REVISTA TÓPICOS
ISSN 2965-6672 | Qualis A2

ROTEIRIZAÇÃO E GESTÃO DE PACOTES VOLUMOSOS NA LOGÍSTICA DE ÚLTIMA MILHA

ROUTING AND BULKY PACKAGE MANAGEMENT IN LAST-MILE LOGISTICS

Ciências Sociais Aplicadas • 25/11/2026

REGISTRO DOI: 10.70773/revistatopicos/795654121

Priscilla Nascimento Silva Gomes[1]

RESUMO

Introdução: Na distribuição de encomendas do comércio eletrônico, o planejamento das rotas exige compatibilidade entre as cargas e os veículos. **Objetivo:** Propor um estudo de caso para investigar a relação entre a roteirização, a gestão de pacotes volumosos e a eficiência das entregas, tomando a Empresa Alfa como cenário fictício. **Materiais e métodos:** A revisão narrativa fundamenta um protocolo que prevê observação participante e análise de registros de expedição, entrega e retorno. **Resultados e análise prevista:** Um questionário com dados agregados ilustrativos, correspondentes a 17 perfis, exemplifica a análise. Em oito dos 17 registros, houve baixa concordância quanto à consideração das características da carga no planejamento das rotas. Em nove, houve baixa concordância quanto ao respeito à capacidade dos veículos. **Contribuição científica:** O protocolo define como classificar retornos e comparar prazos, produtividade e custos entre rotas. **Considerações finais:** Os dados ilustrativos orientam a escolha de questões para investigação. A avaliação das medidas de triagem e alocação veicular depende de registros de campo e de testes operacionais.

Palavras-chave: logística de última milha; roteirização; pacotes volumosos; eficiência operacional.

ABSTRACT

Introduction: Planning e-commerce delivery routes requires matching parcels to vehicle capacity. **Objective:** To propose a case study investigating the relationship between routing, bulky parcel management and delivery efficiency, using the fictional company Alfa as its setting. **Materials and methods:** A narrative review informs a protocol for participant observation and analysis of dispatch, delivery and return records. **Results and planned analysis:** Illustrative aggregate questionnaire data representing 17 profiles

demonstrate the analysis. Eight of the 17 records showed low agreement with the statement that route planning takes parcel characteristics into account. Nine showed low agreement that vehicle capacity is respected. **Scientific contribution:** The protocol specifies how to classify returns and compare delivery timeliness, productivity and costs across routes. **Final considerations:** The illustrative data help identify questions for further investigation. Evaluating sorting and vehicle allocation measures requires field data and operational testing.
Keywords: last-mile logistics; vehicle routing; bulky parcels; operational efficiency.

1. INTRODUÇÃO

O comércio eletrônico exige a distribuição de encomendas com diferentes pesos e dimensões. Na etapa de entrega ao consumidor final, conhecida como última milha, o planejamento de rotas precisa conciliar distância, tempo, capacidade dos veículos e condições de atendimento. Segundo Ballou (2006), as decisões de transporte fazem parte do planejamento do nível de serviço e dos custos logísticos.

O estudo de caso é estruturado em torno da Empresa Alfa, uma operadora fictícia de logística de última milha para o comércio eletrônico. O cenário permite examinar como as características das encomendas e da frota podem orientar o planejamento das entregas.

Nesse contexto, relatos de consumidores e entregadores, quando devidamente identificados e documentados, podem contribuir para a identificação de possíveis dificuldades relacionadas à distribuição

de encomendas, como limitações na capacidade de transporte, necessidade de reorganização de rotas e eventuais devoluções de mercadorias. Entretanto, essas manifestações representam percepções e experiências individuais, não constituindo, isoladamente, evidências de falhas recorrentes ou sistemáticas na operação da empresa. A confirmação da frequência e da extensão desses problemas depende da análise de registros operacionais, incluindo relatórios de devolução, indicadores de produtividade, dados de roteirização e informações sobre o cumprimento dos prazos de entrega.

Novaes (2007) aborda o planejamento das rotas e a distribuição física das cargas. Chopra e Meindl (2016) relacionam as decisões de transporte aos custos e à capacidade de resposta da cadeia. Na última milha, a análise dessas decisões exige considerar as condições de circulação, a localização dos destinatários e as restrições de acesso às áreas atendidas.

A pergunta de pesquisa é: como a compatibilidade entre as dimensões dos pacotes e a capacidade dos veículos se relaciona com os indicadores de entrega na operação estudada? O objetivo geral é investigar essa relação. Os objetivos específicos são mapear os critérios de triagem e roteirização, identificar eventuais incompatibilidades entre cargas e veículos, classificar os motivos de retorno, comparar indicadores operacionais e propor melhorias cuja viabilidade possa ser testada.

O estudo aproxima os conceitos de roteirização de decisões operacionais sobre alocação de veículos, triagem e expedição. O texto está organizado em cinco seções, que abrangem a introdução,

a fundamentação teórica, o protocolo metodológico, as hipóteses e propostas de análise e as considerações finais.

2. DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

Esta seção articula conceitos de logística de última milha, roteirização e gestão de cargas. Esses conceitos orientam as questões formuladas para o caso ilustrativo.

2.1. A Logística de Última Milha no Contexto do E-Commerce Brasileiro

A logística de última milha compreende o trecho final da distribuição até o consumidor. Segundo Janinhoff *et al.* (2024), as encomendas também podem seguir para pontos de retirada ou armários de autoatendimento, conforme a modalidade de entrega. Este trabalho se concentra na entrega no endereço do destinatário, em que o peso e as dimensões da encomenda devem ser considerados desde a preparação da carga até a descarga no destino.

As condições urbanas e a distribuição geográfica dos destinatários devem integrar a análise da última milha. Ao estudarem operadores que atendem assentamentos informais no Brasil e na África do Sul, Pereira, Zuidgeest e Lima (2025) identificaram barreiras de acesso à entrega pelo comércio eletrônico. No caso proposto, interessa registrar em quais locais há restrições de circulação e se uma tentativa frustrada se deve ao acesso ao endereço ou à incompatibilidade entre a encomenda e o veículo.

