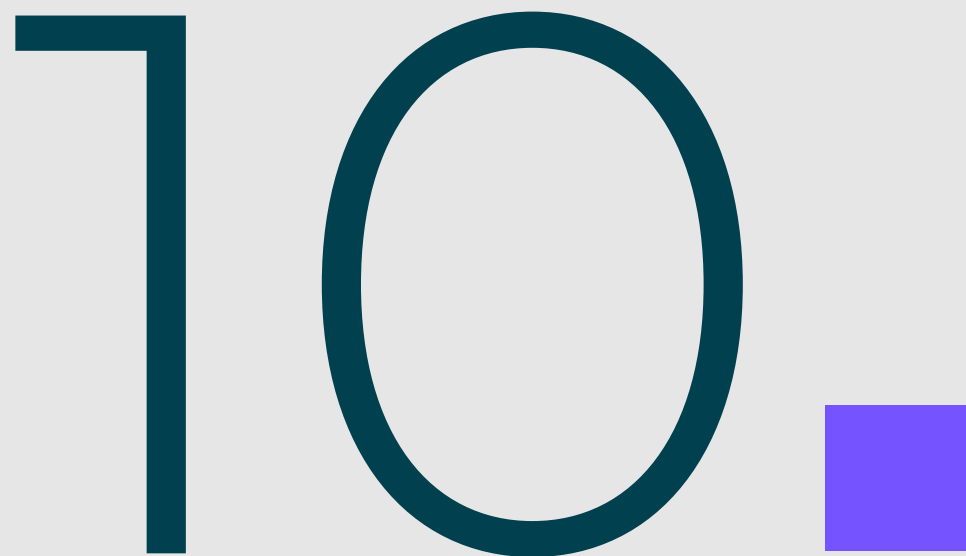


Anderson Reis | Gabriel Bezerra Costa
de Lima | Isabella Mayara Abreu da
Hora | Larissa Emerick Gois | Leise
Kelli de Oliveira | Lorena Mirela Ricci |
Vanderlei Menezes Conceição | Victor
Hugo Souza de Abreu



DESAFIOS NA COLETA DE DADOS PARA ANÁLISE DO TRANSPORTE DE CARGA

PALAVRAS-CHAVE:

- Transporte de Carga
- Mobilidade Urbana de Carga
- Dados
- Planejamento do transporte da carga

ANDERSON REIS: Mestrando em Engenharia de Transportes; Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

anderson.reis@pet.coppe.ufrj.br

GABRIEL BEZERRA COSTA DE LIMA: Graduando em Engenharia Civil; Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

gabrielbcdelima@poli.ufrj.br

ISABELLA MAYARA ABREU DA HORA: Doutoranda em Engenharia de Transportes; Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

isabelladahora@pet.coppe.ufrj.br

LARISSA EMERICK GOIS: Doutoranda em Engenharia de Produção; Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

larissaemerick@coppe.ufrj.br

LEISE KELLI DE OLIVEIRA: PHD em Engenharia; Professora associada no Departamento de Engenharia de Transportes e Geotecnia da Universidade Federal de Minas Gerais.

leise@etg.ufmg.br

LORENA MIRELA RICCI: Mestranda em Engenharia de Transportes; Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

lorena.ricci@pet.coppe.ufrj.br

VANDERLEI MENEZES CONCEIÇÃO: Mestre em Estratégia; Gestor Empresarial na LogiMob, Logística e Mobilidade Urbana.

vanderlei62mc@hotmail.com

VICTOR HUGO SOUZA DE ABREU: Doutorando em Engenharia de Transportes; Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

victor@pet.coppe.ufrj.br

RESUMO

A mobilidade urbana discute atributos importantes nas cidades, dentre eles o deslocamento de pessoas e bens no espaço urbano. A partir da elaboração dos planos de mobilidade, as cidades podem diagnosticar problemas e sugerir possíveis soluções para melhor fluidez do movimento na cidade. O transporte de cargas desempenha papel importante na economia, porém muitas vezes é colocado em segundo plano com a priorização do transporte de passageiros. Este capítulo tem como objetivo apresentar e discutir os aspectos sobre dados e regulamentação do transporte de cargas, identificar e sugerir padronizações de dados, descomplicar as diretrizes e apresentar recomendações baseadas na literatura existente. Ressalta-se a necessidade de arranjos colaborativos e integrados, e de estratégias a nível de governança e estrutura institucional, a colaboração dos envolvidos de forma participativa e a organização das bases de dados para auxiliar os gestores na tomada de decisão focando na configuração e criação de cidades inteligentes e integradas.

ISBN: 978-65-999509-9-5

DESTAQUES

1 Um sistema de transporte de cargas que funcione bem é um elemento essencial em qualquer economia bem-sucedida;

2 O setor dos transportes foi responsável, em 2019, por 38% das emissões totais de GEE da área energética brasileira, computando um total 196,5 milhões de toneladas de CO₂, sendo os caminhões responsáveis por 40% dessas emissões;

3 Há a necessidade de implementação de ferramentas para melhorar a eficiência do setor tais como o uso de sistemas de informação e comunicação para melhor planejar, monitorar e controlar atividades de transporte;

4 Além disso, o setor necessita de uma regulamentação efetiva que ajude a melhor direcionar os esforços;

5 Empresas transporte de carga e logística devem trabalhar em conjunto com os tomadores de decisão públicos para aumentar a eficiência de suas atividades, bem como promover o desenvolvimento sustentável.

1. INTRODUÇÃO

Um sistema de transporte de cargas que funcione bem é um elemento essencial em qualquer economia bem-sucedida. Entretanto, representa uma parcela cada vez maior dos custos, prazos de entrega e impacto ambiental e social, havendo pressões crescentes para uma execução mais eficiente. Nesse sentido, há a necessidade de implementação de ferramentas para melhorar a eficiência do setor tais como o uso de sistemas de informação e comunicação para melhor planejar, monitorar e controlar atividades de transporte (STEFANSSON; WOXENIUS, 2007; ASSIS *et al.*, 2022).

No contexto brasileiro, em 2019, 61% das cargas movimentadas no Brasil foram por meio das rodovias, enquanto 21% das cargas seguiram pelo modo ferroviário, 12% por cabotagem, 4% por dutos, 2% por hidrovias e menos de 1% pelo modo aéreo, conforme dados apresentados na Tabela 1. Na divisão modal do transporte de cargas, percebe-se que, dentre os países indicados, o Brasil tem maior utilização do percentual do transporte rodoviário. Países como o Canadá, Estados Unidos e China possuem uma matriz mais bem distribuída entre os modos de transporte.

Tabela 1: Matriz do Transporte de Cargas – 2019 (em TKUs – Tonelada/km Útil).

PAÍS	MODOS				
	Rodoviário	Ferrov iário	Dutoviário	Hidrov iário	Cabotagem
Brasil	61%	21%	4%	2%	12%
Japão	51%	5%	0%	0%	44%
EU	50%	11%	3%	4%	32%
EUA	43%	27%	22%	5%	3%
China	35%	14%	3%	23%	25%
Austrália	27%	55%	4%	0%	14%
Canadá	19%	34%	40%	4%	3%

Fonte: ILOS (2020).

Nesse sentido, no Brasil, nota-se que há necessidade de investimentos significativos para uma divisão modal mais balanceada. Há ainda a necessidade de estimular uma maior eficiência no transporte rodoviário de cargas para reduzir o consumo de combustíveis e minimizar as emissões de Gases de Efeito Estufa - GEE, que contribuem negativamente para mudanças climáticas que impactam diretamente na saúde da população (SANTOS *et al.*, 2021). Além disso, a malha rodoviária do Brasil é bastante extensa, o que facilita a diversidade de vias para entregas. No entanto, esta mesma malha rodoviária não acompanha a demanda para escoamento da produção nacional (NEVES *et al.*, 2018).

