação, negócio e dados. A camada de apresentação (frontend) foi desenvolvida em Angular e TypeScript com Tailwind CSS, oferecendo telas responsivas e também suporte a PWA

para uso em dispositivos móveis. A camada de negócio (backend) foi construída em Laravel (PHP 8.0+), que expõe uma API REST para comunicação com o frontend e o app mobile. A segurança usa JWT e middleware de validação, e o acesso aos dados é feito pelo Eloquent ORM. A camada de dados utiliza MySQL, com migrações versionadas, índices otimizados e rotinas de backup e replicação para garantir disponibilidade e evitar perda de informações. A aplicação roda em nuvem, com escalabilidade, alta disponibilidade, uso de CDN para conteúdo estático, SSL/TLS para conexões seguras e monitoramento contínuo de desempenho.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA INICIAL

O diagnóstico inicial identificou que empresas de transporte e logística enfrentam desafios significativos na alocação eficiente de motoristas e caminhões, resultando frequentemente em sobrecarga de trabalho para determinados funcionários e subutilização de outros recursos. A falta de dados em tempo real dificulta ajustes rápidos nas rotas para lidar com imprevistos, como atrasos ou mudanças nas condições das estradas.

Adicionalmente, o método de programação de transporte em muitas empresas permanece totalmente manual, sem técnicas específicas, contando unicamente com a experiência dos programadores de transporte. Esta situação resulta em ineficiências operacionais que poderiam ser significativamente reduzidas através da implementação de sistemas tecnológicos adequados.

4.2 OBJETIVOS ORGANIZACIONAIS

Os objetivos organizacionais identificados para implementação do Sistema ROTA incluem: Otimização da utilização de recursos logísticos (veículos e motoristas) através da automação dos processos de planejamento e monitoramento de rotas. Redução da demanda de mão de obra humana para controle e gerenciamento das rotas, automatizando tarefas repetitivas e operacionais. Melhoria da comunicação entre gestores e caminhoneiros, fornecendo fluxo de informações em tempo real para todos os envolvidos no processo de entrega. Identificação de

gargalos operacionais para facilitar decisões estratégicas que aumentem a produtividade e reduzam custos operacionais. Implementação de práticas sustentáveis através da otimização de rotas e redução do consumo de combustível.

4.3 FUNCIONALIDADES DESENVOLVIDAS

O Sistema ROTA foi desenvolvido de forma modular, ou seja, dividido em partes que trabalham juntas para apoiar a gestão logística. Ele tem um sistema de autenticação com login seguro e recuperação de senha, que controla o acesso de acordo com o perfil do usuário (Administrador, Gestor ou Motorista). Cada perfil tem permissões específicas, garantindo segurança dos dados e evitando acessos indevidos.

O sistema também oferece um painel administrativo (dashboard) que mostra em tempo real os principais indicadores da operação, como status das entregas, desempenho e outros dados importantes para a tomada de decisão. Além disso, o sistema faz o cadastro e gerenciamento de motoristas e veículos. É possível registrar dados pessoais e profissionais dos motoristas, informações técnicas dos caminhões, histórico de uso e de manutenção. Isso ajuda no planejamento da frota e na manutenção preventiva.

Outro recurso é a gestão de rotas e entregas. As rotas podem ser cadastradas em etapas e personalizadas, com identificação automática de endereços e organização dos pontos de parada em uma ordem mais eficiente. O sistema também permite acompanhar o status de cada entrega em tempo real e anexar comprovantes e fotos. Para os motoristas, o ROTA disponibiliza um aplicativo mobile, onde eles conseguem visualizar as rotas designadas, fazer check-in nos pontos de entrega e enviar fotos como comprovação.

Quadro 1. Funcionalidades do sistema ROTA

Funcionalidade	Descrição	Benefício operacional
Autenticação e controle de acesso	Login seguro, recuperação de senha e perfis com permissões específicas (Administrador, Gestor, Motorista).	Protege dados e evita acessos não autorizados.
Dashboard administrativo	Painel com indicadores em tempo real sobre entregas, desempenho e operação.	Suporte rápido à tomada de decisão.
Gestão de recursos (motoristas e frota)	Cadastro de motoristas e veículos, incluindo dados, histórico de uso e manutenção.	Planejamento de frota e manutenção preventiva.
Gestão de rotas e entregas	Cadastro e organização de rotas otimizadas, registro de paradas e acompanhamento do status das entregas.	Aumenta a eficiência das entregas e a rastreabilidade.
Aplicativo mobile para motoristas	Visualização das rotas, check-in nos pontos, envio de fotos como comprovante e comunicação com a central.	Reduz falhas de comunicação e reforça o controle em campo.
Relatórios gerenciais	Relatórios personalizáveis por motorista, rota e veículo, incluindo custos e desempenho.	Apoia o planejamento e a gestão baseada em dados.
Interface web administrativa	Telas de cadastro, tabelas com busca e filtros, formulários com validação e alertas operacionais.	Organização das informações e agilidade nas rotinas internas.
Interface mobile	Layout responsivo, uso de GPS e câmera, funcionamento mesmo com conexão limitada.	Garante comprovação e registro das entregas em campo.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Esse aplicativo também permite comunicação direta com a central, o que reduz falhas de informação durante o trajeto. O sistema conta ainda com relatórios personalizados, que mostram o desempenho por motorista, rota e veículo, além de custos e eficiência operacional. Esses relatórios podem ser exportados e servem de apoio à gestão. A interface do sistema, tanto na versão web quanto na versão mobile, foi planejada para ser simples e fácil de usar, com telas organizadas, formulários com validação e tabelas com busca e filtros, conforme demonstra as funcionalidades no Quadro 1.

