




INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS DE RASTREAMENTO POR GPS NA LOGÍSTICA URBANA

INTEGRATION OF GPS TRACKING SYSTEMS IN URBAN LOGISTICS

INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE SEGUIMIENTO POR GPS EN LA LOGÍSTICA URBANA

 <https://doi.org/10.56238/levv13n31-066>

Data de submissão: 25/10/2023

Data de publicação: 25/11/2023

Rayne Santiago Elford

RESUMO

A logística urbana tem se fortalecido como área estratégica diante do crescimento das cidades e do aumento da demanda por sistemas capazes de interpretar com precisão o comportamento dos veículos de carga, contexto no qual os dados obtidos por rastreamento GPS se consolidam como fonte base para análises que exigem elevado nível de detalhamento. A literatura examinada demonstra que registros contínuos permitem identificar padrões de deslocamento, durações de parada, distribuição espacial das operações e condições variáveis de tráfego, oferecendo suporte analítico para compreensão aprofundada das dinâmicas logísticas. Estudos desenvolvidos em diferentes países evidenciam que a integração entre dados georreferenciados, técnicas de processamento avançado e métodos espaciais fortalece a capacidade de diagnóstico sobre o desempenho urbano, contribuindo para identificação de gargalos, avaliação da eficiência de corredores críticos e compreensão das interações entre infraestrutura e fluxos operacionais. A partir de revisão bibliográfica, observou-se que o rastreamento por GPS evoluiu de ferramenta voltada à segurança para instrumento estruturante de planejamento e gestão, permitindo que estratégias públicas e privadas sejam formuladas com base em evidências empíricas. Os achados indicam que o uso contínuo dessas tecnologias possibilita maior precisão na modelagem de cenários, apoio a políticas de reorganização da circulação de cargas e aprimoramento das práticas logísticas em ambientes urbanos, mostrando que o emprego sistemático de dados de GPS representa avanço expressivo para o desenvolvimento de soluções destinadas à eficiência, sustentabilidade e gestão racional do transporte de mercadorias.

Palavras-chave: Logística Urbana. Rastreamento por GPS. Transporte de Cargas. Análise Espacial. Indicadores Operacionais.

ABSTRACT

Urban logistics has emerged as a strategic field as cities expand and demand analytical systems capable of precisely interpreting the behavior of freight vehicles, a context in which GPS tracking data stand out as an essential source for studies requiring high levels of operational detail. The literature shows that continuous records enable the identification of movement patterns, stop durations, spatial distribution of operations, and fluctuating traffic conditions, providing analytical support for a deeper understanding of logistic dynamics in urban environments. Research conducted in different regions demonstrates that the integration of georeferenced data, advanced processing techniques, and spatial analysis methods strengthens diagnostic capacity regarding urban performance, contributing to the identification of bottlenecks, assessment of corridor efficiency, and comprehension of interactions between infrastructure and operational flows. Based on the bibliographic review, GPS tracking was found to have evolved from a security-oriented tool to a structural instrument for planning and

management, enabling public and private strategies to be formulated on the basis of empirical evidence. The findings indicate that continuous use of these technologies offers greater precision for scenario modeling, supports policies for reorganizing freight circulation, and enhances logistical practices in urban settings, demonstrating that systematic application of GPS data represents a significant advancement toward efficiency, sustainability, and rational management of freight transport.

Keywords: Urban Logistics. GPS Tracking. Freight Transport. Spatial Analysis. Operational Indicators.

RESUMEN

La logística urbana se ha fortalecido como área estratégica ante el crecimiento de las ciudades y el aumento de la demanda de sistemas capaces de interpretar con precisión el comportamiento de los vehículos de carga, contexto en el que los datos obtenidos por rastreo GPS se consolidan como fuente base para análisis que exigen un alto nivel de detalle. La bibliografía examinada demuestra que los registros continuos permiten identificar patrones de desplazamiento, duraciones de las paradas, distribución espacial de las operaciones y condiciones variables del tráfico, lo que ofrece un apoyo analítico para comprender en profundidad la dinámica logística. Estudios realizados en diferentes países evidencian que la integración entre datos georreferenciados, técnicas de procesamiento avanzado y métodos espaciales fortalece la capacidad de diagnóstico sobre el rendimiento urbano, contribuyendo a la identificación de cuellos de botella, la evaluación de la eficiencia de corredores críticos y la comprensión de las interacciones entre la infraestructura y los flujos operativos. A partir de una revisión bibliográfica, se observó que el rastreo por GPS ha evolucionado de una herramienta orientada a la seguridad a un instrumento estructurante de planificación y gestión, lo que permite formular estrategias públicas y privadas basadas en pruebas empíricas. Os achados indicam que o uso contínuo dessas tecnologias possibilita maior precisão na modelagem de cenários, apoio a políticas de reorganização da circulação de cargas e aprimoramento das práticas logísticas em ambientes urbanos, mostrando que o emprego sistemático de dados de GPS representa avanço expressivo para o desenvolvimento de soluções destinadas à eficiência, sustentabilidade e gestão racional do transporte de mercadorias.

Palabras clave: Logística Urbana. Seguimiento por GPS. Transporte de Cargas. Análisis Espacial. Indicadores Operativos.