Para minimizar os impactos do transporte rodoviário de cargas e melhorar sua eficiência, é necessário conhecer o setor brasileiro. Na Tabela 2 estão apresentadas algumas estatísticas consolidadas do Anuário CNT do Transportes (CNT, 2021), além de informações sobre as emissões de GEE disponibilizadas pela SEEG (2019).

Tabela 2: Estatísticas consolidadas do Transporte Rodoviário.

Dimensão	Descrição
Malha	A malha rodoviária brasileira apresentou extensão total de 1.720.700,0 km em 2019, sendo apenas 12,4% da malha pavimentada, com extensão total de 213.452,0 km. Cabe destacar que entre 2009 e 2019 houve um crescimento de apenas 0,5% da malha pavimentada, indicando assim uma grande necessidade em infraestrutura rodoviária. O restante da malha é não pavimentada, representando 78,5% do total (1.349.938,0 km) ou planejada, representando 9,1% (157.309,0 km).
Condição rodoviária	Quanto à qualidade das rodovias brasileiras, 61,9% das avaliadas, em 2020, apresentaram algum tipo de problema no estado geral; 52,2% têm problemas no pavimento; 58,9% apresentaram deficiência na sinalização; e 62,1% têm falhas na geometria.
Frota	A frota total de veículos no país é composta por 110.812.821 veículos registrados em 2021. Isso representa um crescimento de 57,1% em relação a 2011, quando existiam 70.543.535 registros. A frota brasileira é composta por: automóveis (53,3%); motocicletas (22,2%); caminhões (2,6%); e ônibus (0,6%). O transporte de carga é composto por 219.956 empresas, 435 cooperativas e 724.098 autônomos registrados em 2020.

Dimensão	Descrição
Transporte de cargas	A frota cadastrada nas empresas é de 1.382.651 veículos; 859.729 registrados como autônomos; 28.482 veículos de cooperativas; totalizando 2.270.861 veículos autorizados para realizar transporte de cargas.
Emissão de GEE	O setor dos transportes foi responsável, em 2019, por 38% das emissões totais de GEE da área energética brasileira, computando um total 196,5 milhões de toneladas de CO ₂ , sendo os caminhões responsáveis por 40% dessas emissões.
Acidentes nas rodovias federais brasileiras	Quanto aos acidentes de trânsito, em 2020, foram registradas 51.865 ocorrências com vítimas nas rodovias federais, 7,0% a menos do que o registrado em 2019; com um total de 5.287 óbitos em acidentes de trânsito nas rodovias federais brasileiras, 0,8% a menos do que em 2019. Em 2020 houve um aumento da gravidade dos acidentes, com 8,3 mortos por acidente, um aumento de 5,0% em relação a 2019 quando este indicador era de 7,9.

Fonte: CNT (2021) e SEEG (2019).

Os dados apresentados na Tabela 2 mostram um setor apenas com informações básicas que não permitem a tomada de decisão eficiente no intuito de melhorar a eficiência da atividade e minimizar seus impactos negativos.

No Brasil, a principal lei sobre o transporte de cargas é a Lei nº 11.442/2007, ou ainda chamada de Lei do Transporte Rodoviário de Cargas, em que estão as principais definições a respeito dos direitos e obrigações de profissionais e empresas que realizam esta atividade (BRASIL, 2007).

Cabe ainda ressaltar a Norma Regulamentadora Nº 11 (NR-11) que aborda sobre os procedimentos de segurança em atividades que envolvem transporte, armazenamento, manuseio e movimentação de produtos e materiais em território nacional (BRASIL, 2022). Outra lei importante é a Lei nº 12.619/2012, também chamada de Lei do Descanso, que estabelece as regras para a atuação profissional de motoristas tais como obrigações quanto a jornada máxima de trabalho e de descanso, direitos e deveres trabalhistas (incorporados à Consolidação das Leis do Trabalho, a CLT), bem como remuneração no caso de longas viagens (BRASIL, 2012b).

Entretanto, faz-se pertinente o desenvolvimento de uma regulamentação efetiva que estimule tanto a coleta de dados sobre as atividades de transporte de carga, bem como mecanismos de recebimento, tratamento e consolidação dos dados a serem analisados por órgãos públicos regulamentadores das atividades, de modo a tornar o transporte urbano mais sustentável.

Diante do apresentado, este capítulo explora a temática do transporte de cargas no contexto de planejamento da mobilidade urbana, explorando conceitos e desafios atuais, e mostrando a importância dos dados para um planejamento inteligente e integrado desse modo de transporte nas cidades.

2. TRANSPORTE RODOVIÁRIO

Como já mencionado, o transporte rodoviário possui predominância no Brasil, destaca-se para este modo a necessidade de estudos e políticas públicas em observação ao planejamento da mobilidade urbana para a circulação das cargas. Desta forma, esta seção tem por objetivo apresentar as principais características e outros aspectos importantes sobre o modo.

2.1. Definição do modo

O modo rodoviário se caracteriza pelo uso de veículos e malhas rodoviárias (NEVES *et al.*, 2018). O transporte rodoviário de cargas é observado sob uma análise sistêmica logística no qual transportar cargas é o simples fato de deslocar matéria-prima ou produto acabado entre dois pontos geográficos (GOMES, 2006). Portanto, o transporte de carga é uma atividade vital para o bom desempenho na coleta, transferência e distribuição de cargas e prestação de serviços que compõem as atividades básicas de ligação entre as unidades de transformação nas cadeias logísticas (PLVB, 2018). Nesse sentido, conforme o Programa de Logística Verde Brasil (2018), o transporte de cargas ocorre entre fornecedores, locais de fabricação, coleta ou distribuição, instalações de armazenagem e clientes.

Desta forma, analisando o transporte de cargas rodoviário dentro de um contexto maior, pode-se caracterizá-lo como uma atividade intermediária que colabora para a concretização de uma cadeia de atividades (GOMES, 2006). Consoante D'Agosto (2015), no modo rodoviário, os veículos motorizados de carga se distinguem pela finalidade e porte, como apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: Veículos rodoviários de carga motorizados.

Veículos de Carga	Descrição
Caminhonete	Veículo destinado ao transporte de carga com peso bruto total de até 3500 kg.
Caminhão	Veículo destinado ao transporte de carga com peso bruto total superior a 3500 kg.
Caminhão-trator	Veículo destinado a tracionar ou arrastar outro.
Reboque	Veículo destinado a ser engatado atrás de um veículo automotor.
Semirreboque	Veículo de um ou mais eixos que se apoia na sua unidade tratora ou é a ela ligado por meio de articulação.
Motocicleta ¹	Veículo automotor de duas rodas, com ou sem side car, dirigido por condutor em posição sentada.

Fonte: Adaptado de D'Agosto (2015).

A atividade de transporte de carga é fundamental pois garante continuidade ao processo produtivo e comercialização de produtos. Nessa perspectiva, o transporte rodoviário de cargas proporciona maior flexibilidade de transporte aos diferentes tipos de cargas (carga completa ou fracionada), produtos (matéria prima, produtos semiacabados ou acabados), distância e demandas sendo o único modo capaz de operar na "porta a porta" ou última milha. Logo, o modo rodoviário é capaz de cooperar ativamente com os demais modos (D'AGOSTO; OLIVEIRA, 2018). Para viagens de média e longa distância (interurbano e interestadual), são indicados caminhões pesados a fim de transportar um maior volume de carga, enquanto os caminhões e veículos leves são mais adequados para entregas intra-urbanas, atuando na última milha (INKINEN; HÄMÄLÄINEN, 2020).