A análise deverá delimitar as áreas atendidas e registrar as condições de deslocamento das rotas selecionadas para distinguir os efeitos

das restrições de circulação daqueles associados à alocação da carga.

2.2. Roteirização de Veículos: Princípios e Desafios Operacionais

A roteirização de veículos constitui um problema clássico da pesquisa operacional, relacionado à definição de trajetos e à distribuição de cargas entre veículos, buscando reduzir custos e melhorar o desempenho das operações logísticas. Segundo Novaes (2007), o planejamento eficiente das rotas deve considerar variáveis como distâncias percorridas, tempos de deslocamento, localização dos destinatários, restrições de entrega e capacidade dos veículos. Dessa forma, a eficiência da roteirização não depende exclusivamente da escolha dos menores trajetos, mas também da compatibilidade entre as características das cargas e os recursos disponíveis para sua distribuição.

Chopra e Meindl (2016), por sua vez, abordam a logística sob uma perspectiva mais ampla, enfatizando a necessidade de equilibrar eficiência operacional e responsividade da cadeia de suprimentos. Enquanto Novaes (2007) concentra sua abordagem nos aspectos técnicos e operacionais do transporte e da distribuição, Chopra e Meindl (2016) destacam a importância das decisões logísticas para o desempenho global da cadeia de suprimentos. As abordagens convergem ao reconhecer que o planejamento adequado dos recursos influencia os custos e a qualidade dos serviços. Entretanto, diferenciam-se quanto ao nível de análise, uma vez que a primeira enfatiza a organização das operações de transporte, enquanto a segunda relaciona essas decisões aos objetivos estratégicos da cadeia logística.

No contexto do comércio eletrônico, essas perspectivas tornam-se complementares, pois as operações de última milha exigem tanto a otimização dos deslocamentos quanto a adequação da capacidade de transporte às características das encomendas. Uma rota considerada eficiente em termos de distância pode apresentar limitações operacionais quando o volume ou o peso das mercadorias ultrapassa a capacidade disponível do veículo. Nesse cenário, a inclusão de critérios volumétricos no planejamento pode contribuir para uma distribuição mais adequada das cargas, embora seus efeitos dependam das características da frota, da demanda e das condições locais de entrega.

Na revisão de Jazemi *et al.* (2023), os modelos de roteirização urbana diferem quanto aos objetivos e às restrições considerados, entre eles a capacidade dos veículos e as janelas de entrega. Assim, uma rota curta pode ser inviável se a carga não couber no veículo ou se a sequência de paradas impedir o cumprimento de um horário combinado. Tamke *et al.* (2026) tratam a viabilidade do carregamento tridimensional junto com a escolha da rota. Essa abordagem permite distinguir o espaço total disponível da possibilidade de acomodar itens com medidas específicas.

No caso da Empresa Alfa, a aplicação dessas discussões teóricas permite formular questões sobre a relação entre roteirização e gestão de pacotes volumosos. Em uma aplicação de campo, será verificado como o planejamento das rotas considera as características físicas das encomendas quando a frota inclui veículos de diferentes capacidades. Também serão examinadas possíveis relações entre o planejamento, o retorno de mercadorias à expedição e indicadores como a taxa de entrega no prazo (TEP).

A contribuição específica do estudo consiste em propor um protocolo para examinar os princípios de roteirização e gestão de cargas em uma operação de última milha. A Empresa Alfa delimita o cenário ilustrativo. Em uma aplicação de campo, a comparação entre os critérios de planejamento e os procedimentos observados poderá esclarecer como a distribuição urbana e o transporte de encomendas volumosas afetam a execução das rotas.

2.3. Gestão de Pacotes Volumosos: Especificidades e Protocolos Necessários

A gestão de cargas não padronizadas, especialmente de pacotes com grandes dimensões ou peso elevado, representa um desafio para as operações de comércio eletrônico. Móveis e eletrodomésticos de grande porte podem exigir procedimentos específicos de armazenagem, movimentação, triagem e transporte. Li e Yang (2024) incorporam o custo de manuseio a um modelo de roteirização para a entrega de eletrodomésticos de grande porte. No protocolo proposto, isso justifica registrar o tempo dedicado ao carregamento, além da distância percorrida.

Novaes (2007) enfatiza o planejamento da distribuição e as restrições operacionais, enquanto Chopra e Meindl (2016) relacionam decisões de transporte à eficiência e à responsividade da cadeia. Essas perspectivas convergem quanto à necessidade de compatibilizar recursos e demanda. A escolha de rotas dedicadas, entretanto, deve considerar também sua utilização e seu custo, pois separar cargas não garante, por si só, melhoria no desempenho.

Entre as alternativas que podem ser avaliadas para o transporte de pacotes volumosos estão a adoção de critérios específicos de

triagem, a utilização de veículos com maior capacidade de carga e a definição de rotas dedicadas, conforme a demanda operacional. Essas estratégias devem ser analisadas considerando fatores como volume de encomendas, disponibilidade de veículos, custos de transporte e distribuição geográfica dos destinatários. Dessa forma, a implementação de procedimentos diferenciados não deve ser considerada uma solução universal, mas uma possibilidade de aprimoramento sujeita à avaliação de sua viabilidade operacional e econômica.

No cenário da Empresa Alfa, interessa investigar como os pacotes volumosos seriam identificados, classificados e distribuídos entre as rotas de entrega. Em eventual aplicação do protocolo, a pesquisadora verificará a existência de procedimentos específicos e registrará dificuldades de acomodação, mudanças de veículo e retornos à expedição. A observação participante e os registros operacionais permitirão estimar a frequência de cada ocorrência.

