



RIO

PUC

Dissertação de Mestrado

IMPACTOS OPERACIONAIS PROPORCIONADOS POR UMA TORRE DE CONTROLE NO TRANSPORTE LAST MILE: UM ESTUDO DE CASO NA PROLOG TRANSPORTES

Francisco Rosas Do Nascimento Junior

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Centro Técnico Científico
Departamento Engenharia Industrial

Rio de Janeiro, 23 de Setembro de 2025



Pontifícia
Universidade
Católica do
Rio de Janeiro

Dissertação de Mestrado

IMPACTOS OPERACIONAIS PROPORCIONADOS POR UMA TORRE DE CONTROLE NO TRANSPORTE LAST MILE: UM ESTUDO DE CASO NA PROLOG TRANSPORTES

Francisco Rosas do Nascimento Junior

Orientação: Professor Antônio Márcio Tavares Thomé

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Logística (opção Profissional) pelo programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, no Departamento Engenharia Industrial.

Rio de Janeiro, 23 de Setembro de 2025



Pontifícia
Universidade
Católica do
Rio de Janeiro

IMPACTOS OPERACIONAIS PROPORCIONADOS POR UMA TORRE DE CONTROLE NO TRANSPORTE LAST MILE: UM ESTUDO DE CASO NA PROLOG TRANSPORTES

Francisco Rosas Do Nascimento Junior

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Logística (opção Profissional).

Aprovada pela Comissão examinadora abaixo:

Professor Antônio Márcio Tavares Thomé

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Professor Marcelo Xavier Seeling

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Professor Luiz Felipe Roris Rodriguez Scavarda do Carmo

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 23 de Setembro de 2025



Pontifícia
Universidade
Católica do
Rio de Janeiro

Todos os direitos reservados. A reprodução, total ou parcial, do trabalho é proibida sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

Francisco Rosas do Nascimento Junior

Graduou-se em em Logística na Universidade Estácio de Sá e Pós graduado em Gestão Empresarial e Gerenciamento de projetos pela Instituição Getúlio Vargas. Empresário no setor de transportes com experiência de mais de 10 anos.

Ficha Catalográfica

Nascimento Junior, Francisco Rosas do

Impactos operacionais proporcionados por uma torre de controle no transporte Last Mile: um estudo de caso na Prolog Transportes / Francisco Rosas do Nascimento Junior; orientador: Antônio Márcio Tavares Thomé. – 2025.

88 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2025.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Torre de controle. 3. Logística. 4. Maturidade operacional. 5. Visibilidade. 6. Gestão de transporte. I. Thomé, Antônio Márcio Tavares. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

Agradecimentos

Agradeço a Deus.

Ao meu orientador.

À minha esposa Renata e meu filho Vicente.

Aos meus pais Francisco Nascimento e Luzia Dionizia.

Aos meus Professores.

À comunidade da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
pelo apoio permanente.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de
Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código do Financiamento 001

Resumo

Nascimento Junior, Francisco Rosas do; Thomé, Antônio Márcio Tavares (Orientador).

Impactos operacionais proporcionados por uma torre de controle no transporte

Last Mile: um estudo de caso na Prolog Transportes. Rio de Janeiro, 2025. 88 p.

Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O estudo reforça a relevância das tecnologias de controle logístico para aprimorar processos e apoiar decisões em ambientes de alta complexidade operacional. Este trabalho tem como objetivo analisar os efeitos operacionais da implementação de uma Torre de Controle Operacional, com foco em sua eficácia como ferramenta de integração processual, visibilidade de informações em tempo real e tomada de decisão baseada em dados monitorados continuamente. Para tanto, foi conduzido um estudo de caso único, envolvendo a análise de dados operacionais históricos e a coleta de percepções de colaboradores e clientes sobre os efeitos da ferramenta na empresa Prolog Transportes. A pesquisa adotou abordagem mista, combinando instrumentos quantitativos e qualitativos. Os resultados indicaram melhorias significativas na visibilidade operacional, na padronização dos indicadores de desempenho e na eficiência da gestão, ainda que tenham sido identificados desafios relacionados à consolidação da cobertura e à uniformização dos processos entre operações distintas. Como contribuição prática, foi desenvolvido um modelo conceitual de evolução da maturidade operacional da Torre de Controle, estruturado em três estágios progressivos. A análise evidenciou que a organização se encontra em transição entre o segundo e o terceiro estágios, demonstrando avanços consistentes no monitoramento e na integração das atividades.

Palavras-chave

Torre de Controle; Logística; Maturidade Operacional; Visibilidade; Gestão de Transporte.

Abstract

Nascimento Junior, Francisco Rosas do; Thomé, Antônio Márcio Tavares (Orientador).

Operational Impacts of Implementing a Control Tower in Last-Mile Transportation: A Case Study of Prolog Transportes. Rio de Janeiro, 2025. 88 p.
Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The study reinforces the importance of logistics control technologies in enhancing processes and supporting decision-making in environments characterized by high operational complexity. This study aims to assess the operational impacts resulting from the implementation of a Logistics Control Tower in a medium-sized cargo transportation company. A single case study was conducted at Prolog Transportes, involving the analysis of historical operational data and the collection of perceptions from employees and clients regarding the effects of the system. The research adopted a mixed-methods approach, combining quantitative methods and qualitative instruments. The findings indicated significant improvements in operational visibility, setting standardization of performance indicators, and management efficiency, although challenges were identified related to the consolidation of coverage and the harmonization of processes within across different operations. As a practical contribution, a conceptual model of the evolution of the Control Tower's operational maturity was developed, structured in three progressive stages. The analysis showed that the organization is in transition between the second and third stages, demonstrating consistent progress in monitoring and integrating activities.

Keywords

Control Tower; Logistics; Operational Maturity; Visibility; Transport Management.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	13
Estrutura da dissertação	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Logística <i>last mile</i> e desafios urbanos	14
2.2 Gestão de transportes e indicadores de performance.....	21
2.3 Torres de controle Operacional	22
2.3.1 Integração de sistemas, visualização e resposta operacional.....	23
2.3.2 Comportamento do consumidor e expectativas logísticas.....	24
3 MÉTODO DE PESQUISA.....	18
3.1 Protocolo de Pesquisa e Coleta de Dados.....	18
3.1.1 Dados de Sistemas e Documentação	26
3.1.2 Entrevistas Exploratórias e Amostragem	26
3.1.3 Pesquisas Estruturadas (Questionários).....	27
3.1.4 Observação de Campo	27
3.2 Estratégia de Análise	27
4 ESTUDO DE CASO: IMPLANTAÇÃO DA TORRE DE CONTROLE OPERACIONAL NA PROLOG TRANSPORTES	24
4.1 Contexto e Justificativa do Projeto	24
4.2 Diagnóstico e pesquisa exploratória	31
Categoria 1 – Conhecimento e Adoção da Torre de Controle Operacional.	31
Categoria 2 – Percepções sobre Benefícios	32
Categoria 3 – Desafios e Preocupações	33
Categoria 4 – Funcionalidades e Integrações Desejadas	34
4.3 Pesquisa com Stakeholders Externos	35
4.3.1 Resultados Consolidados.....	36
4.3.2 Análise Qualitativa das Respostas Abertas	38
4.4 Pesquisa com Stakeholders internos.....	39
Caracterização dos Respondentes.....	39
Resultados do Bloco A: Visibilidade Operacional	40
Resultados do Bloco B: Indicadores de Desempenho	42
Resultados do Bloco C: Eficiência da Gestão	45
4.5 Desenho e Planejamento.....	48
4.6 Descrição do Fluxo Operacional	49
4.7 Execução.....	58
4.8 Desafios e Ajustes Durante a Implantação	61
4.9 Status Atual da Operação com a Torre de Controle Operacional.....	63
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	28
5.1 Síntese Analítica	28
5.2 Análise dos Indicadores Operacionais.....	68
Performance Operacional	68
Produtividade dos Agregados.....	70
Performance de Entrega (SLA)	71
Piso Operacional.....	73
5.3 Reflexão Crítica sobre os Resultados	75
5.4 Modelo de Evolução da Maturidade Operacional da Torre de Controle Operacional.....	76
5.5 Posicionamento Atual da Prolog Transportes	78

6 CONCLUSÃO	65
7 REFERÊNCIAS	79

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Dashboard de Performance Operacional e Controle de Piso.	53
Figura 2: Dashboard de Produtividade dos Transportadores Agregados.	54
Figura 3: Dashboard Consolidado de Produtividade por Operação.	54
Figura 4: Dashboard de Acompanhamento Detalhado das Entregas.	55
Figura 5: Dashboard Resumo de Produtividade e Pendências.	55
Figura 6: Dashboard de Indicadores de Performance de Entrega	56
Figura 7: Painel de Status Individual dos Veículos.....	57
Figura 8: Mapa de Deslocamento e Evolução das Rotas.....	57
Figura 9ª: Estrutura física Torre de Controle Operacional	58
Figura 9b: Estrutura física Torre de Controle Operacional.....	57
Figura 10: Estrutura de Distribuição de Responsabilidades.....	61
Figura 11: Ranking mensal de agregados Diário de Entregas.....	62
Figura 12: Relatório de Acompanhamento Diário de Entregas.....	63
Figura 13: Relatório de Performance Operacional Acumulada.....	64
Figura 14: Relatório de Ranking de Motoristas por Produtividade de Baixa.....	64
Figura 15: Evolução da Performance Operacional (2025)	70
Figura 16: Comparativo da Produtividade dos Agregados (2024 x 2025).....	71
Figura 17: Comparativo da Performance de Entrega (SLA) (2024 x 2025)	73
Figura 18: Performance Operacional Acumulada (2025)	74
Figura 19: Estágios de evolução da maturidade operacional da Torre de Controle.....	77

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Nível de Conhecimento da Torre de Controle Operacional.....	32
Gráfico 2: Benefícios esperados atribuídos à Torre de Controle Operacional	33
Gráfico 3: Desafios Percebidos pelos Stakeholders na Adoção da Torre de Controle Operacional.	34
Gráfico 4: Funcionalidades e Integrações Consideradas Prioritárias pelos Participantes	35
Gráfico 5: Qualificação dos respondentes por função. Fonte: Autor.	36
Gráfico 6: Avaliação da Qualidade das Entregas (Stakeholders Externos) Fonte: Autor.	37
Gráfico 7: Avaliação do Acompanhamento de Ocorrências Fonte: Autor.....	37
Gráfico 8: Avaliação da Agilidade e Precisão no Retorno Fonte: Autor.	38
Gráfico 9: Avaliação Geral após a Torre de Controle Operacional. Fonte: Autor.....	38
Gráfico 10: Respondentes por área de atuação.....	40
Gráfico 11: Avaliação da visibilidade das entregas em tempo real.....	40
Gráfico 12: Percepção sobre o acompanhamento de eventos operacionais.	41
Gráfico 13: Avaliação da identificação de falhas nas entregas.	41
Gráfico 14: Acesso às informações sobre rotas e status dos veículos.	42
Gráfico 15: Avaliação da atualização dos dados operacionais.....	42
Gráfico 16: Percepção sobre a forma de acompanhamento dos KPIs.....	43
Gráfico 17: Avaliação da padronização dos indicadores.....	43
Gráfico 18: Frequência de análise dos indicadores.	44
Gráfico 19: Percepção da confiabilidade dos dados operacionais.....	44
Gráfico 20: Impacto percebido nos indicadores de desempenho.	45
Gráfico 21: Avaliação do tempo de resposta a ocorrências.....	45
Gráfico 22: Organização do fluxo operacional.....	46
Gráfico 23: Avaliação do alinhamento entre áreas.....	46
Gráfico 24: Percepção sobre a redução de retrabalho.	47
Gráfico 25: Qualidade na tomada de decisão.	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cronograma Sintético da Implantação da Torre de Controle Operacional.....	31
Tabela 2 – Descrição dos Fluxos Operacionais da Torre de Controle Operacional.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TMS	Transportation Management System (Sistema de Gerenciamento de Transporte)
ERP	Enterprise Resource Planning (Planejamento de Recursos Empresariais)
BI	Business Intelligence (Inteligência de Negócios)
TACs	Transportadores Autônomos de Carga
B2B	Business-to-business (Empresa para Empresa)
SLA	Service Level Agreement (Acordo de Nível de Serviço)
KPI	Key Performance Indicators (Indicadores-Chave de Desempenho)
OTD	On-Time Delivery (Entrega no Prazo)
OTIF	On-Time In-Full (Entrega no Prazo e Completa)
IDB	Intelligent Dock Booking (Agendamento Inteligente de Docas)
ETA	Estimated Time of Arrival (Tempo Estimado de Chegada)
IoT	Internet of Things (Internet das Coisas)
CMM	Capability Maturity Model (Maturidade de Processos)
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
SSW	Shipment Status Web
ESL	Electronic Shipping List
SAC	Serviço de Atendimento ao Cliente

A educação não transforma o mundo. A educação
muda as pessoas. Pessoas transformam o mundo
(FREIRE, 1996).

1 INTRODUÇÃO

A logística tem assumido papel central nas estratégias empresariais e no desenvolvimento econômico mundial. Em um ambiente marcado pela globalização dos mercados, pela intensificação das cadeias de suprimentos e pela crescente demanda por agilidade, a eficiência logística tornou-se um diferencial competitivo crucial para organizações em diversos setores (COYLE et al., 2016). Estima-se que, globalmente, os custos logísticos representem entre 10% e 12% do Produto Interno Bruto (PIB) em economias desenvolvidas, alcançando patamares ainda mais elevados em países emergentes (BOYSEN et al., 2021). Esse peso econômico reflete a relevância da logística não apenas como suporte operacional, mas como componente estratégico capaz de influenciar diretamente a competitividade das empresas e a integração das cadeias produtivas.

Dentro desse cenário, a etapa conhecida como *last mile delivery* ou entrega na última milha destaca-se como uma das mais complexas e onerosas da cadeia de suprimentos. Diferentemente de outros trechos do fluxo logístico, o *last mile* concentra alto nível de variabilidade, seja pela imprevisibilidade do tráfego urbano, pelas restrições de acesso a determinados centros urbanos ou pela necessidade de conciliar múltiplas janelas de entrega em regiões densamente povoadas (SAVELSBERGH; VAN WOENSEL, 2016). Pesquisas internacionais apontam que essa fase pode responder por até 28% dos custos totais do transporte, além de ser responsável pela maior parte dos problemas percebidos pelos clientes, como atrasos, devoluções e falhas de rastreabilidade (GEVAERS, 2011; DELL'AMICO; HADJIDIMITRIOU, 2012).

A digitalização dos processos de consumo ampliou ainda mais a pressão sobre o *last mile*. A expansão do comércio eletrônico, somada à expectativa dos consumidores por entregas rápidas, rastreáveis e confiáveis, criou padrões de exigência e reforçou a necessidade de soluções logísticas mais inovadoras (BOYSEN et al., 2021). Nesse contexto, iniciativas como as Torres de Controle têm emergido como ferramentas de governança orientadas por dados, capazes de ampliar a visibilidade operacional, reduzir falhas e aumentar a capacidade de resposta diante de eventos não planejados (WYCISŁAK; POURHEJAZY, 2023).

No Brasil, a relevância da logística é igualmente expressiva. O setor representa cerca de 13% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro (ABRALOG, 2023). No interior dessa engrenagem complexa, a etapa conhecida como *last mile delivery* ou entrega na última milha tem se destacado como um dos principais desafios operacionais da cadeia de suprimentos, sobretudo em ambientes urbanos caracterizados por alta densidade populacional, restrições de

infraestrutura e exigências crescentes por agilidade e previsibilidade (GEVAERS 2011; BOYSEN 2021). Estudos indicam que essa etapa é responsável por até 28% dos custos logísticos totais (GEVAERS, 2011), sendo impactada por falhas como atrasos, reentregas, ociosidade de veículos e baixa rastreabilidade.

Segundo Savelsbergh e Van Woensel (2016), a falta de visibilidade na última milha contribui diretamente para o aumento de custos e a redução da confiabilidade dos serviços prestados. Além disso, falhas de comunicação entre equipes e a baixa capacidade de intervenção imediata resultam em retrabalhos e compromissos não cumpridos quanto ao *Service Level Agreement* (SLA) (SHARABATI et al., 2022; BOYSEN et al., 2021).

A crescente exigência dos consumidores acentua ainda mais os desafios da última milha. Com a expansão do comércio eletrônico e a digitalização do consumo, as expectativas por entregas rápidas, previsíveis e com visibilidade em tempo real tornaram-se um novo padrão. Pesquisa da PwC (2022) aponta que mais de 70% dos consumidores brasileiros abandonariam uma marca após uma experiência negativa de entrega, posicionando o desempenho logístico como fator estratégico para retenção de clientes e competitividade.

Nesse contexto, as Torres de Controle surgem como uma oportunidade estratégica de transformação. Trata-se de uma solução que, conforme Wyciślak e Pourhejazy (2023), promove governança orientada por dados e amplia a capacidade de resposta da organização diante de variabilidades e exceções.

A Torre de controle constitui-se em uma solução tecnológica e gerencial para integração de dados, visibilidade operacional e tomada de decisão em tempo real. Essas estruturas funcionam como centros integrados que orquestram operações logísticas a partir de sistemas como o *Transportation Management System* (TMS – Sistema de Gerenciamento de Transporte), *Enterprise Resource Planning* (ERP – Planejamento de Recursos Empresariais) e *Business Intelligence* (BI – Inteligência de Negócios) (MYERSON, 2015). Elas têm se mostrado eficazes na melhoria da confiabilidade, redução de custos e padronização de indicadores de desempenho, podendo proporcionar reduções de até 20% nos custos logísticos e melhorias no *Service Level Agreement* (SLA) (MCKINSEY; COMPANY, 2020; DALPORTO; VENN, 2020).

A literatura especializada, no entanto, ainda é escassa quanto à análise empírica dos impactos operacionais das Torres de Controle em empresas de médio porte, sobretudo no contexto brasileiro. Os estudos predominantes abordam grandes corporações multinacionais com alto grau de digitalização (RUSHTON et al., 2014; GÓRNIK, 2022). Também são limitadas as abordagens que integram análises quantitativas baseadas em indicadores de

desempenho com percepções qualitativas dos atores envolvidos na gestão operacional (SHARABATI et al., 2022; WYCISŁAK; POURHEJAZY, 2023).

Segundo Sharabati (2022, p.83), ainda há uma lacuna significativa na literatura sobre a integração entre indicadores quantitativos e percepções qualitativas no contexto das Torres de Controle: *“Mais pesquisas são necessárias para combinar Key Performance Indicators (KPIs) da torre de controle com insights qualitativos das partes interessadas da cadeia de suprimentos para apoiar decisões estratégicas.”*

Wyciślak e Pourhejazy (2023, p.83) reforçam esse ponto: *“A literatura revisada revelou que, embora as torres de controle estejam cada vez mais sendo adotadas, o número de estudos que combinam métricas quantitativas de desempenho com avaliações qualitativas permanece limitado.”*

Diante do exposto, o objetivo geral deste trabalho de pesquisa é analisar os efeitos operacionais da implementação de uma Torre de Controle Operacional na empresa Prolog Transportes, com foco em analisar a sua eficácia como ferramenta de integração processual, visibilidade de informações em tempo real e tomada de decisão baseada em dados monitorados continuamente, conforme proposto por autores como Sharabati (2022 p.83) e Wyciślak e Pourhejazy (2023 p.83). Este trabalho de pesquisa investiga e discute em que medida essa ferramenta contribui para a melhoria da governança logística em operações *last mile*, sobretudo em ambientes urbanos de alta complexidade, conforme defende Boysen (2021 p.79).

Como objetivos específicos deste trabalho de pesquisa tem-se:

- Avaliar os principais indicadores de desempenho *Key Performance Indicators (KPIs)* antes e após a implementação da Torre de Controle Operacional, com ênfase em performance operacional, produtividade dos transportadores autônomos de carga (TACs), pendências de entrega (PISO) e cumprimento de prazos *Service Level Agreement (SLA)*, conforme a abordagem de monitoramento contínuo proposta por Wyciślak e Pourhejazy (2023 p.83)
- Mapear as demandas dos clientes atendidos pela Prolog e analisar de que forma a Torre de Controle Operacional contribui para melhorar a comunicação, a previsibilidade das entregas e o nível de serviço, como defendido pela (PRICE WATERHOUSE COOPERS, 2022, p. 82).
- Analisar os sistemas e integrações tecnológicas empregados na operação da Torre (TMS, ERP e BI) e seu papel para o seu funcionamento eficiente, conforme a gestão orientada por dados descrita por Myerson (2015 p.82).

- Investigar os principais desafios operacionais, tecnológicos e culturais enfrentados no processo de implantação, à luz das barreiras de adoção discutidas por Dalporto e Venn (2020).

Diante do contexto apresentado, define-se a seguinte pergunta de pesquisa que orienta este estudo: **Quais são os impactos operacionais percebidos e mensuráveis da implementação de uma Torre de Controle Operacional?**

Estrutura da dissertação

A dissertação está organizada em cinco capítulos:

Capítulo 1 – Introdução: contextualização e relevância do tema, objetivos gerais e específicos, pergunta de pesquisa, limitações do estudo e estrutura do trabalho de pesquisa.

Capítulo 2 – Referencial Teórico: pesquisa da literatura trazendo conteúdos importantes para a discussão do tema do trabalho de pesquisa referentes a logística de *last mile*, indicadores de desempenho e Torres de Controle.

Capítulo 3 – Método de pesquisa: apresenta o método de pesquisa utilizado no desenvolvimento do trabalho e o tipo de pesquisa realizada.

Capítulo 4 – Estudo de Caso da Prolog: apresentação da empresa logística pesquisada e da implementação e forma de operar da Torre de Controle Operacional.

Capítulo 5 – Análise e discussão dos resultados: análise e discussão dos resultados da implantação da Torre de Controle Operacional e sugestões de melhorias

Capítulo 6 - Conclusões: síntese dos achados e recomendações

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta os fundamentos teóricos que embasam a presente pesquisa, abordando os principais conceitos relacionados à logística last mile, à gestão de transportes, aos indicadores de performance e ao papel das Torres de Controle Operacional no contexto das operações logísticas contemporâneas.

Em operações logísticas contemporâneas, especialmente em entregas de última milha, a visibilidade operacional consolidou-se como um dos pilares da competitividade. Visibilidade ponta a ponta e capacidade de resposta em tempo real são determinantes para reduzir custos e elevar a confiabilidade (SAVELSBERGH; VAN WOENSEL, 2016).