1 Este veículo pode ser adaptado e utilizado para carga.

2.2. Órgão regulador

Notam-se dificuldades ao tratar sobre regulamentação do transporte urbano de carga, por parte do poder público (LIMA JÚNIOR, 2011). A Lei nº 10.233/2001 foi responsável por reestruturar o setor de transportes brasileiro. Deste setor, atualmente, existe o Ministério da Infraestrutura (MInfra), o Conselho Nacional de Políticas de Transporte (CONIT), as Agências Reguladoras de Transporte e o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) (BRASIL, 2001).

A Lei nº 12.587/2012 foi responsável por instituir a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU). Encontra-se nesta lei a definição e classificação dos modos e serviços de transporte, além de exemplos de infraestruturas de mobilidade urbana que compõem o Sistema Nacional de Mobilidade Urbana. As infraestruturas devem estar integradas, de forma a garantir um planejamento sistêmico para que produzam benefícios eficientes e proporcionais aos recursos empregados (BRASIL, 2012a).

Nesta lei, assuntos relevantes são abordados, sobre o transporte de cargas, destaca-se o “controle do uso e operação da infraestrutura viária destinada à circulação e operação do transporte de carga, concedendo prioridades ou restrições” que forem necessárias. Neste sentido, de acordo com a PNMU, o poder público pode restringir horário ou local para a circulação, se isso sobrecarregar o sistema ou pode priorizar, por exemplo, o acesso do transporte de cargas com o objetivo de garantir o abastecimento até em locais onde há restrição de veículos motorizados.

São Paulo representou um marco importante no Brasil como o estado pioneiro na regulamentação do Veículo Urbano de Carga, através do Decreto nº 37.185 de 20 de novembro de 1997, com considerações e objetivos que visam a ordenação no tráfego de caminhões e a organização da distribuição urbana de mercadorias no município. O decreto considera ainda relevante, a utilização de transporte de pequeno porte para a circulação urbana. Informações de identificação das dimensões e da capacidade de carga dos veí-

culos, auxilia na criação de um instrumento para planos de restrição à circulação de caminhões que se adapte às necessidades de trânsito e as operações de carga e descarga (SÃO PAULO, 1997). O decreto foi revogado por decreto posterior, mas ainda assim nota-se um esforço para políticas neste assunto.

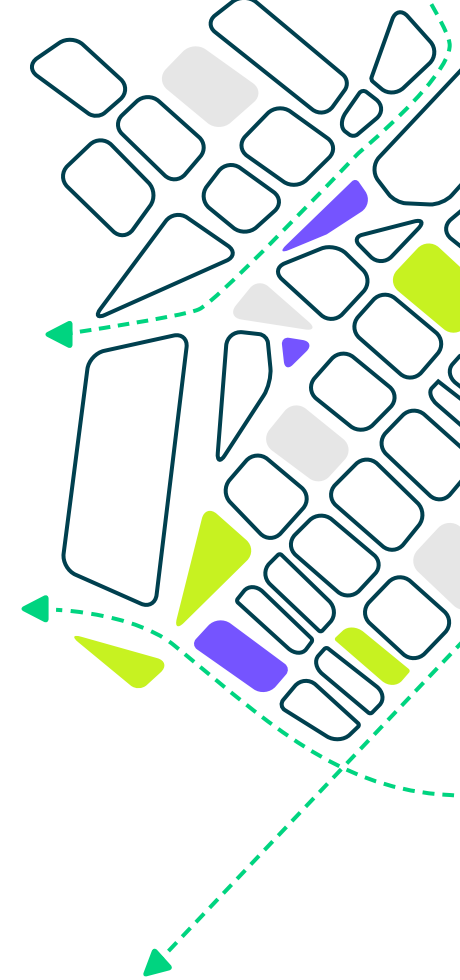
Quanto às ações de fiscalização, elas podem ocorrer em todo o território nacional, sendo comuns em vias estaduais e federais, podendo ser de forma presencial ou eletrônica. Essa fiscalização é de responsabilidade da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT).

2.3. A importância dos dados para o diagnóstico do transporte urbano de carga

A realização de diagnóstico sobre a estrutura disponível para as operações de transporte de carga em áreas urbanas é crucial para a elaboração do Plano de Mobilidade e a implantação de soluções que minimizem as externalidades da atividade. Sem o conhecimento da situação atual, dos principais problemas e dos dados para o monitoramento das medidas implementadas, torna-se muito difícil verificar se as decisões tomadas estão atingindo os objetivos esperados e alinhados com o Plano de Mobilidade.

Como regra, a gestão pública é responsável pela coleta de dados, sendo que os municípios podem fazer a contagem de veículos, por exemplo, e outras pesquisas periódicas que necessitam incluir os veículos de carga. Na prática, raramente verifica-se pesquisas completas para obtenção de dados sobre as operações dos veículos de carga; o foco principal tem sido no transporte de pessoas. Dependendo do tipo de pesquisa, o montante utilizado para a realização das pesquisas pode ser elevado, incluindo muito tempo para a coleta de dados e recursos humanos envolvidos.

A obtenção de dados sobre o transporte urbano de carga (TUC) deve fornecer subsídios para a geração da matriz origem-destino de carga, a principal ferramenta de planejamento de transportes. Ela fornece um retrato dos principais padrões de deslocamento de mercadorias na região anali-



sada em um dia útil típico. Matrizes com metodologia consolidada já estão disponíveis para que se conheça a movimentação de pessoas em áreas urbanas e de mercadorias em rodovias brasileiras. Entretanto, face à recente importância do TUC, é preciso adaptar e desenvolver metodologias para capturar as particularidades da atividade. Como exemplo, a cidade de São Paulo desenvolveu metodologia para obtenção de dados de movimentação de mercadorias para subsidiar o desenvolvimento de uma matriz origem-destino. Detalhes da metodologia podem ser obtidos em CET (2015).

Alternativamente, Oliveira (2014) propôs uma estrutura de dados necessária para conhecer os fluxos de carga em áreas urbanas. A autora sugere entrevista com operadores, pesquisa de rotatividade nas áreas de carga e descarga regulamentadas na cidade e contagem de veículos. A proposta foi aplicada em Belo Horizonte e forneceu o diagnóstico para a elaboração do plano de mobilidade urbana de carga da cidade.