Assim, o estudo pretende contribuir para a compreensão das particularidades da gestão de pacotes volumosos em operações de última milha. A investigação poderá subsidiar procedimentos de triagem e distribuição adequados às características das encomendas. A utilidade desses procedimentos deverá ser avaliada nas condições de demanda e de frota da operação selecionada.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho apresenta um projeto de estudo de caso de natureza aplicada, com abordagem qualiquantitativa prevista e objetivos descritivos e exploratórios. A Empresa Alfa é fictícia. Os esquemas, os quadros e o questionário com dados agregados ilustrativos

exemplificam etapas do protocolo. A observação participante e a análise de registros de uma operação real são etapas previstas para uma aplicação futura.

3.1. Caracterização da Pesquisa

O caráter aplicado decorre da intenção de apoiar decisões sobre triagem e roteirização. Conforme a classificação de Gil (2010), o projeto combina uma finalidade descritiva, ao especificar os processos a mapear, e uma finalidade exploratória, ao formular hipóteses sobre a relação entre cargas, veículos e indicadores.

A unidade de análise proposta é a operação de entregas de última milha, representada pela Empresa Alfa. Em uma aplicação empírica, o período de observação será definido conforme a disponibilidade de registros autorizados. Segundo Yin (2015), o estudo de caso permite examinar um fenômeno em seu contexto. Neste protocolo, a delimitação das rotas, da frota e do período será necessária para interpretar os resultados.

3.2. Técnicas e Instrumentos de Coleta de Dados

O protocolo de campo prevê observação participante e análise documental, apoiadas pela revisão narrativa. Sua execução dependerá de autorização da organização participante, da definição do período de acesso e da avaliação das exigências éticas institucionais aplicáveis. O questionário da seção 4.2.4 exemplifica o tratamento de contagens agregadas referentes a 17 perfis ilustrativos. Esses registros descrevem o cenário fictício e não constituem uma amostra de trabalhadores da Empresa Alfa.

Na observação participante, a pesquisadora acompanhará a triagem, a alocação de cargas, o carregamento e o retorno de pacotes. De acordo com a abordagem de trabalho de campo apresentada por Minayo (2009), o diário permitirá registrar o contexto de cada observação. Para este estudo, a ficha incluirá data, turno, etapa operacional, situação observada e documento de apoio, quando disponível. Também distinguirá observações diretas, relatos e interpretações da pesquisadora.

Para a análise documental, serão solicitados, mediante autorização, os seguintes registros:

- Planilhas de distribuição de rotas e características dos veículos.
- Registros de retorno de encomendas, com data e motivo informado.
- Relatórios de prazos, entregas concluídas e produtividade.
- Registros do sistema de rotas e entregas, limitados às variáveis necessárias à pesquisa.

Serão incluídos os registros de expedição, tentativa de entrega e retorno das rotas no período autorizado, independentemente do desfecho da entrega. O relatório da coleta informará o total de registros disponíveis, o número de casos elegíveis e os motivos de exclusão.

Para fins do protocolo, será considerado volumoso o pacote que exceder ao menos um limite documentado de dimensão, peso ou acomodação segura do veículo originalmente previsto. Serão registrados o comprimento, a largura e a altura em metros, o peso e

os limites veiculares. O produto das três medidas externas dará o volume externo aproximado da embalagem, em metros cúbicos. Essa estimativa será confrontada com as dimensões úteis do compartimento e de sua abertura. Casos sem medidas ou parâmetros verificáveis serão classificados como indeterminados. Os limites adotados em campo dependerão da documentação da operação.

A revisão narrativa reúne obras de logística, roteirização e gestão da cadeia de suprimentos. A seleção contempla referências conceituais e estudos recentes sobre entregas urbanas e cargas volumosas, de acordo com sua pertinência à pergunta de pesquisa.

3.3. Análise de Dados

A análise qualitativa seguirá as etapas de pré-análise, exploração do material e tratamento e interpretação dos resultados, conforme Bardin (2011). Após a leitura do diário de campo, cada ocorrência será vinculada à data e à sua fonte. As categorias iniciais serão capacidade de transporte, roteirização, triagem, retorno e comunicação. Outras categorias poderão ser acrescentadas se o material justificar. Uma anotação sobre um pacote que não cabe no veículo, por exemplo, será codificada em capacidade de transporte. Uma mudança de sequência será codificada em roteirização. A interpretação será confrontada com os registros documentais, inclusive quando houver divergência.

A base quantitativa deverá conter identificadores pseudonimizados de pacote, rota e entregador, datas e horários, dimensões e peso das encomendas, capacidade veicular, prazo prometido e data de conclusão. Também serão registrados o número de tentativas, o

motivo do retorno, as reexpedições, o tempo de carregamento e os custos disponíveis. Para cada indicador serão informados o denominador, os registros válidos e o período de acompanhamento.

Taxa de entrega no prazo (TEP) = (encomendas com vencimento no período e entregues até o prazo ÷ total de encomendas com vencimento no período) × 100. Encomendas vencidas e não concluídas permanecerão no denominador. Será necessário acompanhamento até o encerramento do prazo.

Índice de retorno à expedição = (encomendas distintas expedidas no período que retornaram à base ÷ encomendas distintas expedidas no período) × 100. O índice de retorno por capacidade usará o mesmo denominador e incluirá no numerador apenas os casos com esse motivo documentado. Pacotes retidos antes da saída terão registro próprio. O retorno à base também será distinguido da devolução definitiva ao vendedor.

A produtividade diária será expressa em entregas concluídas por dia de trabalho de um entregador. Para calculá-la, divide-se o total de entregas concluídas pela soma dos dias trabalhados pelos entregadores. A taxa de reexpedição corresponde à proporção, em porcentagem, de encomendas expedidas no período que precisaram de uma nova saída, contando cada encomenda uma única vez. O tempo médio de carregamento será a soma das durações válidas dividida pelo número de carregamentos com início e fim registrados. O custo por entrega resultará da divisão dos custos operacionais atribuíveis ao período pelas entregas concluídas no mesmo intervalo.