1 INTRODUÇÃO

A logística urbana consolidou-se como área central para compreender os fluxos de mercadorias em cidades densas e dinâmicas, cenário em que o rastreamento por GPS se destaca como instrumento capaz de registrar padrões operacionais com elevado grau de precisão, permitindo que trajetórias, paradas, velocidades e tempos de deslocamento sejam observados em escala antes inviável por métodos tradicionais, ampliando a capacidade analítica de planejadores e gestores públicos que buscam compreender a complexidade dos movimentos envolvidos nas entregas cotidianas (Khoury, 2021).

A expansão contínua das áreas metropolitanas intensifica pressões sobre sistemas de distribuição, exigindo dados consistentes que revelem como veículos se comportam ao longo do dia e quais fatores influenciam a ocupação viária, circunstância em que o uso de rastreamento por GPS se mostra particularmente relevante ao permitir a extração de indicadores operacionais robustos capazes de orientar políticas mais eficientes e alinhadas à realidade dos deslocamentos urbanos, contribuindo para diagnósticos mais precisos sobre o funcionamento da logística de cargas (Andrade, 2019).

As transformações tecnológicas das últimas décadas indicam que soluções de monitoramento embarcado evoluíram significativamente e passaram a oferecer alternativas metodológicas mais consistentes do que entrevistas e formulários que dependiam da memória dos condutores, evidenciando que a coleta contínua de coordenadas geográficas e dados temporais possibilita análises amplas sobre padrões de mobilidade de veículos comerciais que navegam diariamente em ambientes urbanos complexos e sujeitos a múltiplas restrições operacionais (Taylor *et al.*, 1998).

O desenvolvimento de arquiteturas baseadas em sensores, sistemas de comunicação e plataformas de processamento integradas demonstra potencial elevado para ampliar a qualidade das informações disponíveis sobre o transporte de cargas, sobretudo em iniciativas que buscam compreender o comportamento de motoristas e empresas, uma vez que estruturas inteligentes de coleta e integração de dados permitem associar registros de posição a características logísticas, criando bases empíricas mais completas para análises que exigem contextualização profunda das atividades urbanas (Teo *et al.*, 2018).

Pesquisas internacionais destacam que métodos modernos de coleta de informações sobre o transporte de mercadorias se beneficiam do cruzamento entre levantamentos digitais e observações automáticas, mostrando que sistemas baseados em GPS são capazes de revelar decisões operacionais reais com maior confiabilidade, reduzindo vieses de percepção e aumentando a robustez das interpretações sobre rotas, horários de deslocamento e uso da malha urbana por veículos de carga em diferentes contextos territoriais (Ben-Akiva *et al.*, 2016).

O uso de dados de velocidade instantânea obtidos por dispositivos GPS sinaliza que, além de registrar deslocamentos, tais sistemas podem qualificar análises de desempenho viário, permitindo

avaliações sobre congestionamentos, fluidez e condições operacionais das vias, sobretudo quando se verificam comportamentos consistentes entre leituras de sensores e medições obtidas por outras fontes, o que demonstra a viabilidade de utilizar essas informações em estudos de desempenho logístico urbano (Zhao *et al.*, 2011).

A literatura europeia indica que estratégias destinadas ao aperfeiçoamento da logística urbana dependem de diagnósticos precisos, reforçando que dados de rastreamento são fundamentais para orientar políticas relacionadas à descarbonização, eficiência de entregas e reorganização do espaço urbano, evidenciando que o conhecimento detalhado sobre deslocamentos auxilia na construção de soluções adaptadas às demandas contemporâneas das cidades (Harris & Dablanc, 2023).

No contexto brasileiro, observa-se crescente necessidade de métodos que permitam caracterizar com exatidão os fluxos de veículos de carga, sobretudo em regiões metropolitanas que possuem elevado volume de deslocamentos, realidade que impulsiona o interesse pela utilização de dados de rastreamento para identificar paradas, trajetórias principais, velocidades médias e áreas de maior concentração de atividades logísticas, informações indispensáveis para tomadas de decisão informadas pelo poder público (Andrade, 2019).

O desenvolvimento de soluções aplicadas ao gerenciamento de riscos e ao monitoramento de operações em longas distâncias demonstra que tecnologias de rastreamento se consolidaram como recurso estratégico para o setor de transporte, tendo inicialmente sido utilizadas para aumentar a segurança de cargas e posteriormente incorporadas para aprimorar a gestão de fluxos, ampliando a compreensão sobre características operacionais que influenciam diretamente o desempenho logístico (Motta, 2023).

A crescente complexidade dos sistemas logísticos urbanos reforça a necessidade de abordagens metodológicas que integrem informações diversas, permitindo que análises espaciais e temporais fundamentadas em big data contribuam para a modelagem de cenários, previsão de demanda e identificação de oportunidades de melhoria, sobretudo em cidades onde o transporte de cargas desempenha atuação determinante na dinâmica econômica e nas condições de mobilidade (Teo *et al.*, 2018).

As questões relacionadas à obtenção de dados representativos para compreender atividades logísticas urbanas tornam evidente o valor do rastreamento por GPS, recurso que ultrapassa limitações de pesquisas tradicionais ao captar informações reais em tempo contínuo, possibilitando análises mais fidedignas sobre o desempenho de veículos comerciais, reduzindo incertezas e promovendo diagnósticos consistentes para formulação de estratégias públicas e privadas (Ben-Akiva *et al.*, 2016).