A exigência crescente por entregas rápidas, rastreáveis e personalizadas criou novos paradigmas. A literatura mostra que a tolerância a prazos longos diminuiu e que a expectativa por conveniência e transparência aumentou de forma consistente, pressionando por soluções integradas (HÜBNER; KUHN; WOLLENBURG, 2016; MANGIARACINA et al., 2019).

Nesse contexto, soluções digitais, telemetria, sensores e plataformas de Business Intelligence tornaram-se diferenciais competitivos. A digitalização da frota permite desde o monitoramento do comportamento operacional até a simulação de cenários e replanejamento em tempo real, aprimorando a qualidade decisória (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018; BARYANNIS et al., 2019). Tecnologias distribuídas, como blockchain e contratos inteligentes, ampliam a rastreabilidade e a segurança das transações ao longo da cadeia (KOUHIZADEH; SABERI; SARKIS, 2021).

2.1 Logística *last mile* e desafios urbanos

A logística de última milha (*last mile delivery*) corresponde à etapa final da cadeia de suprimentos, responsável por conectar os centros de distribuição ou bases operacionais ao consumidor final. Essa fase é considerada a mais custosa e complexa do processo logístico, podendo representar parcela significativa dos custos totais de transporte (GEVAERS et al., 2011). Diferentemente de outros elos da cadeia, a última milha envolve alta fragmentação de destinos, elevado número de paradas, imprevisibilidade no trânsito urbano e forte interação com o cliente final, o que aumenta a complexidade de sua gestão (SAVELSBERGH; VAN WOENSEL, 2016).

A relevância do *last mile* decorre não apenas do peso econômico, mas também de sua centralidade na experiência do cliente. Trata-se do momento em que a promessa logística se

materializa; uma falha compromete toda a percepção de valor (BOYSEN; BRISKORN; SCHWERDFEGER, 2021). A expansão do comércio eletrônico intensificou essas pressões, elevando a expectativa por entregas rápidas, rastreáveis e confiáveis (HÜBNER; KUHN; WOLLENBURG, 2016; MANGIARACINA et al., 2019).

Do ponto de vista urbano, a última milha enfrenta barreiras adicionais relacionadas ao ambiente em que ocorre. Tráfego intenso, restrições de circulação em áreas centrais, limitações de estacionamento, janelas de entrega rígidas e ausência de infraestrutura adequada são entraves recorrentes (GEVAERS et al., 2014; GATTA; MARCUCCI; LE PIRA, 2019). Além disso, a concentração populacional nas grandes cidades eleva o número de entregas por metro quadrado, pressionando a capacidade logística. Estudos indicam que políticas públicas e modelos colaborativos (hubs urbanos, centros de consolidação e regulações pró-sustentabilidade) podem mitigar parte desses impactos (ALLEN et al., 2018; GATTA; MARCUCCI; LE PIRA, 2019).

Nesse cenário, a literatura tem explorado uma ampla gama de modelos alternativos e soluções de inovação. O uso de drones e arranjos híbridos caminhão–drone (como o *flying sidekick*) surge como alternativa para ampliar capilaridade e reduzir tempos, sobretudo em áreas de difícil acesso (MURRAY; CHU, 2015; AGATZ; BOUWMAN; SCHMIDT, 2018).

Outra inovação é o *crowdshipping*, que aciona motoristas autônomos sob demanda via plataformas digitais para atender entregas urbanas com flexibilidade; há ganhos potenciais de custo e tempo, mas permanecem desafios de confiabilidade e padronização (ARSLAN et al., 2019). De forma complementar, o uso do transporte público como suporte logístico pode reduzir congestionamentos e emissões (GATTA; MARCUCCI; LE PIRA, 2019).

O consumo colaborativo permite compartilhar recursos e reduzir ociosidade, elevando a eficiência (BEHREND; MEISEL, 2018, 2019). Soluções como *lockers* inteligentes e *micro-hubs* descentralizam pontos de coleta, diminuem tentativas malsucedidas e otimizam a última milha (IWAN; KORCZYŃSKA; KRUSZYŃSKI, 2016; ZENEZINI; LAGORIO; CAVALIERI, 2018).

As transformações no *last mile* estão diretamente ligadas ao avanço da digitalização logística. A integração de dados geoespaciais, IoT e algoritmos de roteirização/previsão fortalece a confiabilidade e amplia a resposta em tempo real (HOFMANN; RÜSCH, 2017; KUCUKALTAN; ALPAGUT; GÜRSOY, 2022). Ferramentas como o agendamento inteligente de docas (IDB) automatizam pátios, melhoram a acurácia do ETA e ampliam a capacidade preditiva (WYCISŁAK; POURHEJAZY, 2023). Veículos elétricos e autônomos também vêm sendo testados como alternativas para reduzir emissões e restrições de circulação (MANGIARACINA et al., 2019).

No contexto brasileiro, os desafios do *last mile* são evidentes: dimensões continentais, dependência do modal rodoviário, infraestrutura desigual e elevada participação de transportadores autônomos. Congestionamentos, violência urbana e carências de infraestrutura elevam custos e reduzem a confiabilidade. Em paralelo, o avanço do e-commerce e a pressão por previsibilidade e transparência reforçam a adoção de soluções digitais — como Torres de Controle — para apoiar decisões em tempo real e mitigar riscos operacionais (CHEN; KUMAR, 2019).

Diante desse conjunto de desafios e inovações, observa-se que a última milha permanece como um dos principais campos de experimentação e diferenciação. Ao mesmo tempo em que concentra custos elevados e gargalos operacionais, constitui oportunidade estratégica para adoção de tecnologias digitais, modelos colaborativos e sistemas de governança orientados por dados.

2.2 Gestão de transportes e indicadores de performance

A gestão eficiente do transporte depende da integração entre planejamento, execução e controle das operações, de modo a garantir confiabilidade e competitividade (TANAKA; YAMAMOTO; SATO, 2019). Nesse contexto, diferentes ferramentas tecnológicas têm se consolidado como suporte essencial. O Transportation Management System (TMS), ou Sistema de Gerenciamento de Transporte, é um software voltado ao planejamento de rotas, consolidação de cargas, rastreamento de veículos e análise de desempenho, contribuindo para a redução de custos e para o aumento da eficiência das entregas (DAVIS; PATEL; ZHANG, 2022). O Enterprise Resource Planning (ERP), ou Planejamento de Recursos Empresariais, corresponde a uma plataforma integrada que conecta processos financeiros, comerciais, logísticos e produtivos em uma única base de dados, permitindo maior padronização e eliminando redundâncias informacionais (LIU; LIU; GU, 2021). Já o *Business Intelligence* (BI), ou Inteligência de Negócios, é um conjunto de métodos e tecnologias voltados à coleta, integração e análise de dados, com foco em apoiar a tomada de decisão em tempo real e fornecer maior visibilidade aos gestores (CHEN; CHIANG; STOREY, 2012). Complementarmente, o Warehouse Management System (WMS), ou Sistema de Gerenciamento de Armazéns, possibilita o controle detalhado das operações de armazenagem, incluindo recebimento, estocagem, separação de pedidos e expedição, garantindo maior acuracidade e eficiência nos fluxos internos (GU; GOETSCHALCKX; MCGINNIS, 2007). O uso coordenado desses sistemas proporciona maior visibilidade, reduz erros operacionais e oferece suporte à tomada de decisão baseada em dados, consolidando-se como base tecnológica para a gestão logística

contemporânea (FABBE-COSTES; JAHRE, 2007). Nesse cenário, a utilização de Indicadores-Chave de Desempenho (*Key Performance Indicators* – KPIs) torna-se fundamental para mensurar, acompanhar e aprimorar a eficácia dos processos logísticos, garantindo alinhamento entre execução operacional e objetivos estratégicos (GUNASEKARAN; PATEL; TIRTIROGLU, 2001). A adoção sistemática desses indicadores é fundamental para padronizar processos, controlar desvios e promover melhorias contínuas, especialmente em ambientes urbanos complexos (KASILINGAM, 2010). Reforça-se o entendimento que a definição dos KPIs deve estar alinhada aos objetivos estratégicos da organização, garantindo aderência operacional, disciplina na execução, gestão de ocorrências e melhoria contínua (SHARABATI et al. 2022). No contexto brasileiro, onde predomina a utilização de Transportadores Autônomos de Carga (TACs), os desafios relacionados à padronização, rastreabilidade e integração dos processos tornam os KPIs e os sistemas de monitoramento ainda mais críticos para assegurar a eficiência operacional e a governança dos fluxos logísticos (OTIENO; MWANGI, 2016).

2.3 Torres de controle Operacional

As Torres de Controle configuram-se como estruturas operacionais e analíticas que centralizam dados, integram processos e monitoram, em tempo real, as atividades logísticas ao longo da cadeia de suprimentos. Sua estrutura física e tecnológica normalmente inclui um espaço dedicado, com estações de trabalho equipadas com múltiplos monitores, painéis de visualização (dashboards), sistemas de comunicação em tempo real, softwares de gestão logística (TMS, ERP, WMS) e plataformas de rastreamento e telemetria. A equipe é composta por analistas de operações, supervisores e especialistas em dados, que atuam de forma colaborativa para interpretar indicadores, identificar desvios e implementar ações corretivas imediatas (HARMELINK, 2022).

Operando como hubs centrais de dados, as Torres de Controle não gerenciam ativos físicos, mas coordenam fluxos de informação provenientes de diferentes sistemas e fontes. O desenvolvimento dessas estruturas também está associado à adoção de tecnologias autônomas, como o *Intelligent Dock Booking* (IDB – Agendamento Inteligente de Docas), que automatiza a alocação de docas, organização de pátios e controle dos fluxos físicos, otimizando tempos operacionais e reduzindo inconsistências (WYCISŁAK; POURHEJAZY, 2023).

Outro recurso recorrente é o uso de dados geoespaciais e sensores que, integrados a algoritmos de roteirização, aumentam a acurácia do *Estimated Time of Arrival* (ETA – tempo esperado de chegada) e ampliam a capacidade preditiva e responsiva das operações (GATTA,

2019). Complementarmente, as Torres de Controle viabilizam a gestão de operações complexas, como aquelas realizadas em ambiente urbano, onde há necessidade de sincronização de veículos, gestão de múltiplas janelas de tempo e rápida reconfiguração de rotas diante de eventos não programados. Para enfrentar essa complexidade, empresas podem valer-se da utilização de modelos matemáticos e ferramentas capazes de considerar múltiplas variáveis operacionais simultaneamente (DELL'AMICO; HADJIDIMITRIOU, 2012). A Torre de Controle Operacional é estrutura capaz de integrar diferentes fontes de dados e promover decisões coordenadas com base em eventos monitorados continuamente (WYCIŚLAK; POURHEJAZY, 2023; HARMELINK, 2022).

Além disso, é importante considerarmos o conceito de modelos de maturidade que tem origem na literatura de gestão de processos, sendo o *Capability Maturity Model* – CMM um dos referenciais mais difundidos, estruturado em níveis que descrevem a evolução organizacional desde práticas ad hoc, entendidas como procedimentos informais, pouco estruturados e baseados em iniciativas pontuais, até processos otimizados e padronizados (LOCKAMY; MCCORMACK, 2004). Essa abordagem foi progressivamente adaptada a diferentes contextos, incluindo a logística e a gestão da cadeia de suprimentos, em que a maturidade é associada ao grau de integração, visibilidade e padronização dos fluxos (LOCKAMY; MCCORMACK, 2004).

No campo específico das operações logísticas, autores como Boysen et al. (2021 p.79) destacam que a digitalização e o uso de torres de controle constituem elementos-chave para impulsionar as organizações a estágios mais elevados de maturidade, permitindo maior governança sobre os processos e decisões baseadas em dados. De forma complementar, a visibilidade proporcionada por essas ferramentas fortalece a confiabilidade e a responsividade, atributos centrais em cadeias de suprimentos complexas e orientadas ao cliente (CHENN; DAUGHERTY; ROATH, 2009).

2.3.1 Integração de sistemas, visualização e resposta operacional

A integração de sistemas operacionais como TMS, ERP, BI e plataformas de rastreamento, constitui o alicerce funcional das Torres de Controle modernas. Essa integração é fundamental para consolidar dados operacionais de ponta a ponta, otimizar a alocação de recursos e gerar recomendações acionáveis em tempo real (WYCIŚLAK; POURHEJAZY, 2023).

Empresas que adotam a Torre de Controle Operacional como núcleo da gestão logística reportam ganhos expressivos na acurácia dos prazos, na redução de não conformidades operacionais e na mitigação de riscos ao longo da cadeia (CHAFFIN et al., 2024).

A Torre de Controle Operacional transcende a função de mera plataforma de monitoramento, tornando-se um instrumento de governança operacional e estratégica ao permitir que a tomada de decisão seja baseada em dados estruturados, modelos analíticos avançados e inteligência aplicada (SHARABATI, 2022).

Estudos demonstram que a utilização de sistemas de suporte à decisão integrados às Torres de Controle contribui diretamente para o aumento da resiliência operacional, especialmente em contextos marcados por volatilidade, disrupções logísticas e alta variabilidade da demanda (VLÁCHOS, 2021; KANNAN et al., 2022).

2.3.2 Comportamento do consumidor e expectativas logísticas

As expectativas dos consumidores evoluíram substancialmente na última década, especialmente em função da expansão do e-commerce e da digitalização dos processos logísticos. Estudos apontam que, mais do que a velocidade, os clientes passaram a priorizar atributos como previsibilidade, transparência e controle sobre o processo de entrega (TANG; XU, 2025).

Pesquisas reforçam que a maioria dos consumidores monitora ativamente suas entregas e prefere receber atualizações automáticas, sem a necessidade de interagir com canais tradicionais de atendimento. Essa nova expectativa impulsiona a adoção de sistemas que ofereçam visibilidade operacional, informações em tempo real e capacidade de resposta imediata (AGATZ; STABENAU, 2023). A visibilidade logística se consolidou como elemento crítico na geração de valor, não apenas melhorando a experiência do cliente, mas também atuando como diferencial competitivo, especialmente em operações com alto grau de urbanização, pulverização de entregas e uso de frota terceirizada (SOUZA; GONÇALVES; NASCIMENTO, 2020; CARVALHO; NASCIMENTO, 2021).

3 MÉTODO DE PESQUISA

A escolha do estudo de caso único, de caráter exploratório-descritivo, deve-se à necessidade de compreender fenômenos pouco investigados no contexto nacional. Enquanto a literatura internacional já registra experiências em grandes corporações globais (DALPORTO & VENN, 2020; BOYSEN, SCHWERDFEGGER & WEIDINGER, 2021), o cenário brasileiro apresenta especificidades, como a predominância de Transportadores Autônomos de Carga (TACs), que exigem adaptações metodológicas e operacionais (CHEN; KUMAR, 2019). Portanto, este estudo contribui para preencher uma lacuna teórica e prática, ao oferecer evidências empíricas sobre a aplicação de torres de controle em empresas de médio porte e em ambiente urbano.

A presente pesquisa adota o método de estudo de caso único com caráter exploratório e descritivo, aplicado à empresa Prolog Transportes. Essa abordagem se mostra adequada diante da necessidade de compreender em profundidade um fenômeno contemporâneo — a implementação de uma Torre de Controle Operacional — inserido em seu contexto real. Segundo Yin (2015 p.83), o estudo de caso constitui-se em investigação empírica que possibilita analisar fenômenos atuais em seu ambiente, utilizando múltiplas fontes de evidência e permitindo maior validade por meio da triangulação de dados. Gil (2002 p.81) também destaca que o estudo de caso é especialmente pertinente quando se busca responder a questões do tipo “como” e “por que”, características centrais desta pesquisa.

A unidade de análise corresponde à Prolog Transportes, empresa de médio porte do setor de logística urbana e distribuição *last mile*, com mais de duas décadas de atuação. A escolha de um caso único justifica-se pela relevância da experiência da empresa no cenário brasileiro, dado que a literatura sobre torres de controle logístico em organizações desse porte ainda é escassa e majoritariamente concentrada em grandes corporações multinacionais (RUSHTON, CROUCHER, & BAKER, 2014; GÓRNIK, 2022).

A pesquisa foi estruturada em etapas sequenciais, conforme sugerem Gil (2002 p.81) e Stake (1995. 82): (i) planejamento do protocolo de pesquisa e coleta de dados e (ii) análise e interpretação dos resultados. Cada uma dessas etapas é detalhada a seguir.

3.1 Protocolo de Pesquisa e Coleta de Dados

O protocolo de pesquisa teve como objetivo assegurar consistência metodológica e confiabilidade na execução do estudo. Esse protocolo incluiu a definição das fontes de

evidência, das questões de pesquisa e dos procedimentos de coleta de dados, conforme recomenda Yin (2015).

A coleta de dados foi realizada por meio da triangulação de múltiplas fontes, estratégia que fortalece a validade do estudo ao confrontar diferentes perspectivas sobre o fenômeno investigado (Flick, 2009). As fontes utilizadas podem ser categorizadas em três eixos principais: dados de sistemas (quantitativos), entrevistas e pesquisas estruturadas (qualitativas e quantitativas), e observação de campo.

3.1.1 Dados de Sistemas e Documentação

O primeiro conjunto de dados foi de natureza quantitativa, extraído diretamente das fontes primárias da empresa: a documentação interna e os sistemas de gestão (TMS, ERP e BI). A coleta foi focada em indicadores-chave de desempenho (KPIs) relacionados ao *last mile*, como *Service Level Agreement* (SLA), produtividade da frota agregada (TACs), e Pedidos Pendentes (PISO). Essa extração foi realizada mediante autorização formal da Prolog Transportes e compreendeu dois períodos: o cenário pré-implantação da Torre de Controle (primeiro semestre de 2024) e o cenário pós-implantação (primeiro semestre de 2025), viabilizando a análise comparativa de desempenho.

3.1.2 Entrevistas Exploratórias e Amostragem

A coleta qualitativa primária ocorreu por meio de entrevistas exploratórias semiestruturadas, direcionadas a uma amostra intencional de seis gestores e treze coordenadores diretamente envolvidos na operação da Torre de Controle (TC).

Amostra e Critério de Escolha: A seleção da amostra foi não-probabilística e intencional (*purposive sampling*), pois buscou-se apenas indivíduos que detinham conhecimento único e experiência direta no objeto de estudo. Os participantes foram escolhidos com base em sua área de atuação e nível de expertise, representando a cadeia de comando impactada pela TC:

Gestores (6): Incluíram o Gerente de Logística, o Gerente de Planejamento de Transportes e o Gerente de TI/Sistemas.

Coordenadores (13): Incluíram Coordenadores da Sala de Controle (Torre de Controle), Supervisores Operacionais de Pátio e Coordenadores de Roteirização.

Foco da Coleta: As entrevistas buscaram coletar percepções qualitativas aprofundadas sobre os desafios da implementação, os benefícios não-quantificáveis (como melhoria na comunicação e na cultura de dados) e a evolução do processo decisório.

3.1.3 Pesquisas Estruturadas (Questionários)

Para obter uma visão mais ampla e padronizada sobre a satisfação e percepção de valor, aplicaram-se questionários estruturados a um grupo maior de stakeholders internos e externos.

Amostra: Os participantes foram segmentados em stakeholders internos (analistas operacionais da TC e transportadores autônomos/agregados - TACs) e stakeholders externos (os cinco principais clientes corporativos da Prolog Transportes, que representam 60% do volume total de entregas *last mile*).

Questionário com Escala Likert: O instrumento de pesquisa utilizou uma escala Likert de cinco pontos (onde 1 = Discordo Totalmente e 5 = Concordo Totalmente) para mensurar variáveis subjetivas. O questionário foi dividido em três blocos temáticos:

- Visibilidade Operacional: Nível de transparência e rastreabilidade da carga.
- Qualidade da Informação: Acurácia e tempo real dos dados fornecidos pela TC.
- Eficiência da Gestão: Percepção sobre a redução de problemas e a confiabilidade do serviço após a implantação da TC.
- Objetivo: Esta etapa permitiu quantificar as percepções de valor e satisfação em uma amostra mais ampla, servindo como uma importante fonte de validação e triangulação com os dados de sistemas e as entrevistas gerenciais.

3.1.4 Observação de Campo

A validade da pesquisa foi reforçada pela observação de campo, conduzida por meio de cinco visitas técnicas às instalações da Prolog Transportes (base operacional e a sala dedicada à Torre de Controle).

Foco da Observação: O objetivo foi observar o fenômeno *in loco*, permitindo a compreensão do contexto real da operação. As visitas focaram em:

Ambiente da TC: Acompanhamento da rotina dos analistas, uso dos dashboards em tempo real, e o fluxo de comunicação entre a sala de controle e os motoristas/pátio.

Operação Física: Observação das atividades de *cross-docking*, procedimentos de check-in e *check-out* da frota, e a execução das janelas de entrega, comparando a gestão de eventos em tempo real com as decisões tomadas pela TC.

3.2 Estratégia de Análise

A análise dos dados ocorreu em duas dimensões complementares. Em primeiro lugar, os dados quantitativos foram tratados por meio de estatística descritiva, permitindo comparar a

performance da operação nos períodos anterior e posterior à implementação da Torre de Controle. Essa abordagem possibilitou identificar variações em indicadores como produtividade, nível de serviço e confiabilidade (HAIR, BLACK, BABIN, & ANDERSON, 2019).

Em segundo lugar, os dados qualitativos oriundos de entrevistas e questionários abertos foram submetidos à análise de conteúdo, conforme Bardin (2011 p.79). Esse método permitiu identificar padrões de percepção, preocupações recorrentes e benefícios atribuídos pelos stakeholders à Torre de Controle. A triangulação entre diferentes fontes de evidência contribuiu para a validade interna da pesquisa, alinhando-se às recomendações metodológicas de Eisenhardt (1989 p.81).

4 ESTUDO DE CASO: IMPLANTAÇÃO DA TORRE DE CONTROLE OPERACIONAL NA PROLOG TRANSPORTES

Esta seção apresenta a unidade de análise do estudo e a consolidação dos resultados obtidos na Prolog Transportes, conforme o protocolo metodológico estabelecido. O capítulo se inicia com a caracterização do contexto que justificou o projeto e a jornada de implementação da Torre de Controle (TC). Em seguida, os resultados quantitativos (indicadores operacionais) são cruzados com os dados qualitativos (percepção dos stakeholders), promovendo uma análise rigorosa e alinhada à literatura de Logística *Last Mile* e Governança Operacional.