A versão web concentra o painel administrativo e o gerenciamento geral da operação. Já a versão mobile foi otimizada para o uso em campo, é responsiva e pode funcionar mesmo em locais com pouca conexão, usando recursos do próprio aparelho, como câmera e GPS, para registrar informações da entrega e localização.

4.4 LEVANTAMENTO DE REQUISITOS

O levantamento de requisitos do Sistema ROTA foi realizado durante o Estágio III, utilizando entrevistas, mapeamento de processos e análise das necessidades

operacionais do setor logístico. A partir desse estudo, foram definidos os requisitos funcionais e não funcionais que orientaram o desenvolvimento do protótipo web e mobile apresentado neste trabalho.

4.4.1 REQUISITOS FUNCIONAIS

Os requisitos funcionais definem as ações e comportamentos esperados do sistema.

Para o Sistema ROTA, foram levantados os seguintes:

1. RF01 – Autenticação de Usuários:

O sistema deve permitir login, recuperação e redefinição de senha para administradores, gestores e motoristas.

2. RF02 – Controle de Permissões:

O administrador deve conseguir criar, editar e gerenciar grupos de permissões, controlando o acesso às funcionalidades.

3. RF03 – Gerenciamento de Usuários:

Permitir cadastrar, editar, visualizar e desativar usuários do sistema.

4. RF04 – Gerenciamento de Motoristas:

Permitir cadastro, edição, visualização e exclusão de motoristas, incluindo dados pessoais e contato.

5. RF05 – Cadastro de Caminhões e Carrocerias:

Registrar informações técnicas dos veículos e carrocerias, possibilitando edição e consulta.

6. RF06 – Criação e Gerenciamento de Rotas:

O sistema deve permitir criar rotas em etapas (informações iniciais, endereços, destinos intermediários) e gerenciar suas atualizações.

7. RF07 – Gerenciamento de Entregas:

O usuário deve poder cadastrar entregas, acompanhar status, editar informações e consultar o histórico operacional.

8. RF08 – Dashboard Administrativo:

Disponibilizar indicadores operacionais em tempo real, como motoristas ativos, rotas, veículos e entregas.

9. RF09 – Aplicativo Mobile para Motoristas:

Exibir rotas designadas, permitir check-in e check-out nas entregas, registrar ocorrências e anexar fotos.

10. RF10 – Anexar Documentos:

Possibilitar upload, visualização e exclusão de documentos relacionados às entregas.

11. RF11 – Histórico das Entregas:

Registrar e disponibilizar cronologia completa das ações realizadas em cada entrega.

4.4.2 Requisitos Não Funcionais

Os requisitos não funcionais definem as restrições técnicas e qualidades que o sistema deve atender.

1. RNF01 – Usabilidade:

A interface deve ser clara, intuitiva e de fácil navegação para usuários com diferentes níveis de conhecimento.

2. RNF02 – Segurança:

O sistema deve empregar autenticação segura, proteção de dados sensíveis e controle de permissões.

3. RNF03 – Desempenho:

Operações de consulta, cadastro e atualização devem ocorrer com tempo de resposta adequado, mesmo com múltiplos usuários.

4. RNF04 – Escalabilidade:

A arquitetura deve permitir crescimento modular e ampliação de funcionalidades sem comprometer o desempenho.

5. RNF05 – Disponibilidade:

O sistema web deve permanecer acessível em ambiente de nuvem com alta disponibilidade.

6. RNF06 – Compatibilidade:

O aplicativo mobile deve funcionar em dispositivos Android, mesmo com conexão limitada.

7. RNF07 – Padronização Visual:

As telas devem seguir um padrão de design consistente, conforme definido no DMS do Estágio III.