Os principais dados e informações para a gestão do TUC são:

- Tonelada transportada, por modo;
- Veículos cadastrados para o transporte de cargas;
- Dados consolidados do Sistema de posicionamento global - GPS;
- Dados de mapas digitais;
- Quantidade e tipos de normativos para disciplinar o transporte de cargas urbanas;
- Quantidade e tipos de infraestrutura para transporte de cargas urbanas;
- Cadastro unificado de veículos para transporte de cargas urbanas;
- Quantidade e tipos de modais para transporte de cargas urbanas;

- Quantidade e localização de ciclovias e ciclofaixas para transporte de passageiros e cargas;
- Quantidade de veículos elétricos utilizados no TUC;
- Quantidade e tipo de aplicativos utilizados pelas empresas para otimizar os custos com transporte de cargas urbanas;
- Quantidade de frota de veículos que utiliza sistemas de roteirização para entrega de cargas na última milha;
- Quantidade e localização de empresas de transportes de cargas registradas na cidade;
- Quantidade e localização de plataformas logísticas para carga e descarga otimizadas;
- Quantidade e localização de centros de distribuição urbana e pontos de entregas e retiradas de mercadorias do comércio eletrônico (os armários inteligentes);
- Quantidade percentual do fluxo de cargas na cidade;
- Indicadores de monitoramento, controle e gestão do trânsito;
- Prazo médio de entrega na última milha;
- Evolução do consumo de combustíveis no transporte de cargas;
- Quantidade de emissões atmosféricas decorrentes dos veículos de cargas;
- Quantidade de acidentes no trânsito envolvendo o TUC;
- Quantidade e locais para "janelas horárias" para carga e descarga de produtos na cidade;
- Quantidades e locais com restrições para carga e descarga de produtos na cidade (janelas horárias, criticidade de fluxos de veículos, limitações ambientais, restrições por segurança viária, tempo de estacionamento, limites de peso etc.);
- Número de startups envolvidas com projetos de melhorias no transporte de cargas urbanas.

Não apenas pode-se centrar os esforços na obtenção e mineração dos dados nesta área, mas é questão fundamental definir os melhores indicadores para a gestão do TUC, diminuindo suas externalidades, que impactam nos custos logísticos, no desenvolvimento sustentável e inteligente e na qualidade de vida de todos.

Através de pesquisas que começam a serem aplicadas, inclusive sob patrocínio de bancos de desenvolvimento, dentre outros, alguns resultados importantes começam a surgir, a exemplo de iniciativas que vêm ocorrendo em São Paulo e Curitiba, no intuito de diminuir a carência de fluxo de metodologias para obtenção de dados de fluxo de carga. As iniciativas já começam a apresentar alguns resultados, a exemplo da obtenção de indicadores importantes para o transporte urbano de carga, conforme a Tabela 4.

Tabela 4: Exemplo de indicadores para o transporte urbano de carga.

Indicador	Medidas
Densidade de carga/descarga	Número de coleta/entregas por km ² na área analisada
Tempo de carga/descarga	Tempo médio que o veículo permanece estacionado ou em fila dupla para realizar coleta/entrega, por atividade, por área
Número de entregas	Número de coleta/entregas por semana, por empregado, por setor de atividade
Distância percorrida da origem até a primeira entrega	Quilômetros
Distância total percorrida nas vias urbanas	Quilômetros
Tempo médio de entrega	Minutos por entrega
Velocidade média por rota	Quilômetros por hora (excluindo paradas)
Emissão de poluentes	Gramas de CO ₂ , NO _x e consumo de combustível

Fonte: Adaptado de Allen et al. (2013).

3. A TECNOLOGIA COMO SUPORTE AO TUC

O ambiente tecnológico no qual a sociedade está inserida propicia a obtenção de dados e troca de informações, que atuam como facilitadores na tomada de decisão, otimizando tempo e recurso das operações. Sendo assim, esta seção apresenta as principais para o TUC e os potenciais benefícios resultantes da implementação de uma política de obtenção de dados.

3.1 Aplicativos

A tecnologia tem contribuído para o aumento da produtividade e redução dos custos de transporte. Com o objetivo de oferecer soluções que, além de inovadoras, proporcionam agilidade e eficiência, surgiu no mercado uma variedade de aplicativos voltados para o transporte de carga.

Estes aplicativos buscam facilitar o contato entre empresas que precisam ter suas mercadorias transportadas e os condutores disponíveis para realizar o serviço, de forma tal que seja buscada a melhor otimização dos custos com fretes de mercadorias. Por isso, pode ser visto como uma solução que atende às necessidades de ambos, favorecendo o aumento do alcance da oferta e procura do serviço. No entanto, existem oportunidades para o desenvolvimento de novos aplicativos, que possam, por exemplo, reduzir emissões atmosféricas, tempo em congestionamentos, gastos com combustíveis, dentre outros.

Os próprios aplicativos podem ser responsáveis pela geração de dados relativos ao setor de carga. Assim, é importante estratégias de governança voltada para uma cultura de dados, em parceria com empresas especializadas, que estes sejam disponibilizados de forma transparente, para garantir o desenvolvimento de soluções tecnológicas de grande eficácia, colaborando para a qualidade de vida nas cidades.

3.2 Soluções para roteirização

Com o objetivo de reduzir o impacto ambiental do transporte de cargas em áreas urbanas deve ser desenvolvido um sistema avançado de roteirização e programação de veículos (KECHAGIAS et al., 2020). Conforme conceito, a roteirização pode ser

atribuída como o processo de planejamento de um itinerário ou roteiro que tem por objetivo a redução do tempo, da distância percorrida e dos custos operacionais logísticos. A roteirização, na prática, visa otimizar a programação das visitas e entregas baseada em uma série de dados e informações relevantes, como: quantidade e capacidade dos veículos, quantidade de pedidos, clientes mais rentáveis, locais de entrega, entre outras. Após realizar análise de todas estas informações, o objetivo principal da roteirização é otimizar ao máximo o custo por visita ou entrega.

Os sistemas de roteirização vêm crescendo o seu uso e começam a serem vistos pelos pesquisadores como potencial fonte de soluções possibilitando o fortalecimento do conceito da logística inteligente e sustentável (RUBIANO *et al.*, 2021). O problema de roteirização de veículos surge na literatura com o objetivo de reduzir os custos relacionados ao transporte e, até mesmo, reduzir o tempo gasto com as viagens. O Problema de Roteirização de Veículos (PRV), ou *Vehicle Routing Problem* (VRP), advém da necessidade de otimizar as rotas de entrega de produtos feita por veículos, a um número n de clientes distribuídos geograficamente, seguindo diversas restrições existentes (LEMONS *et al.*, 2020).

A aplicação de métodos inteligentes de otimização, na linha do VRP, tem sido a tendência mais forte da atualidade para resolver complexos problemas, inclusive da logística urbana, com a combinação de variáveis. Além de indicar melhores custos, podem indicar alternativas com rotas de distribuição de cargas mais inteligentes, com menor consumo de combustível, menores emissões de poluentes, menores ruídos, menores tempos em trânsito, entre outros (RUBIANO *et al.*, 2021).

Entende-se que a disponibilidade dos dados em bases padronizadas e acessíveis podem ser objeto de fontes importantes para o planejamento e auxílio do processo de roteirização de veículos transportadores de cargas, e que, ações como essa, podem colaborar na fluidez do tráfego de veículos nas cidades.

3.3 Gestão de dados e indicadores do TUC

Atualmente, observa-se que nas esferas municipais existem lacunas em termos de legislação municipal direcionadas para disciplinar o transporte de cargas urbanas. Quando nos reportamos a gestão de dados e informações, as lacunas são ainda maiores, o que se comprova pela inexistência de diretrizes no Plano de Mobilidade Urbana (PLANMOB) sobre o tema. Com o crescimento das demandas para aumentar a produtividade das entregas urbanas, suportadas por iniciativas de sustentabilidade e tecnologia, o que se verifica é a predominância no controle e manuseio pela iniciativa privada dos principais dados e informações para análise do comportamento da logística urbana.

Se faz necessário e urgente que sejam definidas e implementadas políticas públicas que permitam uma **Mobilidade Urbana sustentável, inteligente e inclusiva**, onde os fluxos de mercadorias devem ser tratados numa perspectiva sistêmica, como componente indissociável da vida urbana.