4.1 Contexto e Justificativa do Projeto

A Prolog Transportes é uma empresa brasileira de médio porte que atua em operações de transporte *last mile* na região metropolitana do Rio de Janeiro e no interior do estado, atendendo clientes dos setores de varejo, bens de consumo e indústria. Sua estrutura operacional é composta por três bases próprias, localizadas em Nova Iguaçu, Volta Redonda e Queimados, além de operações no modelo *in-house*, em que equipes da própria empresa atuam diretamente nas instalações dos clientes.

A companhia mobiliza diariamente entre 200 e 300 veículos, com cerca de 180 a 220 TACs ativos por dia, responsáveis pela execução da maior parte das entregas. Ao todo, a empresa conta com aproximadamente 132 funcionários e supera a marca de 50 mil entregas mensais, o que corresponde a uma média superior a mil entregas por dia. Sua carteira de clientes é formada por 34 embarcadores de segmentos diversos como eletrodomésticos, móveis, alimentos e produtos farmacêuticos, o que demanda conformidade com requisitos regulatórios específicos, incluindo a autorização da ANVISA para o transporte de medicamentos.

Apesar da relevância de sua atuação, a Prolog enfrentava desafios recorrentes antes da implantação da Torre de Controle Operacional. O modelo de gestão descentralizado resultava em baixa visibilidade operacional, fragmentação da comunicação entre áreas, ausência de padronização dos indicadores de desempenho (KPIs) e dificuldades no monitoramento das atividades realizadas pelos TACs. O acompanhamento era realizado por planilhas e relatórios manuais, geralmente consolidados em bases semanais ou mensais, o que atrasava a identificação de desvios e tornava as decisões predominantemente reativas

Além disso, o monitoramento abrangia apenas parte da cadeia operacional, limitando-se a métricas como produtividade dos TACs, tempo médio de entrega e pendências críticas, sem oferecer visibilidade contínua sobre toda a operação — incluindo o status dos veículos, o cumprimento das janelas de entrega e os indicadores de SLA. Essa limitação era agravada pela ausência de integração efetiva entre os sistemas ERP, TMS e BI, o que impedia a consolidação de dados em tempo real e reduzia a confiabilidade das informações para a gestão.

Em resposta a essas limitações, a empresa iniciou, no final de 2024, a implementação de uma Torre de Controle Operacional, concebida como plataforma centralizada de gestão visual e inteligência logística. O objetivo principal da iniciativa é ampliar a visibilidade em tempo real sobre os fluxos operacionais, consolidar informações dispersas de diferentes sistemas e fornecer subsídios concretos para decisões gerenciais ágeis e fundamentadas em dados continuamente atualizados. Além de centralizar o monitoramento da malha logística, a Torre atua de forma integrada às operações, possibilitando intervenções corretivas imediatas e ações preventivas de mitigação de riscos.

A implantação da Torre de Controle configura, portanto, um ambiente propício para análise aplicada, representando um experimento de modernização gerencial em uma empresa de médio porte, com estrutura logística complexa e forte dependência de TACs. A complexidade operacional era acentuada pela simultaneidade de contratos com diferentes exigências, diversidade de regiões atendidas, variação de volumes e sazonalidade, além da necessidade de coordenação entre múltiplas equipes e parceiros externos. Esses fatores comprometiam a confiabilidade do serviço e a capacidade de resposta da gestão.

Para superar essas limitações, foi concebido o projeto da Torre de Controle Operacional, com o objetivo de centralizar a gestão, padronizar indicadores, integrar sistemas de monitoramento e oferecer visibilidade operacional em tempo real. A estrutura foi projetada para organizar fluxos de dados, acompanhar operações de forma integrada e criar processos que reforcem a disciplina na gestão dos indicadores. Os resultados e impactos dessa implantação são analisados nos capítulos subsequentes.

Conforme apresentado na Tabela 1, o processo de implantação da Torre de Controle Operacional foi estruturado em cinco etapas sequenciais: Diagnóstico, Pesquisa Exploratória, Desenho, Planejamento e Execução. Cada fase teve um papel específico na construção da solução, desde a análise dos desafios operacionais até a definição dos fluxos, desenvolvimento dos *dashboards*, capacitação das equipes e ativação da operação.

Tabela 1 – Cronograma Sintético da Implantação da Torre de Controle Operacional.

Etapa	Período
Diagnóstico	Novembro a Dezembro de 2024
Pesquisa Exploratória	Dezembro de 2024
Desenho	Janeiro de 2025
Planejamento	Fevereiro de 2025
Execução e Treinamento	Março a Maio de 2025

Fonte: Prolog Transportes, 2025

4.2 Diagnóstico e pesquisa exploratória

Foram realizadas entrevistas com gestores e coordenadores para identificar as principais fragilidades da operação e uma pesquisa não estruturada com *stakeholders*. Essa fase também envolveu o levantamento de requisitos técnicos e funcionais da solução a ser implantada.

A primeira etapa consistiu no levantamento dos principais desafios operacionais enfrentados pela empresa. Como parte desse processo, foi conduzida uma pesquisa exploratória interna e externa, aplicada em dezembro de 2024, que teve como objetivo capturar a percepção dos *stakeholders* sobre o conceito de Torre de Controle Operacional, seus potenciais benefícios, preocupações e expectativas em relação à sua adoção.

Esse diagnóstico foi suportado por 151 respondentes, incluindo colaboradores, gestores operacionais, parceiros logísticos e clientes. As 17 perguntas aplicadas foram organizadas em cinco categorias analíticas, que estruturaram os pilares do projeto da Torre de Controle Operacional na Prolog. O questionário encontra-se no Apêndice 1.

Categoria 1 – Conhecimento e Adoção da Torre de Controle Operacional.

As perguntas deste bloco avaliaram o grau de familiaridade dos participantes com o conceito de Torre de Controle Operacional e a disposição em recomendar sua utilização.

Conforme ilustrado no Gráfico 1, a maioria dos respondentes demonstrou conhecimento prévio limitado sobre o tema, mas apresentou alta predisposição à adoção. Esse resultado sugere que, embora o conceito ainda seja pouco difundido entre os *stakeholders*, há um reconhecimento do seu potencial estratégico, especialmente pela percepção de que a Torre de Controle Operacional pode ampliar a visibilidade operacional e a eficiência da gestão. Tal achado converge com autores como Myerson (2015 p.81), que destacam que a aceitação de

novas tecnologias logísticas está frequentemente associada às expectativas de ganhos de controle e redução de falhas, mesmo quando o conhecimento técnico inicial é restrito.

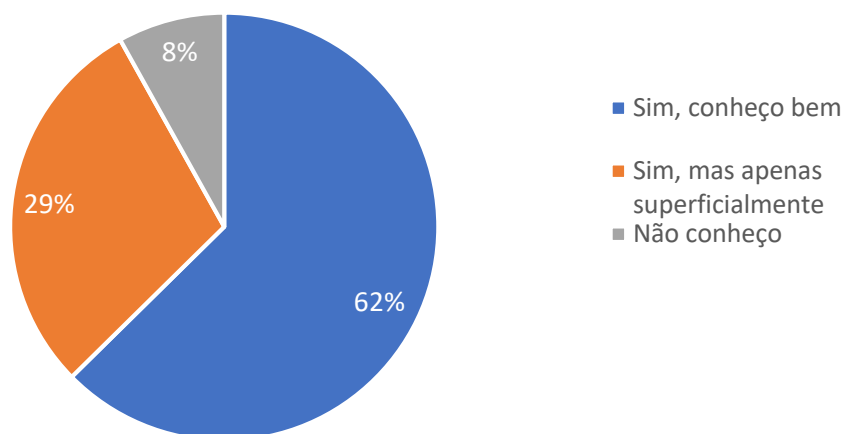


Gráfico 1: Nível de Conhecimento da Torre de Controle Operacional.

Fonte: Prolog Transportes, 2025

Conforme ilustrado no Gráfico 1, a maioria dos respondentes demonstrou conhecimento sobre o tema e apresentou alta predisposição à adoção. Esse resultado sugere que, com o conceito já difundido entre os stakeholders, há um reconhecimento do seu potencial estratégico, o que, conforme Myerson (2015), está frequentemente associado às expectativas de ganhos de controle e redução de falhas. A predisposição observada, somada ao conhecimento prévio, facilitou a fase de planejamento e eliminou uma barreira cultural inicial.

Categoria 2 – Percepções sobre Benefícios

Foram levantadas percepções sobre os benefícios esperados com a implantação, incluindo impactos no planejamento, na execução das entregas, na experiência do cliente e na geração de vantagens competitivas.

O Gráfico 2 apresenta a distribuição das respostas sobre os principais benefícios atribuídos ao projeto. Observa-se que os respondentes atribuíram maior relevância à melhoria do planejamento e da execução operacional, seguidos pelo impacto positivo na experiência do cliente. Esse resultado indica que a expectativa dos stakeholders está fortemente associada à eficiência e confiabilidade das operações, reconhecidas como elementos centrais de competitividade em ambientes logísticos complexos. Tal percepção converge com Savelsbergh

e Van Woensel (2016 p.82;83), que destacam que ganhos de planejamento e execução se traduzem diretamente em maior nível de serviço, e com Boysen, Schwerdfeger e Weidinger (2021 p.79; 82;83), que reforçam que a experiência do cliente e a visibilidade ponta a ponta constituem diferenciais estratégicos em operações *last mile*.

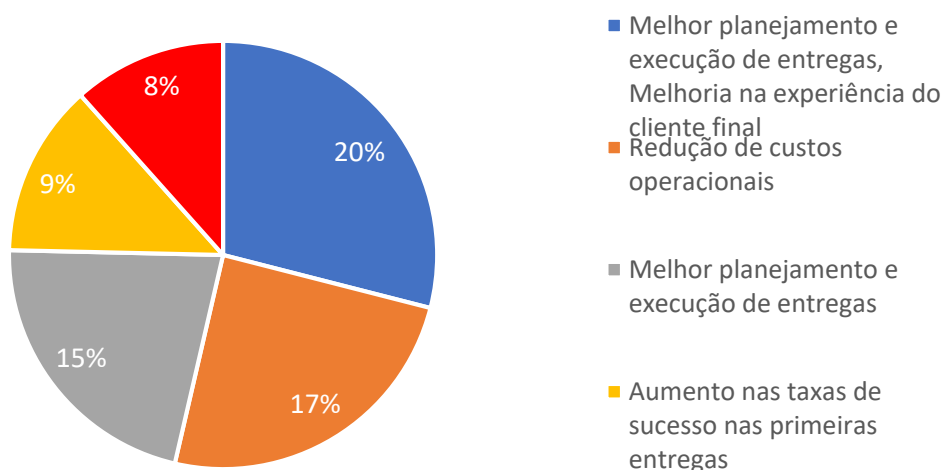


Gráfico 2: Benefícios esperados atribuídos à Torre de Controle Operacional, segundo os Respondentes

Fonte: Prolog Transportes, 2025

Observa-se que os respondentes atribuíram maior relevância à melhoria do planejamento e da execução operacional. Essa priorização não é apenas descritiva, mas sim uma validação interna da hipótese central da Torre de Controle: a otimização de processos internos se traduz diretamente em maior confiabilidade das entregas e, conseqüentemente, em melhor nível de serviço percebido pelos clientes externos, reforçando o foco estratégico na eficiência.

Categoria 3 – Desafios e Preocupações

Esta categoria analisou os principais desafios percebidos pelos participantes em relação à adoção da Torre de Controle Operacional, incluindo preocupações sobre custos, aderência tecnológica, integração de sistemas e resistência organizacional.

Conforme pode ser observado no Gráfico 3, o custo do investimento e a integração entre plataformas foram os pontos de maior destaque. Esse resultado evidencia que, embora a Torre de Controle seja percebida como uma ferramenta estratégica, sua adoção envolve barreiras típicas de projetos de transformação digital, nas quais o aporte financeiro inicial e a

complexidade da integração tecnológica são fatores críticos de decisão. Tais preocupações estão em consonância com Kouhizadeh, Saberi e Sarkis (2021 p.82), que destacam a necessidade de investimentos consistentes em infraestrutura tecnológica, e com Myerson (2015 p.81), que enfatiza que a integração entre sistemas é um dos maiores desafios para a efetividade de soluções em Supply Chain. Além disso, a menção à resistência organizacional reforça a importância de considerar não apenas a dimensão técnica, mas também a cultural, aspecto apontado por Stake (1995 p.83) como essencial em pesquisas aplicadas a contextos reais de mudança organizacional.

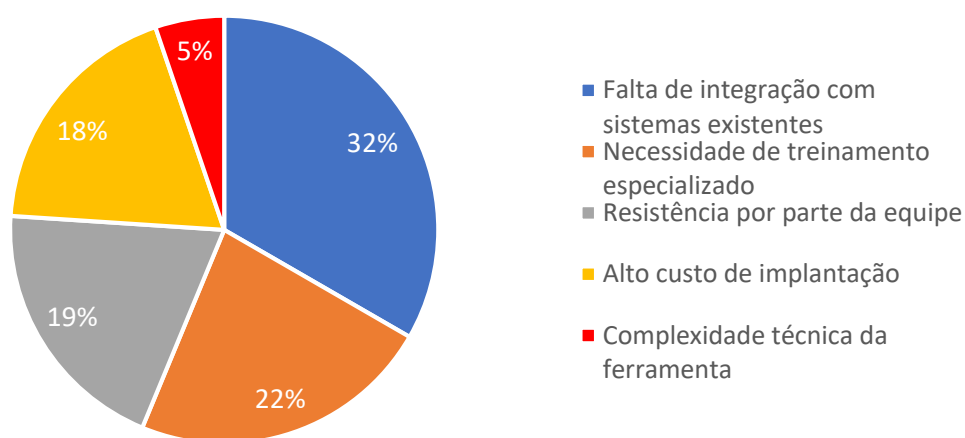


Gráfico 3: Desafios Percebidos pelos Stakeholders na Adoção da Torre de Controle Operacional.

Fonte: Prolog Transportes, 2025

Categoria 4 – Funcionalidades e Integrações Desejadas

Foram identificadas as funcionalidades consideradas mais relevantes, tais como rastreamento em tempo real, *dashboards* operacionais, alertas proativos, além da importância da integração entre sistemas (*Transportation Management System – TMS*, *Enterprise Resource Planning – ERP* e *Business Intelligence – BI*).

O Gráfico 4 sintetiza as funcionalidades e integrações consideradas prioritárias pelos participantes do estudo exploratório. Observa-se que a ênfase atribuída ao rastreamento e aos *dashboards* reflete a busca por maior visibilidade e controle em tempo real, aspectos críticos para a eficiência em operações *last mile*. A priorização da integração entre TMS, ERP e BI reforça a necessidade de eliminar redundâncias e garantir consistência informacional,

permitindo decisões mais ágeis e fundamentadas. Esses resultados dialogam com Myerson (2015 p.82), que destaca o valor da integração sistêmica para ampliar a confiabilidade dos processos logísticos, e com Chen, Chiang e Storey (2012 p.80; 83), que ressaltam o papel do BI na geração de análises preditivas e no suporte estratégico à gestão. Além disso, Chopra e Meindl (2016 p.82) enfatizam que funcionalidades como rastreamento e monitoramento contínuo são diferenciais competitivos na melhoria da responsividade e do nível de serviço ao cliente.

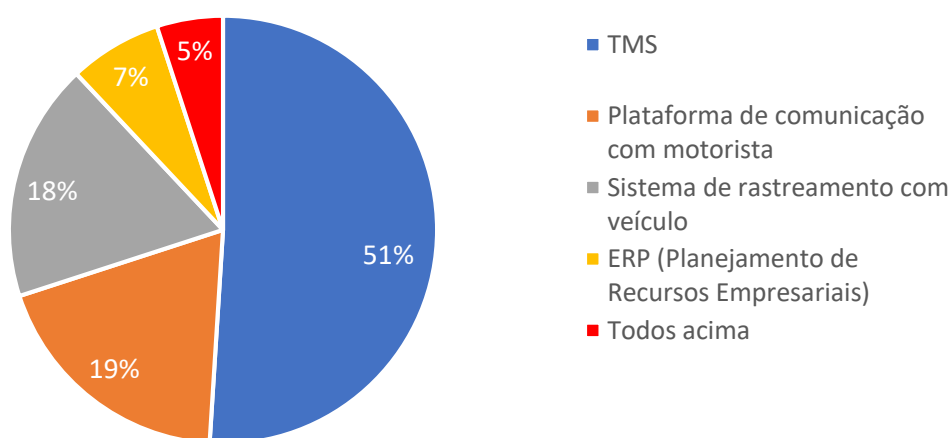


Gráfico 4: Funcionalidades e Integrações Consideradas Prioritárias pelos Participantes

Fonte: Prolog Transportes, 2025

Os dados levantados nesta pesquisa serviram como insumo fundamental para a definição das funcionalidades da Torre de Controle Operacional, dos processos priorizados e da construção dos fluxos operacionais.

4.3 Pesquisa com Stakeholders Externos

Esta seção apresenta os resultados da pesquisa realizada com os stakeholders externos, com o intuito de identificar e analisar a percepção dos clientes acerca dos efeitos decorrentes da implantação da Torre de Controle Operacional. A investigação teve como foco a avaliação da qualidade dos serviços prestados, da agilidade operacional, da visibilidade das informações e da eficiência geral dos processos. À coleta de dados qualitativos buscou complementar os dados quantitativos previamente obtidos, a fim de proporcionar uma compreensão mais ampla, aprofundada e contextualizada dos impactos gerados pela nova estrutura. Tal abordagem mista

contribui para uma análise mais robusta, ao integrar diferentes perspectivas sobre a eficácia da Torre de Controle na otimização dos fluxos operacionais e no atendimento ao cliente.

A pesquisa externa foi direcionada a clientes que mantêm contato direto com a operação da Prolog Transportes, totalizando 10 respondentes. Os participantes ocupavam funções como assistentes administrativos, analistas, gerentes e líderes de operações assim como mostra o gráfico 5.

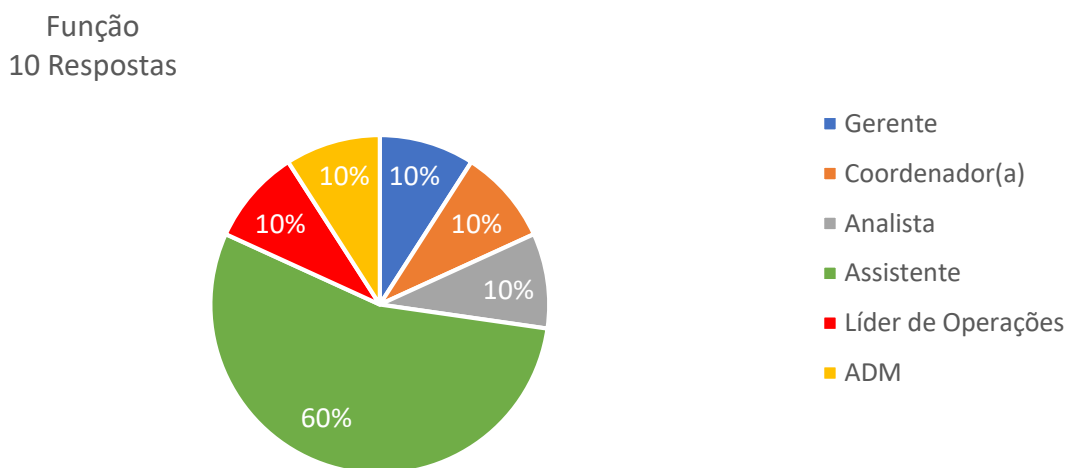


Gráfico 5: Qualificação dos respondentes por função.
Fonte: Autor.

4.3.1 Resultados Consolidados

As dimensões avaliadas foram:

1. Qualidade das Entregas após a implementação da Torre.
2. Acompanhamento das Ocorrências Operacionais.
3. Agilidade e Precisão no Retorno das Demandas.
4. Percepção Geral sobre a Prolog após a implantação.

Em todas as dimensões, prevaleceram respostas indicando estabilidade (sem alteração percebida), com cerca de 40% apontando melhoria, sobretudo nos quesitos agilidade e precisão no retorno como apontam os gráficos de 6 a 9.

Como você avalia a qualidade das entregas após a implementação da Torre de Controle?

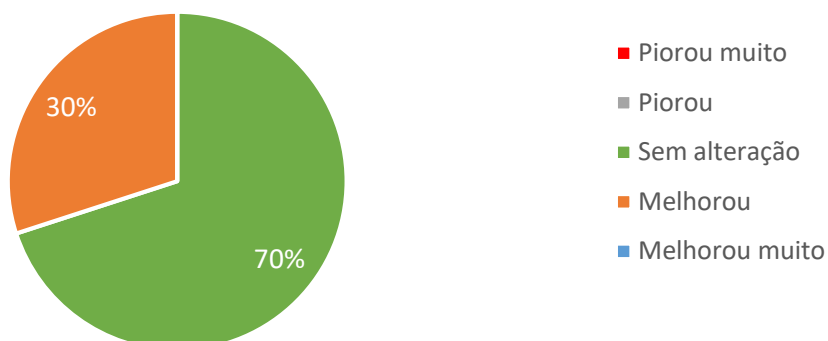


Gráfico 6: Avaliação da Qualidade das Entregas (Stakeholders Externos)

Fonte: Autor.

Como você avalia o acompanhamento das ocorrências operacionais?

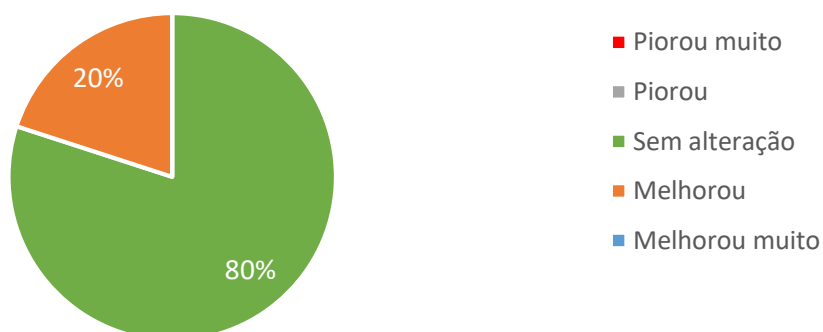


Gráfico 7: Avaliação do Acompanhamento de Ocorrências

Fonte: Autor.

Como você avalia a agilidade e precisão no retorno das demandas solicitadas?