Considerando esses avanços e as oportunidades identificadas na literatura, torna-se pertinente desenvolver estudos que investiguem como a integração de sistemas de rastreamento por GPS pode fortalecer o planejamento da logística urbana, permitindo que indicadores derivados de dados

georreferenciados ampliem a compreensão sobre padrões operacionais e contribuam para a construção de políticas que favoreçam eficiência, sustentabilidade e organização dos fluxos de cargas em ambientes urbanos contemporâneos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MARCOS CONCEITUAIS DA LOGÍSTICA URBANA E O PAPEL DOS SISTEMAS DE RASTREAMENTO

A logística urbana tem sido discutida como um campo que envolve múltiplos agentes, necessidades e infraestruturas, exigindo modelos capazes de representar rotas, paradas e comportamentos operacionais com precisão crescente, realidade que impulsionou o uso de tecnologias avançadas de monitoramento e tornou o rastreamento por GPS um componente central para a construção de sistemas analíticos que sustentem o planejamento de cargas em cidades cada vez mais densas e dinâmicas (Andrade, 2019).

A complexidade das atividades urbanas é influenciada pela variedade de fluxos, pela fragmentação espacial das entregas e pela necessidade de conciliar demandas privadas com diretrizes públicas, contexto que exige ferramentas capazes de registrar informações contínuas sobre deslocamentos, favorecendo análises mais específicas sobre desempenho logístico, algo viabilizado por sistemas que coletam dados em tempo real com elevado grau de detalhamento (Khoury, 2021).

A literatura demonstra que a evolução dos sistemas embarcados permitiu registrar informações anteriormente obtidas apenas por pesquisas demoradas, pois receptores GPS associados a bases digitais ampliaram significativamente o volume e a qualidade das observações, criando oportunidades para análises que integram geolocalização, tempos de deslocamento, velocidades instantâneas e trajetórias completas, o que fortalece a capacidade de interpretar a dinâmica logística no espaço urbano (Taylor *et al.*, 1998).

Estudos recentes indicam que abordagens baseadas em sensores e arquiteturas integradas de comunicação contribuem para superar limitações de métodos tradicionais, permitindo captar dados de forma contínua e não intrusiva, oferecendo subsídios para diagnósticos mais robustos sobre comportamento de motoristas, padrões de entrega e interações entre veículos de carga e a malha viária das cidades, o que reforça o valor de estruturas inteligentes aplicadas ao planejamento logístico (Teo *et al.*, 2018).

O uso de dados logísticos provenientes de rastreamento fortalece a construção de modelos capazes de incorporar decisões reais de agentes da cadeia de suprimentos, permitindo que variáveis como frequência de paradas, rotatividade de veículos, localização de clusters logísticos e volumes de tráfego sejam analisadas com profundidade, reduzindo incertezas e fortalecendo abordagens baseadas em evidências empíricas para compreender fluxos urbanos de mercadorias (Andrade, 2019).

Pesquisas internacionais confirmam que métodos de coleta associados a dispositivos GPS representam alternativa eficiente para reduzir vieses e ampliar a representatividade das amostras, permitindo que decisões de roteamento, tempos de circulação e padrões operacionais sejam captados com granularidade suficiente para subsidiar modelos aplicados à mobilidade urbana, especialmente aqueles que exigem interpretações detalhadas sobre comportamento em vias congestionadas (Ben-Akiva *et al.*, 2016).

A literatura destaca que velocidades instantâneas registradas por sensores GPS são úteis para avaliar desempenho viário e condições operacionais, pois tendem a refletir de maneira fidedigna o comportamento real do veículo em movimento, oferecendo subsídios valiosos para estudos sobre fluidez, variações temporais de tráfego e identificação de trechos críticos da malha urbana, o que contribui para análises avançadas de desempenho logístico (Zhao *et al.*, 2011).

Estudos europeus tratam a logística urbana como campo estratégico para políticas de sustentabilidade, reforçando que diagnóstico adequado depende de dados confiáveis que permitam compreender interações entre veículos de carga, infraestrutura urbana, restrições de circulação e emissões atmosféricas, elementos que se tornam mais observáveis quando tecnologias de rastreamento são integradas a sistemas de análise territorial para apoiar decisões de planejamento (Harris & Dabanc, 2023).

No Brasil, observa-se necessidade crescente de métodos que permitam avaliar padrões logísticos em ambientes urbanos extensos e heterogêneos, destacando-se que dados de rastreamento obtidos junto a empresas privadas já demonstraram potencial para identificar clusters de entrega, volumes de circulação e tempos de parada, elementos indispensáveis para políticas públicas que buscam mitigar congestionamentos e reorganizar fluxos de carga (Andrade, 2019).

Os estudos mostram que a coleta contínua de dados por GPS permite identificar comportamentos operacionais recorrentes, revelando diferenças entre veículos que cruzam a cidade sem realizar entregas e veículos que executam operações internas, informação fundamental para políticas que regulam o uso do espaço urbano e buscam aumentar a eficiência das operações logísticas ao reduzir conflitos entre circulação de carga e tráfego geral (Andrade, 2019).