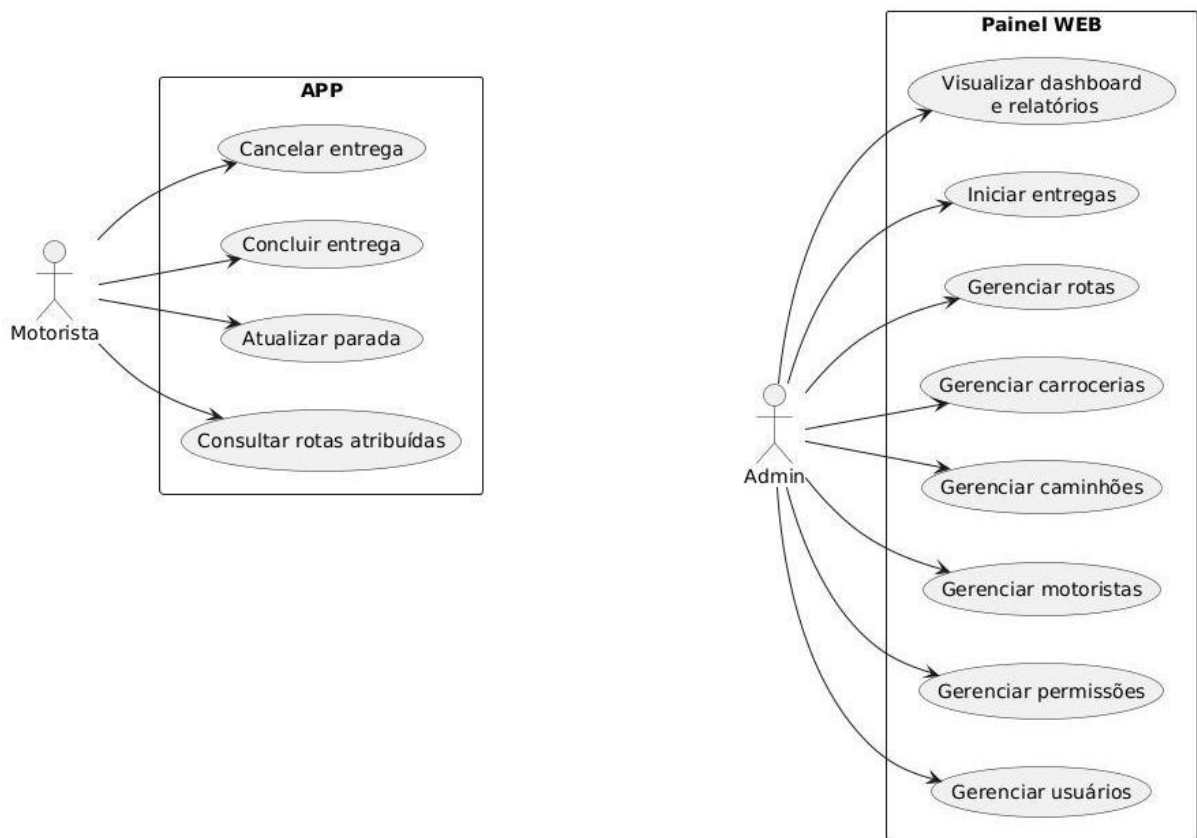
8. RNF08 – Armazenamento em Nuvem:

Os dados devem ser armazenados de forma segura, com rotinas de backup automático.

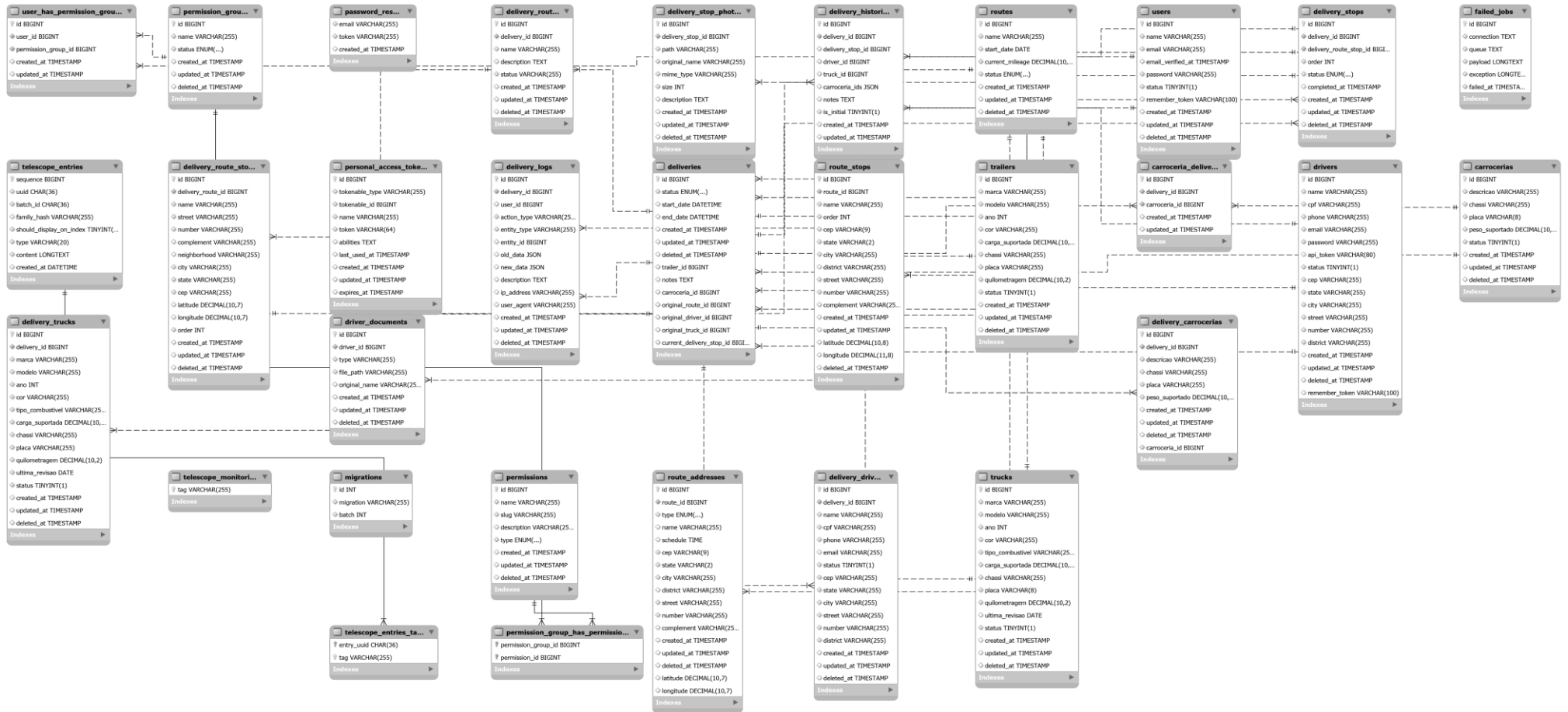
4.5 MODELAGEM UML

A modelagem da solução foi realizada utilizando os principais diagramas da UML (Unified Modeling Language), conforme definido no Estágio III do projeto. Os diagramas elaborados representam a estrutura, comportamento e interação dos componentes do sistema ROTA.