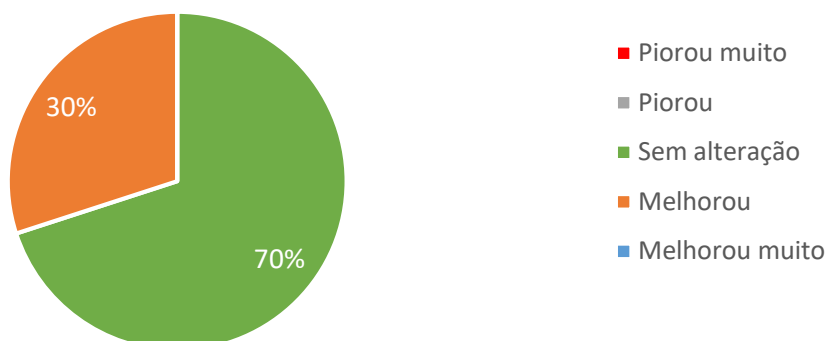


Gráfico 8: Avaliação da Agilidade e Precisão no Retorno
Fonte: Autor.

Em termos gerais, como você avalia a Prolog após a implementação da Torre de Controle

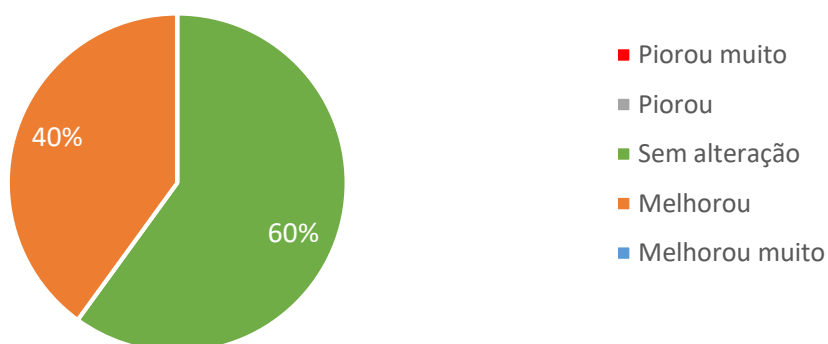


Gráfico 9: Avaliação Geral após a Torre de Controle Operacional.
Fonte: Autor.

4.3.2 Análise Qualitativa das Respostas Abertas

Os comentários abertos foram mantidos no estudo de forma integralmente anônima, sendo apresentados a seguir como trechos representativos:

Sobre ganhos operacionais e agilidade:

- *"A transportadora é uma das mais eficazes em termos de resposta às entregas."*
- *"Ótima agilidade."*

- *"Essa melhoria reflete o papel estratégico da Torre de Controle como centro de inteligência operacional, capaz de transformar dados em ações e gerar valor para o cliente."*

Sobre pontos de melhoria:

- *"Pontos a melhorar: agilidade no retorno de solicitações, melhor acompanhamento nas entregas, divergências de informações no portal (a nota é baixada como entregue, mas o pedido não foi recebido pelo cliente)."*

"Sugestão de maior envolvimento da Torre com a operação na rua."

Sobre percepção geral:

- *"Até o momento, não tivemos problemas."*
- *"Nada a acrescentar por enquanto."*
- *"Organização."*

4.4 Pesquisa com Stakeholders internos

Com o objetivo de avaliar os impactos percebidos da implantação da Torre de Controle Operacional na Prolog Transportes, foi realizada uma pesquisa junto aos colaboradores diretamente envolvidos nas atividades monitoradas pela ferramenta. O questionário contemplou quinze questões distribuídas em três blocos temáticos: Visibilidade Operacional, Indicadores de Desempenho e Eficiência da Gestão.

O levantamento foi conduzido de forma voluntária e estão demonstrados nos gráficos 10 a 25.

Caracterização dos Respondentes

Participaram da pesquisa colaboradores das áreas operacional, administrativa e de coordenação, com diferentes tempos de vínculo com a empresa, como indica o gráfico 10. A diversidade do público permitiu captar percepções variadas acerca da utilização da Torre de Controle Operacional no dia a dia.

Função
52 Respostas

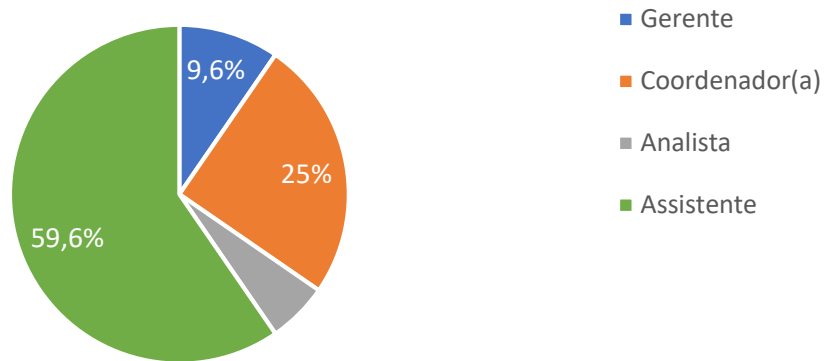


Gráfico 10: Respondentes por área de atuação
Fonte: Autor

Resultados do Bloco A: Visibilidade Operacional

Os resultados evidenciados no gráfico 11 mostram que a maior parte dos colaboradores percebeu melhorias na visibilidade das entregas em tempo real. Essa percepção corrobora o objetivo central da ferramenta de ampliar o monitoramento e o controle operacional.

Como você avalia a visibilidade das entregas em tempo real após a implementação da Torre de Controle?

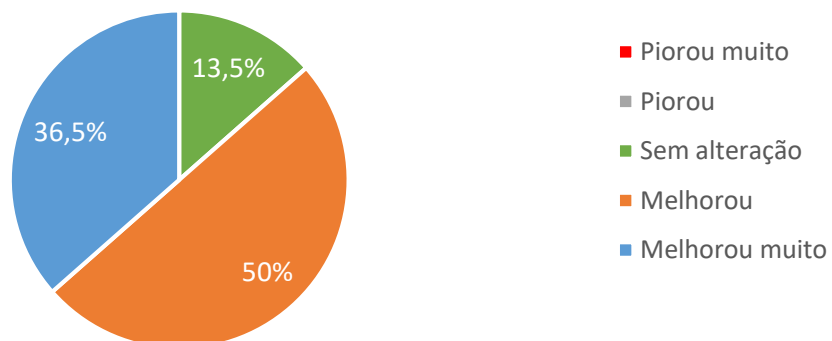


Gráfico 11: Avaliação da visibilidade das entregas em tempo real
Fonte: Autor

O gráfico 12 mostra que o acompanhamento de eventos passou a ser mais frequente e detalhado, favorecendo a identificação de ocorrências ao longo do processo de transporte.

Como você avalia o acompanhamento ocorrências operacionais?

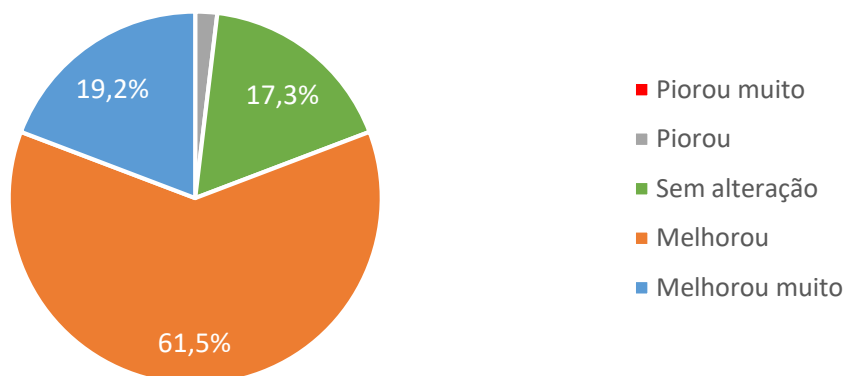


Gráfico 12: Percepção sobre o acompanhamento de eventos operacionais.

Fonte: Autor

Os respondentes indicaram que a ferramenta contribuiu de forma relevante para a identificação de falhas, aumentando a rastreabilidade das causas de não conformidades, como demonstra o gráfico 13.

Como você avalia a agilidade na identificação de falhas nas entregas?

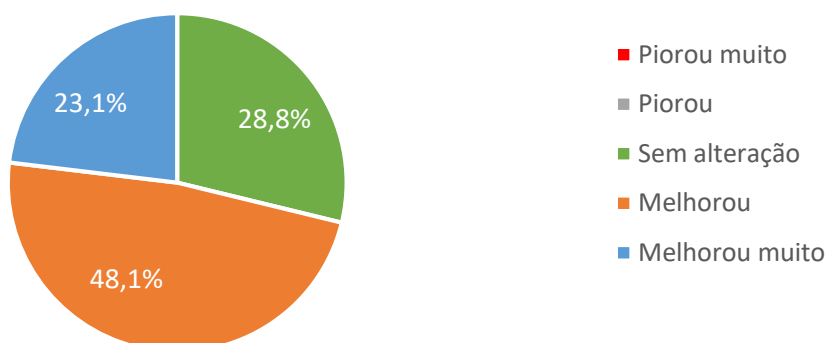


Gráfico 13: Avaliação da identificação de falhas nas entregas.

Fonte: Autor

Houve predominância de respostas que apontam avanços na disponibilidade e atualização das informações sobre as rotas e o status dos veículos em operação, apontadas no gráfico 14.

Como você avalia o acesso às informações sobre rotas e status dos veículos?

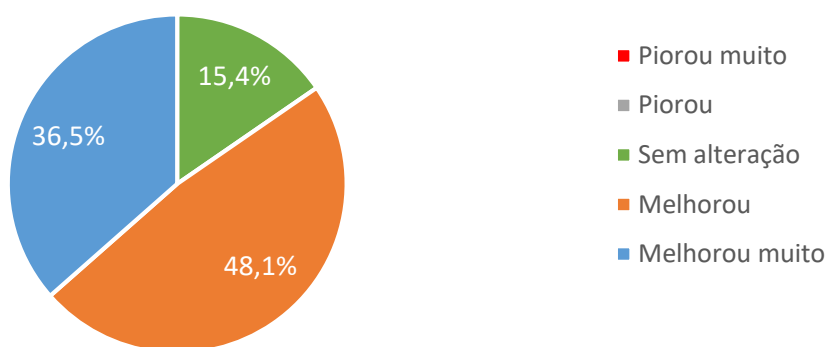


Gráfico 14: Acesso às informações sobre rotas e status dos veículos.

Fonte: Autor

A maioria dos colaboradores considerou que a atualização dos dados passou a ocorrer com maior frequência, impactando positivamente a tomada de decisão operacional como vemos no gráfico 15.

Como você avalia a atualização dos dados operacionais para apoio à tomada de decisão?

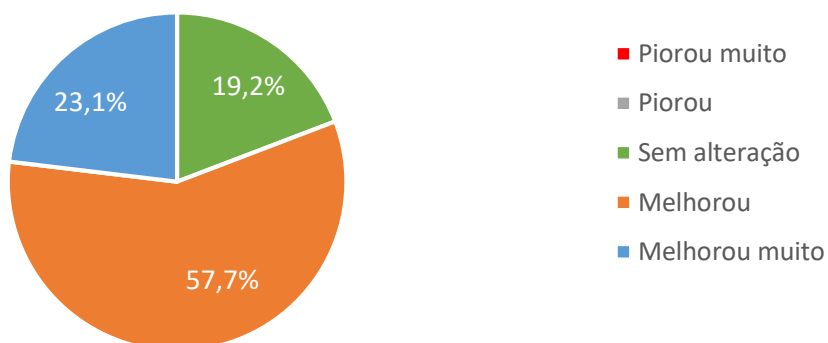


Gráfico 15: Avaliação da atualização dos dados operacionais.

Fonte: Autor

Resultados do Bloco B: Indicadores de Desempenho

Os dados coletados mostram que a Torre de Controle Operacional modificou a forma de acompanhamento dos KPIs, tornando o processo mais padronizado e acessível conforme indicam os gráficos 16.

Como você avalia o acompanhamento dos KPIs logísticos?

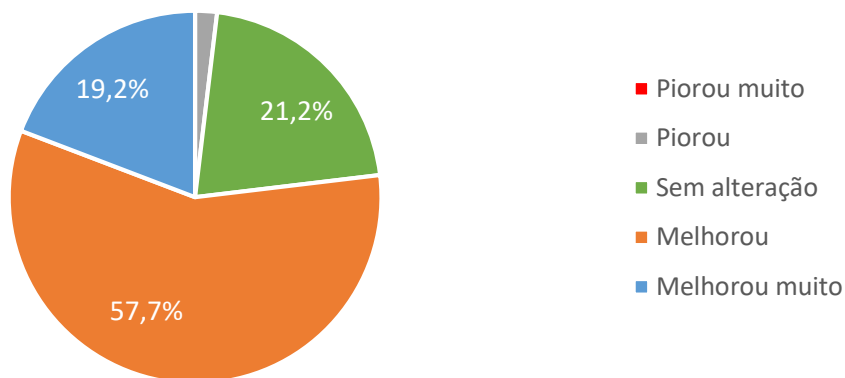


Gráfico 16: Percepção sobre a forma de acompanhamento dos KPIs.

Fonte: Autor

A percepção majoritária foi de que houve avanços na padronização das métricas utilizadas, contribuindo para análises mais consistentes, como mostra o gráfico 17.

Como você avalia a padronização na leitura e interpretação dos indicadores?

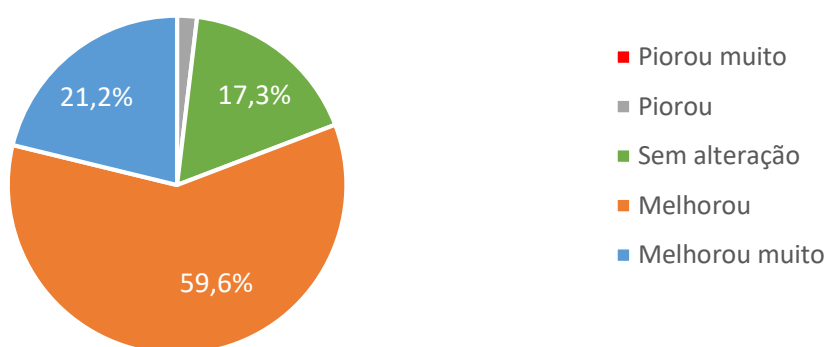


Gráfico 17: Avaliação da padronização dos indicadores.

Fonte: Autor

A frequência de acompanhamento foi apontada como superior ao período anterior, indicando que a ferramenta promoveu maior atenção ao monitoramento de resultados, indicados no gráfico 18.

Como você avalia a frequência na análise dos indicadores operacionais?

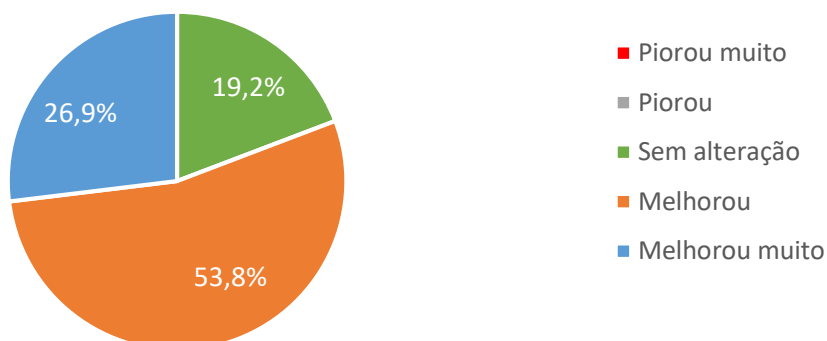


Gráfico 18: Frequência de análise dos indicadores.
Fonte: Autor

A confiança nas informações disponibilizadas pela Torre de Controle Operacional foi destacada como um ponto positivo pela maioria dos respondentes, veja o gráfico 19.

Como você avalia a confiabilidade e a precisão dos dados operacionais?

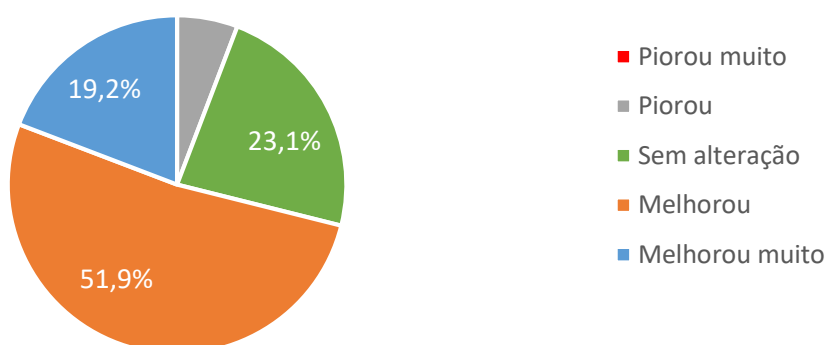


Gráfico 19: Percepção da confiabilidade dos dados operacionais.
Fonte: Autor

Vemos no gráfico 20 que os participantes relataram que os resultados dos principais indicadores de desempenho foram impactados positivamente após a implantação do sistema.

Como você avalia o desempenho dos principais indicadores operacionais (como SLA, produtividade e performance)?

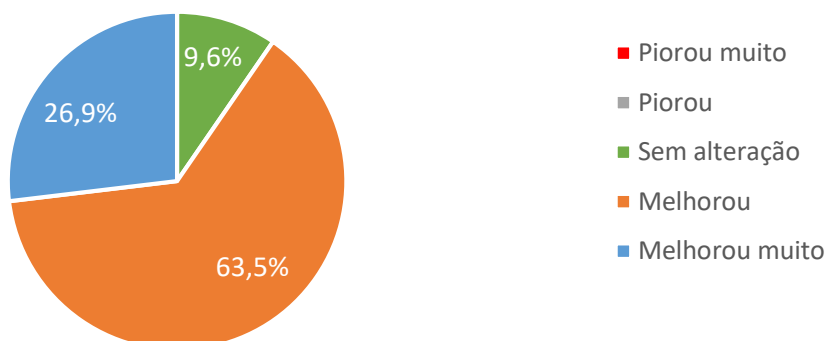


Gráfico 20: Impacto percebido nos indicadores de desempenho.
Fonte: Autor

Resultados do Bloco C: Eficiência da Gestão

A maioria dos colaboradores avaliou que o tempo de resposta às ocorrências foi reduzido, tornando o processo de gestão mais ágil conforme percebido no gráfico 21.

Como você avalia o tempo de resposta aos problemas operacionais?

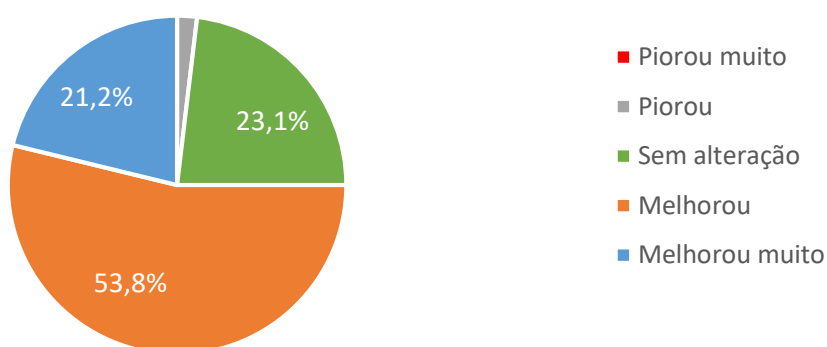


Gráfico 21: Avaliação do tempo de resposta a ocorrências.
Fonte: Autor

O gráfico 22 aponta que houve percepção de melhoria na organização geral do fluxo operacional após a adoção da ferramenta.

Como você avalia a eficiência no tratamento das ocorrências logísticas?

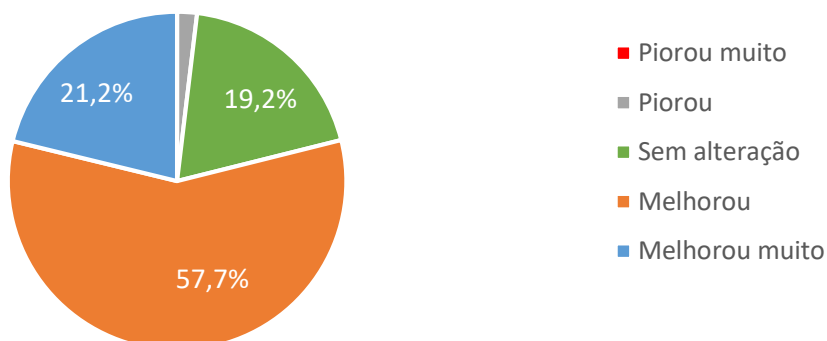


Gráfico 22: Organização do fluxo operacional.
Fonte: Autor

Os respondentes destacaram avanços no alinhamento entre diferentes áreas, favorecendo o compartilhamento de informações e a integração de processos como indicado no gráfico 23.

Como você avalia a comunicação entre as áreas operacionais?

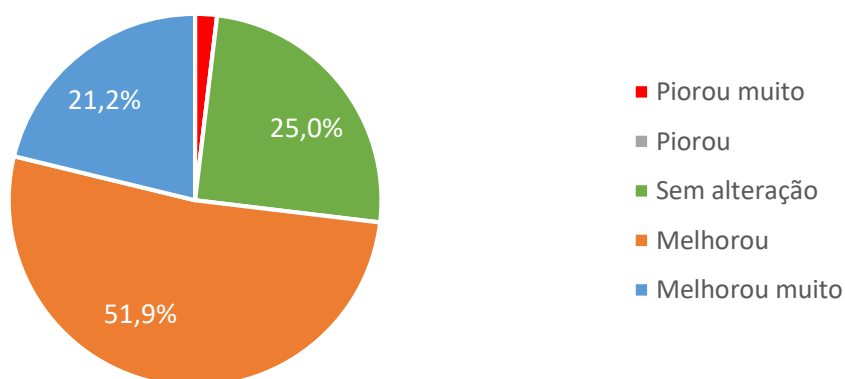


Gráfico 23: Avaliação do alinhamento entre áreas.
Fonte: Autor

Fica claro no gráfico 24 que a redução de retrabalho foi apontada como uma das principais contribuições da Torre de Controle Operacional, refletindo maior eficiência operacional.

Como você avalia a atuação da gestão na prevenção de falhas?

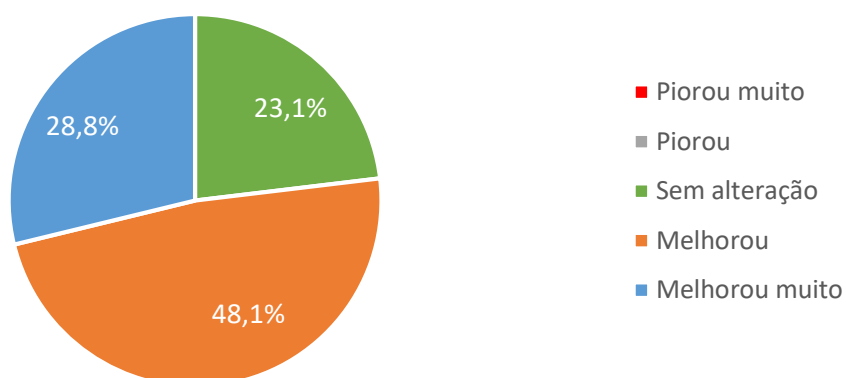


Gráfico 24: Percepção sobre a redução de retrabalho.