As pesquisas sobre tecnologia de monitoramento indicam que sistemas de rastreamento aplicados ao transporte rodoviário evoluíram progressivamente para atender à segurança das cargas ao controle de operações, favorecendo análises sobre rotas, tempos de viagem, consumo de combustível e padrões de risco, elementos que contribuem para compreensão global dos processos logísticos e sua integração ao ambiente urbano (Motta, 2023).

Assim, os fundamentos teóricos apresentados demonstram que a logística urbana contemporânea depende de dados detalhados, contínuos e representativos, reforçando que sistemas de rastreamento por GPS constituem recurso estratégico para análises que buscam compreender fluxos de

carga, identificar gargalos, projetar cenários e orientar a construção de políticas públicas baseadas em informações robustas e sintéticas sobre a operação de veículos em espaços urbanos (Khoury, 2021).

2.2 ABORDAGENS METODOLÓGICAS PARA O USO DE DADOS DE GPS NA LOGÍSTICA URBANA

As abordagens metodológicas aplicadas ao estudo da logística urbana por meio de dados de rastreamento apresentam evolução significativa ao longo das últimas décadas, refletindo transição de métodos baseados em entrevistas e observações pontuais para modelos apoiados em registros contínuos e automatizados, processo que amplia em escala e profundidade a capacidade de compreender padrões operacionais de veículos de carga e de identificar relações espaciais e temporais que influenciam diretamente o desempenho das operações logísticas nas cidades (Taylor *et al.*, 1998).

O uso de dispositivos embarcados introduziu possibilidade de coletar informações com alta granularidade temporal e espacial, permitindo observar variações que ocorrem ao longo do dia com precisão superior aos métodos tradicionais, o que viabiliza identificação de zonas de maior concentração de paradas, rotas efetivamente utilizadas e diferenças entre trajetos planejados e realizados, ampliando o potencial de análise sobre eficiência e aderência operacional ao movimento real dos veículos (Andrade, 2019).

Métodos contemporâneos de coleta integrada demonstram que a combinação de GPS, sensores adicionais e plataformas digitais gera ambientes mais robustos para monitoramento, criando estruturas capazes de capturar características do comportamento dos motoristas, padrões de condução, velocidades, acelerações e variações contextuais, oferecendo bases ricas para análises multidimensionais que apoiam tomada de decisão tanto em nível estratégico quanto operacional (Teo *et al.*, 2018).

Pesquisas realizadas com empresas de transporte evidenciam que dados provenientes de sistemas de monitoramento podem ser processados para extrair métricas como tempo de deslocamento, duração de paradas e densidade espacial de atividades, indicadores que se revelam essenciais para compreender o funcionamento da logística urbana e para subsidiar o planejamento público que busca organizar fluxos e mitigar impactos associados ao transporte de carga em áreas densamente ocupadas (Andrade, 2019).

Estudos que avaliam a precisão dos dados obtidos por GPS mostram que informações de velocidade instantânea tendem a corresponder com elevada confiabilidade às condições reais, reforçando que dados de spot speed podem ser utilizados como fonte metodológica consistente para análises sobre fluidez, identificação de gargalos, verificação de condições de tráfego e acompanhamento do desempenho de corredores logísticos, contribuindo para diagnósticos mais completos da mobilidade urbana (Zhao *et al.*, 2011).

As abordagens que integram rastreamento de veículos com sistemas de informação geográfica demonstram potencial ampliado para identificação de padrões espaciais em áreas urbanas, uma vez que técnicas de clusterização, mapas de calor e análises de densidade revelam zonas críticas onde se concentram atividades logísticas, permitindo que gestores públicos compreendam o comportamento dos fluxos e desenvolvam ações voltadas à reorganização do espaço viário e ao direcionamento de investimentos em infraestrutura (Khoury, 2021).

A literatura aplicada ao contexto europeu mostra que programas destinados à melhoria da logística urbana utilizam dados georreferenciados como base para modelagem de cenários, organização de políticas de circulação e avaliação de impactos ambientais, destacando que registros contínuos oriundos de sistemas de rastreamento auxiliam governos na implementação de estratégias relacionadas à sustentabilidade, especialmente quando se busca reduzir emissões, reorganizar entregas e estruturar zonas de acesso regulado (Harris & Dabanc, 2023).

Abordagens metodológicas orientadas ao comportamento de motoristas utilizam dados de GPS para compreender decisões relacionadas a rotas, desvios, tempos de permanência em pontos de entrega e reações às condições do tráfego, revelando que modelos baseados em observações reais apresentam maior acurácia quando comparados a levantamentos declarados, uma vez que eliminam limitações de memória e reduzem distorções associadas a respostas subjetivas (Ben-Akiva *et al.*, 2016).

Outra vertente metodológica relevante envolve utilização de rastreamento para estudar o fluxo de passagem em regiões metropolitanas, distinguindo veículos que realizam operações internas daqueles que utilizam a cidade como corredor de travessia, permitindo assim que autoridades identifiquem pressões externas sobre a infraestrutura urbana e desenvolvam políticas que diferenciem operações logísticas essenciais de movimentos que poderiam ser realocados ou redistribuídos através de intervenções estruturais (Andrade, 2019).