Não pode-se dissociar a necessidade do planejamento e gestão pública da mobilidade urbana nos municípios, sem considerar o uso de dados e indicadores, nos seguintes contextos:

a) Implementação de governança e estrutura de dados integrados

- Regulamentações para gestão, acesso e compartilhamento de dados entre o setor privado e prefeitura, considerando as legislações, padronização, segurança da informação, e proteção destes dados.
- Implantação de estrutura organizacional, com recursos, infraestrutura e equipes alocadas e capacitadas para a gestão dos dados e indicadores da mobilidade e logística urbana (processamento, análise e disponibilização).

b) Integração de dados da mobilidade urbana e logística urbana

- Implantação da Base de Dados Integrada (BDI), com a capacidade de organizar todas as bases de dados existentes, no âmbito público e privado (empresas produtoras de dados), de forma que possam ser consultadas de forma ágil para tomada de decisões.

Para implementar a BDI é necessário um grande esforço conjunto dos diversos órgãos públicos que manuseiam os dados a serem organizados, em conjunto com empresas privadas produtoras de dados, de forma que se possa catalogar todas as suas fontes e estruturar as bibliotecas de dados, através de arquiteturas tecnológicas, que possibilite o compartilhamento inteligente, suportado por uma infraestrutura robusta e disponível em tempo real para os usuários dos dados, seja na esfera pública ou privada, desde que regras de segurança da informação sejam estabelecidas e cumpridas.

Promover a abertura e disponibilização de dados como forma de superar a falta de flexibilidade do poder público para inovar e absorver o uso de novas tecnologias, é de fato uma grande dificuldade a ser vencida pelos órgãos públicos, sendo um caminho possível a contratação e o envolvimento de atores externos como *startups*, pesquisadores e sociedade civil em processos de inovação.

A organização de todas as bases de dados e indicadores disponíveis possibilita a aplicação no desenvolvimento das soluções tecnológicas em mobilidade e logística urbana, garantindo maior integração e otimização no uso dos modais de transportes coletivos de passageiros (motorizados e não motorizados), bem como de transportes de cargas na última milha. Essa base de dados integrada será a principal fonte para estimular mais ainda o mercado de startups que desenvolvem aplicativos para mobilidade e logística urbana, de uso crescente pelos cidadãos e empresas.

3.4 Contexto pós Pandemia

Com a pandemia da COVID-19, a importância do TUC se tornou mais evidente do que nunca. Isso ocorre, porque a continuidade dos serviços de entrega e coleta de mercadorias nas cidades ajudou a garantir o abastecimento de suprimentos médicos, alimentos, bebidas e todos os itens de consumo, principalmente daqueles considerados essenciais (RIVERA, 2020).

Com o retorno à “normalidade”, ainda não está claro como o comportamento do consumidor e os fluxos de car-

ga urbana irão evoluir. No entanto, há certo nível de consenso entre as principais partes interessadas de que algumas das mudanças ocorridas durante a pandemia com foco em inovação e flexibilidade vieram para ficar e irão remodelar a logística urbana (JIMÉNEZ; SARRIÓ; AXINTE, 2021), conforme informações apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5. Principais transformações na logística urbana em virtude da Pandemia do COVID-19.

Principais transformações	Descrição
Redução das entregas no varejo	As entregas no varejo foram afetadas em virtude das medidas adotadas para conter a disseminação do COVID-19, demonstrando a necessidade de identificar estratégias como o <i>marketplaces online</i> ² para pequenos e médios varejistas que possam ajudar a garantir a sobrevivência do comércio varejista tradicional em uma pandemia (OLIVEIRA et al., 2022).
Crescimento do comércio eletrônico (<i>e-commerce</i>) e dos serviços sob demanda	Novas formas digitais de interagir com as marcas e mudanças no comportamento do cliente em relação a conveniência, rapidez e simplicidade já estão consolidadas. Os especialistas estimam que a pandemia acelerou a mudança para o <i>e-commerce</i> em cinco anos, levando os varejistas a adotar recursos de atendimento <i>omnicanal</i> , que busca integrar canais de venda e comunicação para facilitar a vida do consumidor e aumentar o lucro das empresas (JIMÉNEZ; SARRIÓ; AXINTE, 2021). No entanto, destaca-se que as estratégias de <i>e-commerce</i> têm implicações logísticas e aumentam as entregas ao domicílio, sendo, dessa forma, crucial aprimorar o transporte urbano de carga sustentável como solução para as cidades verdes (OLIVEIRA et al., 2022).
Ascensão do trabalho remoto (<i>home office</i>)	Após o isolamento físico, acredita-se que a preferência geral entre os trabalhadores é uma combinação de trabalhar em casa (<i>home office</i>) e ir para o escritório em horários flexíveis. Se essa tendência se estabelecer, vai impulsionar ainda mais o <i>e-commerce</i> e reduzir as falhas na entrega e/ou coleta de cargas, em função de menos veículos circulantes nas vias, por exemplo, o que também reduz as emissões de Gases de Efeito Estufa (JIMÉNEZ; SARRIÓ; AXINTE, 2021).

2 A palavra passa a ideia de um espaço livre onde compradores e vendedores podem fazer negócios. Na prática, o modelo de *marketplace* funciona como um shopping virtual.

Principais transformações	Descrição
Necessidade crescente de soluções ambientalmente e socialmente responsáveis	A crise social decorrente da pandemia mostrou a necessidade crescente da utilização de soluções ambientalmente e socialmente responsáveis para o setor de transporte e logística por meio, por exemplo, da prática do transporte de carga ativo (bicicletas e triciclos), utilização de veículos elétricos, equipamentos autônomos, drones e outras tecnologias de ponta (ARUP, 2020). Além disso, o uso de tecnologias de informação e comunicação pode auxiliar no planejamento ótimo de rotas e no uso mais eficiente de veículos de coleta e entrega de carga.
Aceleração de soluções tecnológicas	Soluções como Mobility-as-a-Service (MaaS) e Logistic-as-a-Service (LaaS) podem permitir formas alternativas de movimentação de pessoas e mercadorias, aumentando assim a flexibilidade, confiabilidade e eficiência geral da rede de mobilidade, unindo forças e recursos de transporte e serviços de mobilidade compartilhada por meio de sólidas parcerias público-privadas (LOZZI <i>et al.</i> , 2020).
Parcerias entre atores	A parceria entre os envolvidos nos processos de planejamento urbano e operação do transporte de carga pode ajudar a reconciliar as necessidades de uma ampla gama de usuários e desenvolver programas e políticas que apoiem a saúde pública, maximizem os benefícios para a comunidade e mantenham cadeias de suprimentos vitais da cidade robustas e resilientes (ARUP, 2020).
Inserção do TUC nos planos de mobilidade urbana	Para garantir que os sistemas urbanos sejam resilientes e capazes de fornecer bens indispensáveis (alimentos, bebidas, remédios etc.), principalmente os essenciais, durante as crises, identificou-se que é crucial integrar a logística aos planos de mobilidade urbana nas escalas municipal e regional. Esta também é uma oportunidade de considerar a eficiência e confiabilidade dos sistemas atuais e priorizar planos e políticas que favoreçam soluções sustentáveis e resilientes para coleta e entrega de cargas em áreas urbanas (ZHONGMING <i>et al.</i> , 2021).

Fonte: Organizado pelos autores.

Os resultados apresentados na Tabela 5 mostram que os efeitos causados pela pandemia do COVID-19 exigiram que inovações e mudanças em diferentes níveis fossem realizadas na logística urbana para que o setor pudesse se adaptar e evoluir com a crise (ARUP, 2020). Indicando inclusive a importância de estratégias alternativas ao varejo tradicional e a adaptação da infraestrutura local devido ao aumento da demanda por entregas domiciliares (OLIVEIRA *et al.*, 2022). Acredita-se que para acomodar com sucesso o novo paradigma da logística urbana em uma paisagem urbana em mudança, as vias e bairros da cidade precisarão encontrar maneiras eficazes de integrar uma variedade de partes móveis e fazer o uso ideal do espaço disponível (ARUP, 2020).

Dessa forma, os especialistas em logística podem trabalhar com os tomadores de decisão públicos para identificar objetivos, como aumentar a sustentabilidade, apoiar negócios locais e melhorar a integração de sistemas de mobilidade, e projetar programas e políticas adequados ao contexto para atender a esses objetivos como, por exemplo, dedicação de zonas comerciais de carga e descarga e implementação de tecnologia para permitir que os motoristas reservem espaço junto ao meio-fio em bairros de tráfego intenso (ARUP, 2020).

3.5 A Sustentabilidade do TUC

O transporte rodoviário de cargas, em decorrência do uso do combustível fóssil, contribui significativamente no aumento das emissões de gases de efeito estufa e poluentes atmosféricos, resultando no avanço do aquecimento global e danos à saúde, respectivamente, principalmente nos grandes centros urbanos cuja densidade populacional é elevada (INKINEN; HÄMÄLÄINEN, 2020).

De acordo com IPCC (2014), a falta de uma implementação mais agressiva e sustentada de políticas de mitigação

faz com que as emissões de GEE do setor de transporte aumentem mais rapidamente do que qualquer outro setor de uso final de energia. Atualmente, o setor de transporte emite cerca de 9.7 Gigatoneladas de gás carbônico equivalente ($GtCO_{2eq}$), podendo chegar a cerca de 10 a 18 $GtCO_{2eq}$ em 2050 (CLIMATE CHANGE, 2019). Nesse sentido, como grande parte dessas emissões advém de atividades relacionadas para transporte urbano de carga, faz-se necessário que estratégias sejam implementadas para reverter esse quadro tendenciosamente negativo. Entretanto, os tomadores de decisão de logística urbana enfrentam sérios desafios na tentativa de tornar o transporte urbano de carga eficiente e sustentável (ASSIS *et al.*, 2021).

Para Assis *et al.* (2021), as boas práticas necessárias para tornar o transporte urbano de carga sustentável podem ser divididas em 4 categorias:

(a) Estruturais:

- Implantação de centros de consolidação de cargas urbanas em áreas urbanas
- Implantação de centros de distribuição perto da fábrica
- Implementação de plataformas de micro-consolidação
- Uso de serviços Click & Collect
- Uso de armários de encomendas

(b) Não estruturais;

- Uso de sistemas de informação para rastrear e monitorar a frota
- Uso da otimização de rotas
- Uso da prática de Eco-driving
- Uso do serviço de logística Crowd (ou Crowdsourcing)

(c) Equipamentos e energia;

- Uso de aditivos para melhorar a eficiência energética do combustível
- Adoção de manutenção preventiva de veículos

- Melhora na ocupação dos veículos
 - Renovação e modernização da frota
 - Uso de fontes de energia mais limpas
 - Otimização das operações de carga e descarga com o uso de equipamentos motorizados
- (d) Governança**
- Normas de peso e tamanho de veículos
 - Coleta e distribuição noturna
 - Subsídios

Uma das formas que tem auxiliado no desenvolvimento do transporte sustentável é o avanço tecnológico no que diz respeito aos Sistemas de Transporte Inteligente (STI), pois ele atua como instrumento de monitoramento através da tecnologia, a obtenção de dados é facilitada, devido a adoção de tecnologias como sistemas de posicionamento, tecnologia de sensoriamento, comunicação, processamento de dados, entre outros (QURESHI; ABDULLAH, 2013), o que contribui para o planejamento de cidades inteligentes e sustentáveis, além de servir como base para o desenvolvimento de novas políticas para o setor.

Uma iniciativa brasileira que pode ser citada como promotora da sustentabilidade no setor e principalmente alinhada aos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), da Organização das Nações Unidas (ONU), é o Programa de Logística Verde Brasil (PLVB). O projeto reúne as empresas líderes que atuam em diferentes mercados no mundo para assumir o protagonismo em promover a transformação da logística em busca da eficiência e da sustentabilidade (PLVB, 2021), sendo o único programa brasileiro que reúne transportadores, operadores logísticos e embarcadores em torno da promoção da eficiência e sustentabilidade em logística (PLVB, 2021). A atuação de redes de incentivo às práticas de sustentabilidade é importante para limitar os impactos das mudanças climáticas.

4. RECOMENDAÇÕES

Com a mudança de hábitos da sociedade consumindo cada vez mais produtos adquiridos do comércio eletrônico, que demanda estratégias mais eficazes para as entregas urbanas, as melhorias urgentes no nível de serviço logístico torna-se uma estratégia de sobrevivência dos envolvidos com o TUC. Arranjos colaborativos inteligentes surgem de forma a facilitar a interação entre diferentes empresas de necessidade urgente de serviços de entrega ao cliente final para otimizar as rotas de entrega.

Os recursos que devem impulsionar a colaboração entre as empresas podem ser múltiplos, ou seja, econômicos, ambientais, temporais, satisfação do cliente etc. A aplicação destes permite o uso de critérios de otimização inteligente de tecnologias, sejam eles diferentes e/ou combinados, suportados por arquiteturas tecnológicas de dados e informações que sejam gerenciados de forma inteligente e integrada, envolvendo os entes públicos e privados.

Para sustentar todo o arcabouço de demandas por novas tecnologias que reduzam externalidades e melhorem os indicadores e resultados no transporte de cargas urbanas, se faz necessário implementar iniciativas que possibilitem organizar, integrar e disponibilizar uma base de dados consistente, que suporte estas demandas em crescimento. Ao final, o que se busca é a melhoria da qualidade de vida das cidades, para todos. Como forma de melhor estruturar esse caminho estão aqui propostos três eixos temáticos para análise e aplicação, que se desdobram em desafios próprios, seja para órgãos governamentais e empresas.

O primeiro tema contempla desafios relacionados à **definição de estratégia de governança e estrutura institucional**. Isto implica no estabelecimento de uma estrutura regulatória que garanta o acesso e fluxos contínuos de compartilhamento de dados provenientes do setor privado e entre órgãos do setor público. Além disso, foi destacada a importância de assegurar a disponibilidade de recursos, in-

fraestrutura, alocação e capacitação de equipe para o processamento, análise e disponibilização de dados.

O segundo tema diz respeito a **capacidade de organizar bases de dados que possam ser consultadas de forma ágil para embasar tomadas de decisão**. Neste tema destacam-se desafios relacionados ao acesso a dados confiáveis e a necessidade de criar processos rotineiros de obtenção e análise de dados na administração pública. Também deve-se dar importância da necessidade de articulação entre órgãos públicos e empresas produtoras de dados para compatibilizar o uso de diversas fontes de informação. Este desafio envolve tanto um alinhamento metodológico como o estabelecimento de procedimentos de compartilhamento de informação entre diversos órgãos.

Para o terceiro tema a recomendação é de **implementar e monitorar ações com base em evidências de forma participativa**. Além da capacidade de armazenar, processar e analisar grandes volumes de dados, é fundamental que o poder público seja capaz de construir aceitação sobre as intervenções planejadas. Este desafio exige um esforço de articulação entre setores da administração pública, assim como o engajamento com atores externos que representam interesses diferentes na sociedade.