Fonte: Autor

Por fim, a percepção geral demonstrada pelo gráfico 25, indicou que a implantação da Torre trouxe ganhos expressivos de eficiência, alinhando processos e melhorando o controle das operações.

Como você avalia a qualidade na tomada de decisão nas operações?

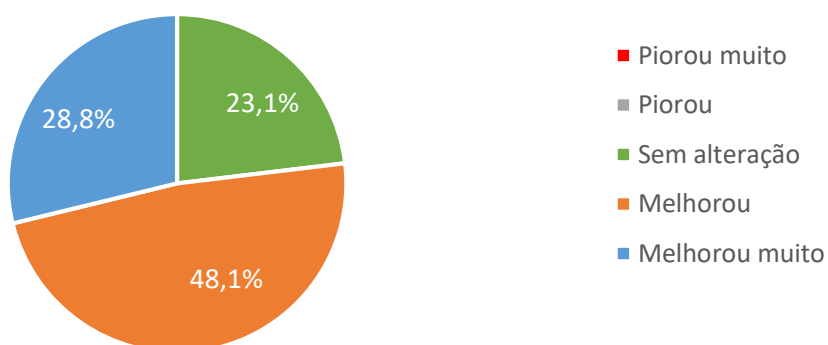


Gráfico 25: Qualidade na tomada de decisão.

Fonte: Autor

4.5 Desenho e Planejamento

Com base no diagnóstico, foi elaborada a modelagem da Torre de Controle Operacional, definindo os indicadores prioritários, o *layout* dos *dashboards* e os procedimentos de comunicação e resposta a eventos.

A Torre de Controle Operacional foi estruturada a partir da definição dos processos críticos que exigem monitoramento contínuo, com foco na padronização dos fluxos operacionais, no acompanhamento de indicadores de desempenho e no suporte à tomada de decisão.

O primeiro passo consistiu no mapeamento dos fluxos de informação, considerando desde a entrada dos pedidos até a finalização das entregas, estendendo-se pelos processos de roteirização, monitoramento e atendimento. Paralelamente, foram definidos os indicadores operacionais prioritários, com foco no controle do piso (estoque de pedidos pendentes ou não finalizados dentro do prazo planejado), performance de entrega, produtividade dos transportadores agregados e cumprimento de prazos.

A definição da arquitetura tecnológica considerou três pilares principais:

- Sistema de Gestão de Transportes (*Transportation Management System – TMS*) – SSW (ssw.inf.br): Plataforma responsável pela gestão dos processos logísticos, incluindo controle de coletas, expedições, roteirização, gestão de ocorrências, faturamento e acompanhamento operacional. O sistema oferece funcionalidades integradas de rastreamento, controle de entregas e gestão documental, além de dispor de aplicativo *mobile* com recursos de geolocalização dos veículos em tempo real, o que permite visibilidade das rotas e acompanhamento da operação diretamente pela Torre de Controle Operacional.
- *Business Intelligence (BI)* – Microsoft Power BI: Ferramenta utilizada para construção dos *dashboards* operacionais e gerenciais, consolidando dados do *TMS* e de outras fontes internas. A plataforma permite a criação de painéis interativos, com visualização dinâmica dos indicadores, além de suportar análises comparativas, acompanhamento de metas e identificação de desvios operacionais. Sua integração direta com bases de dados internas facilita o monitoramento diário da operação.
- Soluções de Rastreamento: O próprio SSW fornece rastreamento por meio de seu aplicativo *mobile*, utilizando recursos de geolocalização em tempo real. Essa funcionalidade possibilita que a Torre de Controle Operacional acompanhe a movimentação dos veículos durante todo o percurso, com visibilidade dos

deslocamentos, paradas, status de entregas e atualizações dos motoristas diretamente no sistema.

O planejamento incluiu também a definição dos fluxos de acompanhamento e das rotinas de monitoramento, estabelecendo os procedimentos operacionais que regem a atuação da Torre de Controle Operacional. Foram mapeados os pontos de entrada de informações, os processos de triagem, atendimento e suporte, bem como os ciclos de acompanhamento dos indicadores e gestão dos desvios. Esse desenho organizacional buscou garantir a padronização das atividades, o cumprimento dos prazos e a consistência na análise dos dados.

4.6 Descrição do Fluxo Operacional

O fluxo operacional da Torre de Controle Operacional inicia-se a partir do recebimento de uma demanda, que pode ter origem no cliente (reclamação ou solicitação de informação), no motorista (registro de ocorrência, pedido de apoio ou atualização de status) ou no próprio processo interno da empresa, por meio do monitoramento proativo das entregas.

Após a entrada da solicitação, o assistente responsável realiza a triagem inicial, classificando o chamado em duas categorias principais: atendimento ao cliente ou suporte ao motorista. Caso a solicitação seja direcionada ao cliente, procede-se com a verificação do status da nota fiscal, a comunicação com o motorista, se necessário, e o retorno ao solicitante com a solução ou orientação cabível.

Se o chamado for relativo ao motorista, o processo segue para o suporte operacional, que pode envolver o envio de endereço, cobrança de baixa, transmissão de orientações específicas ou apoio em dificuldades durante a execução da entrega.

O desenho da Torre de Controle foi estabelecido com foco na integração de dados provenientes de múltiplas fontes: o TMS (Sistema de Gerenciamento de Transporte), o ERP (Planejamento de Recursos Empresariais) e o BI (Inteligência de Negócios). Analiticamente, esta integração de sistemas não é apenas um requisito técnico, mas sim a base tecnológica que sustenta o conceito de visibilidade em tempo real e a capacidade preditiva de uma TC.

A centralização desses dados em dashboards construídos na plataforma Microsoft Power BI permite que a TC evolua de um centro de monitoramento para um centro de inteligência logística, onde as anomalias podem ser identificadas e corrigidas proativamente, o que é a essência de uma gestão de transportes eficaz.

O monitoramento proativo constitui outra etapa crítica do fluxo. Quando a Torre de Controle Operacional identifica automaticamente uma divergência como atraso, ausência de

baixa, falha de entrega ou necessidade de contato com o cliente final é acionado o protocolo interno de intervenção, que compreende:

- Tentativa de contato direto com o motorista;
- Identificação da situação em campo;
- Adoção de medidas corretivas, como reencaminhamento de rota, solicitação de nova tentativa de entrega ou contato com o cliente final para alinhamento.

Todas as etapas contam com registros sistematizados em sistemas integrados (*Transportation Management System*, *Business Intelligence* e aplicativo de rastreamento), assegurando a rastreabilidade das ações e a consolidação dos dados históricos. Ao final do processo, ocorre a atualização do status da entrega e o encerramento formal do chamado.

Esse fluxo foi desenhado para garantir agilidade, padronização e alinhamento entre as áreas responsáveis, além de apoiar a gestão proativa e o monitoramento contínuo dos principais indicadores de desempenho.

Conforme ilustrado no Fluxograma 1, o processo é organizado de forma sequencial e contempla todas as etapas descritas.

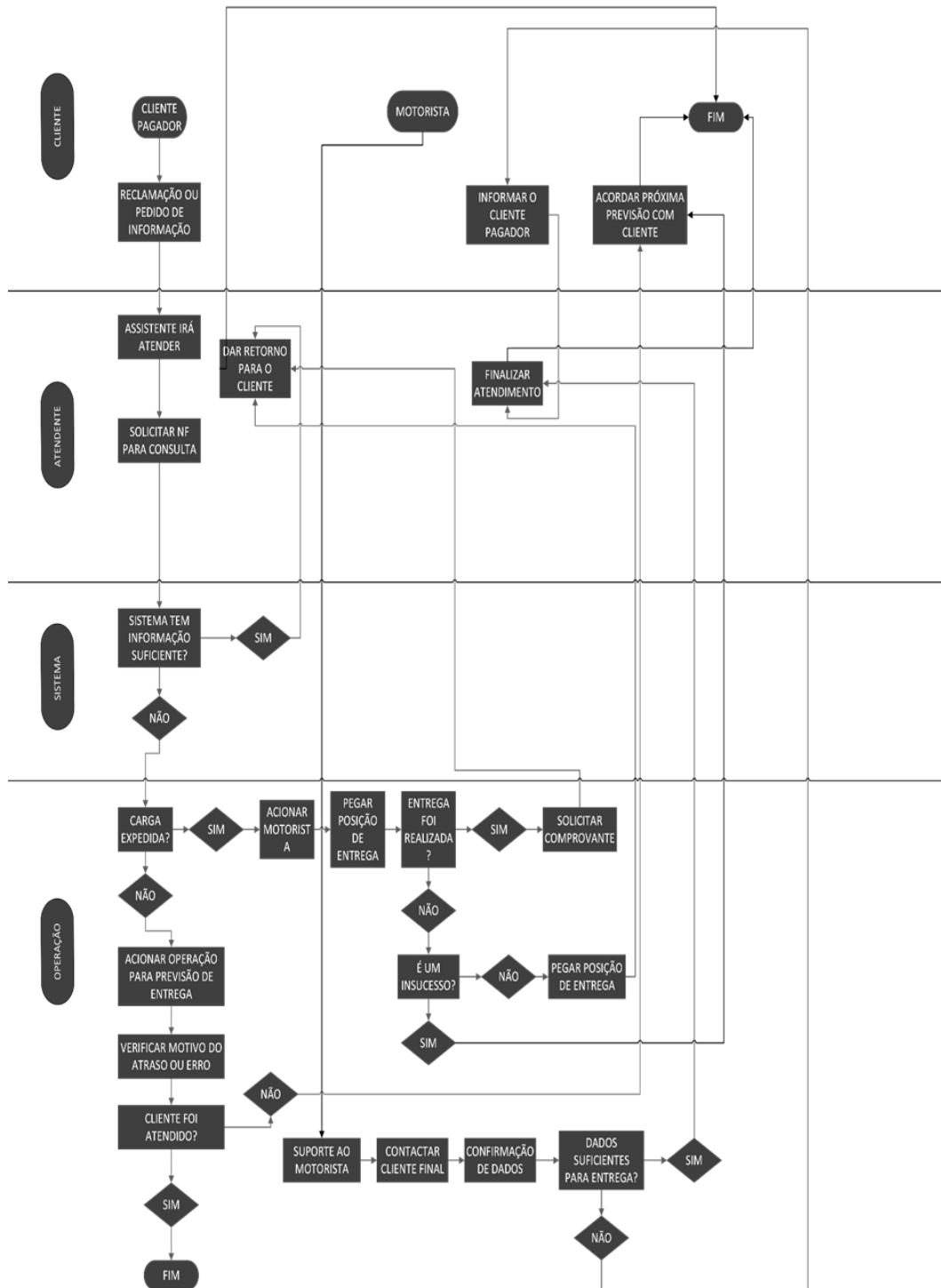
A Tabela 2, apresentada a seguir, descreve os principais fluxos operacionais definidos para o funcionamento da Torre de Controle, com a identificação de cada etapa e os responsáveis correspondentes.

Tabela 2 – Descrição dos Fluxos Operacionais da Torre de Controle Operacional.

Etapas	Descrição	Responsáveis
1. Entrada das Demandas	Cliente solicita informações sobre NF ou motorista solicita apoio (endereço, baixa, contato).	—
2. Triagem	Avaliação do tipo de solicitação: • Cliente → atendimento ao cliente • Motorista → suporte ao motorista	Equipe da Torre.
3. Atendimento ao Cliente	Verifica status da NF, contata o motorista se necessário e apoia o cliente final em casos específicos.	Analista e Assistente
4. Suporte ao Motorista	Envia endereço, faz cobrança de baixa e dá suporte em dificuldades de entrega.	Assistente
5. Gestão e Supervisão	Supervisiona toda a operação e apoia nos desvios e exceções.	Gerente

Etapa	Descrição	Responsáveis
6. Análise de Indicadores	Monitora indicadores como: • Performance	
	Operacional • Produtividade dos Transportadores	Equipe da
	Agregados (TACs) • <i>Piso</i> (entregas pendentes) • Performance de entrega	Torre

Fonte: Prolog Transportes, 2025.



Fluxograma 1– Fluxo Operacional da Torre de Controle Operacional.

Fonte: Prolog Transportes, 2025.

Na sequência, foi realizado o desenvolvimento dos *dashboards* operacionais, que concentram os principais indicadores e informações críticas da operação. Esses painéis foram construídos na plataforma *Microsoft Power BI*, com integração direta ao *Transportation Management System* (TMS) SSW, permitindo atualização constante dos dados e visualização

dinâmica dos resultados. Contemplam informações como performance de entrega, controle de piso, produtividade dos agregados e status das operações em tempo real.

Conforme apresentado nas Figuras 1 a 7, os principais painéis desenvolvidos foram os seguintes:

O painel abaixo, consolida dados diários e acumulados de performance operacional. São apresentadas métricas como número total de entregas realizadas, taxa de produtividade, cumprimento do *Service Level Agreement (SLA)* e indicadores de piso (entregas pendentes). O painel também exibe gráficos de tendência e tabelas que permitem o acompanhamento detalhado por operação.

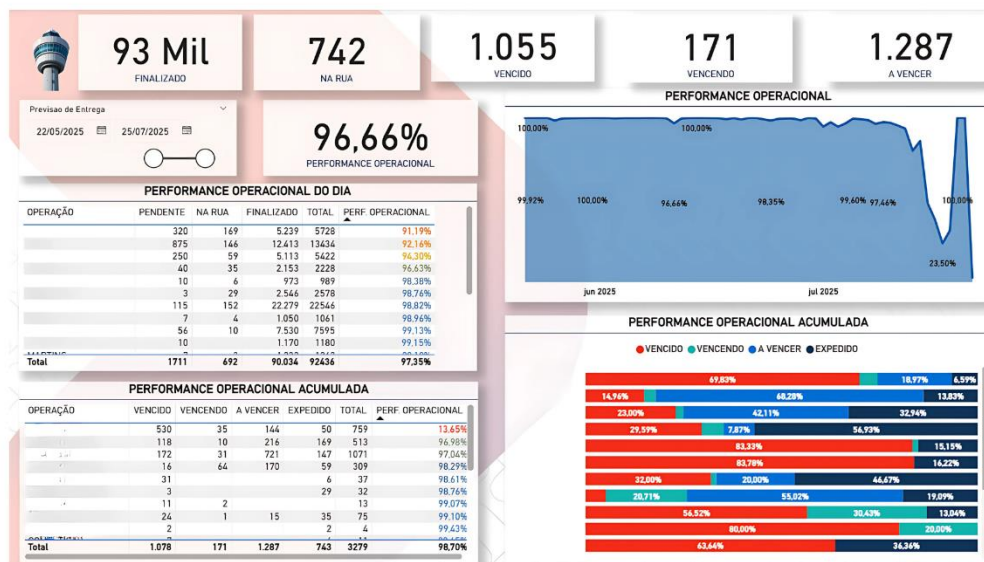


Figura 1: Dashboard de Performance Operacional e Controle de Piso

Fonte: Prolog Transportes, 2025.

A figura 2 apresenta o *Dashboard* destaca a produtividade por motorista, evidenciando a participação de cada profissional no total de entregas e seu percentual de cumprimento das metas. O *dashboard* inclui um gráfico de pizza representando a distribuição das entregas e uma linha de tendência mensal das ocorrências registradas.

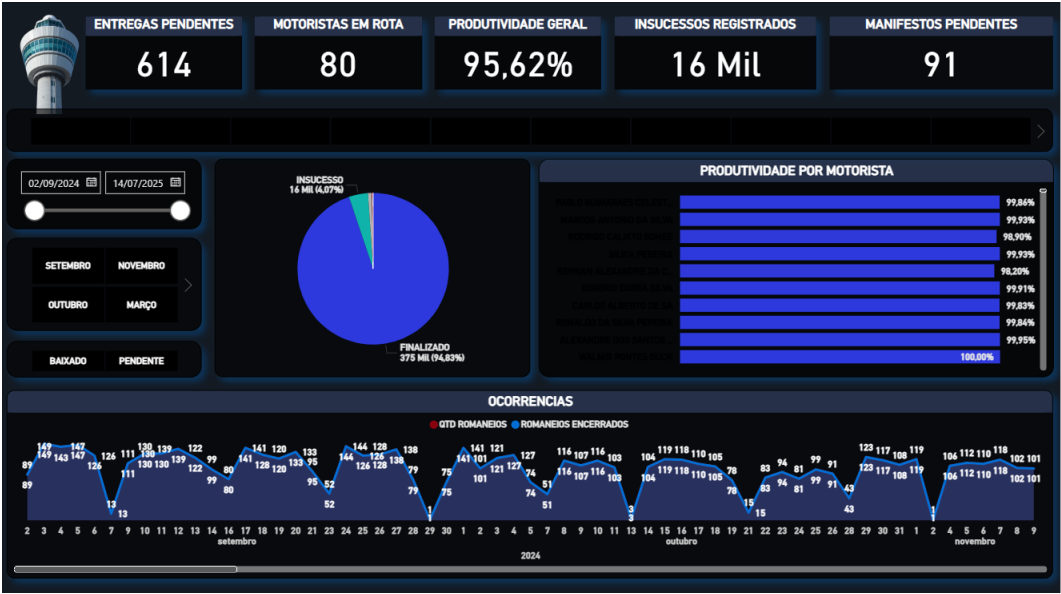


Figura 2: Dashboard de Produtividade dos Transportadores Agregados

Fonte: Prolog Transportes, 2025.

A figura 3 são apresentados com o *Dashboard* que consolida informações de produtividade por operação, apresentando barras comparativas entre as diferentes unidades operacionais e permitindo a análise do desempenho acumulado por cliente e por equipe.

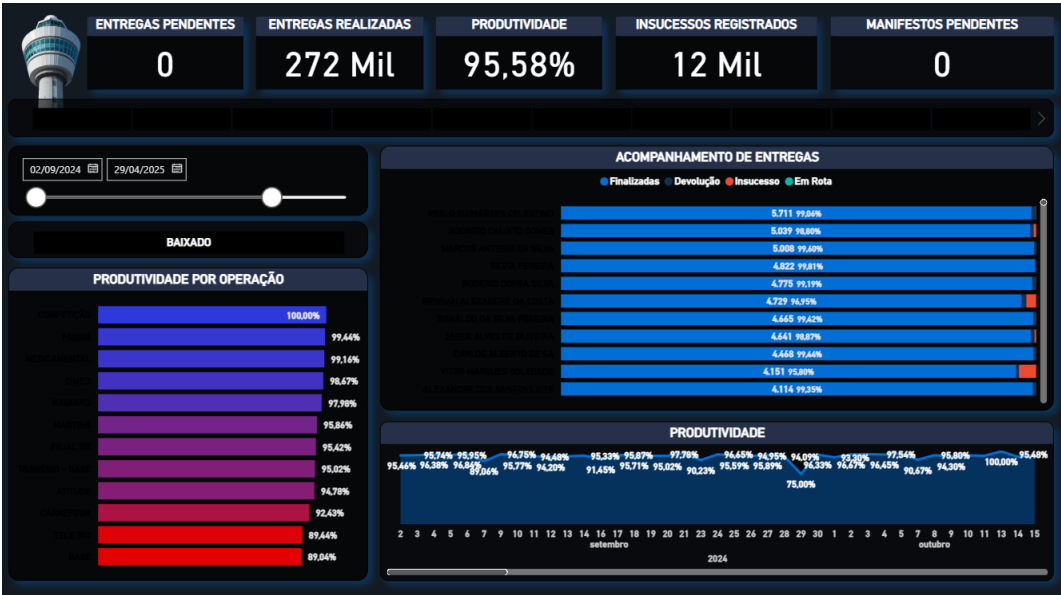


Figura 3: Dashboard Consolidado de Produtividade por Operação

Fonte: Prolog Transportes, 2025.

Na figura 4 é apresentado o Dashboard detalhando o acompanhamento individual das entregas, listando motoristas, datas, status e percentual de conclusão das operações. A

visualização contribui para o monitoramento proativo das pendências e o suporte operacional em tempo real.

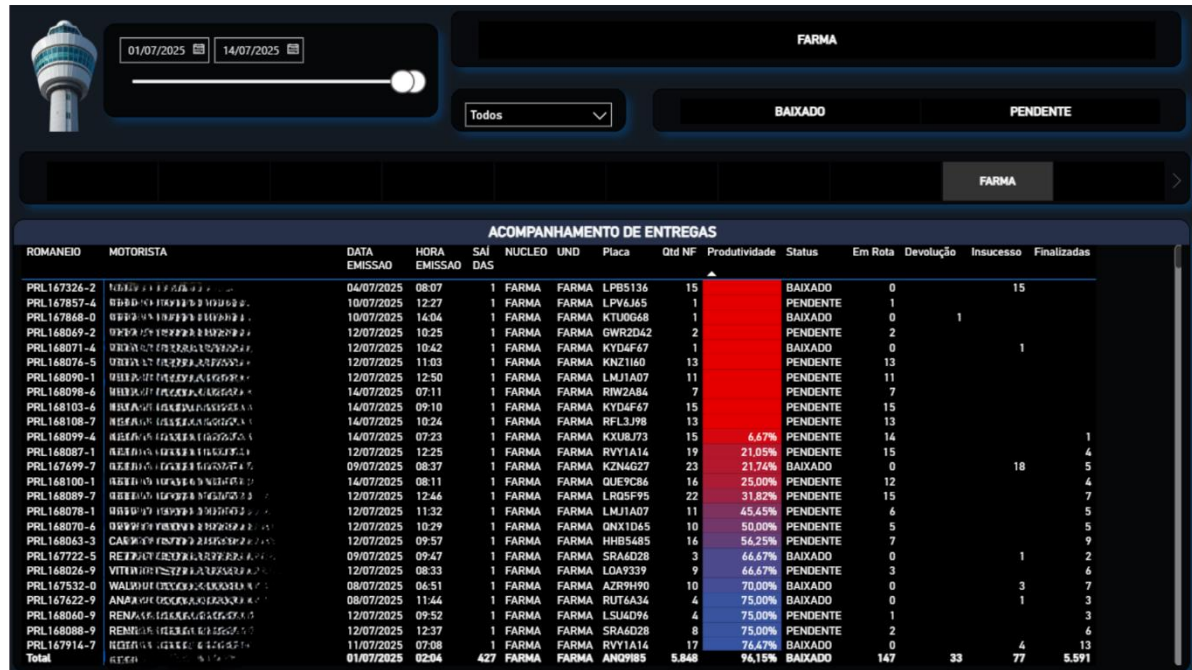


Figura 4: Dashboard de Acompanhamento Detalhado das Entregas

Fonte: Prolog Transportes, 2025.