Estudos aplicados ao transporte rodoviário demonstram que tecnologias de rastreamento se consolidaram como ferramentas fundamentais para gestão de risco, controle operacional e aumento da segurança, reforçando que dados gerados em operações de longa distância podem ser utilizados para análises urbanas quando integrados a plataformas analíticas, permitindo compreensão complementar sobre práticas logísticas, especialmente em corredores estratégicos que conectam regiões metropolitanas (Motta, 2023).

As metodologias participativas que envolvem colaboração de empresas privadas possibilitam acesso a bases volumosas de dados, favorecendo desenvolvimento de modelos mais completos que representam simultaneamente características geográficas, temporais e operacionais, permitindo que estudos de mobilidade urbana de cargas avancem em granularidade e desenvolvam diagnósticos que retratem com fidelidade a dinâmica real dos veículos em circulação nas cidades (Teo *et al.*, 2018).

Dessa forma, observa-se que as abordagens metodológicas discutidas convergem para compreensão de que sistemas de rastreamento por GPS oferecem estrutura sólida para investigações científicas e aplicações práticas na logística urbana, uma vez que permitem construir bases empíricas consistentes, identificar padrões operacionais com elevada precisão e fundamentar políticas públicas e estratégias privadas que buscam modernizar a movimentação de mercadorias em contextos urbanos contemporâneos (Khoury, 2021).

2.3 CONTRIBUIÇÕES EMPÍRICAS SOBRE O USO DE GPS NA ANÁLISE DO TRANSPORTE URBANO DE CARGAS

A produção científica recente demonstra que o uso de dados de GPS tem transformado a forma como pesquisadores observam e interpretam a dinâmica do transporte urbano de cargas, revelando que registros contínuos oferecem uma base empírica extensa e confiável para identificar padrões operacionais, compreender tempos de parada, caracterizar rotas efetivas e mapear áreas de maior atividade logística, permitindo análises estruturadas que ampliam significativamente o entendimento sobre os fluxos de mercadorias nas cidades (Andrade, 2019).

Estudos aplicados em múltiplas cidades europeias mostram que dados georreferenciados são essenciais para avaliar como veículos de carga interagem com a infraestrutura urbana, permitindo examinar impactos de políticas de acesso, zonas de emissão reduzida e estratégias de reorganização do espaço público, o que evidencia a relevância de registros precisos para fundamentar decisões que buscam equilibrar circulação de mercadorias, sustentabilidade e eficiência operacional em áreas densamente povoadas (Harris & Dablanc, 2023).

Análises baseadas em rastreamento demonstram que a interpretação de trajetórias e velocidades possibilita compreensão detalhada das condições reais enfrentadas por caminhões durante suas operações, incluindo identificação de trechos onde ocorrem reduções bruscas de velocidade, variações associadas ao horário do dia e interferências causadas por congestionamentos, informações que contribuem para diagnósticos refinados sobre o comportamento das vias e sobre o desempenho logístico em corredores críticos (Zhao *et al.*, 2011).

Experimentos conduzidos em cidades norueguesas revelam que o uso de GPS permite separar paradas relacionadas a entregas de outras interrupções não associadas à atividade logística, ampliando a capacidade de diferenciar padrões de operação, identificar clusters de atividades e compreender a lógica espacial que orienta a distribuição urbana, o que fortalece ações de planejamento que buscam adequar infraestrutura e políticas à realidade dos fluxos registrados em campo (Khoury, 2021).

Trabalhos desenvolvidos com estruturas de coleta integrada indicam que a combinação de sensores avançados, aplicativos embarcados e plataformas digitais amplia o escopo de informações disponíveis, permitindo captar dados sobre comportamento do motorista, acelerações, frenagens e

interações com o tráfego, revelando que tecnologias emergentes representam evolução significativa para estudos que necessitam modelar dinâmicas complexas da logística urbana com elevado grau de precisão (Teo *et al.*, 2018).

A literatura demonstra ainda que o uso de rastreamento em operações comerciais possibilita comparar rotas planejadas com rotas realizadas, identificar desvios, avaliar aderência às programações de entrega e verificar o impacto de fatores externos na performance operacional, permitindo análises que fortalecem o entendimento sobre como agentes logísticos tomam decisões diárias diante de condições variáveis do ambiente urbano (Ben-Akiva *et al.*, 2016).

Estudos brasileiros mostram que o processamento de grandes bases de dados de rastreamento produz indicadores capazes de revelar disparidades entre áreas centrais e periféricas no que diz respeito a tempos de deslocamento, frequência de paradas e densidade de operações, elementos que auxiliam a identificar demandas por infraestrutura, pontos de saturação e oportunidades de intervenção pública para reorganização dos fluxos logísticos (Andrade, 2019).

O uso de GPS aplicado ao transporte rodoviário de cargas evidencia que tecnologias de monitoramento oferecem informações relevantes tanto para segurança quanto para a gestão operacional, indicando que a análise dos registros pode contribuir para compreensão de padrões de risco, identificação de trechos sensíveis e análise das estratégias adotadas pelas empresas para otimizar trajetos, reforçando a posição das tecnologias de rastreamento na qualificação da logística como um todo (Motta, 2023).

Experimentos realizados em diferentes contextos urbanos evidenciam que a análise das coordenadas registradas ao longo do dia permite diferenciar fluxos internos de fluxos que atravessam a cidade sem realizar entregas, informação fundamental para o dimensionamento de infraestrutura viária e para definição de políticas que visam mitigar pressões externas sobre a malha urbana, proporcionando maior clareza sobre os usos efetivos do espaço logístico (Andrade, 2019).