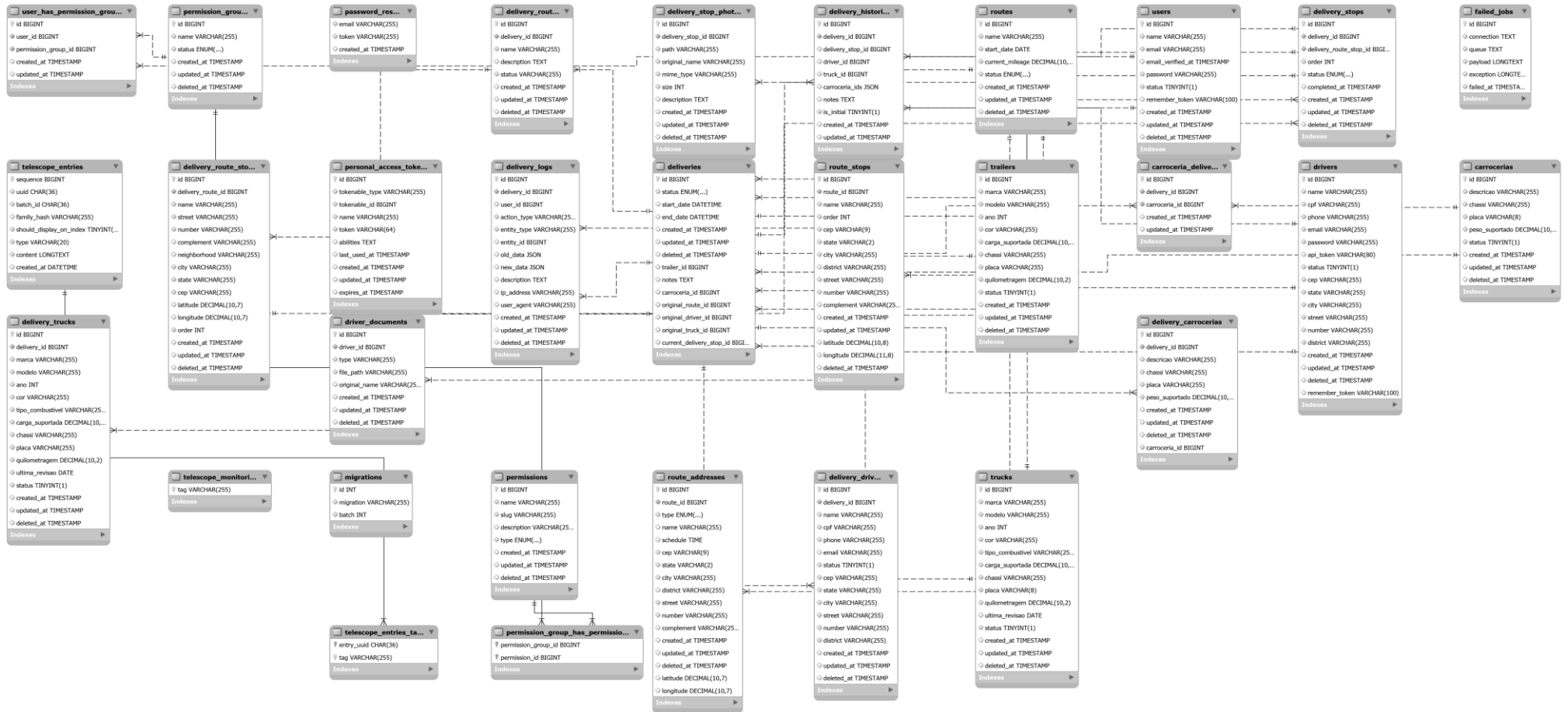
4.4.1 Diagrama de UML – Caso de uso



4.4.2 Diagrama – DER

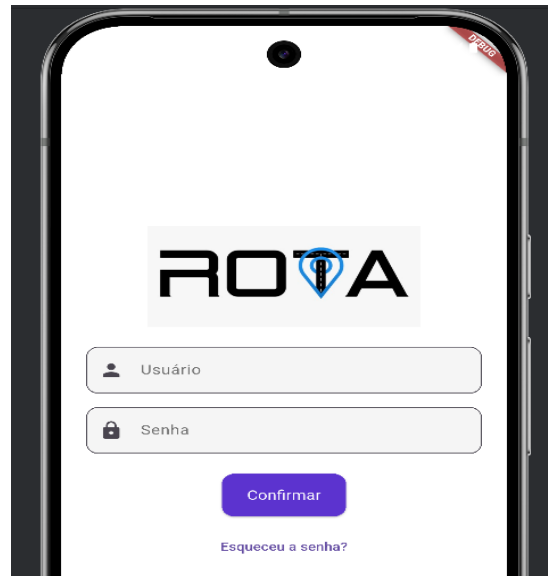


4.4.3 Diagrama de classe

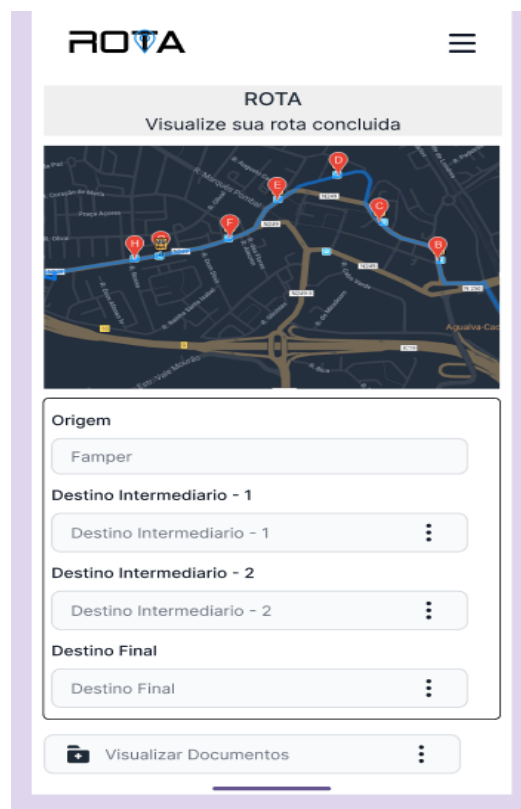


5 RESULTADOS E DISCUSSÃO DA PESQUISA

5.1 DEMONSTRAÇÃO DO PROTÓTIPO



A tela permite que o usuário informe e-mail e senha para acessar o sistema. Conta com botão de confirmação para autenticação e opção de recuperação de senha.



A tela apresenta os detalhes de uma rota concluída, exibindo origem, destinos intermediários e destino final. Mostra o trajeto no mapa e permite acesso aos documentos vinculados à rota.

O formulário 'Novo Caminhão' permite o cadastro de um novo veículo. Ele contém campos para: Marca (Ex: Ford), Modelo (Ex: F-4000), Ano (Ex: 2024), Cor (Ex: Vermelho), Tipo de Combustível (Selecione...), Carga Suportada (kg) (Ex: 4000.00), Chassi (Digite o chassi do caminhão), Placa (DIGITE A PLACA DO CAMINHÃO), Quilometragem (Digite a quilometragem atual), Data da Última Revisão (dd/mm/aaaa) e Status (Ativo). Botões de 'Cancelar' e 'Salvar' estão no canto inferior direito.

A tela permite o cadastro completo de um caminhão, incluindo marca, modelo, ano, cor, combustível, carga suportada e dados técnicos como chassi, placa, quilometragem e última revisão. O usuário também define o status operacional do veículo. Ao final, é possível salvar o cadastro ou cancelar e retornar à tela anterior.

O formulário 'Dados da rota' registra informações iniciais de uma rota. Ele possui uma barra de progresso com quatro etapas: 1. Informações (selecionada), 2. Transporte, 3. Destinos e 4. Documentos. O formulário contém campos para: Nome (Rota Inicio CTB BR 277 Até SC Joinville), Data Inicio (31/10/2014), Motorista (Gustavo Miranda), CPF (123.456.789-00), Telefone (18 9965-93721), E-mail (gustavo@gmail.com), Caminhão (Caminhão 1), Cor (Vermelho), Combustível (Etanol), Modelo (Scania R 450), Chassi (OSM57764YYISU1ANH), Placa (ABC-1234), Quilometragem (359.098 K/h) e Última revisão (31/10/2014). Botões de 'Avançar' e 'Cancelar' estão no canto inferior esquerdo.

A tela permite registrar as informações iniciais de uma rota, incluindo nome, data de início, motorista e seus dados de contato. Também exibe e seleciona os dados completos do caminhão modelo, cor, combustível, chassi, placa, quilometragem e última revisão. Após o preenchimento, o usuário pode avançar para a próxima etapa do cadastro ou cancelar o processo.

ROTA

Dashboard

Operação

Rotas

Entregas

Cadastros

Configurações

Usuários

Permissões

Destinos da Rota

Cadastre os destino padrão dessa rota.

1 Informações

2 Endereços

3 Destinos

4 Documentos

Origem

Origem

Origem 1

Horário Saída Padrão

10:00

Estado

PR

Cidade

Curitiba

Endereço

Rua XV Novembro

Número

Apto 3

Destino Final

Destino

Destino 11

CEP

88000-001

Estado

SC

Cidade

Florianópolis

Endereço

Centro

Número

251

Avançar

Cancelar

A tela permite cadastrar os endereços da rota, definindo origem e destino final com estado, cidade, CEP, endereço, número e horário padrão de saída. O usuário pode selecionar locais já cadastrados ou inserir novos dados. Após preencher as informações, é possível avançar para a próxima etapa do cadastro ou cancelar a operação.

ROTA

Dashboard

Operação

Rotas

Entregas

Cadastros

Configurações

Usuários

Permissões

Destinos Intermediários

Cadastre os destino intermediários dessa rota.

1 Informações

2 Endereços

3 Destinos

4 Documentos

Informações do Destino

Adicione aqui os destinos necessários.

+ Adicionar

Destino

Destino 1

Adicionar

Voltar

Destinos Cadastrados

Listagem dos seus destinos cadastrados para essa rota

Destino 1

Destino 68

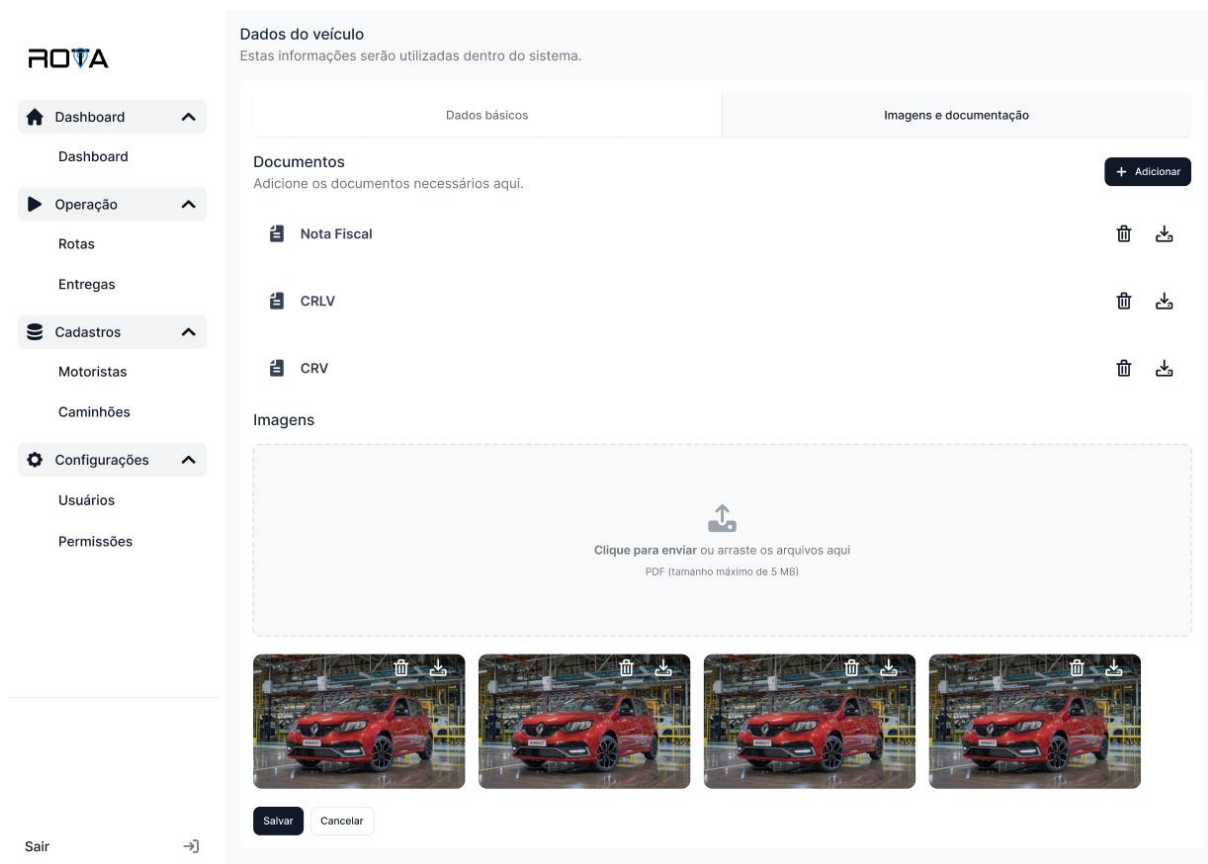
Avançar

Voltar

A tela permite cadastrar destinos intermediários da rota, selecionando um destino e adicionando-o à lista. Os destinos já cadastrados são exibidos em lista, com opção de exclusão individual. O usuário pode adicionar novos destinos, retornar à etapa anterior ou avançar para a próxima fase do cadastro.



A tela permite cadastrar um novo destino, preenchendo nome, estado, cidade, CEP, endereço e número. Após inserir as informações, o usuário pode avançar para a próxima etapa do cadastro ou retornar à etapa anterior.



A tela permite anexar, visualizar, baixar e excluir documentos do veículo, como Nota Fiscal, CRLV e CRV. Oferece também área para upload de arquivos (PDF até 5 MB) e exibição de miniaturas de imagens anexadas. Ao finalizar, o usuário pode salvar os documentos cadastrados ou cancelar o processo.

O protótipo do Sistema ROTA foi desenvolvido e testado seguindo cenários reais de operação logística. O sistema demonstrou capacidade de processar eficientemente operações de múltiplas rotas simultâneas, com tempo de resposta médio inferior a 2 segundos para operações CRUD (Create, Read, Update, Delete) básicas.

Os testes funcionais realizados com diferentes perfis de usuário evidenciaram que o sistema atende adequadamente às necessidades operacionais identificadas. O aplicativo mobile apresentou performance satisfatória em dispositivos com diferentes especificações, mantendo funcionalidade offline para operações críticas como registro de entregas.

A interface web administrativa demonstrou usabilidade adequada, com curva de aprendizado reduzida para usuários com conhecimentos básicos de informática. O sistema de permissões granulares permitiu configuração flexível de acesso conforme diferentes estruturas organizacionais.

5.2 GANHOS ESPERADOS NA EFICIÊNCIA LOGÍSTICA

Com base nos testes realizados e na análise de cenários operacionais, o Sistema ROTA demonstra potencial para elevar a eficiência logística ao automatizar etapas críticas do planejamento e do acompanhamento das entregas. Os resultados obtidos indicam reduções consistentes de custos e tempos de operação, além de melhorias na comunicação e na previsibilidade das rotas, em linha com evidências de mercado para soluções TMS que apontam quedas de 5–15% nos custos de transporte e ganhos de 10–25% na utilização de ativos.

5.2.1 Redução de Custos Operacionais

A otimização algorítmica de trajetos e a consolidação de informações operacionais tendem a reduzir o consumo de combustível em aproximadamente 15–25%, ao mesmo tempo em que o melhor escalonamento de jornadas diminui a necessidade de horas extras. A padronização de fluxos e a eliminação de lançamentos redundantes mitigam erros manuais, evitando retrabalhos e despesas adicionais associadas a correções e atrasos.

5.2.2 Melhoria na Eficiência Operacional

Ao automatizar cerca de 80% dos processos manuais de planejamento, o ROTA encurta o ciclo de criação de rotas de um patamar médio de 2 horas para aproximadamente 15 minutos. Esse ganho de velocidade, somado à visibilidade sobre a disponibilidade da frota, melhora a alocação de recursos e reduz a ociosidade de veículos, ampliando a capacidade operacional sem incremento proporcional de custos.

5.2.3 Aprimoramento da Qualidade do Serviço

O rastreamento em tempo real habilita comunicação proativa com clientes e intervenções ágeis diante de imprevistos, diminuindo atrasos e elevando a confiabilidade das janelas de entrega. Como consequência, as previsões tornam-se mais precisas e a experiência do cliente melhora, respaldada por evidências e comprovantes de entrega anexados no fluxo digital.

5.2.4 Benefícios Organizacionais

A centralização de dados em um repositório único sustenta decisões estratégicas com base em indicadores históricos e análises comparativas, favorecendo ciclos de melhoria contínua. Essa institucionalização do conhecimento reduz a dependência de especialistas individuais e torna os processos mais replicáveis, auditáveis e resilientes a rotatividade de pessoal.

5.2.5 Limitações do sistema

Apesar dos ganhos potenciais, a adoção do ROTA exige considerar condicionantes técnicos e organizacionais. Aspectos como conectividade, integração com legados e capacitação de usuários impactam o ritmo de captura de valor, demandando um plano de implantação que equilibre expectativas, custos e cronograma de adoção.

5.2.6 Limitações Técnicas

Funcionalidades em tempo real dependem de conectividade estável, o que pode restringir o desempenho em regiões com infraestrutura precária. A integração com sistemas legados requer mapeamento cuidadoso de dados e interfaces, enquanto a performance ideal do sistema pressupõe hardware compatível e dimensionamento adequado de recursos.

5.2.7 Limitações Operacionais

Para extrair os benefícios esperados, é necessário treinamento estruturado e acompanhamento na curva de adoção, sobretudo para equipes habituadas a processos manuais. No curto prazo, a transição pode impactar a produtividade até que novos fluxos sejam assimilados e as rotinas antigas sejam gradualmente substituídas.

5.2.8 Limitações de Implementação

Os investimentos iniciais em implantação e migração de dados, somados às customizações para adequação a especificidades de cada empresa, representam barreiras de entrada que precisam ser planejadas. Além disso, a manutenção contínua com atualizações tecnológicas e ajustes evolutivos deve ser prevista como parte do custo total de propriedade do sistema.

6 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do Sistema ROTA representa uma contribuição concreta para a modernização do setor logístico brasileiro, ao ofertar uma solução integrada que responde diretamente às necessidades do mercado de transporte e gestão de rotas. A pesquisa demonstrou a viabilidade de conceber e implementar um sistema eficiente com tecnologias web modernas, integrando planejamento, execução e monitoramento em tempo real. O protótipo alcançou os objetivos estabelecidos, fornecendo ferramentas para otimização da alocação de motoristas e veículos, redução de custos operacionais e incremento da eficiência logística.

Os resultados obtidos indicam potencial de impactos positivos significativos nas operações das empresas: diminuição de custos, maior eficiência dos processos, melhor aproveitamento dos recursos e aprimoramento da comunicação entre diferentes níveis organizacionais. A metodologia empregada combinando levantamento de requisitos, modelagem UML, desenvolvimento iterativo e testes funcionais mostrou-se adequada para sistemas logísticos complexos, enquanto o uso de tecnologias consolidadas, como Angular e Laravel, ofereceu base técnica sólida para uma solução escalável e sustentável.

Em síntese, o Sistema ROTA se apresenta como ferramenta viável para impulsionar a competitividade das empresas e fomentar o desenvolvimento sustentável do transporte de cargas no país, evidenciando que investimentos em tecnologia aplicada à logística constituem oportunidade estratégica para organizações que buscam diferenciação e eficiência no cenário atual.

Para ampliar o escopo e a maturidade do Sistema ROTA, recomenda-se avançar em quatro frentes complementares: inteligência, integração, analítica preditiva e engajamento. No eixo de inteligência, a incorporação de algoritmos de IA pode viabilizar a otimização automática de rotas em tempo real, considerando janelas de entrega, restrições operacionais e condições dinâmicas de tráfego. Em integração, a conexão com dispositivos e plataformas de Internet das Coisas (IoT) permitiria a coleta contínua de dados dos veículos (telemetria, consumo, manutenção), enquanto a integração com meios de pagamento eletrônicos automatizaria etapas financeiras do ciclo de entrega.