A Figura 5 apresenta um consolidado de produtividade geral da frota, total de entregas realizadas, volume de pendências e taxa de cumprimento das metas. Este painel inclui também uma representação gráfica do percentual concluído e em andamento.



Figura 5: Dashboard Resumo de Produtividade e Pendências

Fonte: Prolog Transportes, 2025.

A figura 6 concentramos métricas sobre tempo médio de entrega, performance por cliente e taxa de cumprimento de prazos. São apresentados gráficos de barras e linhas que ilustram tendências mensais e estatísticas acumuladas.



Figura 6: Dashboard de Indicadores de Performance de Entrega

Fonte: Prolog Transportes, 2025.

Na figura 7, a tela exibe em formato visual o status individual de cada veículo em rota, incluindo identificação, motorista, cliente atendido, situação da entrega e horário de última atualização. A disposição em blocos facilita o acompanhamento imediato da frota.

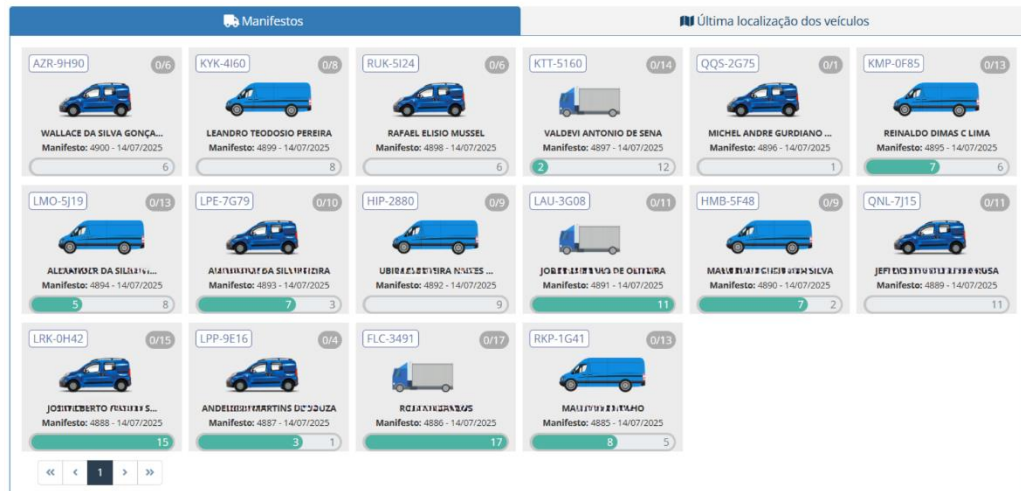


Figura 7: Painel de Status Individual dos Veículos

Fonte: Prolog Transportes, 2025.

A figura 8, nos apresenta a visualização geográfica do deslocamento dos veículos, permitindo o rastreamento em tempo real das entregas. A interface inclui marcadores que indicam o status operacional e ajudam a identificar regiões de maior concentração de ocorrências.

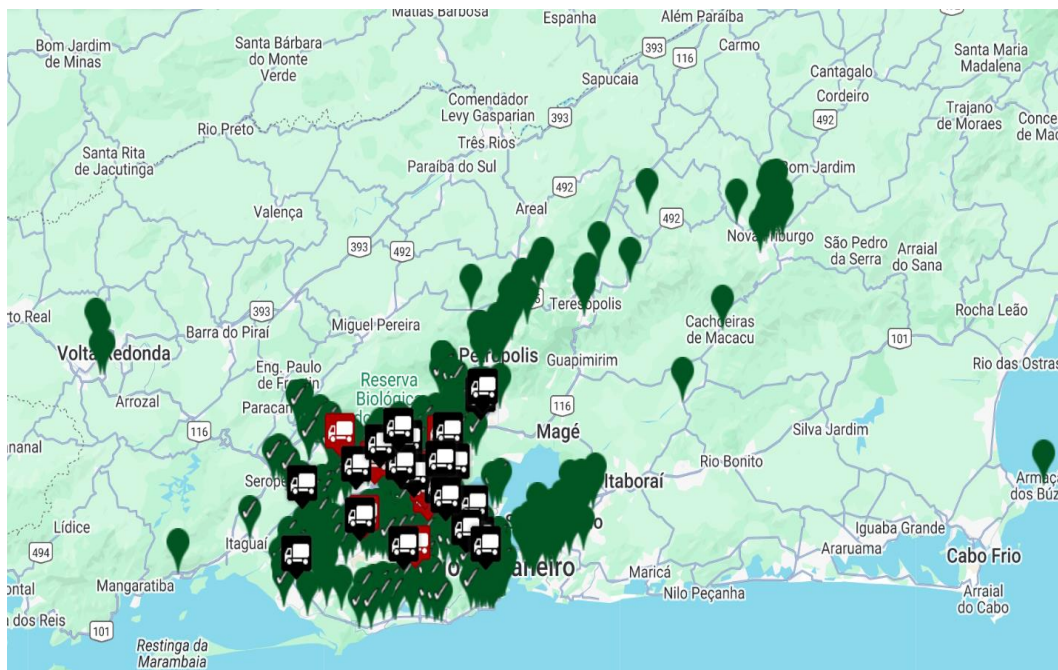


Figura 8: Mapa de Deslocamento e Evolução das Rotas

Fonte: Prolog Transportes, 2025.

4.7 Execução

Nessa etapa, os sistemas internos foram conectados à nova plataforma, permitindo a consolidação automática dos dados. Também foram criados protocolos de gestão de ocorrências e de atualização de status das entregas além das mudanças na estrutura física.

O primeiro aspecto foi a estruturação física que envolveu a definição do espaço físico, configuração dos postos de trabalho, alocação dos equipamentos e adequação do ambiente para suportar as atividades de monitoramento, atendimento e gestão operacional. A organização do layout foi projetada para favorecer a comunicação entre os núcleos operacionais e garantir o acompanhamento visual das informações em tempo real, conforme observado nas figuras 9a e 9b.



Figura 9a: Estrutura física Torre de Controle Operacional.

Fonte: Prolog Transportes, Nova Iguaçu, 2025.

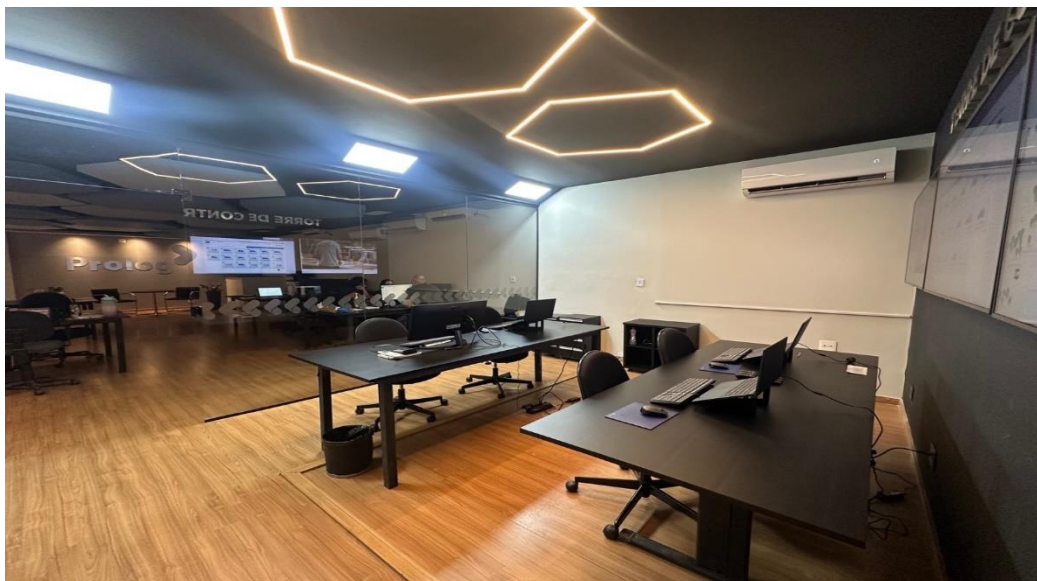


Figura 9b: Estrutura física Torre de Controle Operacional.

Fonte: Prolog Transportes, Nova Iguaçu, 2025.

Por fim, foi elaborado o planejamento do cronograma de implantação e capacitação das equipes, definindo as etapas de transição entre o modelo anterior (descentralizado) e a operação centralizada da Torre de Controle Operacional. Esse cronograma incluiu a configuração dos sistemas, a realização de testes operacionais, o treinamento dos colaboradores e a validação dos fluxos, com o objetivo de assegurar a aderência dos processos e a efetividade da nova estrutura.

O desenho da solução contemplou também o dimensionamento da equipe da Torre de Controle Operacional, composta por uma analista pleno e três assistentes, responsáveis pelo monitoramento e suporte aos motoristas e clientes pagadores. A operação funciona de segunda a sexta-feira, das 8h às 22h, e aos sábados das 10h às 18h, prestando atendimento por canais como WhatsApp, telefone e e-mail.

A atuação da Torre é sustentada por sistemas especializados, tais como: ESL (Electronic Shipping List – sistema eletrônico de controle de expedição) e SSW (Shipment Status Web – plataforma de monitoramento de status de transporte), integrados ao Business Intelligence (BI) da empresa, que centralizam dados operacionais, alimentam *dashboards*, geram alertas e permitem análises em tempo real. Essa integração possibilita o acompanhamento sistemático dos principais KPIs logísticos: Performance Operacional (eficiência geral na execução das atividades diárias), Produtividade dos Agregados (TACs) (volume de entregas realizadas), PISO (mercadorias pendentes ou com falha de movimentação) e Performance de Entrega – SLA (cumprimento do prazo e da janela prometidos ao cliente).

As ocorrências recebidas são tratadas conforme a origem: demandas de clientes são verificadas primeiramente nos sistemas e, quando necessário, escaladas para a operação responsável; solicitações de motoristas, como dificuldade de localização de endereços ou devoluções, são direcionadas para as áreas competentes com o apoio de ferramentas de busca (ex.: PROCob) e contato direto com o cliente remetente ou pagador.

Não há uma priorização formal, mas a equipe atua de forma colaborativa, ajustando-se para responder simultaneamente a todos os casos e atribuindo a importância necessária a cada situação. Há reuniões mensais com coordenadores e gerência para apresentação e análise dos indicadores, além de alinhamentos diários informais via grupo interno da empresa, onde são divulgados dados de desempenho e alertas operacionais.

Essa configuração assegura não apenas a centralização das informações e o controle em tempo real, mas também o fortalecimento da confiabilidade junto aos clientes, a redução de atrasos e retrabalhos e o ganho de eficiência operacional,

Conforme apresentado na Figura 10, a estrutura da Torre de Controle Operacional foi organizada em três núcleos principais: gerenciamento geral, ações destinadas ao cliente pagador e suporte ao motorista, com a distribuição das funções específicas e dos profissionais alocados em cada atividade. Embora a Torre de Controle não contemple diretamente ações voltadas ao destinatário final da entrega, ou seja, o cliente do cliente, a empresa conta com um setor de SAC (Serviço de Atendimento ao Cliente) que atua de forma complementar, oferecendo canais de comunicação e suporte pós-entrega. A integração futura entre esses dois setores pode representar uma oportunidade relevante para ampliar a experiência do destinatário final, oferecendo, por exemplo, notificações proativas de entrega ou canais de contato direto para tratativas operacionais simples.

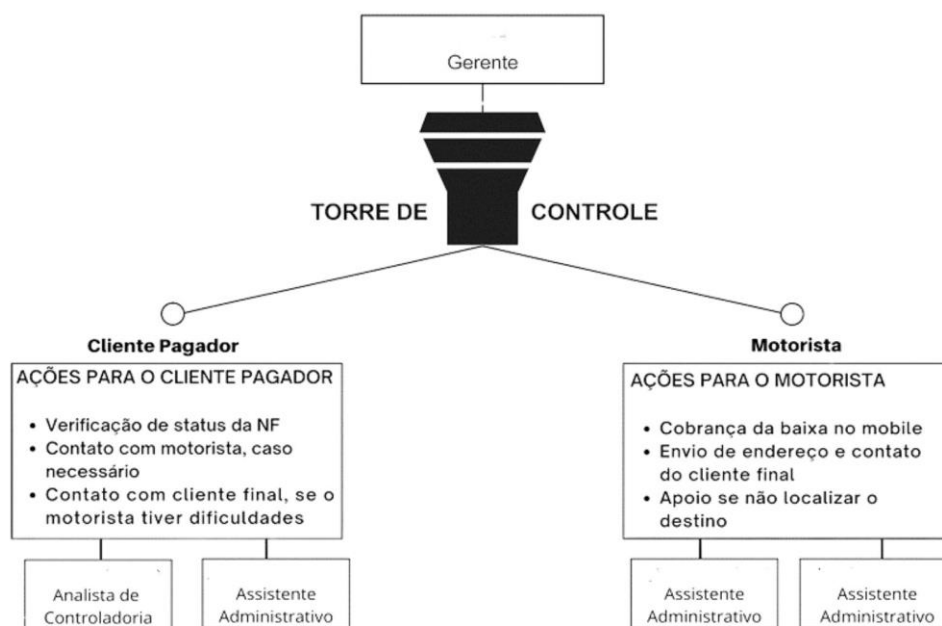


Figura 10: Estrutura de Distribuição de Responsabilidades.
Fonte: Prolog Transportes, 2025.

Foram realizados treinamentos com as equipes operacionais e reuniões de alinhamento com os principais clientes, visando disseminar o uso da ferramenta e esclarecer os impactos sobre os fluxos de trabalho. Durante a fase de integração, foram definidas as métricas de acompanhamento.

4.8 Desafios e Ajustes Durante a Implantação

O processo de implantação da Torre de Controle Operacional apresentou desafios de ordem operacional, tecnológica e cultural, muitos dos quais permanecem em fase de ajuste e estabilização. A principal dificuldade está relacionada à integração dos dados provenientes das diferentes operações e sistemas, considerando as particularidades de cada unidade sejam bases próprias ou operações no modelo *in-house*. A consolidação das informações, de forma consistente, padronizada e confiável, demanda intervenções recorrentes na estrutura dos sistemas e nos processos operacionais.

Outro ponto crítico refere-se à padronização dos fluxos operacionais, que ainda passa por revisões e ajustes. Embora tenham sido definidos processos e procedimentos formais, alguns deles apresentam dificuldades de aderência plena no cotidiano das operações, especialmente nas rotinas relacionadas ao monitoramento, gestão de ocorrências e controle dos indicadores.

A implantação também revelou um desafio significativo no âmbito da gestão da mudança cultural, tanto nas equipes administrativas quanto, principalmente, entre os Transportadores Autônomos de Carga (TACs). A transição para um modelo digital, que exige atividades como a baixa de entregas por meio de aplicativo móvel, representa uma mudança relevante em relação ao formato anterior, que não dependia desse nível de controle eletrônico. Esse processo tem demandado acompanhamento constante, reforços operacionais e atuação direta da equipe da Torre de Controle Operacional, tanto no suporte às áreas internas quanto na orientação e supervisão dos motoristas. A Figura 11 apresenta o ranking mensal de adesão às baixas eletrônicas nos meses de maio, junho e julho de 2025. Os dados evidenciam avanços progressivos em alguns casos, com motoristas alcançando índices superiores a 95% de registros digitais em julho, mas também revelam forte disparidade na adesão ao modelo, já que parte dos entregadores ainda realiza menos de 20% das baixas de entregas via aplicativo. Essa heterogeneidade indica que, enquanto alguns TACs rapidamente incorporaram a prática digital, outros permanecem resistentes, o que reforça o caráter gradual da transformação e a necessidade de estratégias contínuas de engajamento, capacitação e monitoramento.



Figura 11: Ranking mensal de agregados Diário de Entregas
Fonte: Prolog Transportes, 2025

Adicionalmente, a definição dos *KPIs* e a configuração dos *dashboards* seguem em evolução, com ajustes contínuos nas estruturas dos painéis, nas lógicas de cálculo e na

frequência de atualização dos dados. Esse movimento de aprimoramento acompanha a dinâmica da operação, o crescimento da empresa e a necessidade de adaptação às demandas dos embarcadores.

4.9 Status Atual da Operação com a Torre de Controle Operacional.

Atualmente, a Torre de Controle Operacional da Prolog Transportes possui visibilidade integral de 100% das operações, abrangendo tanto as bases próprias quanto as unidades no modelo *in-house*. Esse nível de monitoramento permite o acompanhamento em tempo real da movimentação dos veículos, do *status* das entregas, da produtividade dos transportadores agregados e da evolução dos principais indicadores operacionais.

A Torre de Controle Operacional realiza também o envio de relatórios consolidados três vezes ao dia, que contemplam todas as operações da empresa, além de relatórios mensais com dados acumulados. Conforme apresentado nas Figuras 12 a 14, esses relatórios incluem acompanhamento detalhado das entregas, consolidação da performance operacional e *ranking* individual de motoristas com base na baixa das entregas realizadas

ACOMPANHAMENTO DE ENTREGAS								
NUCLEO	DATA EMISSAO	Qtd NF	Produtividade	Status	Em Rota	Devolução	Insucesso	Finalizadas
CAIXAPO	02/07/2025	3	66,67%	BAIXADO	0		1	2
CAIXAPO	02/07/2025	54	70,37%	BAIXADO	0		16	38
CAIXAPO, VR	02/07/2025	201	77,50%	BAIXADO	0	1	45	155
CAIXAPO	02/07/2025	302	90,40%	BAIXADO	0		29	273
CAIXAPO	02/07/2025	107	92,52%	BAIXADO	0		4	99
CAIXAPO	02/07/2025	369	99,46%	BAIXADO	0		1	367
CAIXAPO	02/07/2025	5	100,00%	BAIXADO	0			5
CAIXAPO	02/07/2025	543	100,00%	BAIXADO	0	3		540
CAIXAPO	02/07/2025	140	100,00%	BAIXADO	0	1		139
CAIXAPO	02/07/2025	125	100,00%	BAIXADO	0	1		124
Total	02/07/2025	1.849	94,52%	BAIXADO	0	6	96	1.742

Figura 12: Relatório de Acompanhamento Diário de Entregas
Fonte: Prolog Transportes, 2025.

Voltar ao relatório

PERFORMANCE OPERACIONAL ACUMULADA

OPERAÇÃO	VENCIDO	VENCENDO	A VENCER	EXPEDIDO	TOTAL	PERF. OPERACIONAL
COLOCAÇÃO	530	35	144	50	759	13,65%
FECHAMENTO	118	10	216	169	513	96,98%
RECEBIMENTO	172	31	721	147	1071	97,04%
TELEFONE	16	64	170	59	309	98,29%
RECEBIMENTO	31			6	37	98,61%
EMERGENCIA	3			29	32	98,76%
CANCELAMENTO	11	2			13	99,07%
CANCELAMENTO	24	1	15	35	75	99,10%
EMERGENCIA	2			2	4	99,43%
CANCELAMENTO	7			4	11	99,45%
RECEBIMENTO	5	4		41	50	99,50%
RECEBIMENTO	15	7		3	25	99,50%
RECEBIMENTO	55	1		10	66	99,54%
RECEBIMENTO	83	15	21	152	271	99,65%
TRANSPORTE BASTINHO	3				3	99,73%
CANCELAMENTO	2	1		32	35	99,91%
RECEBIMENTO	1			4	5	99,95%
EMERGENCIA						100,00%
RECEBIMENTO						100,00%
RECEBIMENTO						100,00%
Total	1.078	171	1.287	743	3279	98,70%

Figura 13: Relatório de Performance Operacional Acumulada
Fonte: Prolog Transportes, 2025.

MAIO			
RANKING	NÚCLEO	MOTORISTA	PRODUTIVIDADE TOTAL %
1	CIRCUITO	RODRIGO DE SAUS	100,00%
2	CIRCUITO	JOAO CARLOS	100,00%
3	CIRCUITO	JOAO CARLOS	100,00%
4	CIRCUITO	JOAO CARLOS	100,00%
5	CIRCUITO	JOAO CARLOS	100,00%
6	CIRCUITO	JOAO CARLOS	99,57%
7	CIRCUITO	JOAO CARLOS	99,51%
8	CIRCUITO	JOAO CARLOS	98,87%
9	CIRCUITO	JOAO CARLOS	98,77%
10	CIRCUITO	JOAO CARLOS	98,71%
11	CIRCUITO	JOAO CARLOS	98,66%
12	CIRCUITO	JOAO CARLOS	98,62%
13	CIRCUITO	JOAO CARLOS	98,39%
14	CIRCUITO	JOAO CARLOS	98,05%
15	CIRCUITO	JOAO CARLOS	96,60%
16	CIRCUITO	JOAO CARLOS	96,03%
17	CIRCUITO	JOAO CARLOS	95,34%
18	CIRCUITO	JOAO CARLOS	94,55%
19	CIRCUITO	JOAO CARLOS	94,35%
20	CIRCUITO	JOAO CARLOS	92,12%

Figura 14: Relatório de Ranking de Motoristas por Produtividade de Baixa
Fonte: Prolog Transportes, 2025.

Apesar dessa visibilidade ampliada, a atuação direta da Torre de Controle Operacional no que se refere ao contato ativo com embarcadores, suporte a motoristas e gestão de ocorrências estava, até a finalização desse estudo, restrita a um único núcleo operacional, vinculado ao canal Farma. Esse núcleo representa aproximadamente 28% do volume total de

notas fiscais transportadas pela empresa. As demais operações permanecem sob acompanhamento remoto por meio dos *dashboards* e relatórios gerados, mas ainda sem a atuação direta da Torre no suporte operacional diário. A integração total deve acontecer em etapas futuras, mas o plano para todas as operações da empresa ainda não foi desenhado, tendo sido preferido estabilizar a implantação atual, aprender com ela, antes de investir mais recursos para expansão. Esta primeira etapa, embora não seja uma etapa piloto, serve de base para ampliar a implantação para as demais operações, que possuem suas especificidades, eventualmente usando outros sistemas e necessitando de alguns KPIs específicos.