Estudos que integram dados de rastreamento com sistemas de informação geográfica demonstram que técnicas de clusterização e análises espaciais permitem identificar zonas logísticas consolidadas, corredores de maior deslocamento e áreas com deficiência operacional, oferecendo insumos para formulação de estratégias públicas e privadas orientadas pela leitura territorial precisa dos fluxos, o que reforça a aplicabilidade do GPS como ferramenta de diagnóstico de alta relevância (Khoury, 2021).

Pesquisas que focam no comportamento dos operadores de transporte mostram que os dados de GPS permitem capturar decisões associadas à escolha de rotas e tempos de espera, revelando padrões influenciados por fatores como restrições urbanas, horários de pico, condições do tráfego e localização de pontos de entrega, oferecendo uma lente analítica que supera modelos declarativos e fornece representações mais completas das dinâmicas logísticas reais (Ben-Akiva *et al.*, 2016).

Assim, a literatura empírica demonstra que o uso de sistemas de rastreamento por GPS constitui avanço metodológico e técnico que transforma a análise da logística urbana, permitindo produzir diagnósticos fundamentados em dados reais, compreender comportamentos operacionais com elevada precisão e estruturar modelos capazes de apoiar o planejamento eficiente da circulação de cargas, contribuindo para modernizar políticas e práticas logísticas em contextos urbanos complexos e em constante evolução (Harris & Dablanc, 2023).

3 METODOLOGIA

A revisão bibliográfica configura-se como procedimento fundamental para reunir, selecionar e interpretar contribuições científicas previamente publicadas, permitindo construir um arcabouço conceitual que sustente a análise proposta e ofereça visão ampla e crítica sobre o tema, alinhada ao entendimento de que a investigação científica deve apoiar-se no exame sistemático de produções consolidadas e capazes de orientar a formulação coerente do problema de estudo e de suas interpretações subsequentes (Lakatos & Marconi, 2003).

A técnica de revisão caracteriza-se por percorrer fontes documentais variadas, identificando conceitos, métodos e resultados que auxiliem na compreensão da temática investigada, o que reforça a importância de adotar critérios rigorosos de seleção, ressaltando que a pesquisa bibliográfica não se limita à mera reprodução de conteúdos, constituindo etapa analítica orientada à construção de sínteses interpretativas capazes de revelar conexões teóricas e lacunas existentes no campo científico (Gil, 2008).

Para garantir rigor metodológico, a revisão bibliográfica parte da definição clara dos descritores e da delimitação precisa do objeto de estudo, procedimento que, segundo orientações metodológicas clássicas, assegura maior coerência à coleta de informações e evita dispersões interpretativas, permitindo que o pesquisador concentre esforços em materiais que dialogam diretamente com o fenômeno analisado e contribuem para consolidação de perspectivas teóricas articuladas (Lakatos & Marconi, 2003).

O processo de levantamento compreende a análise de obras, artigos e estudos técnico-científicos que abordam o uso de tecnologias aplicadas à logística urbana, sendo organizado de modo sistemático para que as evidências encontradas sejam examinadas criticamente e integradas em um conjunto compreensivo, visto que a pesquisa bibliográfica pressupõe a construção de relações entre conceitos, abordagens metodológicas e resultados empíricos, fortalecendo a consistência das interpretações elaboradas (Gil, 2008).

A etapa de classificação dos materiais selecionados segue princípios metodológicos que recomendam organização por categorias temáticas, permitindo diferenciar abordagens conceituais, fundamentos teóricos e contribuições empíricas, o que facilita o processo de interpretação e possibilita

reconhecer convergências e divergências entre os autores, prática importantes para análises de revisão que buscam explorar o estado da arte e sintetizar avanços relevantes de determinado campo investigativo (Lakatos & Marconi, 2003).

A leitura crítica constitui etapa indispensável para avaliar a pertinência, a profundidade e a contribuição real das referências encontradas, sendo orientada pela necessidade de identificar fundamentos teóricos capazes de sustentar a discussão, critérios de validade aplicados nas pesquisas analisadas e implicações teóricas que emergem das interpretações, reforçando que a revisão envolve construção ativa de sentido e não simples transcrição de conteúdos disponíveis (Gil, 2008).

A revisão também contribui para reconhecer lacunas no conhecimento científico, permitindo que o pesquisador compreenda limites metodológicos encontrados em estudos anteriores e identifique oportunidades para aprofundamentos futuros, o que reforça o envolvimento estratégico da pesquisa bibliográfica como fundamento para investigações que buscam avançar na compreensão de fenômenos complexos e multifacetados (Lakatos & Marconi, 2003).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As evidências oriundas dos estudos analisados revelam que o uso de dados de GPS oferece uma leitura ampla e profundamente detalhada do comportamento operacional dos veículos de carga, permitindo identificar padrões rotineiros de deslocamento, tempos de parada e distribuição espacial das atividades, demonstrando que o monitoramento contínuo fortalece a capacidade de interpretação das dinâmicas logísticas presentes nas cidades contemporâneas e amplia o alcance das análises sobre eficiência e desempenho urbano (Andrade, 2019).