Duplicidades serão identificadas pela combinação de pacote, rota, data e evento, preservando tentativas distintas. Casos com valores ausentes serão excluídos apenas dos cálculos afetados, com divulgação do número e da proporção de exclusões. Quando o denominador for nulo, o indicador será registrado como não calculável. Serão apresentadas frequências, médias ou medianas e comparadas rotas de características semelhantes. A interpretação das associações levará em conta a demanda, a distância, o trânsito, o tipo de veículo, a ausência do destinatário e a disponibilidade de entregadores.

O estudo utilizará apenas os dados empresariais necessários à análise. Os registros serão pseudonimizados e mantidos em ambiente de acesso restrito. Nomes, endereços e identificadores de clientes serão omitidos do texto público. A autorização deverá definir os responsáveis pelo acesso, o prazo de guarda, o descarte e as condições de publicação. A inclusão futura de entrevistas exigirá definição dos participantes, procedimentos de consentimento e avaliação ética pertinente antes da coleta.

4. HIPÓTESES E PROPOSTAS DE ANÁLISE

Esta seção reúne hipóteses, modelos de registro e propostas operacionais. As Figuras 4 e 5 exemplificam a leitura de dados agregados ilustrativos de um questionário. Os demais esquemas e quadros orientam o exame futuro dos processos e indicadores.

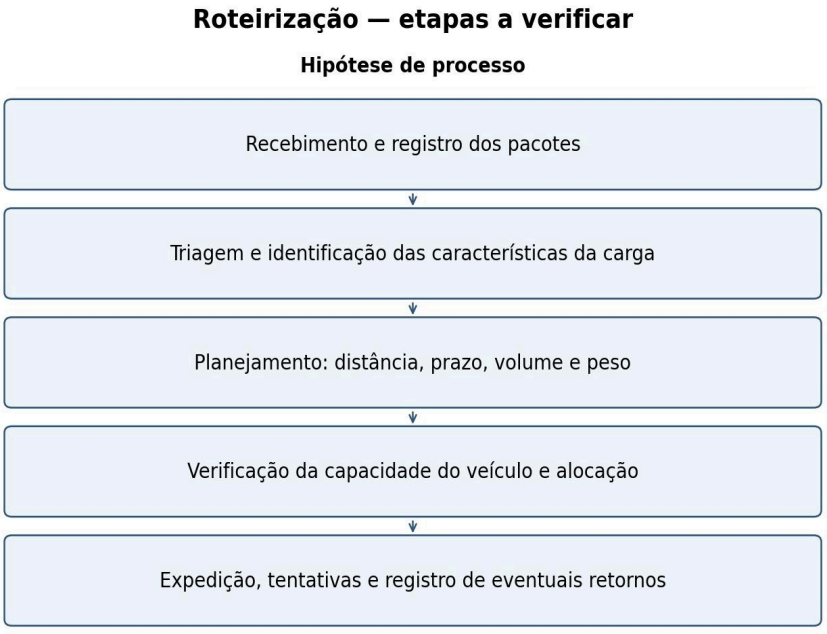
4.1. Aspectos Operacionais

4.1.1. Roteirização e Alocação de Cargas

Será investigado se os critérios de alocação consideram dimensões e peso das encomendas, capacidade dos veículos e tempo disponível. A hipótese de incompatibilidade entre carga e veículo poderá ser confirmada, refutada ou delimitada pelos dados. Mesmo que a compatibilidade esteja assegurada, poderão existir dificuldades decorrentes de outros fatores.

A Figura 1 representa o fluxo de roteirização a investigar. Na aplicação do protocolo, cada etapa será confrontada com uma observação datada ou com um documento da operação.

Figura 1. Esquema hipotético do processo de roteirização na Empresa Alfa



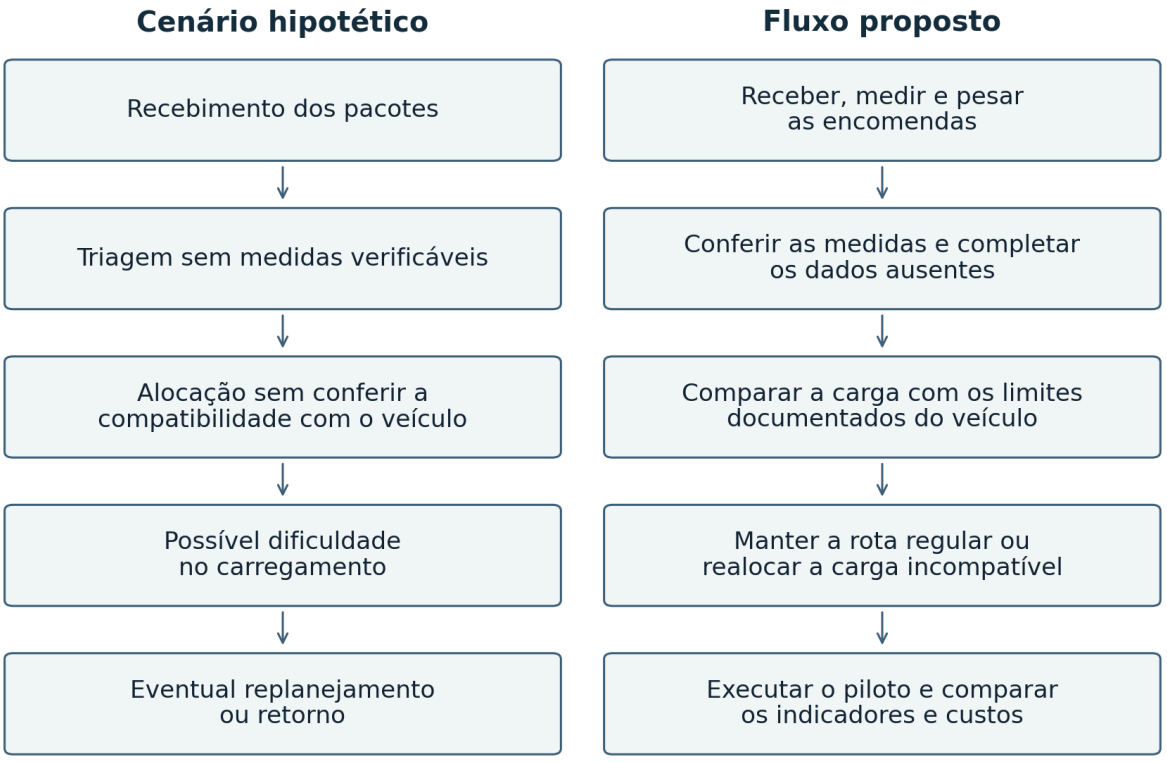
Fonte: Elaborada pela autora (2026).