Concluindo, o grande desafio será o de **promover a abertura e disponibilização de dados como forma de superar a falta de flexibilidade do poder público para inovar e absorver o uso de novas tecnologias**. Mesmo sendo sabedores da dificuldade de órgãos públicos em contratar e envolver atores externos, como startups, pesquisadores e sociedade civil em processos de inovação, podemos afirmar que este desafio é possível.

Além disso, destacam-se principais ações, identificadas por esse estudo e apresentadas na Tabela 6, como outras recomendações.

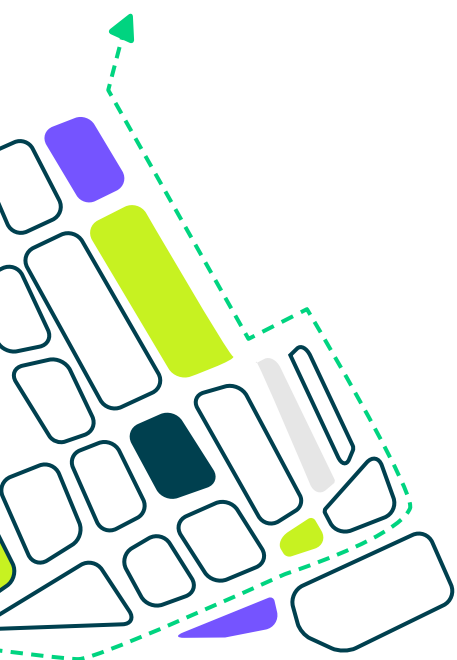


Tabela 6: Resumo das principais recomendações.

Principais recomendações	Descrição
Criação de <i>Freight Quality Partnerships</i> (FQPs)	Os FQPs têm como objetivo reunir os setores público e privado envolvidos no transporte de cargas e logística para discutir problemas e identificar e implementar soluções, com o intuito de melhorar a sustentabilidade das atividades de transporte nos planos relacionados à sustentabilidade. Os FQPs são parcerias de longo prazo entre as partes interessadas no transporte de cargas em áreas urbanas que, de maneira formal ou informal, se reúnem regularmente para discutir e encontrar soluções para problemas e questões que ocorrem na área urbana.
Criação de licenças negociáveis e créditos de mobilidade	Essas medidas envolvem a introdução de um esquema de preços baseado no modelo de créditos de mobilidade, a fim de reduzir os altos níveis de congestionamento e poluição ambiental em centros urbanos. O modelo de créditos de mobilidade estabelece a quantidade total de emissões "aceitáveis", dentro de uma zona especificada de uma cidade, e, em seguida, aloca esse quantitativo aos operadores econômicos, como varejistas, para permitir que eles "adquiram" serviços de transporte de carga (como por exemplo os realizados com veículos elétricos) que não estão sujeitos a taxas adicionais ou restrições de acesso.
Criação de zonas de estacionamento para carga e descarga na rua	Tais medidas se destinam a adaptar os projetos das vias existentes e as áreas de carga e descarga para acomodar a demanda de tráfego atual e futuro e os volumes de veículos comerciais. As medidas se concentram na alocação de espaço de meio-fio adequado para vagas de carga e descarga. As estratégias relacionadas ao estabelecimento de zonas de carga e descarga se concentram em designar e fiscalizar o estacionamento junto ao meio-fio, realocar o espaço no meio-fio e identificar potenciais locais de estacionamento para veículos de carga.
Integração do planejamento logístico ao planejamento do uso do solo	Uma abordagem mais proativa é incorporar o planejamento logístico ao processo de planejamento do uso do solo, identificando áreas de conflito entre as atividades logísticas e outros usos do solo. Ao compreender as fontes de conflito, estratégias eficientes para um desenvolvimento compatível podem ser delineadas e selecionadas.

Fonte: CIVITAS WIKI (2020).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foi apresentado e discutido o papel da coleta de dados para a regulamentação do setor de transporte de cargas, já que o transporte de cargas é atividade essencial para o desenvolvimento da sociedade, por isso é de extrema importância que dados referentes ao setor sejam obtidos para auxiliar os gestores públicos e privados no desenvolvimento de políticas que regulamentem o setor. Observa-se que o maior impacto do transporte de carga se dá no modo rodoviário, que é onde a maior parte da atividade é realizada. O impacto da realização do transporte de cargas não é sentido somente nas rodovias, mas também no meio urbano, onde o transporte de carga precisa dividir o espaço com o transporte de passageiros, que por muitas vezes é o foco das políticas desenvolvidas para a melhoria do transporte urbano.

Além disso, foi visto que o transporte de carga no meio urbano tem sofrido grandes mudanças ao longo dos últimos anos devido, seja pelo desenvolvimento tecnológico como no caso do desenvolvimento de aplicativos, situações extraordinárias como a pandemia da COVID-19, ou pela busca de alternativas sustentáveis para o transporte. Isso nos levou a buscar compreender melhor o impacto que cada uma dessas mudanças possui para o transporte de cargas, neste sentido, a coleta de dados se tornou uma ferramenta para a melhor compreensão destes impactos e de fomentação de medidas a serem tomadas para a regulamentação do setor frente a essas mudanças. E apesar do avanço no desenvolvimento de tecnologias que auxiliem na coleta de dados apoiados pela tecnologia da informação, um dos desafios a ser enfrentado na coleta de dados ainda é a divulgação deles, por isso é essencial que existam ferramentas que possam auxiliar na implementação da cultura de divulgação de dados. Atualmente, as questões de governança são um suporte para esta implementação por parte do setor público e privado, uma vez que a transparência é um dos principais indicadores considerados na governança.

Desta forma, neste capítulo foram realizadas recomendações que podem servir como base para os gestores de quais lacunas precisam ser preenchidas e formas de buscar soluções para estes problemas através da regulamentação. E como o foco deste estudo foi o transporte de cargas no modo rodoviário, é importante também que a análise seja estendida aos demais modos.

6. REFERÊNCIAS

- ALLEN, Julian *et al.* Data collection for understanding urban goods movement. *Sustainable Urban Logistics: Concepts, Methods and Information Systems*, [S.L.], n. 1, p. 71-89, 7 set. 2013.
- ASSIS, Tássia Faria de et al. Contribution of best practices to promote sustainable urban freight transport. **Revista GEINTEC - Gestão Inovação e Tecnologias**, v. 11, n. 4, p. 5928-5949, 2021.
- ASSIS, Tássia Faria de et al. Methodology for prioritizing best practices applied to the sustainable last mile—The case of a Brazilian Parcel Delivery Service Company. **Sustainability**, v. 14, n. 7, p. 3812, 2022. doi: 10.3390/su14073812
- ARUP. Urban futures logistics: Street design and planning. 2020. Disponível em: <https://www.arup.com/perspectives/urban-futures-logistics> Acesso em: 01 de Agosto de 2022.
- BRASIL. LEI Nº 10.233, DE 5 DE JUNHO DE 2001. 2001. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/L10233.htm Acesso em: 01 de Agosto de 2022.
- BRASIL. LEI Nº 11.442, DE 5 DE JANEIRO DE 2007. 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111442.htm Acesso em: 01 de Agosto de 2022.

BRASIL. LEI Nº 12.587, DE 3 DE JANEIRO DE 2012. 2012a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm Acesso em: 01 de Agosto de 2022.

BRASIL. LEI Nº 12.619, DE 30 DE ABRIL DE 2012. 2012b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112619.htm Acesso em: 01 de Agosto de 2022.

BRASIL. Norma Regulamentadora No. 11 (NR-11). 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-11-nr-11> Acesso em: 01 de Agosto de 2022.

COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO (CET). Planejamento da pesquisa de origem/destino de cargas no município de São Paulo: Série Cadernos Técnicos. 22. ed. São Paulo: ANTP, 2015. 87 p. Disponível em: http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2016/02/24/B00BB2C9-B4C0-4F4E-B469-55079FD6CBDC.pdf Acesso em: 01 de Agosto de 2022.

CIVITAS WIKI. **Smart Choices for Cities**. Making Urban Freight Logistics More Sustainable. 2020. Disponível em: https://civitas.eu/sites/default/files/civ_pol-an5_urban_web.pdf Acesso em: 04 de Agosto de 2022.

CLIMATE CHANGE ASSOCIATION. Climate change. In Sector-Based Book-Synthesis Report on Climate Change, 1st ed.; Climate Chance Association: Paris, France, 2019. Disponível em: <https://www.climate-chance.org/wp-content/uploads/2020/03/climate-chance-2019-sector-based-book-2019-synthesis-report-on-climate-action-by-sector.pdf> Acesso em: 01 de Agosto de 2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE - CNT. **Anuário CNT do Transporte 2021** - Estatísticas Consolidadas. 2021. Disponível em: <https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2021/> Acesso em: 02 de Agosto de 2022.

D'AGOSTO, Márcio de A.; OLIVEIRA, Cíntia. Logística sustentável: vencendo o desafio contemporâneo da cadeia de suprimentos. Rio de Janeiro: Gen Atlas, 2018. 376 p.

D'AGOSTO, Márcio de A. Transporte, uso de energia e impactos ambientais. Rio de Janeiro: Gen Atlas, 2015. 272 p.

GOMES, Ricardo Almeida. Transporte rodoviário de carga e desenvolvimento econômico no Brasil: uma análise descritiva. 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2006. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/5121/1/2006_Ricardo%20Almeida%20Gomes.pdf. Acesso em: 01 ago. 2022.

ILOS. **Matriz de Transportes do Brasil à espera dos investimentos**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.ilos.ocom.br/web/matriz-de-transportes-do-brasil-a-espera-dos-investimentos/> Acesso em: 01 de Agosto de 2022.

INKINEN, Tommi; HÄMÄLÄINEN, Esa. Reviewing truck logistics: Solutions for achieving low emission road freight transport. **Sustainability**, v. 12, n. 17, p. 1-11, 2020.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). AR5 Climate Change 2014: mitigation of climate change. Cambridge: IPCC, 2014. 1417 p. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/vvv>. Acesso em: 01 ago. 2022.

JIMÉNEZ, Mari Carmen; SARRIÓ, Nacho; AXINTE, Lorena. **How is COVID-19 shaping Urban Logistics?** ULaaDS, 2021. Disponível em: <https://ulaads.eu/how-is-covid-19-shaping-urban-logistics/> Acesso em: 02 de Agosto de 2022.

KECHAGIAS, Evripidis P. *et al.* An application of an urban freight transportation system for reduced environmental emissions. **Systems**, v. 8, n. 4, p. 49, 2020.

LEMONS, Emanuelle de C. *et al.* O problema de roteamento de veículos na logística de distribuição: um estudo de caso no atacado. In: ENCONTRO NACIONAL DE CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 31., 2020, São Paulo.

Anais [...]. São Paulo: Enangrad, 2020. p. 1-14. Disponível em: <https://doity.com.br/anais/31enangrad/trabalho/162242>. Acesso em: 01 ago. 2022.

LEMONS, Emanuelle de Campos, *et al.* O problema de roteamento de veículos na logística de distribuição: Um estudo de caso no atacado. 31º Encontro Nacional de Cursos de Graduação em Administração. São Paulo. 2020.

LIMA, O. F. J. Inovação frugal: a nova rota da logística urbana. **Mundo Logística**, v. 23, p. 24-40, 2011.

LOZZI, Giacomo *et al.* COVID-19 and urban mobility: impacts and perspectives. Bruxelas: European Parliament, 2020. 24 p. Disponível em: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2020/652213/IPOL_IDA\(2020\)652213_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2020/652213/IPOL_IDA(2020)652213_EN.pdf). Acesso em: 02 ago. 2022.

NEVES, Eduarda A. *et al.* Modais de transporte: análise do panorama atual brasileiro e um estudo bibliométrico. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 38., 2018, Maceió. Anais [...]. Maceió: ENEP, 2018. p. 1-17. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_258_481_35131.pdf. Acesso em: 02 ago. 2022.

OLIVEIRA, Leise K. de *et al.* Determining the impacts of COVID-19 on urban deliveries in the metropolitan region of Belo Horizonte using spatial analysis. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, S.I., v. 24, n. 1, p. 1-21, mar. 2022. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/03611981221078846>. Acesso em: 02 ago. 2022.

OLIVEIRA, Leise K. de. Diagnóstico das vagas de carga e descarga para a distribuição urbana de mercadorias: um estudo de caso em Belo Horizonte. **Journal Of Transport Literature**, S.I., v. 8, n. 1, p. 178-209, jan. 2014.

PROGRAMA DE LOGÍSTICA VERDE BRASIL (PLVB). **Manual de Aplicação: Boas Práticas para o Transporte de Carga**. 2018. Disponível em: <https://plvb.org.br/produtos/manuais/> Acesso em: 02 ago. 2022.

PROGRAMA DE LOGÍSTICA VERDE BRASIL (PLVB). **O PLVB Institucional**. 2021. Disponível em: https://plvb.org.br/wp-content/uploads/2021/12/3_Apres_Int_PLVB_nov_2021.pdf Acesso em: 02 ago. 2022.

QURESHI, Kashif Naseer; ABDULLAH, Abdul Hanan. A survey on intelligent transportation systems. **Middle-East Journal of Scientific Research**, v. 15, n. 5, p. 629-642, 2013.

RIVERA, Alejandra. **The impact of COVID-19 on transport and logistics connectivity in the landlocked countries of South America**. 2020. Disponível em: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46528/1/S2000768_en.pdf Acesso em: 03 de ago. de 2022.

RUBIANO, Lorena Reyes *et al.* **As dimensões da sustentabilidade no transporte urbano inteligente: um paradigma para cidades inteligentes**. MDPI. Basileia, Suíça. 2021.

SANTOS, Andrea Souza *et al.* An overview on costs of shifting to sustainable road transport: a challenge for cities worldwide. **Carbon Footprint Case Studies**, p. 93-121, 2021. doi:10.1007/978-981-15-9577-6_4

SÃO PAULO Decreto nº 37.185 de 20 de Novembro de 1997. 1997. Disponível em: <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/decreto-37185-de-20-de-novembro-de-1997> Acesso em: 04 de Agosto de 2022.

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (SEEG). **Documento Analítico - SEEG 8 (1990-2019): análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas de clima do Brasil**. 2019. Disponível em: <http://seeg.eco.br/documentos-analiticos>. Acesso em: 04 de ago de 2022.

STEFANSSON, Gunnar; WOXENIUS, Johan. The concept of smart freight transport systems the road hauliers perspective. In: **Annual Noform Conference**, Reykjavik, Island. 2007.

ZHONGMING, Zhu *et al.* **Cities and Pandemics: Towards a more just, green and healthy future**. 2021. Disponível em: https://unhabitat.org/sites/default/files/2021/03/cities_and_pandemics-towards_a_more_just_green_and_healthy_future_un-habitat_2021.pdf Acesso em: 04 de ago. de 2022.