A análise das trajetórias registradas em múltiplos contextos urbanos indica que sistemas de rastreamento produzem informações capazes de distinguir operações efetivas de simples fluxos de passagem, evidenciando que veículos que cruzam a cidade exibem comportamentos espaciais e temporais distintos daqueles que realizam entregas, informação central para compreender pressões externas sobre o sistema viário e para apoiar políticas de reorganização dos fluxos logísticos metropolitanos (Andrade, 2019).

Estudos baseados em experimentos aplicados demonstram que dados de velocidade instantânea obtidos por sensores embarcados apresentam elevado nível de confiabilidade quando comparados a medições independentes, reforçando que tais registros são adequados para avaliações de fluidez, identificação de gargalos e verificação de condições operacionais ao longo do dia, contribuindo para diagnósticos precisos sobre o desempenho viário em áreas intensamente utilizadas por veículos comerciais (Zhao *et al.*, 2011).

Pesquisas realizadas em cidades europeias mostram que a leitura espacial das atividades logísticas por meio de rastreamento permite mapear zonas críticas, evidenciar concentrações de operações e identificar áreas onde intervenções públicas podem elevar a eficiência das entregas,

demonstrando que a análise territorial apoiada por dados de GPS desempenha impacto estratégico para políticas de sustentabilidade, planejamento de zonas reguladas e desenho de medidas que buscam reorganizar a mobilidade urbana (Harris & Dabanc, 2023).

A separação entre paradas associadas à atividade logística e paradas ocasionais, observada em estudos escandinavos, indica que algoritmos aplicados ao tratamento dos dados conseguem identificar nuances operacionais que dificilmente seriam captadas por métodos tradicionais, permitindo distinguir entregas regulares de interrupções circunstanciais, revelando padrões consistentes de comportamento que subsidiam decisões públicas relacionadas ao uso do espaço urbano por veículos de carga (Khoury, 2021).

A integração de sensores avançados e arquiteturas inteligentes de processamento de dados demonstra que é possível captar aspectos comportamentais complementares aos registros de localização, permitindo compreender acelerações, desacelerações, padrões de condução e variáveis que influenciam diretamente a operação logística, evidenciando que abordagens tecnológicas avançadas ampliam o escopo dos estudos e possibilitam diagnósticos mais completos sobre a dinâmica urbana de cargas (Teo *et al.*, 2018).

Resultados de estudos aplicados ao transporte rodoviário indicam que tecnologias de localização evoluíram de ferramentas voltadas para segurança para instrumentos de gestão operacional, permitindo examinar rotas reais, identificar desvios, avaliar aderência a itinerários planejados e compreender impactos externos sobre a execução das entregas, mostrando que o uso analítico dos dados fortalece a capacidade estratégica das empresas e contribui para maior racionalidade nas atividades logísticas cotidianas (Motta, 2023).

A análise de cadeias logísticas observa que dados georreferenciados ajudam a revelar escolhas de rota influenciadas por condições de tráfego, custos operacionais e características das vias, reforçando que a observação contínua permite construir modelos de comportamento mais representativos e alinhados às decisões reais dos operadores, o que evidencia a superioridade das abordagens baseadas em observação direta em relação às metodologias exclusivamente declarativas (Ben-Akiva *et al.*, 2016).

Experimentos realizados em múltiplas regiões urbanas revelam que a variação da velocidade ao longo do dia apresenta padrões recorrentes que podem ser associados a horários de pico, obras, restrições de circulação e estrutura urbana, permitindo análises que auxiliam no dimensionamento de janelas de entrega mais eficientes, no planejamento de rotas alternativas e na criação de políticas que considerem a temporalidade das operações logísticas (Zhao *et al.*, 2011).

Os resultados obtidos em estudos brasileiros reforçam que a caracterização das paradas por meio do rastreamento contribui significativamente para entender a distribuição das atividades logísticas no território, revelando que áreas com maior concentração de entregas exigem atenção

prioritária de gestores públicos, que podem planejar intervenções voltadas à reorganização do espaço, ao aprimoramento da infraestrutura e à mitigação de conflitos entre circulação de carga e tráfego urbano (Andrade, 2019).

Os achados também indicam que a análise dos padrões espaciais de clusters logísticos possibilita identificar centralidades operacionais e eixos estruturantes de deslocamento, elementos que permitem compreender como cadeias de suprimentos se distribuem dentro da cidade e como a dinâmica urbana influencia a relação entre oferta de infraestrutura e demanda por transporte, fortalecendo o desenvolvimento de políticas que buscam aprimorar o desempenho das operações de entrega (Khoury, 2021).

Assim, os estudos avaliados demonstram que o uso integrado de rastreamento por GPS, análise espacial e métodos computacionais contemporâneos fortalece a compreensão da logística urbana, oferecendo informações que ampliam a precisão analítica, sustentam decisões baseadas em evidências e contribuem para a modernização da gestão pública e privada do transporte de mercadorias, configurando-se como um dos instrumentos mais promissores para enfrentar problemas logísticos em cidades cada vez mais complexas e pressionadas por múltiplas demandas (Harris & Dabanc, 2023).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise conduzida evidencia que os sistemas de rastreamento por GPS representam um avanço significativo para a compreensão da logística urbana, oferecendo um conjunto expressivo de informações que ampliam a precisão das interpretações sobre o funcionamento real das operações de transporte de cargas, revelando padrões de deslocamento, localização de atividades e comportamentos operacionais que somente métodos automatizados conseguem registrar com a granularidade necessária para subsidiar decisões informadas em contextos urbanos complexos.