Na coleta, a pesquisadora registrará o procedimento executado, sua fonte e eventuais diferenças em relação ao fluxo da Figura 1. A verificação permitirá identificar em que momento se confere a compatibilidade entre a encomenda e o veículo.

4.1.2. Gestão de Pacotes Volumosos e Protocolos de Triagem

A Figura 2 compara um cenário hipotético sem triagem volumétrica com uma proposta de organização do carregamento. O desempenho dos dois fluxos deverá ser comparado em uma operação de campo.

Figura 2. Cenário hipotético e proposta de fluxo para pacotes volumosos



Fonte: Elaborada pela autora (2026).

Na proposta da Figura 2, o recebimento deve registrar as medidas e o peso das encomendas. Se faltar uma medida, a equipe deverá obtê-la antes de comparar a carga com os limites documentados do veículo. Cargas compatíveis seguirão para a rota regular. As incompatíveis exigirão troca de veículo ou replanejamento. O teste deverá comparar um período de referência com um piloto de duração e rotas previamente definidas, registrando custos, prazos e retornos e considerando diferenças de demanda.

4.2. Plano de Análise dos Indicadores

4.2.1. Classificação dos Motivos de Retorno

Será investigada a participação das limitações de capacidade entre os motivos de retorno. O motivo registrado será confrontado com as informações disponíveis sobre a rota e o veículo. Causas documentadas que não se enquadrem nas categorias previstas serão registradas em “outras causas”. Quando o motivo não tiver sido informado, o retorno será classificado em categoria própria.

O Quadro 1 apresenta as categorias previstas para a análise. As frequências serão preenchidas após a contagem dos registros válidos.

Quadro 1. Modelo de classificação dos retornos por pacote e motivo

Tipo de pacote	Motivo do retorno	Frequência	Possível impacto
Volumoso	Limitação de capacidade do veículo	A apurar	Retrabalho, custo adicional, insatisfação
Volumoso	Ausência do destinatário	A apurar	Reagendamento, segunda tentativa
Volumoso	Endereço incorreto	A apurar	Retrabalho, custo de correção
Volumoso	Outras causas	A apurar	Variado
Volumoso	Motivo não informado	A apurar	Impacto indeterminado
Padrão	Ausência do destinatário	A apurar	Segunda tentativa, contato com cliente

Padrão	Endereço incorreto	A apurar	Correção no sistema, reexpedição
Padrão	Limitação de capacidade do veículo	A apurar	Replanejamento da carga
Padrão	Outras causas	A apurar	Variado
Padrão	Motivo não informado	A apurar	Impacto indeterminado

Fonte: Elaborada pela autora (2026).

O Quadro 1 relaciona os tipos de pacote aos motivos registrados. Essa classificação permite verificar quais motivos representam a maior parcela dos retornos de pacotes padrão e volumosos.

Para essa análise, a frequência relativa será calculada pela divisão do número de retornos associados a determinado motivo pelo total de retornos do respectivo tipo de pacote, multiplicada por 100. Dessa forma, será possível comparar a distribuição percentual das causas sem confundir a quantidade absoluta de ocorrências com sua representatividade dentro de cada categoria.

A interpretação dos resultados permitirá verificar, por exemplo, se os pacotes volumosos apresentam maior concentração de retornos relacionados à capacidade dos veículos ou se os fatores associados ao atendimento ao destinatário e às condições cadastrais também possuem participação expressiva. Essa distinção é relevante porque cada ocorrência pode exigir medidas corretivas diferentes, como adequação do planejamento de carga, confirmação prévia do endereço ou reorganização das tentativas de entrega.

Uma causa frequente entre os retornos de pacotes volumosos pode ser rara no conjunto das entregas desse tipo. Para estimar o risco de retorno em cada categoria, o denominador será o total de pacotes expedidos da categoria. A interpretação também levará em conta as condições operacionais observadas no período.

4.2.2. Comparação de Indicadores Operacionais

A comparação dos indicadores operacionais permitirá avaliar diferentes dimensões do processo logístico, considerando aspectos relacionados à pontualidade das entregas, à ocorrência de retornos, à produtividade, ao tempo de carregamento, à reexpedição e aos custos envolvidos na operação.

Para isso, serão estabelecidos períodos de referência e comparação com base nas datas e nos registros efetivamente disponíveis. A seleção dos intervalos deverá considerar a equivalência entre os períodos analisados e a disponibilidade das variáveis necessárias ao cálculo, evitando pressuposições sobre sazonalidade ou possíveis alterações no desempenho operacional.

Quadro 2. Indicadores e condições para comparação entre períodos

Indicador	Período de referência	Período comparado	Comparação	Fatores de contexto
Taxa de Entrega no Prazo (TEP)	A apurar	A apurar	Não calculada	Prazo prometido e conclusão
Retorno por capacidade	A apurar	A apurar	Não calculada	Motivo de retorno e capacidade

Produtividade diária	A apurar	A apurar	Não calculada	Dias trabalhados e tipo de rota
Tempo Médio de Carregamento	A apurar	A apurar	Não calculada	Início e término do carregamento
Taxa de Reexpedição	A apurar	A apurar	Não calculada	Pacotes distintos e tentativas
Custo Operacional por Entrega	A apurar	A apurar	Não calculada	Combustível, pessoal e outros custos atribuíveis

Fonte: Elaborada pela autora (2026).