Apesar dessa visibilidade ampliada, a restrição da atuação ativa (contato com embarcadores, suporte a motoristas e gestão de ocorrências) a um único núcleo operacional, não deve ser interpretada apenas como uma limitação de escopo, mas como um indicador do estágio atual de maturidade operacional da empresa. Conforme o modelo de evolução da maturidade operacional desenvolvido neste estudo (Capítulo 5), essa característica — atuar ativamente sobre processos críticos, mantendo o monitoramento remoto nas demais operações — posiciona a Prolog Transportes em uma fase de transição do Estágio 2 para o Estágio 3. Isso demonstra que a adoção completa da tecnologia é um processo progressivo de adaptação cultural e operacional, e não um evento pontual. Os esforços de estabilização e consolidação da disciplina operacional nessa fase são fundamentais para garantir o sucesso da futura expansão para as demais operações da empresa.

O crescimento da empresa tem imposto desafios adicionais, sobretudo na integração de novos clientes e na aderência dos processos operacionais aos padrões definidos para a Torre de Controle, o que amplia a complexidade da gestão e reforça a necessidade de ajustes contínuos. Além disso, não há, até o momento, um parâmetro formalizado para o dimensionamento da equipe vinculada à Torre de Controle Operacional, tampouco um plano estruturado que viabilize a expansão da atuação ativa para todas as operações. Atualmente, os esforços permanecem concentrados na manutenção da estabilidade dos processos estabelecidos e na consolidação da disciplina operacional, o que limita a possibilidade de escalonamento no curto prazo.

Dessa forma, a Torre de Controle Operacional encontra-se operante, com processos de monitoramento estruturados, visibilidade total da operação e geração consistente de informações, porém ainda em uma fase de estabilização, ajustes operacionais e adaptação cultural, características inerentes a um processo em desenvolvimento e amadurecimento progressivo.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta a análise dos resultados obtidos a partir da implantação da Torre de Controle Operacional na Prolog Transportes, combinando perspectivas qualitativas e quantitativas. Inicialmente, são descritos os achados da pesquisa qualitativa realizada com stakeholders internos e externos, cujo objetivo foi captar percepções sobre os efeitos da nova estrutura na visibilidade operacional, na gestão e na tomada de decisão. Conforme Myerson (2015), a efetividade de uma Torre de Controle Operacional está diretamente relacionada à capacidade de integrar múltiplos canais de comunicação e converter dados operacionais em ações corretivas rápidas, conforme discutem Sharabati et al. (2022 p.83) e Myerson (2015 p.82) em relação às boas práticas de centrais de monitoramento logístico.

Em seguida, são expostos os resultados quantitativos relativos aos principais indicadores de desempenho acompanhados pela Torre de Controle ao longo de 2025. Nessa etapa, são apresentados dados consolidados e comparações, sempre que possível, com o histórico operacional do ano de 2024. Vale ressaltar que nem todos os indicadores possuem séries históricas completas anteriores à implantação da Torre, o que limita determinadas análises comparativas.

De forma geral, a análise busca evidenciar avanços alcançados, identificar eventuais restrições operacionais e registrar as percepções qualitativas coletadas, contribuindo para uma avaliação ampla dos impactos associados à nova abordagem de gestão adotada pela empresa.

Para complementar a análise quantitativa, foi realizada uma pesquisa qualitativa junto aos stakeholders da Prolog Transportes, incluindo clientes e colaboradores diretamente envolvidos com os processos monitorados pela Torre de Controle Operacional. Essa etapa teve como objetivo captar percepções, expectativas e sugestões sobre os impactos da nova estrutura.

5.1 Síntese Analítica

Os resultados obtidos no Capítulo 4 confirmam que a implementação da Torre de Controle Operacional (TC) na Prolog Transportes promoveu ganhos de eficiência mensuráveis, validando a premissa de que a visibilidade operacional centralizada é um catalisador de performance no *last mile*.

Contribuição Científica Única: O estudo oferece uma contribuição científica significativa ao analisar a adoção da TC em um contexto sub-representado na literatura: empresas de médio porte com alta dependência de frotas terceirizadas (Transportadores

Autônomos de Carga - TACs). Esta análise é fundamental, pois demonstra a viabilidade e a adaptabilidade do modelo de TC como mecanismo de governança em um cenário logístico desafiador, preenchendo uma lacuna de estudos focados apenas em grandes corporações (RUSHTON et al., 2014). A análise dos KPIs deve ir além da constatação da melhoria, focando nos mecanismos causais que a Torre de Controle habilitou na operação.

O aumento significativo na produtividade dos TACs (Seção 4.3.1) é o resultado mais relevante e distintivo do estudo de caso, pois atesta a capacidade da TC de impactar um recurso fora do controle direto da empresa.

Ao tornar os KPIs de desempenho (como tempo de pátio, tempo de ciclo e entregas efetivas) visíveis e indiscutíveis, a TC força a disciplina operacional na frota terceirizada. O ganho de produtividade é, portanto, o resultado de uma eliminação sistemática de gargalos operacionais (e.g., tempo de espera em *cross-docking*, ineficiências de roteirização) que são identificados em tempo real, transformando um recurso volátil em um ativo mais confiável e previsível.

A melhoria no SLA (*Service Level Agreement*), confirmada pelo aumento no cumprimento de prazos (Seção 4.3.2), é uma implicação direta da capacidade preditiva da Torre. O principal valor da TC reside em sua capacidade de transformar dados de rastreamento em ações corretivas e proativas. Em um ambiente de alta volatilidade como o *last mile*, a TC atua como um sistema de alerta de risco em tempo real. Ela permite que a Prolog não apenas saiba que ocorrerá um atraso, mas que intervenha minutos antes (realocação de rota, comunicação ao cliente) para mitigar o impacto. Essa intervenção proativa é o que garante a resiliência da cadeia e eleva a confiabilidade do serviço, diferenciando o rastreamento passivo da gestão ativa.

O contraste entre a satisfação interna e a externa, e a ascensão da gestão baseada em dados, exigem uma discussão mais aprofundada sobre as implicações culturais.

A alta satisfação interna (colaboradores) versus a melhoria apenas moderada na percepção dos clientes externos (Seção 4.2.2) é um achado crítico que merece destaque. Isso demonstra que o maior impacto inicial da TC foi na eficiência do *back-office*, ou seja, em reduzir o esforço dos colaboradores para resolver problemas. Os ganhos internos (redução de retrabalho e de esforço gerencial) foram substanciais. No entanto, para que o cliente sinta o impacto total da TC, é necessário que a capacidade de intervenção ativa seja expandida para a totalidade das operações, garantindo que o valor seja transferido da eficiência interna para a excelência da entrega final.

A alta satisfação com a Padronização e Confiabilidade dos Indicadores e a formalização das reuniões mensais de acompanhamento estabelecem a TC como um catalisador de governança orientada a dados. O *data flow* da TC (coleta, processamento e visualização) é o elo de conexão entre o nível operacional (execução da entrega) e o nível estratégico (decisões da diretoria). Essa estrutura elimina a dependência de relatórios manuais e subjetivos, estabelecendo uma disciplina operacional baseada em fatos. O sucesso da TC é, em grande parte, o sucesso da Prolog em adotar uma cultura onde o dado é a principal moeda de comunicação e decisão

A maior parte dos ganhos da TC foi absorvida internamente, concentrando-se na redução de retrabalho e no aumento da eficiência do *back-office* da Prolog. O desafio reside em escalar essa eficiência de forma que o cliente sinta o impacto total. Para que os indicadores internos de eficiência se traduzam em valor percebido (previsibilidade, comunicação perfeita), é necessário que a capacidade de intervenção ativa da TC se expanda para todos os canais, e não apenas para o Farma.

5.2 Análise dos Indicadores Operacionais

Performance Operacional

A Performance Operacional mede a aderência da execução logística ao planejamento, refletindo a capacidade da operação em concluir os processos de entrega em relação ao volume total disponível, descontando-se as devoluções e os agendamentos.

Este KPI é amplamente utilizado para avaliar a eficiência operacional, sendo essencial para mitigar falhas, reduzir custos indiretos e assegurar a fluidez dos processos logísticos, especialmente em ambientes urbanos.

A notação matemática é dada por:

$$PO = \frac{F}{T - D - A}$$

Onde:

PO = Performance Operacional (%);

F = Quantidade de entregas finalizadas (incluindo devoluções tratadas);

T = Total de entregas planejadas na operação;

D = Volume de devoluções pendentes;

A = Entregas formalmente agendadas.

Referenciais operacionais:

Ótimo: $\geq 95\%$

Regular: 90% a 94,99%

Ruim: $< 90\%$

A análise dos dados da *Performance Operacional* mostra que este indicador é útil principalmente como ferramenta de acompanhamento diário da execução logística. Ele permite visualizar em tempo real a aderência operacional, funcionando como referência imediata para a gestão das entregas.

Porém, ao longo do período avaliado, o KPI apresentou comportamento praticamente constante, com índices próximos de 100%, conforme pode-se verificar no gráfico 26, e nenhuma variação relevante. Isso ocorreu, sobretudo, porque o dado é atualizado de forma dinâmica e não fica armazenado em base histórica consolidada. Cada atualização sobrescreve o valor anterior, inviabilizando a construção de séries temporais e qualquer análise evolutiva.

Na prática, essa característica faz com que o indicador seja adequado apenas para monitoramento instantâneo. Quando se trata de avaliar tendências, comparar períodos ou medir impactos de mudanças, ele não oferece informações confiáveis.

Diante disso, recomenda-se reavaliar tanto a fórmula de cálculo quanto o formato de registro. É necessário criar mecanismos que preservem os dados históricos, com consolidação periódica, para permitir análises comparativas e acompanhamento da evolução operacional.

Em resumo, no contexto estudado, a *Performance Operacional* não se mostrou adequada como métrica para mensurar resultados históricos ou impactos da Torre de Controle Operacional. Seu uso deve ser restrito a análises imediatas, sendo complementado por indicadores mais sensíveis, como o SLA e o Piso Operacional.

O indicador de Produtividade dos Agregados apresentou variação positiva no comparativo entre os períodos de 2024 e 2025. O índice médio evoluiu de 92,11% em 2024 para 94,95% em 2025, representando um incremento de 2,84 pontos percentuais após a implantação da Torre de Controle Operacional.

A análise semanal demonstrada no gráfico 27 uma elevação no patamar de produtividade ao longo de 2025, com menor dispersão dos resultados em relação ao ano anterior. Apesar da melhoria observada, o indicador permaneceu na faixa classificada como regular, considerando os referenciais operacionais adotados, e não atingiu o patamar considerado ótimo ($\geq 97\%$).

Os dados indicam que a Torre de Controle Operacional contribuiu para a redução da variabilidade operacional e para a estabilização dos níveis de produtividade, porém sem promover alterações estruturais suficientes para elevar o indicador a níveis superiores. Este comportamento pode estar associado a fatores externos à gestão centralizada, tais como restrições operacionais, características das rotas, aderência dos motoristas aos processos ou variáveis contextuais não controladas diretamente pela Torre.

A evolução do indicador sugere que a implementação da Torre gerou impactos positivos sobre o acompanhamento e a disciplina operacional, mas com efeitos limitados sobre a maximização da produtividade dos agregados. Os resultados permitem constatar ganhos na estabilidade do processo, embora a magnitude da melhoria permaneça inferior àquela observada em indicadores mais diretamente associados ao controle de prazos, como o *SLA*.

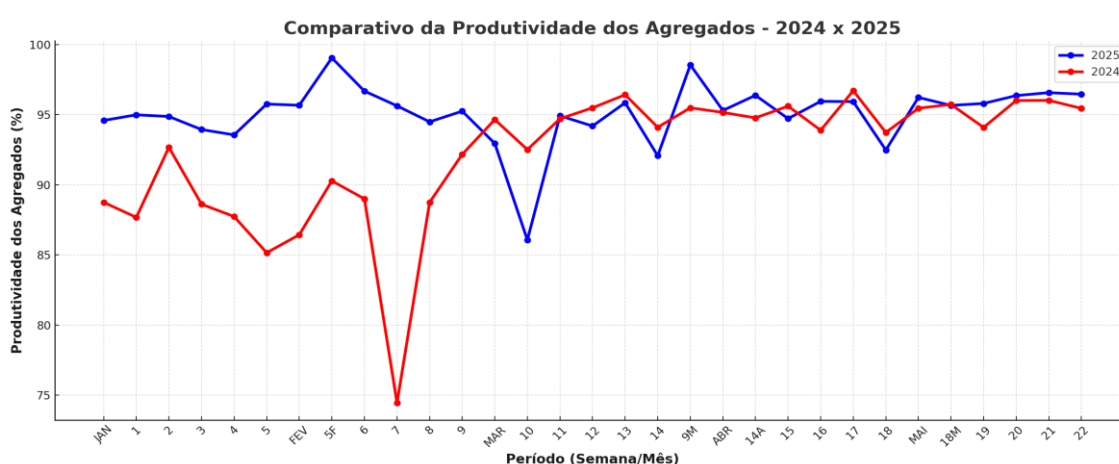


Figura 16: Comparativo da Produtividade dos Agregados (2024 x 2025)

Fonte: Prolog Transportes, 2025.

Performance de Entrega (*SLA*)

A Performance de Entrega (*SLA*) mede o percentual de entregas realizadas dentro dos prazos acordados, sendo considerado um dos principais indicadores de qualidade percebida pelos clientes.

Sharabati et al. (2022) e Otto et al. (2018) apontam que o *SLA* é um elemento central na avaliação da performance logística, impactando diretamente na satisfação do cliente, na sustentabilidade dos contratos e na competitividade da empresa.

A notação matemática é dada por:

$$SLA = \frac{E_p}{T - A_c}$$

Onde:

SLA = Percentual de entregas dentro do prazo;

E_p = Entregas concluídas no prazo;

T = Total de entregas realizadas;

A_c = Atrasos de responsabilidade do cliente.

Referenciais operacionais:

Farma e E-commerce: $\geq 98\%$

Alimentar e Gerais: $\geq 96\%$

O indicador de Performance de Entrega (*SLA*) apresentou variação positiva no comparativo entre os períodos analisados. O índice médio evoluiu de 96,26% em 2024 para 99,10% em 2025, resultando em um incremento de 2,84 pontos percentuais após a implantação da Torre de Controle Operacional, conforme indica o gráfico 28.

A análise semanal evidencia uma elevação do patamar de desempenho, com manutenção do *SLA*, na maior parte do período de 2025, em níveis superiores a 99%, com menor amplitude de variação quando comparado ao histórico de 2024. O comportamento do indicador demonstra aderência às intervenções promovidas pela Torre de Controle Operacional, especialmente no que se refere à capacidade de monitoramento contínuo e à antecipação de desvios operacionais.

Os resultados indicam que o *SLA* foi o *KPI* com maior sensibilidade às mudanças estruturais decorrentes da implementação da Torre de Controle Operacional, refletindo

diretamente os efeitos sobre o cumprimento dos prazos acordados. A análise dos dados permite constatar que houve mitigação de oscilações e aumento da estabilidade operacional, sem apresentar tendências de regressão durante o período observado.

A trajetória do indicador no ano de 2025 confirma a associação entre a adoção de processos de supervisão centralizada e o aumento do percentual de entregas realizadas dentro dos prazos estabelecidos, validando a utilização do *SLA* como métrica relevante para acompanhamento dos efeitos operacionais da Torre.

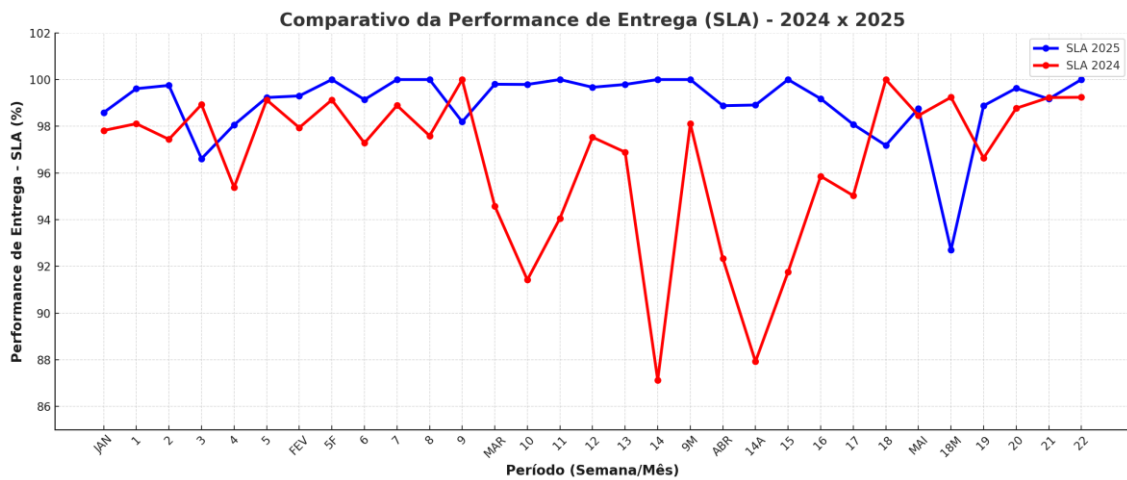


Figura 17: Comparativo da Performance de Entrega (SLA) (2024 x 2025)

Fonte: Prolog Transportes, 2025.

Piso Operacional

O Piso Operacional (PISO) representa o volume absoluto de mercadorias paradas nas bases logísticas, aguardando tratativa ou conclusão de processo. Este *KPI* funciona como indicador da fluidez operacional, sendo inversamente proporcional à eficiência dos processos de distribuição.

A notação matemática é dada por:

$$PISO = Q_p$$

Onde:

PISO = Quantidade de volumes parados nas bases;

Q_p = Estoque físico de mercadorias pendentes (excluindo agendamentos).

O indicador Piso Operacional (PISO) não possui registros históricos consolidados no modelo de acompanhamento utilizado pela empresa, uma vez que seu monitoramento ocorre exclusivamente por meio de dashboard dinâmico, em tempo real. Neste modelo, as anomalias e desvios operacionais são identificados, tratados e ajustados de forma imediata, sem geração de séries temporais estruturadas, conforme tabela que segue:

< Voltar ao relatório					
PERFORMANCE OPERACIONAL ACUMULADA					
OPERAÇÃO	VENCIDO	VENCENDO	A VENCER	EXPEDIDO	PERF. OPERACIONAL
FILIAL VR	27	10	599	108	94,87%
BASE	127		430	409	96,88%
TRANSRIO - BASE	3		18	5	97,57%
NAVARRO	1			178	97,80%
CARREFOUR	3	2	110	42	97,94%
CASA COQUEIRO	9			11	98,03%
MARTINS	15		13	10	98,10%
ATITUDE	105		34	47	98,35%
FARMA	108	5	100	586	98,85%
TELE RIO	9		57	107	98,88%
COMPETIÇÃO				12	99,26%
ZAMBONI	12	2		1	99,43%
CIMED	1		22	152	99,50%
MEDICAMENTAL	2			11	99,79%
PRATI					100,00%
PROFARMA					100,00%
Total	422	19	1.383	1.679	98,32%

Figura 18: Performance Operacional Acumulada (2025)

Fonte: Prolog Transportes, 2025.

Embora não configurado como KPI clássico, com dados acumulados, o acompanhamento do PISO desempenha função relevante na gestão operacional, especialmente no que se refere à visibilidade sobre volumes pendentes, à identificação de gargalos e à priorização de tratativas operacionais. A disponibilidade dessas informações em tempo real permite a mitigação de riscos associados à ocupação física das bases, à retenção de cargas e à perda de fluidez nos processos logísticos.

Autores como Wyciślak e Pourhejazy (2023) e Savelsbergh e Van Woensel (2016) destacam que a visibilidade operacional sobre pontos de estrangulamento é um elemento fundamental para a melhoria da eficiência e da qualidade dos processos de distribuição. Nesse sentido, o acompanhamento do Piso, mesmo sem registros históricos formalizados, contribui diretamente para a gestão das operações supervisionadas pela Torre de Controle Operacional.

Por outro lado, a ausência de armazenamento sistemático de dados constitui uma limitação metodológica. A falta de séries temporais impede análises retrospectivas, identificação de padrões ou avaliação do impacto longitudinal das ações corretivas. Este aspecto sugere a necessidade de reflexão sobre o modelo adotado, considerando a possibilidade de desenvolvimento de mecanismos que permitam a preservação dos dados monitorados, de forma a complementar a gestão dinâmica com análises históricas.

5.3 Reflexão Crítica sobre os Resultados

De maneira geral, os dados evidenciam que os objetivos estratégicos da implantação da Torre de Controle Operacional. Ampliação da visibilidade operacional, padronização dos indicadores de desempenho e aprimoramento da eficiência gerencial foram amplamente alcançados e percebidos de forma positiva pelos colaboradores participantes. Esse resultado está alinhado à literatura especializada, que reconhece que soluções de monitoramento digital podem contribuir de maneira efetiva para a elevação do desempenho operacional e para o aumento da confiabilidade das informações gerenciais (BOYSEN et al., 2021; KOTTER, 1996; MYERSON, 2015).

É importante destacar, contudo, que conforme apontam Yin (2015) e Stake (1995), processos de mudança organizacional naturalmente envolvem percepções distintas entre os públicos impactados, o que pode gerar diferentes níveis de aderência e reconhecimento dos benefícios. Nesse sentido, enquanto os colaboradores internos relataram melhorias mais evidentes no cotidiano operacional e redução do esforço necessário para manter os níveis de serviço, os respondentes externos clientes em posição contratual favorável manifestaram percepções de mudança positiva em grau relativamente mais moderado. Este contraste sugere que parte dos ganhos alcançados concentrou-se em melhorias internas de processos e na eficiência operacional. Para fortalecer a robustez analítica dos resultados, recomenda-se que essas percepções sejam continuamente monitoradas e combinadas com dados objetivos de desempenho, análises históricas de indicadores, auditorias externas e pesquisas longitudinais, conforme preconizam YIN (2015) E STAKE (1995).

A partir da implantação da Torre de Controle Operacional, foi estruturada uma rotina de reuniões mensais de acompanhamento dos resultados operacionais, com participação da diretoria, da gestão administrativa e dos coordenadores responsáveis pelas operações. Nessas

reuniões, são apresentados os resultados dos principais indicadores monitorados pela Torre, com espaço para análise conjunta, discussão de desvios e definição de planos de ação.

O modelo adotado permite que tanto a gestão quanto os coordenadores operacionais avaliem os dados, contribuam com percepções sobre os resultados e participem ativamente na formulação de ações corretivas. As discussões são fundamentadas nos relatórios mensais de desempenho operacional, que passam a funcionar como instrumentos formais de governança dos processos monitorados.

Essa prática está alinhada aos princípios de gestão orientada a dados, governança operacional e melhoria contínua, reforçando a integração entre os níveis tático e operacional. A participação recorrente da diretoria no acompanhamento dos dados amplia a visibilidade sobre os processos e fortalece a tomada de decisão baseada em evidências.

O estabelecimento desse modelo promove maior disciplina na condução da operação, aumenta a capacidade de controle dos processos e contribui para a consolidação de uma cultura orientada a resultados.

5.4 Modelo de Evolução da Maturidade Operacional da Torre de Controle Operacional.

Como resultado da análise conduzida, foi desenvolvido um framework de maturidade logística, apresentado a seguir. A proposta fundamenta-se no princípio de que sistemas de controle evoluem de forma progressiva, à medida que as organizações consolidam rotinas operacionais e ampliam a integração entre áreas administrativas e de transporte. Esse entendimento dialoga diretamente com referenciais clássicos de maturidade de processos, como o *Capability Maturity Model* – CMM, que estabelece estágios de evolução organizacional estruturados em níveis crescentes de sofisticação e controle (PAULK et al., 1993).

No contexto logístico, a literatura tem destacado que a implantação de torres de controle representa um marco de avanço em direção à maturidade, por combinar integração sistêmica, padronização de indicadores e monitoramento em tempo real (BOYSEN et al., 2021; MYERSON, 2015). O modelo aqui apresentado foi elaborado a partir da triangulação entre dados empíricos obtidos nesta pesquisa, a observação participante do pesquisador e o referencial teórico que sustenta o papel das torres de controle como instrumentos de digitalização e governança nas cadeias de suprimentos contemporâneas.

A Figura 15, a seguir, sintetiza os estágios e dimensões que compõem o framework proposto, representando o caminho evolutivo da Prolog Transportes em direção a níveis mais elevados de maturidade logística.

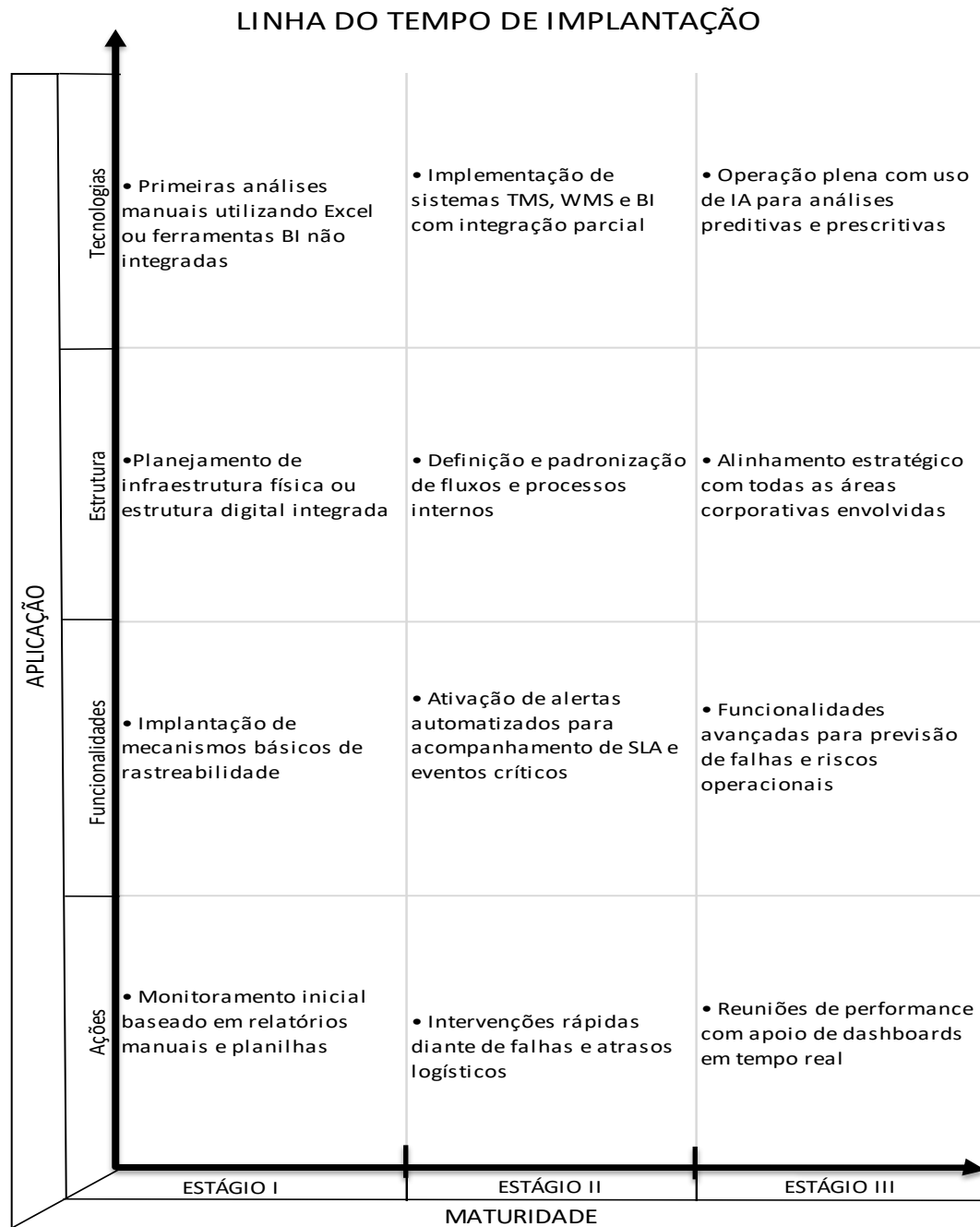


Figura 19: Estágios de evolução da maturidade operacional da Torre de Controle Operacional.
Fonte: Autor

Descrição dos Estágios e Dimensões:

- Estágio 1 – Estruturação Inicial e Visibilidade Básica

Corresponde à etapa em que relatórios consolidados e painéis básicos são criados, gerando visibilidade inicial sobre operações selecionadas. O monitoramento de ocorrências limita-se a uma visão geral, com contatos reativos diante de desvios e aplicação restrita a operações piloto.

- Estágio 2 – Consolidação e Expansão Seletiva

Neste nível, observam-se avanços na atualização contínua dos painéis, o acompanhamento detalhado de ocorrências prioritárias e a atuação sistemática sobre núcleos de processos críticos. A cobertura passa a se expandir gradualmente para novas operações e contratos.

- Estágio 3 – Padronização e Cobertura Integral

O estágio mais avançado prevê monitoramento estruturado de todas as ocorrências, padronização de fluxos de trabalho entre operações e cobertura consolidada de todas as atividades da empresa, assegurando alinhamento entre áreas operacionais e administrativas.

Este modelo considera que a maturidade operacional da Torre de Controle Operacional é resultado do avanço coordenado dessas dimensões, reconhecendo que o progresso em cada área pode ocorrer em velocidades distintas e demandar acompanhamento específico ao longo do tempo.

5.5 Posicionamento Atual da Prolog Transportes

Com base na análise documental, nos dados coletados e nas entrevistas realizadas, observa-se que a Prolog Transportes apresenta características majoritariamente alinhadas ao Estágio 2 do modelo, especialmente nos seguintes aspectos:

- Painéis com atualização contínua para acompanhamento operacional.
- Acompanhamento detalhado das ocorrências prioritárias com intervenções sistemáticas.
- Atuação sobre núcleos de processos críticos, embora ainda não haja plena padronização entre todas as operações.
- Expansão gradual da cobertura para novos contratos e filiais, sem que todas as operações tenham sido plenamente integradas ao monitoramento consolidado.

Assim, pode-se afirmar que a empresa se encontra em fase de transição do Estágio 2 para o Estágio 3, em processo de consolidação da padronização de fluxos e da cobertura integral prevista no nível mais avançado do modelo.

Essa classificação está de acordo com referências que indicam que processos de amadurecimento operacional tendem a ocorrer de forma incremental e com avanços progressivos nas dimensões de integração e padronização (PAULK ET AL., 1993; LOCKAMY; MCCORMACK, 2004; WESTERMAN ET AL., 2014).

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo principal avaliar os impactos operacionais decorrentes da implantação da Torre de Controle Operacional na Prolog Transportes, buscando compreender em que medida essa solução contribuiu para a melhoria da visibilidade operacional, a padronização dos indicadores e a eficiência da gestão logística.

A pesquisa foi conduzida por meio de um estudo de caso único, com abordagem mista, contemplando análise documental, avaliação de indicadores operacionais e aplicação de questionários estruturados a públicos interno e externo. O delineamento metodológico buscou assegurar a triangulação das evidências, a fim de fortalecer a validade interna dos resultados.

Respondendo à pergunta de pesquisa – “Quais os impactos operacionais decorrentes da implantação da Torre de Controle Operacional na Prolog Transportes?” – verifica-se que a iniciativa resultou em impactos predominantemente positivos sobre a visibilidade operacional, a padronização das informações e a eficiência da gestão, elementos cruciais para a competitividade na última milha.

Os dados obtidos junto aos colaboradores indicaram que a Torre de Controle Operacional proporcionou avançado nível de visibilidade em tempo real, com destaque para a consolidação de painéis atualizados e o acompanhamento sistemático de ocorrências prioritárias. Observou-se que a maior parte dos respondentes internos percebeu ganhos relevantes na capacidade de monitoramento das operações e na confiabilidade das informações disponibilizadas. Esses achados estão alinhados aos estudos de Boysen et al. (2021) e Myerson (2015), que enfatizam o papel das torres de controle operacional na elevação da transparência e da rastreabilidade logística.

- No que se refere aos indicadores de desempenho, os resultados evidenciam que a iniciativa proporcionou melhorias consistentes nos principais indicadores, fato que se traduz em uma eficiência gerencial superior:
- A Produtividade dos Agregados registrou crescimento superior a 10% no comparativo entre 2024 e 2025, indicando maior eficácia na atuação dos motoristas terceirizados.
- O indicador de Performance de Entrega (SLA) evoluiu de 96,26% para 99,10%, com incremento de 2,84 pontos percentuais, refletindo maior aderência aos prazos estabelecidos

- Além disso, o Piso Operacional apresentou redução significativa, evidenciando um fluxo mais ágil e menor volume de mercadorias paradas nas bases.

A pesquisa com stakeholders externos, por sua vez, revelou que, em função dos já elevados níveis de serviço anteriormente alcançados, o impacto percebido pelos clientes externos foi menos expressivo. O benefício mais relevante concentrou-se na experiência interna dos colaboradores, que relataram menor necessidade de retrabalho e esforço operacional para manter os padrões de qualidade. Dessa forma, a implantação da Torre de Controle permitiu que a empresa sustentasse e ampliasse seus indicadores com menos dispêndio de energia organizacional, consolidando processos mais previsíveis, maior fluidez operacional e um ambiente de trabalho mais eficiente, ainda em construção.

Do ponto de vista de maturidade operacional, foi possível posicionar a Prolog Transportes em transição do Estágio 2 para o Estágio 3 do modelo proposto, caracterizada pela atuação estruturada sobre processos críticos e pela expansão gradual da cobertura da Torre de Controle Operacional, sem que todas as operações tenham sido plenamente integradas a fluxos padronizados.

As conclusões obtidas na Prolog Transportes são essenciais por responderem à necessidade de estudos empíricos na última milha e por fornecerem contribuições diretas e generalizáveis, tanto para o campo acadêmico quanto para os praticantes da indústria, como:

1. Mecanismo de Governança para Frotas Agregadas: O ganho de produtividade nos agregados é a principal contribuição prática. Demonstra-se que a TC atua como o mecanismo mais eficaz para impor disciplina operacional, transparência e prestação de contas em frotas terceirizadas, um modelo replicável para o setor de transportes que depende de Transportadores Autônomos de Carga (TACs).
2. Viabilidade em PMEs e Estratégia Seletiva: O estudo prova que o modelo da TC é viável em empresas de médio porte, refutando a exclusividade da solução para grandes players. A generalização gerencial reside na validação da estratégia de implementação seletiva: PMEs devem priorizar a atuação ativa da TC em seus processos de maior risco ou valor agregado (como o canal Farma), otimizando recursos limitados.
3. Desenvolvimento do Modelo de Maturidade: Destaca-se o desenvolvimento de um modelo conceitual de evolução da maturidade operacional da Torre de Controle Operacional, com estágios claramente definidos. Este framework oferece uma ferramenta analítica para a comunidade científica.

4. Reforço da Visão Incremental: O estudo reforça o entendimento de que a evolução da maturidade se dá de forma incremental, exigindo integração de processos e gestão da mudança organizacional. O caso Prolog é uma evidência empírica de que o investimento em tecnologia deve ser acompanhado de uma transformação cultural para atingir o potencial máximo.

Apesar dessas contribuições, este estudo apresenta algumas limitações. O período de análise contemplou apenas os meses que antecederam a implementação da Torre de Controle Operacional e os três primeiros meses de sua operação, restringindo a possibilidade de análises de longo prazo. Além disso, o foco do trabalho concentrou-se nos aspectos operacionais e gerenciais da implantação e funcionamento da Torre, não incluindo discussões técnicas de tecnologia da informação, como arquitetura de dados, configuração de sistemas ou desenvolvimento de algoritmos. Ressalta-se também que o estudo foi realizado em uma única empresa de médio porte localizada na região metropolitana do Rio de Janeiro, o que limita a generalização ampla dos resultados.

Diante dessas restrições, recomenda-se que pesquisas futuras ampliem o horizonte temporal de análise, de modo a avaliar a evolução da maturidade operacional da Torre de Controle em períodos mais longos. Sugere-se, ainda, a realização de estudos comparativos envolvendo empresas de diferentes portes e segmentos, bem como investigações que integrem aspectos técnicos de tecnologia da informação à análise gerencial. Tais abordagens podem contribuir para aprofundar a compreensão sobre os impactos das TCs e oferecer maior robustez às conclusões no campo da logística contemporânea.

Conclui-se que a implantação da Torre de Controle Operacional na Prolog Transportes contribuiu de maneira substancial para o aprimoramento operacional, reforçando a relevância das tecnologias de monitoramento e da gestão integrada no contexto da logística contemporânea, e servindo como evidência empírica do valor estratégico da TC para a superação dos desafios da última milha.

7 REFERÊNCIAS

ABRALOG – Associação Brasileira de Logística. Desafios e Oportunidades no Setor Logístico Brasileiro 2023. São Paulo: ABRALOG, 2023.

AGATZ, N.; BOUWMAN, E.; SCHMIDT, M. Optimization of last mile delivery using drones. In: Operations Research Proceedings 2016. Springer, Cham, 2018. p. 325-331.

AGATZ, N.; STABENAU, C. The impact of delivery uncertainty on customer satisfaction in last-mile logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 53, n. 2, p. 453-475, 2023.

ALLEN, J. et al. Sustainable urban logistics: A global perspective. *Transport Reviews*, v. 38, n. 4, p. 571-590, 2018.

ARSLAN, M. M. et al. Crowdsipping: a literature review and research agenda. *The International Journal of Logistics Management*, v. 30, n. 4, p. 863-887, 2019.

BARYANNIS, G. et al. The contribution of smart logistics and intelligent transport systems to the supply chain management. *Transportation Research Procedia*, v. 40, p. 28-35, 2019.

BEHREND, P.; MEISEL, S. Shared economy in city logistics: a conceptual framework. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 48, n. 8, p. 774-793, 2018.

BEHREND, P.; MEISEL, S. Collaborative consumption and logistics: A multiple-case study of crowdsourced delivery. *International Journal of Logistics Management*, v. 30, n. 3, p. 656-679, 2019.

BOYSEN, N.; BRISKORN, D.; SCHWERDFEGER, S. The last mile in times of a pandemic: Challenges and analysis of shipment compliance. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 52, n. 9, p. 97–120, 2022

BÜYÜKÖZKAN, G.; GÖÇER, F. Digital supply chain: literature review and a proposed framework for future research. *Computers in Industry*, v. 97, p. 157-177, 2018.

CARVALHO, T. V.; NASCIMENTO, M. L. Visibilidade Logística: Impacto na Experiência do Cliente. *Revista Eletrônica de Gestão e Negócios (REGN)*, v. 12, n. 2, p. 1-18, 2021.

CHAFFIN, R. et al. The benefits of supply chain control towers: Visibility, integration, and collaboration. *Supply Chain Management Review*, 2024.

CHEN, H.; CHIANG, R. H. L.; STOREY, V. C. Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact. *MIS Quarterly*, v. 36, n. 4, p. 1165-1188, 2012.

CHEN, T.; KUMAR, S. Last mile delivery in a highly urbanized city: Challenges and solutions. *Logistics Research*, v. 12, n. 1, p. 1-17, 2019.

CHENN, D. D.; DAUGHERTY, P. J.; ROATH, M. O. Supply chain visibility: A conceptual model and empirical test. *Journal of Business Logistics*, v. 30, n. 1, p. 75-99, 2009.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*. 6. ed. Pearson Education, 2016.

COYLE, J. J. et al. *Supply Chain Management: A Logistics Perspective*. 10. ed. Cengage Learning, 2016.

DALPORTO, M. J.; VENN, J. A. Control tower adoption in supply chain: an empirical analysis of driving factors and barriers. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 50, n. 10, p. 1007-1029, 2020.

DELL'AMICO, M.; HADJIDIMITRIOU, Y. Dynamic fleet management for last mile urban parcel delivery. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, v. 22, p. 18-35, 2012.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GATTA, V.; MARCUCCI, E.; LE PIRA, M. Modelling the implementation of urban freight transport measures. *Transport Policy*, v. 84, p. 1-10, 2019.

GEVAERS, R.; VAN DER HORST, M.; VAN DUIN, R. The cost of last mile delivery in the Benelux. In: *EUROPEAN TRANSPORT CONFERENCE*, Glasgow, 2011. p. 1-15.

GEVAERS, R. et al. Estimating the environmental impact of urban freight transport: A literature review. *Journal of Transport Geography*, v. 41, p. 30-41, 2014.

GÓRNIAK, J. Logistics Control Tower in the Manufacturing Industry: A Case Study. In: *ADVANCES IN PRODUCTION MANAGEMENT SYSTEMS (APMS)*], Springer, 2022.

HOFMANN, E.; RÜSCH, M. Industry 4.0 and the digital supply chain: a research agenda. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 47, n. 9, p. 975-994, 2017.

HÜBNER, A.; KUHN, H.; WOLLENBURG, J. Last mile delivery in e-commerce: customer preferences and the future of urban logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 46, n. 6/7, p. 642-662, 2016.

IWAN, S.; KORCZYŃSKA, I.; KRUSZYŃSKI, A. The use of parcel lockers in urban logistics on the example of Poland. *Transportation Research Procedia*, v. 12, p. 538-549, 2016.

KANNAN, D. et al. Resilience in supply chain management: a structured review and future research directions. *International Journal of Production Research*, v. 60, n. 4, p. 1261-1284, 2022.

KOUHIZADEH, M.; SABERI, S.; SARKIS, J. Blockchain technology and the sustainable supply chain: A review and theoretical framework. *International Journal of Production Economics*, v. 240, p. 108253, 2021.

KUCUKALTAN, B.; ALPAGUT, C. G.; GÜRSOY, S. Digital twin in supply chain management: a literature review. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 52, n. 7, p. 573-596, 2022.

LOCKAMY, A.; MCCORMACK, K. The development of a supply chain management process maturity model using the principles of CMM. *Supply Chain Management: An International Journal*, v. 9, n. 3, p. 272-278, 2004.

MANGIARACINA, R. et al. A review of last mile logistics: current trends and future directions. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 49, n. 6, p. 546-568, 2019.

MCKINSEY & COMPANY. Laying the foundation for a supply chain control tower: McKinsey & Company, 2020. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/next-generation-supply-chain-supply-chain-2020/>.

MURRAY, C. C.; CHU, A. G. The flying sidekick traveling salesman problem: Optimization of drone-assisted parcel delivery. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, v. 54, p. 136-158, 2015.

MYERSON, P. *Supply Chain Management: A Handbook for Practitioners*. Boca Raton: CRC Press, 2015.

PAULK, M. C. et al. *Capability maturity model for software*. Software Engineering Institute/Carnegie Mellon University, 1993.

PRICEWATERHOUSECOOPERS (PwC). Global Consumer Insights Pulse Survey: June 2022: PwC, 2022. Disponível em: <https://www.pwc.com/gx/en/consumer-markets/consumers-respond-to-waves-of-disruption/gcis-report-june-2022.pdf>.

RUSHTON, A.; CROUCHER, P.; BAKER, P. *The Handbook of Logistics and Distribution Management*. 5. ed. Kogan Page, 2014.

SAVELSBERGH, M.; VAN WOENSEL, T. City logistics: challenges and future directions. *Journal of the Operations Research Society*, v. 67, n. 1, p. 149-166, 2016.

SHARABATI, M.; GHALIB, A.; ABU-AISHEH, S. The impact of logistics control tower on supply chain performance. *Logistics*, v. 6, n. 2, p. 28, 2022.

SOUZA, R.; GONÇALVES, L. G.; NASCIMENTO, D. L. Visibilidade e rastreamento como valor percebido pelo consumidor de e-commerce. *Revista de Gestão e Projetos (GeP)*, v. 11, n. 3, p. 1–21, 2020.

STAKE, R. E. *The art of case study research*. Thousand Oaks: Sage Publications, 1995.

TANG, S.; XU, J. The impact of e-commerce on consumer expectations for last-mile delivery, 2025.

USAID – United States Agency for International Development. *Measuring Supply Chain Performance: Guide to Key Performance Indicators for Public Health Managers*. Arlington: USAID | DELIVER PROJECT, 2017.

VLÁCHOS, A. The role of control towers in improving supply chain resilience and visibility. *Logistics*, v. 5, n. 1, p. 8, 2021.

WESTERMAN, G.; BONNET, D.; McAFEE, A. *Leading Digital: turning technology into business transformation*. Boston: Harvard Business Review Press, 2014.

WYCISŁAK, A.; POURHEJAZY, P. A control tower approach to managing logistics operations: toward a framework of functions and capabilities. *Transportation Research Procedia*, v. 64, p. 457–464, 2023.

WYCISŁAK, F.; POURHEJAZY, P. Control towers in supply chains: an empirical review of functions and capabilities. *Sustainability*, v. 15, n. 2, p. 770, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su15020770>.

YIN, R. K. *Case study research: design and methods*. 6. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2015.

ZENEZINI, G. M.; LAGORIO, A.; CAVALIERI, S. Last mile delivery in urban areas: a literature review. IFAC-PapersOnLine, v. 51, n. 11, p. 1133-1138, 2018.