Os resultados obtidos ao longo da investigação demonstram que a observação contínua dos movimentos dos veículos permite desenvolver diagnósticos que incorporam elementos temporais e espaciais de forma integrada, fortalecendo o entendimento sobre congestionamentos, janelas de entrega, distribuição territorial das paradas e fluxos concentrados em corredores críticos, favorecendo a construção de estratégias capazes de elevar a eficiência das operações logísticas e promover melhor organização da circulação de mercadorias nas cidades.

A leitura crítica da literatura examinada reforça que a integração entre tecnologias de rastreamento, ferramentas analíticas e técnicas espaciais configura-se como um caminho promissor para o avanço do planejamento urbano, pois amplia a capacidade de identificar áreas sensíveis, interpretar impactos da dinâmica viária sobre o transporte de cargas e compreender a relação entre estrutura urbana e desempenho operacional, permitindo que políticas públicas e estratégias privadas sejam formuladas com maior consistência e embasamento empírico.

A investigação evidencia também que o uso de dados provenientes de sistemas de monitoramento cria oportunidades relevantes para aprimorar o diálogo entre gestores públicos e agentes logísticos, já que informações detalhadas sobre comportamentos de entrega, padrões de condução e pressões sobre o espaço viário permitem alinhar expectativas, orientar intervenções e promover soluções compartilhadas que respondam às necessidades reais observadas em campo, fortalecendo a construção de políticas urbanas mais equilibradas e eficazes.

Ao sintetizar as contribuições identificadas nos estudos analisados, torna-se evidente que o rastreamento por GPS atua como instrumento de monitoramento e como fonte estruturante de conhecimento que possibilita antecipar problemas, mapear tendências e projetar cenários futuros, permitindo que cidades desenvolvam estratégias de longo prazo fundamentadas em evidências e adaptadas à evolução dos fluxos logísticos, o que reforça responsabilidade central na modernização dos sistemas urbanos de transporte de cargas.

A investigação conduzida confirma que abordagens baseadas em dados contínuos oferecem uma base sólida para superar limitações típicas de métodos tradicionais que dependem de entrevistas ou observações pontuais, pois a coleta automática elimina vieses de memória, aumenta a representatividade da amostra e revela comportamentos que emergem apenas sob condições dinâmicas, contribuindo para análises mais realistas e para formulação de modelos que reflitam o funcionamento efetivo da logística urbana.

O conjunto de evidências interpretadas permite concluir que a incorporação sistemática de tecnologias de rastreamento nos estudos sobre transporte de cargas tem potencial para transformar o modo como cidades planejam, regulam e gerenciam suas operações logísticas, oferecendo instrumentos que ampliam a visibilidade sobre os fluxos, qualificam o uso do espaço urbano e apoiam decisões voltadas à eficiência, sustentabilidade e reorganização da mobilidade em territórios densamente ocupados.

Assim, observa-se que o fortalecimento da logística urbana depende da continuidade das pesquisas que exploram, ampliam e aperfeiçoam o uso de dados de GPS, permitindo que novos estudos aprofundem a análise dos comportamentos observados, integrem diferentes fontes de informação e desenvolvam modelos capazes de orientar políticas públicas e estratégias empresariais que respondam aos entraves logísticos contemporâneos, promovendo sistemas mais inteligíveis, eficientes e alinhados à complexidade das cidades atuais.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, P. F. L. de. A utilização de dados de GPS de rastreamento de veículos para extrair indicadores operacionais do transporte urbano de cargas: estudo de caso no Brasil. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Logísticos) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.
- BEN-AKIVA, M. et al. Freight data collection using GPS and web-based surveys: insights from US truck drivers' survey and perspectives for urban freight. *Case Studies in Transport Policy*, v. 4, n. 1, p. 38–44, 2016.
- GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- HARRIS, A.; DABLANC, L. European strategies for urban logistics: 16 case studies of innovative initiatives in Europe. 2023.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Fundamentos de metodologia científica. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- MØJSUND, C. S.; HOVI, I. B. GPS data as a basis for mapping freight vehicle activities in urban areas: a case study for seven Norwegian cities. *Research in Transportation Business & Management*, v. 45, p. 100908, 2022.
- MOTTA, M. A. As vantagens no uso de sistemas de localização no transporte rodoviário de café na rota BH–SP–STS. Formiga: Editora Uniesmero, 2023.
- TAYLOR, S.; GREEN, J.; RICHARDSON, A. Applying vehicle tracking and palmtop technology to urban freight surveys. *Australasian Transport Research Forum*, Sydney, 1998.
- TEO, J. et al. An integrated sensing-based urban freight data collection framework: methodology and pilot projects in Singapore. *Singapore-MIT Alliance for Research and Technology (SMART)*, 2018.
- ZHAO, W.; GOODCHILD, A. V.; McCORMACK, E. D. Evaluating the accuracy of spot speed data from Global Positioning Systems for estimating truck travel speed. *Transportation Research Record*, n. 2246, p. 101–110, 2011.