O Quadro 2 reúne os indicadores selecionados para avaliar diferentes dimensões do desempenho operacional. A utilização conjunta dessas medidas permite uma análise mais abrangente do processo logístico, uma vez que o desempenho não depende exclusivamente da quantidade de entregas realizadas, mas também do cumprimento dos prazos, do aproveitamento da capacidade de transporte e dos recursos empregados.

Segundo a Association for Supply Chain Management (2022, p. vii), o modelo Supply Chain Operations Reference (SCOR) inclui, entre seus atributos de desempenho, a confiabilidade, a rapidez de resposta, os custos e a utilização de ativos. Neste estudo, a taxa de entrega no prazo aproxima a análise da dimensão de confiabilidade, enquanto o custo por entrega descreve os recursos gastos por entrega concluída. As fórmulas do Quadro 2 foram definidas para o protocolo.

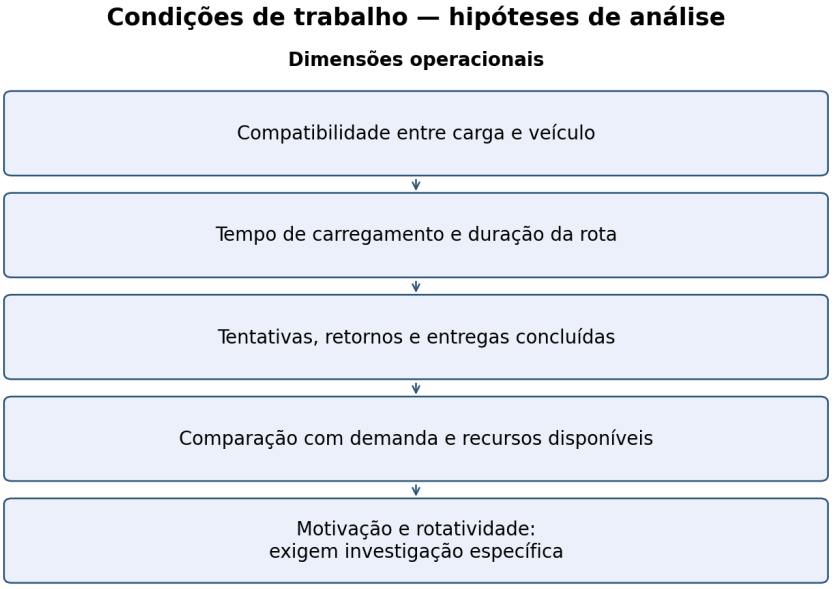
A interpretação dos indicadores deverá considerar suas características individuais. Na taxa de entrega no prazo, um percentual maior representa melhor cumprimento dos prazos estabelecidos. Em contrapartida, taxas elevadas de retorno e reexpedição podem indicar maior incidência de ocorrências que exigem intervenções adicionais. Já a produtividade diária deverá ser analisada em conjunto com a quantidade de dias trabalhados, o volume de pacotes e as características das rotas, evitando interpretações baseadas exclusivamente no número de entregas.

No caso do tempo médio de carregamento, valores menores podem indicar maior agilidade nessa etapa, desde que não comprometam a organização e a segurança da operação. O custo operacional por entrega, por sua vez, permitirá verificar a relação entre os recursos financeiros empregados e a quantidade de entregas efetivamente realizadas.

4.2.3. Condições de Trabalho dos Entregadores

A análise das condições operacionais considerará duração das rotas, carregamento, retornos e entregas concluídas. A Figura 3 reúne possíveis relações a investigar. Sem entrevistas ou instrumentos específicos, não será possível afirmar desmotivação, insatisfação ou intenção de desligamento.

Figura 3. Hipóteses sobre fatores associados à carga de trabalho



Esquema conceitual — relações e benefícios sujeitos à verificação.

Fonte: Elaborada pela autora (2026).

As relações apresentadas na Figura 3 são hipóteses conceituais. Sobrecarga física, motivação e rotatividade exigem evidências próprias e não podem ser inferidas apenas da presença de encomendas volumosas ou de alterações na produtividade.

4.2.4. Questionário de Percepção dos Colaboradores

O questionário é apresentado com dados ilustrativos correspondentes a 17 perfis no cenário fictício da Empresa Alfa. As contagens estão agregadas por pergunta. Por isso, é possível descrever a distribuição de cada item, mas não cruzar, por exemplo, a área de atuação com a avaliação das rotas.

A Figura 4 descreve os perfis ilustrativos. Dos 17 registros, 14 correspondem à triagem ou separação e três à expedição. Nove se situam na faixa de seis meses a um ano de atuação. O contato diário com pacotes volumosos aparece nos 17 registros.