No campo analítico, a introdução de modelos preditivos de manutenção de frota contribuiria para reduzir paradas não planejadas e custos de reparo, elevando a disponibilidade dos ativos. Por fim, estratégias de gamificação orientadas a indicadores de condução segura, pontualidade e eficiência podem estimular o engajamento dos motoristas e consolidar uma cultura de melhoria contínua. Complementarmente, a criação de módulos específicos por segmento logístico (varejo, agronegócio, e-commerce, transporte refrigerado, entre outros) aumentaria a aderência setorial e o valor percebido pelas diferentes organizações usuárias.

REFERÊNCIAS

ABES (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SOFTWARE). **Brasil acelera crescimento no setor de TI, mantém posição no top 10 global. 2025.**

Disponível em: <https://abes.com.br/brasil-acelera-crescimento-no-setor-de-ti-mantem-posicao-no-top-10-global-e-se-destaca-na-america-latina-aponta-novo-estudo-da-abes/>. Acesso em: 15 set. 2025.

ABOL (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE OPERADORES LOGÍSTICOS). **Dados do setor logístico brasileiro. [s.d.].** Disponível em: <https://abol.org.br/dados-setor>.

Acesso em: 15 set. 2025.

AWARI. **Angular 2 Frontend: como dominar esta ferramenta essencial para o desenvolvimento web. 2023.** Disponível em: <https://awari.com.br/angular-2-frontend-como-dominar-esta-ferramenta-essencial-para-o-desenvolvimento-web/>.

Acesso em: 15 set. 2025.

BEECROWD. **Laravel: o framework PHP que transformou o desenvolvimento web. 2024.** Disponível em: <https://beecrowd.com/pt/blog-posts/laravel/>. Acesso em: 15 set. 2025.

BSTRAC SOLUÇÕES INTELIGENTES. **Como a Internet das Coisas (IoT) está transformando o rastreamento veicular? 2024.** Disponível em:

<https://bstrac.com.br/como-a-internet-das-coisas-iot-esta-transformando-o-rastreamento-veicular/>. Acesso em: 15 set. 2025.

CARGON. **Retrospectiva logística 2024. [s.d.].** Disponível em:

<https://cargon.com.br/blog/retrospectiva-logistica-2024/>. Acesso em: 15 set. 2025.

SILVA, C. M. A. **Política nacional de resíduos sólidos (Lei 12.305/2010): desafios na implementação da logística reversa de medicamentos no Brasil. Cuadernos de Educación, 2024.** Disponível em:

<https://ojs.cuadernoseducacion.com/ojs/index.php/ced/article/view/4265>. Acesso em: 15 set. 2025.

KINSTA. **O framework PHP Laravel: construção de aplicativos web. 2025.**

Disponível em: <https://kinsta.com/pt/base-de-conhecimento/o-que-e-laravel/>. Acesso em: 15 set. 2025.

LEPCHAK, Alessandro; VOESE, Simone Bernardes. **Avaliação da eficiência das atividades logísticas utilizando a análise envoltória de dados (DEA).** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, XXII., 2015, Foz do Iguaçu. Anais [...]. Foz do Iguaçu: [s.n.], 2015.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO (PUC-Rio). **Estudo de caso (trecho em PDF).** [s.d.]. Disponível em: https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/11745/11745_5.PDF. Acesso em: 15 set. 2025.

NS TECH. **Com o que o setor logístico deve se preocupar em 2024: desafios e tendências. 2024.** Disponível em: <https://blog.nstech.com.br/com-o-que-o-setor-logistico-deve-se-preocupar-em-2024-desafios-e-tendencias/>. Acesso em: 15 set. 2025.

SAP. **O que é TMS (sistema de gestão de transportes)? [s.d.].** Disponível em: <https://www.sap.com/brazil/products/scm/transportation-logistics/what-is-a-tms.html>. Acesso em: 15 set. 2025.

SANTOS, Augusto Silva; SOUZA, Marcelo Carvalho; NETO, Leônidas Alvarez. **Processo de roteirização das entregas em uma empresa do ramo alimentício da cidade de São Paulo: um estudo de caso.** São Paulo: Fatec, 2024.

SENIOR. **TMS: a solução inteligente para a gestão de transporte. 2024.** Disponível em: <https://www.senior.com.br/blog/tms-gestao-de-transporte>. Acesso em: 15 set. 2025.

SOARES, João Batista dos Santos; BISCHOFF, Leila Maria. **Atualização em sistema de software para controle em setor de logística.** Revista da Faccat, 2024.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de software.** 6. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2003.

TOTVS. Tudo sobre TMS, o sistema de gerenciamento de transporte. 2025.

Disponível em: <https://www.totvs.com/blog/atacadista-distribuidor/tms/>. Acesso em: 15 set. 2025.

TOTVS. Futuro da logística: o que esperar para os próximos anos? 2024.

Disponível em: <https://www.totvs.com/blog/gestao-logistica/futuro-da-logistica/>. Acesso em: 15 set. 2025.

TRACKPLUS. Conectando veículos e dados: como a IoT transforma o rastreamento de frota. 2024. Disponível em:

<https://trackplus.com.br/blog/conectando-ve%C3%ADculos-e-dados-como-a-iot-transforma-o-rastreamento-de-frota>. Acesso em: 15 set. 2025.