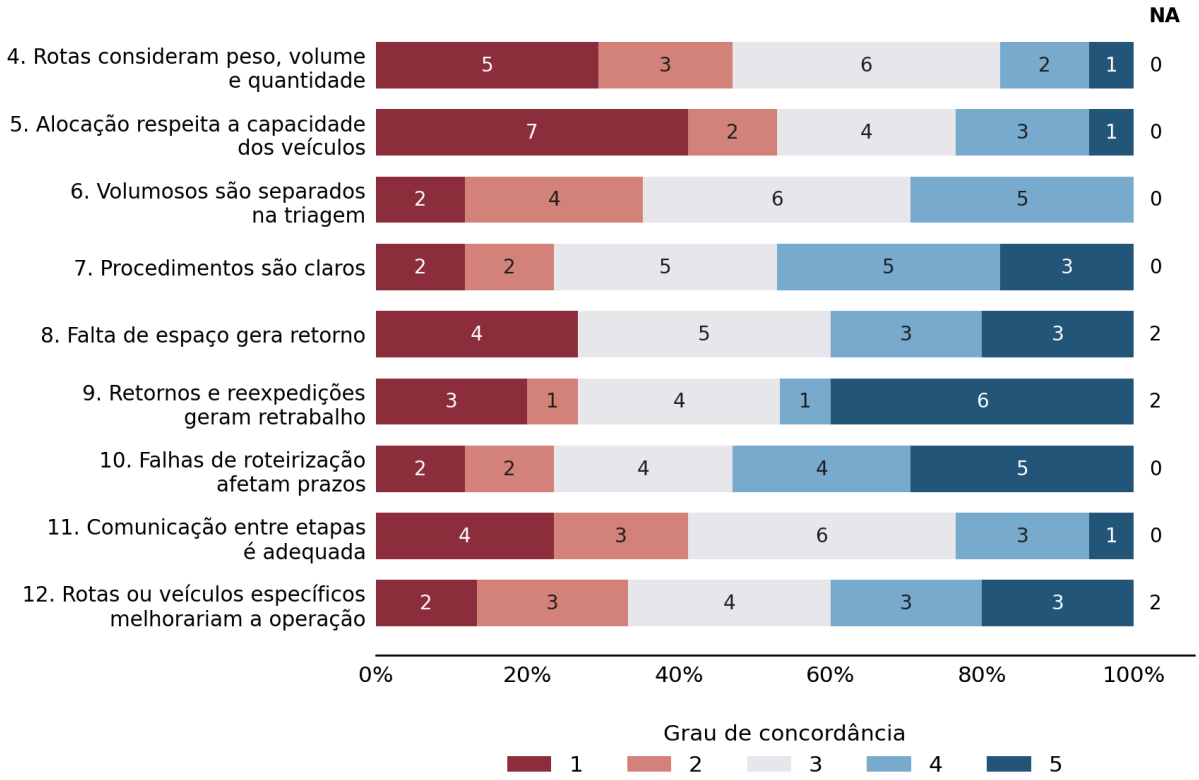
Figura 4. Perfil de atuação e contato com pacotes volumosos no cenário ilustrativo (n = 17)



Fonte: Elaborada pela autora com os dados agregados ilustrativos do questionário (2026).

A Figura 5 apresenta as distribuições das afirmações 4 a 12. A escala vai de 1 (menor concordância) a 5 (maior concordância). O comprimento de cada segmento representa a proporção entre as respostas válidas do item, e o número interno indica a frequência absoluta. Nos itens 8, 9 e 12 há dois registros não aplicáveis (NA) por item. Nesses casos, a base percentual é de 15 registros. Nos demais, é de 17.

Figura 5. Distribuição ilustrativa das respostas por grau de concordância



Fonte: Elaborada pela autora com os dados agregados ilustrativos do questionário (2026).

No item 4, sobre a consideração de quantidade, peso e volume das encomendas no planejamento das rotas, oito dos 17 registros concentram-se nos graus 1 e 2, e três nos graus 4 e 5. No item 5, sobre o respeito à capacidade dos veículos, as contagens correspondentes são nove e quatro. Já no item 10, sobre o efeito de falhas de roteirização nos prazos, nove registros concentram-se nos graus 4 e 5. Essa leitura exemplifica como selecionar aspectos a verificar em campo, como o registro das dimensões antes da alocação do veículo e o horário das tentativas de entrega.

4.3. Proposição de Soluções para a Otimização Operacional

As propostas de otimização operacional apresentadas nesta seção foram elaboradas a partir dos possíveis pontos de melhoria relacionados ao recebimento, à classificação, à roteirização e à distribuição de pacotes volumosos. As soluções deverão ser consideradas de acordo com os resultados do diagnóstico

operacional e com a avaliação de sua viabilidade técnica e econômica.

O Quadro 3 reúne as principais propostas de intervenção, relacionando os eixos de atuação às medidas sugeridas, à fundamentação teórica e aos benefícios operacionais esperados. Ressalta-se que os benefícios apresentados representam resultados potenciais, cuja efetividade dependerá das condições de implantação e deverá ser verificada por meio do acompanhamento dos indicadores operacionais.

Quadro 3. Propostas de solução para a gestão de pacotes volumosos

Eixo de atuação	**Proposta de solução**	**Fundamentação teórica**	**Benefício esperado**
Triagem e classificação	Registrar peso e dimensões no recebimento e confrontá-los com o espaço e a capacidade de carga do veículo.	Tamke *et al.* (2026) consideram a acomodação tridimensional da carga no planejamento de rotas.	Reduzir retornos por incompatibilidade.
Roteirização	Integrar as dimensões dos pacotes ao planejamento. Testar rotas dedicadas com veículos de maior capacidade quando a demanda justificar.	Novaes (2007) aborda as restrições de capacidade no planejamento da distribuição.	Melhorar prazos e carregamento sem elevar os custos de forma desproporcional.

Protocolos operacionais	Padronizar o carregamento, o contato prévio com o cliente e o agendamento de entregas de pacotes volumosos.	Ballou (2006) relaciona decisões de transporte e manuseio ao nível de serviço.	Reduzir reexpedições e padronizar o atendimento.
Comunicação e gestão	Definir um canal para que motoristas, expedição, roteirização e controle de qualidade comuniquem e acompanhem as ocorrências.	Chopra e Meindl (2016) discutem a coordenação das decisões na cadeia de suprimentos.	Melhorar a comunicação e reduzir o retrabalho.

Fonte: Elaborada pela autora (2026).

As propostas apresentadas buscam atuar em diferentes etapas do processo logístico. As dificuldades no transporte de pacotes volumosos podem começar na identificação da carga e se estender até a entrega. Na triagem, o registro das dimensões e do peso de cada pacote permitirá confrontar essas informações com a capacidade dos veículos antes da expedição.

No eixo de roteirização, a avaliação de rotas específicas para pacotes volumosos poderá contribuir para melhorar a organização das entregas, especialmente quando houver concentração de volumes com características semelhantes em determinadas regiões. Entretanto, a adoção de rotas exclusivas deverá ser condicionada à existência de demanda suficiente e à análise dos custos envolvidos, uma vez que a utilização de veículos específicos sem ocupação adequada poderá elevar as despesas operacionais.

Quanto aos protocolos operacionais, a padronização dos procedimentos poderá reduzir diferenças na execução das atividades entre os profissionais envolvidos, estabelecendo critérios para conferência, carregamento, comunicação e tratamento das ocorrências. Essa medida também poderá facilitar a identificação das causas dos retornos e a definição de ações corretivas.

4.4. Discussão das Hipóteses à Luz da Literatura

A consideração da capacidade no planejamento é coerente com a abordagem de Novaes (2007), mas sua importância no caso selecionado dependerá dos registros. A hipótese de incompatibilidade poderá perder força se os dados demonstrarem alocação adequada e retornos predominantemente associados ao destinatário ou ao endereço.

Amaral, Oliveira e Beckers (2026) analisaram dados de entregas do comércio eletrônico em Belo Horizonte, considerando atributos dos pacotes e características dos trajetos. A densidade das entregas e a distância até o centro de distribuição estiveram associadas ao número de entregas por rota. Esse resultado sugere um cuidado para a aplicação do protocolo: ao comparar duas rotas com cargas de volumes diferentes, é preciso considerar também a concentração das paradas e a distância percorrida.

Chopra e Meindl (2016) relacionam as decisões de transporte ao equilíbrio entre custo e nível de serviço. Uma rota dedicada pode facilitar o transporte de grandes volumes e ainda assim elevar o custo por entrega se o veículo operar com baixa ocupação. Na aplicação do protocolo, a discussão deverá considerar essa possibilidade, a qualidade dos registros e a posição da pesquisadora

na operação. As contagens ilustrativas do questionário apenas exemplificam como selecionar aspectos para verificação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto de estudo de caso da Empresa Alfa sistematiza um procedimento para investigar a relação entre roteirização, gestão de pacotes volumosos e eficiência das entregas de última milha. O protocolo define como mapear a triagem e a alocação de cargas, identificar eventuais incompatibilidades entre pacote e veículo, classificar os motivos de retorno e comparar indicadores entre rotas. Os dados ilustrativos de 17 perfis exemplificam a análise do questionário.

A incompatibilidade entre carga e veículo permanece uma hipótese para explicar retornos, atrasos ou variações de produtividade. Para avaliá-la, será preciso verificar em que etapa a incompatibilidade ocorreu e distinguir seus efeitos daqueles associados ao trânsito, à demanda, à frota disponível ou à ausência do destinatário.

A triagem por dimensões e peso, a adequação veicular, os protocolos de carregamento e a comunicação entre setores constituem propostas a testar. A comparação entre um período de referência e um piloto deverá considerar, em conjunto, pontualidade, retornos, tempo de carregamento e custo por entrega. Dessa forma, será possível examinar se uma eventual melhora no prazo compensa o custo de dedicar um veículo às encomendas volumosas.

A aplicação empírica dependerá de autorização, delimitação das rotas e do período, documentação das observações e cálculo dos indicadores. Como o protocolo se concentra em uma única

operação, as conclusões futuras dependerão da composição da frota, da demanda e da qualidade dos registros. Estudos posteriores poderão comparar unidades e avaliar as intervenções em condições distintas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, J.; OLIVEIRA, L. K. de; BECKERS, J. Empirical analysis of e-commerce delivery operations: from parcels to tours. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review,** v. 206, art. 104563, 2026. DOI: 10.1016/j.tre.2025.104563. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.tre.2025.104563. Acesso em: 21 nov. 2026.

ASSOCIATION FOR SUPPLY CHAIN MANAGEMENT. **SCOR Digital Standard:** Supply Chain Operations Reference Model. Version 14.0. Chicago: ASCM, 2022. Disponível em: https://www.ascm.org/globalassets/ascm_website_assets/docs/intro-and-front-matter-scor-digital-standard2.pdf. Acesso em: 21 nov. 2026.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** São Paulo: Edições 70, 2011.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gestão da cadeia de suprimentos:** estratégia, planejamento e operações. 6. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

JANINHOFF, L.; KLEIN, R.; SAILER, D.; SCHOPPA, J. M. Out-of-home delivery in last-mile logistics: a review. **Computers & Operations Research,** v. 168, art. 106686, 2024. DOI: 10.1016/j.cor.2024.106686. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.cor.2024.106686. Acesso em: 21 nov. 2026.

JAZEMI, R.; ALIDADIANI, E.; AHN, K.; JANG, J. A review of literature on vehicle routing problems of last-mile delivery in urban areas. **Applied Sciences,** v. 13, n. 24, art. 13015, 2023. DOI: 10.3390/app132413015. Disponível em: https://doi.org/10.3390/app132413015. Acesso em: 21 nov. 2026.

LI, Y.; YANG, J. The last-mile delivery vehicle routing problem with handling cost in the front warehouse mode. **Computers & Industrial Engineering,** v. 190, art. 110076, 2024. DOI: 10.1016/j.cie.2024.110076. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.cie.2024.110076. Acesso em: 21 nov. 2026.

MINAYO, M. C. de S. (org.). **Pesquisa social:** teoria, método e criatividade. 28. ed. Petrópolis: Vozes, 2009.

NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição:** estratégia, operação e avaliação. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

PEREIRA, C. A.; ZUIDGEEST, M. H. P.; LIMA, R. da S. How about including urban informal settlements in city logistics? An equity comparative analysis of e-commerce last mile deliveries. **The International Journal of Logistics Management,** v. 36, n. 4, p. 1326–1345, 2025. DOI: 10.1108/IJLM-05-2024-0304. Disponível em: https://doi.org/10.1108/IJLM-05-2024-0304. Acesso em: 21 nov. 2026.

TAMKE, F.; LINß, F.; KUTTNER, L.; BUSCHER, U. A branch-and-cut algorithm for vehicle routing problems with three-dimensional loading constraints. **European Journal of Operational Research,** v. 331, n. 3, p. 790–808, 2026. DOI: 10.1016/j.ejor.2025.10.010. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.ejor.2025.10.010. Acesso em: 21 nov. 2026.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

---

[1] Acadêmica do curso de Administração do Centro Universitário Santa Terezinha (CEST), Brasil. Desenvolve estudos na área de Administração, com interesse em logística, gestão de operações, roteirização de veículos, gestão de pacotes volumosos e eficiência operacional. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail.