

RELATÓRIO TÉCNICO PARCIAL

Proponente:

Cintia Machado de Oliveira, DSc. - CEFET/RJ

Integrantes:

Ana Clara da Cunha Ferreira Leite, MSc. – CEFET/RJ

Aryane Cristine Dantas de Moura, BSc. - CEFET/RJ

Joyce Azevedo Caetano, MSc. COPPE/PET/UFRJ

Priscila de Jesus Freitas Pinto, DSc. - CEFET/RJ

Rodrigo Rodrigues de Freitas, DSc. - CEFET/RJ

Thiago Ribeiro Sagawe, BSc. - CEFET/RJ

PROJETO 1 (P1): Desenvolvimento de metodologia de baixo custo para mensurar, reportar e verificar as emissões CO₂, MP e Consumo Energético em Transportes Urbanos.

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro - FAPERJ.

SEI Processo: 260003/011958/2021

Projeto

Desenvolvimento de metodologia de baixo custo para mensurar, reportar e verificar as emissões CO₂, MP e Consumo Energético em Transportes Urbanos. Processo SEI: 260003/011958/2021.

Resumo do Projeto

O impacto na adição do biodiesel no combustível para transporte e sua relação entre dióxido de carbono (CO₂), material particulado (MP) e consumo energético tem apresentado lacunas na busca por pesquisas que utilizam uma abordagem diferenciada para que todas as cidades possam mensurar as emissões que prejudica o meio ambiente, sem a necessidade de mensurar a frota circulante. O elevado custo de pesquisa para as cidades não permite que muitas calculem esses dados, a fim de desenvolver e analisar a série histórica e o impacto de políticas de mitigação de emissões. A metodologia apresenta um processo para estimar as emissões divididas em quatro etapas como: venda de diesel, fluxo de veículos que entram e saem da cidade, distância viajada e cálculos das emissões de CO₂, MP e consumo energético. Pesquisas anteriores apontam que políticas de aumento do consumo de biodiesel apenas atenua as emissões de CO₂, MP, pois pneus, freios e pista possuem partículas que podem contribuir para o aumento de mortes por doenças respiratórias.

Objetivo do Projeto

A pesquisa busca desenvolver uma metodologia de baixo custo, para que as cidades de médio a grande porte possam mensurar e avaliar as emissões de CO₂, MP e consumo energético, de forma a desenvolver políticas de boas práticas e mitigar os danos ao meio ambiente. Como objetivos específicos, pretende-se verificar a relação das emissões locais com número de casos de doenças respiratórias e desenvolver um processo tecnológico que seja prático e de fácil utilização para o monitoramento das emissões, a fim de comparar os períodos e os impactos sazonais.

Resultados Esperados

Como o enfoque desta pesquisa é tornar as cidades mais sustentáveis através da Logística de Transportes Urbanos (transporte de carga e passageiros em área urbana) espera-se como resultados:

- a) Incentivar as cidades a conhecerem suas emissões relacionadas ao transporte urbano. O propósito é mapear os principais problemas causados pelas emissões e desenvolver políticas públicas e parcerias regionais com entes privados para soluções sustentáveis que envolvam os aspectos econômico, social e ambiental. Neste caso, a pesquisa utilizará de forma intrínseca para mensurar as emissões a metodologia da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC) e conformidade com a discussão do Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação da Mudança do Clima (PSTM);
- b) Desenvolver conhecimento através de relatórios para que o desenvolvimento urbano seja de forma sustentável, e que no longo prazo, as questões fundamentais de qualidade de vida alcancem toda a sociedade;
- c) Incrementar procedimentos tecnológicos de verificação das emissões relacionadas a Logística dos Transportes Urbanos e o desenvolvimento de banco de dados, a fim de

comparar as emissões antes e depois de implantação de boas práticas, esse processo é conhecido como *business as usual* (BAU). Neste caso, poderão ser utilizadas outras metodologias que ao longo do projeto possam demandar como A.S.I (*Avoid-Shift-Improve*) ou A.S.I.F (*Activity, Structure, Intensity and Fuel*).

Descrição do Produto P1

No que tange ao escopo mapeado para o primeiro ano da pesquisa em questão, as atividades foram desenvolvidas conforme cronograma de execução destacado na proposta do projeto.

Considerando então a conclusão de tais tarefas, o relatório parcial aqui apresentado objetiva sintetizar os resultados parciais obtidos, bem como divulgar alguns indicadores que permitem avaliar o desempenho do projeto na fase inicial. O documento também aponta as conclusões e sugestões para as demais fases a serem executadas.

Resultados Parciais

Esta seção apresenta os resultados parciais do Produto P1, de acordo com as atividades mapeadas para o primeiro ano da pesquisa.

1. Definição do escopo do estudo – Logística Urbana

1.1. Espaço Logístico Urbano – ULS

A logística urbana, em seu eixo principal, se concentra na organização do espaço para facilitar o deslocamento das pessoas e das cargas. No geral, para melhorar a mobilidade urbana como um todo. Nesse caso, os governos municipais devem se concentrar em políticas que aumentem a eficiência e eficácia das frequências pendulares. Se tratando de carga com enfoque nas cidades, as zonas de carregamento, estacionamento, abastecimento e circulação implicam nos principais fatores do uso da terra e na maneira de resolver problemas. As justificativas para esse estudo estão relacionadas ao mapeamento dos principais fatores que afetam a movimentação de carga nas principais cidades do estado do Rio de Janeiro, dividido pelas suas mesorregiões.

A identificação dos principais fatores de desenvolvimento tem o objetivo de facilitar a evolução de políticas para o transporte de carga nessas regiões e identificar os gargalos que impactam o crescimento das atividades, conforme Figura 1, e a definição de mecanismos de aprimoramento. Desta forma, foram identificados na literatura do Espaço Logístico Urbano – ULS (Taniguchi e Thompson, 2018) como: Zonas de Logística Urbana (*Urban Logistics Zone – ULZ*), Centro de Distribuição Urbana (*Urban Distribution Center – UDC*), Espaços Logísticos para Mobilidade Urbana (*Mobile Urban Logistics Spaces – mULS*), e no segundo plano os Pontos de Recepção de Veículos (*Vehicle Reception Points – VRP*), Pontos de Recepção de Bens (*Goods Reception Points – GRP*), e Caixa de Logística Urbana (*Urban Logistics Box – ULB*).

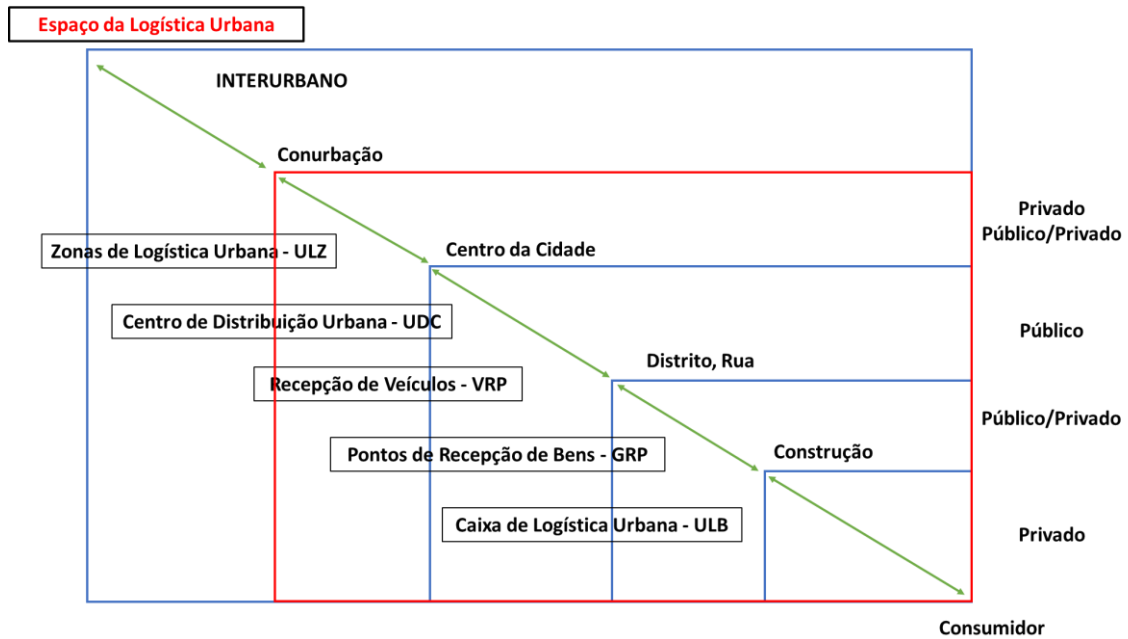


Figura 1. Tipologia do Espaço Urbano de Carga. Fonte: adaptado de Boudouin, 2006.

1.1.1. Zonas de Logística Urbana – ULZ

Essas zonas dedicadas permitem que os atores da logística urbana se posicionem perto de seus clientes, a fim de limitar os movimentos de seus veículos. Os ULZs têm duas funções: em primeiro lugar o transbordo, e em segundo lugar as operações antes da entrega final (por exemplo: armazenamento rápido). Esses pontos específicos são abastecidos por outros depósitos com maiores distâncias e por outros modos de transporte, realizando a interface entre os modos de transporte: ferroviário, fluvial, marítimo, rodoviário, dutoviário, longe dos grandes centros (Figura 2). Os ULZs têm a função de agregar as maiores cargas de várias empresas, de maneira a evitar a entrada e caminhões ou aumento do fluxo de mercadorias a granel, containerizada etc. As práticas de entrega em *last miles* após esse processo permanecem inalteradas. Essas áreas devem ser planejadas de acordo com a demanda da cidade ou até mesmo servindo de entreposto comercial de uma região específica. Estações ferroviárias (que por muito tempo foram um local privilegiado para transportadores), portos fluviais (em cidades que possuem hidrovias), mercados de atacado (cujo papel é abastecer a cidade em alimentos ou outros produtos), são relevantes neste grupo de ULS.



Figura 2. Zonas de Logística Urbana na cidade de Londres. Fonte: British Land, 2022.

O desenho esquemático é composto por edifícios ou terrenos de fácil acesso, mercados agroalimentares ou industriais, muitas vezes em terminais de mercadorias em locais portuários, ferroviários ou fluviais, que fornecem interfaces entre áreas urbanas e interurbanas, contendo hotéis logísticos, prédios verticalizados, de maneira a acomodar simultaneamente várias empresas com finalidade de reduzir os custos da terra, atividades de produção e serviços e, por vezes, habitações.

A localização deve ser escolhida em locais estratégicos da atividade de distribuição, geradoras de fluxos de entregas e coletas destinadas a áreas adensadas. O papel da autoridade local é preservar zonas capazes de acomodar estas atividades e desenvolver políticas do valor territorial. Podendo pagar ou subsidiar a estrutura do terreno, manter a qualidade do local e a segurança dos acessos.

1.1.2. Centro de Distribuição Urbana – UDC

Esse tipo de instalação tem o objetivo de controlar os fluxos que percorrem as cidades, canalizando-os para um local onde são consolidados/despachados, antes dos movimentos nos terminais de mercadorias, ou originais, de maneira a aumentar a eficiência na distribuição das cargas (Figura 3). Esse centro é controlado por pessoal especializado em logística urbana com responsabilidade de operar em períodos de grande densidade de veículos nas horas de maior fluxo de mercadorias.

O centro de distribuição, ou centro de consolidação urbana, tem a função de integrar o fluxo de mercadorias entre as fases de distribuição física e suprimentos da cadeia de abastecimento nas regiões (desempenhando o papel de um subcontratante para as transportadoras/embarcadores realizarem suas operações principais). Isso implica uma mudança nos procedimentos, garantindo o controle administrativo e continuidade financeira das operações.

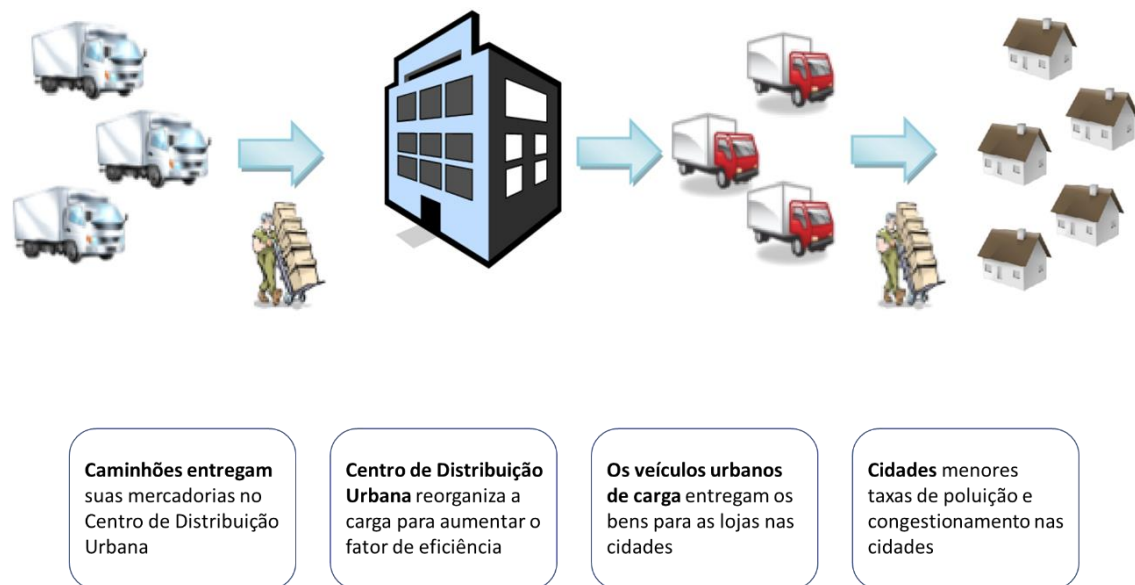


Figura 3. Representação esquemática do Centro de Distribuição Urbano. Fonte: Klock (2010).

O custo relacionado ao trânsito através desta facilidade é muitas vezes a causa das falhas observadas. O UDC não é capaz de gerar um número suficientemente grande de clientes para obter os recursos financeiros necessários à sua sobrevivência. Porque, antes de configurar um UDC, é fundamental realizar um diagnóstico para avaliar os volumes que podem ser gerados (nem todos os tipos de produtos são elegíveis para o trânsito via UDC), o local de instalação mais adaptado e as características locais específicas.

1.1.3. Pontos de Recepção de Veículos – VRP

Esses pontos seriam um estacionamento para veículos de carga urbana (VUC) com objeto de reduzir os engarrafamentos nos grandes centros (Boudouin et al., 2013; Drexler, 2012). Existem dois tipos:

- i. *On-street Loading Bay* (Espaço Logístico de Proximidade): é um ponto onde os entregadores podem deixar seus veículos para terminar os últimos metros de sua entrega a pé, de maneira que melhor se adapta as zonas muito densas. Este espaço pode ser equipado com instalações de manuseio ou veículos elétricos de três rodas colocados à disposição do distribuidor percorrer a distância final. Esse tipo de estacionamento é utilizado por residentes ou para entregas de last miles.
- ii. *Road time-sharing Space* (Espaço com tempo compartilhado nas estradas): é uma espécie de VRP localizado no centro das cidades. De acordo com a hora do dia, as estradas são fechadas para ser utilizada como estacionamento, de maneira que os entregadores possam se deslocar a pé até ao seu ponto final de entrega. Podem receber caminhões de várias dimensões, porém os gestores precisam prever as áreas de manobra e espaços destinados a equipamentos de manuseio que auxiliam da carga e descarga.

1.1.4. Pontos de Recepção de Bens – GRP

Esses pontos seriam um estabelecimento para entregas local, em que não há um encontro entre o transportador e o cliente. As mercadorias são entregues em um local, com longo período de funcionamento, flexibilizando o período de entrega dos transportadores e de retirada dos clientes. Essas interfaces são substituídas para o destinatário (ou embarcador) para evitar os “últimos

metros”. A divisão é tanto espacial (transferência para o ponto de chegada ou partida da remessa) e temporal (entrega ou retirada em um período de acordo com os interesses de ambas as partes).

Podem ser utilizados como pontos de retransmissão para e-commerce ou serviço de recepção de encomendas aos seus colaboradores. Podem incluir serviços de concierge que com ampla variedade de conveniências, logo, podem incluir serviços de coleta *drive-through* onde os clientes recuperam seus produtos sem entrar na loja.

Esse serviço evita o problema de falha na entrega feita a um cliente ausente. Isto também pode ser usado como um ponto de armazenagem em deslocamento para eliminar o espaço de estoque nas lojas e liberá-los para vender outras mercadorias ou fornecer espaços em desuso. O acesso a um GRP deve ser fácil para transportadores e clientes. Em particular, devem fazer parte do programa de atividades de sua clientela. Uma das chaves para sua o sucesso é que eles devem formar uma rede na região.

1.1.5. Caixa de Logística Urbana – ULB

As caixas (do inglês, *box*) foram desenvolvidas para não haver presença humana na hora da entrega. O mais importante seria o controle do tempo para ambos, pois o entregador tem uma flexibilidade para entregar, e somente depois do depósito da mercadoria no *box* (cubículos ou contêineres), o cliente recebe um código, autorizando a retirada (*homeport*). Possuem dimensões variadas e são instaladas em locais públicos ou privados como: estações ferroviárias, estações de metrô, shopping centers e estacionamento subterrâneos (Figura 4). Esses tipos de entregas são totalmente adaptáveis para o comércio eletrônico, e podem ser instalados em locais com grande densidade populacional (até 20.000 pessoas) com raio aproximado de 400m.



Figura 4. Caixa de Logística Urbana da DHL. Fonte: All About Berlin, 2022.

1.1.6. Espaços Logísticos para Mobilidade Urbana – mULS

O uso da terra em áreas urbanas pode ter como barreiras os custos de implantação, limitando a implantação dos Espaços Logísticos Urbanos (ULS), por isso os centros de logística móvel é uma oportunidade para transacionar entre os principais pontos das cidades. A utilização seriam rondas de veículos de transporte de mercadorias e não em um centro fixo. O veículo pode ser um vagão (CarGoTram) ou barco (VCVAFE) que se torna um ULS móvel transportando recursos que serão utilizados para entregas de última milha.

Esse transporte requer experiência dos operadores para fluxo contínuo, na coleta e entrega, realizando voltas durante o circuito e realizando as voltas de cada ponto alcançado. Os ganhos esperados incluem economia de tempo e proteção ambiental, assim para efeitos ligados tanto à reorganização logística quanto ao uso de modos sustentáveis de transporte de mercadorias.

1.2. Logística Urbana Sustentável

O planejamento urbano de transporte, sendo de passageiros ou de cargas, ocorre principalmente por empresas privadas. Somente nos últimos anos, vários atores como entidade públicas, instituições não governamentais e investidores se envolveram no processo de tomada de decisão nas mudanças de transição para um transporte *greener*, incentivando e desenvolvendo soluções para lidar com os principais problemas de transporte de carga nos centros das cidades (Ambrosini e Routhier, 2004; Munuzuri et al., 2005). Os impactos relacionados aos congestionamentos, poluição do ar, barulhos entre outros são temas de pesquisa acadêmicas e pouco aplicadas no gerenciamento da cadeia de suprimento (Gonzalez-Feliu e Morana, 2012).

O planejamento estratégico da logística urbana sustentável deve estar diretamente na cadeia de suprimento, integrado às cadeias globais de distribuição dos produtos. Para Seuring e Müller (2008), pressões da sociedade por uma logística verde têm aumentado a preocupação das empresas em ganhar competitividade na venda dos produtos, dado que amplia a preocupação dos consumidores em valorizar as mercadorias de acordo com as mudanças de mentalidade no transporte de mercadorias. Em relação ao transporte de passageiros, essa mudança está mais acelerada, pois é mais perceptivo para o cidadão em observar o tipo de transporte, em que maior parte, o transporte de passageiros está inserido nos grandes centros.

O aumento da disseminação das ações e cuidado com o meio ambiente provocaram mudanças nos paradigmas em transporte. A poluição emitida se tornou perceptiva ao consumidor, de forma que as cobranças sociais e os novos mecanismos de competitividades foram variáveis de escolha na tomada de decisão por empresas. A existência de correlação entre PIB e transporte de carga ou passageiro sinalizava que as decisões de sustentabilidade em produtos ou transporte poderiam aumentar os custos no curto prazo, sem necessariamente aumentar a atividade econômica, pois o consumidor tem maior sensibilidade ao preço. Contudo, o direcionamento e esforço para uma mentalidade de baixo carbono, aumentou o avanço tecnológico em combustível, motorização e condução de veículos

A evolução dos conceitos de eficiência no transporte despertou novas necessidades e cobranças por parte da sociedade. Antes, a maior preocupação era na redução dos custos e na melhoria do nível de serviço. Os pesquisadores abordaram as necessidades de mudanças pontuais de como as empresas realizam o transporte a nível de suprimento e distribuição física, sem o aumento dos custos relacionados as questões econômicas e ambientais.

De maneira geral, o desenvolvimento do processo está direcionado para um design claro do produto/serviço, em que as empresas estão prestando com reflexão para toda a cadeia de suprimento (*upstream*, produção e *downstream*). Pode-se dividir em duas partes como pré-

requisitos: i. rastreabilidade (capacidade de rastrear e seguir um produto) e transporte (transporte físico de cada produto do ponto A ao ponto B, definidos respectivamente uma origem e uma ponto de destino); ii. simplificar todo processo para cada organização da rede de negócios, destaca-se o papel do sistema de informação, como *Advanced Planning Scheduling* (APS), *Enterprise Resource Planning* (ERP), *Electronic Data Interface* (EDI), subdivididos em na parte operacional, tático e estratégico. O resultado deve ser realizado através de um indicador chave (*Key Performance Indicators*) ou alguma métrica que desperte as vantagens competitivas da empresa (Morana, 2002).

O transporte na cadeia de suprimento deve-se adaptar a rede de distribuição para obtenção da dados de acordo com as restrições econômicas, geográficas, organizacionais e de qualidade, de maneira precisa a preencher os parâmetros organizacionais estratégicos, táticos e operacionais relacionadas às políticas de abastecimento e estoque (armazenagem), roteamento e agendamento (gerenciamento de transporte), atribuição de veículo a uma rota e designação de tripulação para cada operação, como:

- Aspectos financeiros: o financiamento é importante para desenvolver as parcerias público-privadas (PPP) ou forte aplicação do poder público;
- Aspectos infra estruturais: necessidade de realização de novas obras deve ser avaliada;
- Aspectos organizacionais: o sistema de distribuição também deve ser redefinido;
- Aspectos tecnológicos relacionados ao veículo: uma vez definido o sistema de distribuição é importante encontrar a solução tecnológica adequada e sustentável;
- Tecnologias de Informação e Comunicação: principalmente relacionadas à rastreabilidade, assistência aos motoristas, ferramentas de comunicação e sistemas de transporte inteligentes; e
- Ferramentas de planejamento de transporte: para otimizar rotas, gerenciar veículos e tripulações (mesmo em situações de tempo real), ou modelar o tráfego para avaliar as diferentes soluções.

1.2.1. Motivação para redução do impacto ambiental ocasionado pelo transporte

Neste contexto, as empresas perceberam a importância de participar e modificar os estratos sociais, com aplicação de programas de integração e desenvolvimento social. A aplicação na sociedade fortalece a imagem das empresas no desenvolvimento local e regional, emitindo mensagem sobre a sua missão para a inserção da imagem junto a sociedade.

As empresas podem modificar o espaço ao seu redor, utilizando os três aspectos da sustentabilidade: econômico, ambiental e social, com intuito de formar o conjunto de princípios para a logística sustentável, que vão muito além de um compromisso com meio ambiente. A aplicação da logística sustentável reside na tentativa de equilibrar as forças dos aspectos, entre a preservação do meio ambiente, qualidade de vida da sociedade, e aumento da eficiência na utilização dos recursos econômicos das empresas, em que:

- Qualificar a população, ofertando cursos de acordo com a demanda de trabalho da empresa;
- Participação da sociedade em algumas decisões das empresas;
- Implantação de projetos que esteja próximo da missão das empresas;
- Implantação de programas de geração de renda como estágios, e menor aprendiz para pessoas carentes; e
- Desenvolver polo de integração entre empresa e sociedade com políticas públicas de longo prazo.

O transporte nas grandes cidades requer mudanças constantes, de forma que consiga acompanhar efetivamente, desenvolvimento econômico da moderna vida urbana. Mesmo os modos de transporte, que diretamente não estão conectados nos grandes centros, exigem enorme esforço para acompanhar as demandas solicitadas de suprimentos, mercadorias e serviços. Essa perspectiva, passou a exigir novos esforços e modelos de gestão, antes não praticados.

A Figura 5 demonstra a evolução do conceito de eficiência nos conceitos de logística sustentável. No início a preocupação era a redução de custos através da logística reversa e reaproveitamento de materiais, logo depois, o conceito de logística de baixo carbono e a evolução para logística verde com a redução das emissões de gases poluentes e descarte adequado dos resíduos, e atualmente, a logística sustentável que agrega os conceitos da empresa e os anseios da sociedade na otimização dos recursos materiais e as emissões de gases poluentes.

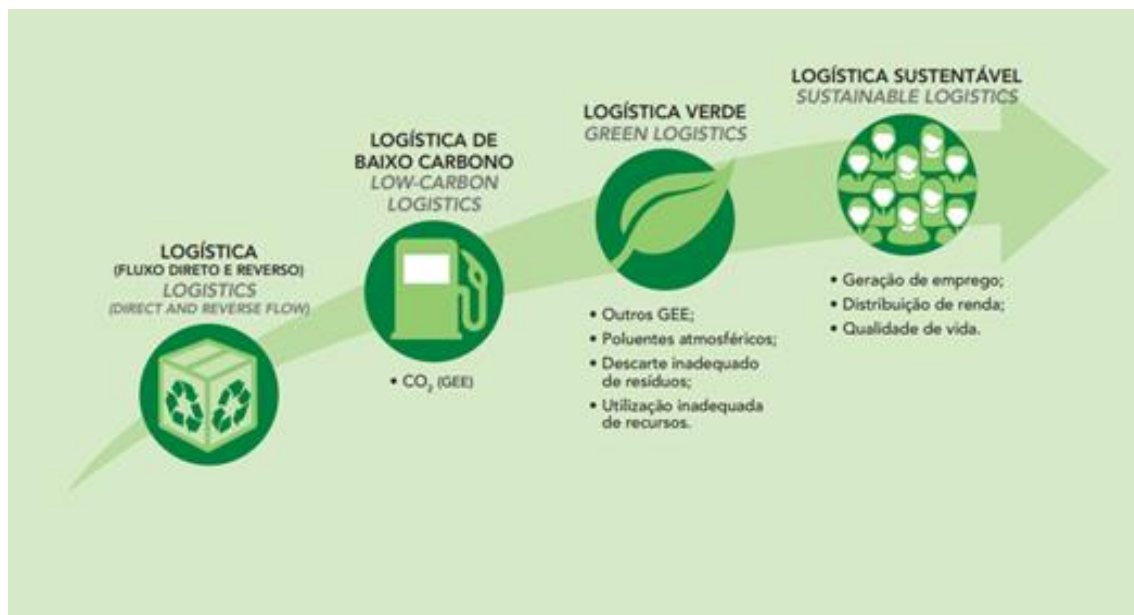


Figura 5. Evoluindo o conceito de logística. Fonte: Oliveira e D'Agosto, 2017.

1.2.2. Logística de emissão zero nos centros das cidades

O sistema logístico da cidade enfrenta sérios desafios em um futuro próximo. Autoridades objetivam a logística de emissão zero nos centros das cidades e a pegada de carbono da logística deve diminuir tremendamente a fim de cumprir os acordos internacionais para tratar mudança climática e impedir que as temperaturas globais subam para mais de 2°C até 2100. Além disso, devido ao aumento da densidade urbana e dos usuários, a competição por espaço escasso nas vias públicas, um sistema eficiente de logística da cidade é necessário para manter cidades administráveis cada vez mais urbanizado.

O sistema de transporte é muito heterogêneo no que diz respeito aos vários segmentos de mercado-produto, às necessidades logísticas, à sua organização e ao número das partes interessadas, e se diferenciam em desempenhar um papel importante para a manutenção das atividades de distribuição, principalmente, na movimentação de mercadorias de uma cidade para outra.

Por anos, a logística da cidade tem sido um tema tratado por pesquisadores, formuladores de políticas e empresas de logística. O contexto em que as atividades de logística da cidade são executadas, bem como as soluções de logística da cidade são estudadas, testadas e avaliadas são requisitos que devem ser cumpridos pelo sistema logístico da cidade e estão sujeitos a alterações constantes.

2. Revisão Bibliográfica

Para avaliar os impactos inerentes ao crescimento populacional desordenado e a concentração nos centros urbanos, e como estes estão relacionados às emissões de poluentes, em especial no contexto de transportes, faz-se necessário um estudo acerca dos fatores que promovem tais externalidades. Para tanto, esta seção se concentra em apresentar alguns dos aspectos que influenciam no cenário atual e como estes podem ser revertidos em estratégias orientadas à promoção da mobilidade e logística urbana sustentáveis.

2.1. Logística urbana e o impacto da sustentabilidade nas cidades

Durante um período, as soluções para mitigar os impactos negativos nas cidades tiveram um enfoque na construção de novas infraestruturas e aumento da capacidade viária, o que, embora tenha permitido a acomodação de veículos, incentivou o uso do transporte individual motorizado e, por consequência, ampliou externalidades como congestionamentos e emissão de poluentes (EMBARQ Brasil, 2015b). Pode-se afirmar que a priorização desse meio de locomoção, em detrimento do transporte ativo, acarreta impactos negativos nas dimensões sociais, ambientais e econômicas, com a valorização de áreas centrais e prejuízo às regiões periféricas.

Para o transporte de cargas no Brasil, a carência por políticas públicas e incentivos governamentais, que estimulem a utilização de modos de transporte com maior capacidade de carregamento, favorece a significativa participação de caminhões para a distribuição de mercadorias e bens (MMA, 2011). Com a limitação da infraestrutura viária em conjunto com as mudanças no padrão de consumo, à exemplo do crescimento de serviços de entrega e comércio eletrônico, soluções que aliem planejamento e operação se tornam imperativas, a fim de garantir a premissa preconizada pela logística – entrega das necessidades na qualidade desejada, no tempo adequado e com a otimização dos recursos (Ballou, 1993).

2.2. Aspectos para melhoria da mobilidade e logística urbana

Há uma crescente entre as instituições públicas, privadas e acadêmicas em atingir metas comprometidas com a mobilidade urbana sustentável, conciliando rentabilidade, satisfação e responsabilidade socioambiental. Conforme aponta Portugal (2017), a sustentabilidade reivindica a integração dos aspectos sociais, econômicos, ambientais e culturais, que devem estar equilibrados e inter-relacionados, além de contar com a participação de diferentes grupos.

Medidas que objetivam hábitos mais sustentáveis e melhora da qualidade de vida em centros urbanos, conforme apresentadas a seguir, podem ser empregadas a fim de garantir o equilíbrio requerido no presente e no futuro das próximas gerações.

2.2.1. Compartilhamento de viagens

Contextualização

O compartilhamento de viagens é uma das principais revoluções no transporte urbano, uma vez que se apresenta como um aliado à mobilidade sustentável (Esfandabadi et al., 2022) e uma tendência de solução sociodemográfica com impactos em diferentes níveis de renda (Lage et al., 2018). No que se refere à logística, esse compartilhamento está pautado na economia colaborativa com a participação entre organizações com um mesmo interesse e necessidades, a partir da

associação e divisão de processos, o que permite a redução dos custos inerentes a produtos e serviços para as partes interessadas, como consumidores e empresas.

Como melhorar?

Os sistemas de mobilidade compartilhada visam o alcance dos benefícios da utilização do veículo particular, porém com a minimização das desvantagens para o usuário e aumento da eficiência para a cidade. O emprego dessas tecnologias proporciona vantagens diretas para o usuário e para a cidade de forma geral, com menor custo na viagem, maior eficiência, baixo grau de formalização para utilização dos veículos, redução de congestionamento e melhora da qualidade do ar (Neumann, 2021).

Cada região, no entanto, deve ser investigada de modo individual, uma vez que particularidades podem dificultar o sucesso da abordagem. Conforme Esfandabadi et al. (2022), alguns pontos requerem atenção no desenvolvimento da mobilidade colaborativa:

- Estrutura de avaliação de sustentabilidade de longo prazo bem estabelecida e abrangente;
- Elaboração de planejamentos desde o marketing, treinamento inclusivos e integradores até políticas de incentivos eficazes;
- Indicadores confiáveis de economia circular projetados para medir as operações compartilhadas;
- Desenvolvimento colaborativo de modelos de negócios de consumo;
- Dar foco especial no comportamento, intenção e preferências do usuário;
- Mapeamento e soluções para infraestrutura e gestão de frotas; e
- Viabilidade do uso de veículos autônomos.

Agentes públicos locais devem promover, de forma amigável, os sistemas compartilhados para que haja uma adoção do modelo de forma efetiva, como encomendar pesquisas que prevejam o sucesso dos serviços colaborativos dada a realidade local da cidade e incorporar o conceito colaborativo na estratégia de longo prazo da cidade, por exemplo, planejar e separar zonas especiais para veículos compartilhados. Além disso, é importante a cooperação e consulta com cidades que usam esses sistemas (Neumann, 2021).

A mobilidade a partir de sistemas colaborativos para a otimização do uso de veículos é uma realidade que vem sendo cada vez mais utilizada. A tecnologia viabiliza a criação de aplicativos que proporcionam o compartilhamento de viagens e veículos. Com isso, faz-se necessária a participação ativa das autoridades locais nas cidades, de forma a considerar esses modelos alternativos no planejamento urbano e na sua gestão. Os municípios devem atualizar os modelos para incluir cada vez mais recursos que apoiam o desenvolvimento sustentável.

2.2.2. Delivery

Contextualização

Com o cenário contemporâneo e a economia mais dinâmica e digital, os processos de venda e logística estão cada vez mais eficientes de modo a colaborar para modelos de negócios ancorados no *delivery*. Atividades econômicas centradas em plataformas virtuais, em que vendedores independentes podem oferecer bens e/ou serviços, surgem com a economia compartilhada ou sob demanda. Essa conectividade de sistemas facilita a operação de transporte e logística e, assim, novas formas de transações, que incluem a conectividade de dados, análise e previsão, permitem diferentes ofertas de serviços, mudanças nas capacidades produtivas e no cenário urbano de transporte (Colby e Bell, 2016; Huschebeck e Leonardi, 2020). Tal desenvolvimento, proveniente da digitalização e do modelo econômico mais ativo, tende a revolucionar o transporte urbano, levando a grandes mudanças estruturais nos hábitos de consumo, concorrência, investimento, tecnologia e regulamentação (Huschebeck e Leonardi, 2020).

Modelos de negócios orientados ao comércio, habilitados por mercados online, estabelecem novos requisitos e formatos de atuação orientados à entrega (Huschebeck e Leonardi, 2020). Dado o cenário favorável, nota-se uma tendência dependente da infraestrutura de transporte urbana, o que exige a atenção por parte das autoridades para dar suporte ao desenvolvimento econômico local.

Como melhorar?

Existe uma complexa estrutura e planejamento para movimentação de cargas em áreas urbanas, e que requer uma avaliação dos métodos mais adequados para cada realidade, principalmente no que se refere a um desenvolvimento sustentável de longo prazo. As autoridades locais precisam dispor de diagnósticos e ferramentas úteis para realizar a modelagem que esteja nos parâmetros exigidos da localidade (Kaszubowski, 2019). Outro ponto de atenção está ligado à integração dos transportes e da comunicação, dado o desafio em encontrar modelos que atendam à eficiência operacional e que minimizem os riscos ambientais e sociais (Galkin et al., 2019). Segundo Comi e Savchenko (2021), o automóvel ainda aparece como alternativa com menor custo interno em alguns cenários, apesar de gerar mais congestionamento e emissões. Além disso, indicadores como custo do transporte e lucratividade são mais priorizados para os stakeholders responsáveis pela operação de transporte em si (Aljohani e Thompson, 2019).

Tendo em vista a necessidade de uma abordagem mais eficiente e sustentável para a tendência de *delivery*, sobretudo em centros urbanos, é importante considerar alguns pontos para integrar o transporte local, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Interligação dos participantes da entrega de mercadorias com o transporte urbano.

Método	Propósito	Objetivos
Técnico	Criar condições favoráveis para o processamento e o transporte de fluxos de carga.	Aplicação de tecnologia de entrega ininterrupta, transporte de contêineres e pacotes e outras. Harmonização de padrões para o projeto e construção de estações e vias de acesso. Análise da possibilidade de um arranjo combinado de dispositivos permanentes de modos de transporte em nós.
Social	Fornecimento de ótimos métodos de operação de transporte de carga com passageiros na cidade.	Determinação de volumes aceitáveis de transporte de carga considerando a quantidade necessária de transporte público, criando um sistema claro e amigável para situações ocasionais, consumidores finais, carregadores. Desenvolvimento de modos e horários do transporte de carga, priorizando o transporte público. Manutenção de um nível adequado de qualidade do tráfego de passageiros e mercadorias no novo sistema.
Administrativo-Territorial	Garantir a alocação racional de nós e determinar as relações entre eles.	Adoção de esquemas para o desenvolvimento de modos de transporte, com base no plano geral da cidade. Desenvolvimento da estrutura e seleção de meios para gerenciar o tráfego e os fluxos de carga na cidade.

Método	Propósito	Objetivos
Tecnológico	Fornecimento de modos ideais de manuseio e admissão de veículos.	Determinação da capacidade de reserva de largura de banda e capacidade dos nós de transporte, levando em consideração as flutuações dos fluxos de tráfego. A escolha da rede de backbone e a capacidade de largura de banda da linha de transporte, que proporciona a comunicação entre os nós. Desenvolvimento de mapas de entrega tecnológica inteiros e interação tecnológica inteligente de elementos de infraestrutura urbana, de transporte e logística. Aplicação da tecnologia de economia de recursos em todas as etapas do processo de entrega.
Informacional	Garantir processos harmonizados de interação entre os modos de transporte.	Coordenação dos objetivos dos participantes do sistema: expedidor-transportador-ponto de transbordo-consumidor final. Criação de um site de banco de dados para pedidos, transportadoras, caminhos de mensagens, custo e lead time. Rastreamento online.
Legislativo	Resolução de disputas, determinação de parâmetros de interação.	Estabelecimento de marco legal para o campo legislativo existente para a interação dos participantes da entrega. Desenvolvimento de contratos padrão. A adoção do quadro jurídico de um sistema integrado de transportes.
Econômico	Tomada de decisão sobre o funcionamento de um sistema integrado de modos de transporte.	Estimativa de indicadores de eficiência econômica do sistema integrado de transporte (como custos internos e externos e eficiência do investimento) e participante separado Definição de tarifas para entrega. Desenvolvimento de sistema de preços.

Fonte: Adaptado de Galkin et al. (2019).

Percebe-se então que as mudanças inerentes ao *delivery* geram impactos no ambiente urbano devido ao aumento da demanda de transporte e à necessidade de incremento da eficiência logística para um desenvolvimento sustentável. Tal avanço requer um sistema de transporte mais integrado, de modo a garantir um ambiente propício às operações e serviços de entrega.

2.2.3. Transporte ativo

Contextualização

O transporte de carga de pequeno porte, com baixo volume e peso, pode ser considerado um problema de grande complexidade em centros urbanos. Isso porque, quando realizado de modo não planejado, pode acarretar congestionamentos, elevado consumo energético, e emissões de gases de efeito estufa e poluentes, sendo estes um dos maiores problemas ambientais verificados nas cidades (Nürnberg, 2019). Em vista disso, bicicletas e viagens a pé são consideradas opções positivas no planejamento urbano sustentável (Corbo e Glaus, 2019; Comi e Savchenko, 2021; Fraselle et al., 2021). Devido ao desprendimento do consumo de combustíveis derivados de fontes não renováveis, essas alternativas são promissoras para substituir percentuais dos transportes automotores, gerando redes de transporte urbano com combinações mais diversificadas e com melhor rendimento energético nas cidades, principalmente para a etapa da última milha, last mile (Gevaers et al., 2014). A utilização do transporte ativo vem ganhando mais notoriedade nos últimos anos, ampliando as distribuições (Ormond Junior et al., 2019), a composição de malhas urbanas multimodais (Fraselle et al., 2021) e, até mesmo, para coleta de resíduos (Corbo e Glaus, 2019).

Em uma pesquisa promovida pela TFL (2009), foi identificado o potencial do uso de bicicleta para transporte em diferentes setores industriais, com uma grande oportunidade para cargas leves e de baixo volume como documentos, itens de consumo administrativo, alimentos e produtos de varejo. A inclusão de bicicletas gera benefícios consideráveis no aumento da eficiência operacional da logística urbana que, segundo Melo e Baptista (2017), podem provocar uma redução de até 73% das emissões, representando 746kg de CO₂ na substituição de até 10% de veículos de pequena carga de curta distância, de 2 km. Além de vantagens ambientais, é importante ressaltar outros fatores externos, considerando aspectos sociais e econômicos, como mitigação de acidentes de trânsito e congestionamento (Comi e Savchenko, 2021).

Como melhorar?

Considerando a opção de bicicletas elétricas como alternativa para o transporte urbano, destaca-se que sua seleção demanda múltiplos critérios para serem avaliados, sendo necessário métodos robustos para apoiar a tomada de decisão. Sałabun et al. (2019) propôs um método multicritério para apoiar a tomada de decisão para avaliar múltiplas alternativas, inclusive sob condições de conhecimento incompleto. O resultado se mostrou robusto e adequado para o problema proposto, o que indica ser uma abordagem em potencial para replicação em outros cenários. Para cidades de países em desenvolvimento, há uma grande importância na exploração dessa alternativa para transporte urbano (Gonzalez-Calderon et al., 2022). Como exemplo, pode-se mencionar a presença de bicicletas de carga no Rio de Janeiro, Brasil, sendo 10 vezes maior que em quatro cidades conurbadas na França (Hagen et al., 2013).

Nota-se que, mais recentemente, a adoção do modelo de entrega com bicicleta pela maioria das empresas está localizada em grandes centros urbanos, com alta densidade populacional. Segundo Gonzalez-Calderon et al. (2022), cidades de países com economias em desenvolvimento estão realizando mudanças na rede de transporte urbano, buscando alternativas mais sustentáveis. Contudo, é necessário que autoridades acadêmicas e políticas estejam comprometidas com a mudança para melhoria da qualidade de vida urbana, através de propostas de projetos, políticas públicas e benefícios tributários, buscando estimular o desenvolvimento de cidades mais sustentáveis, principalmente no que tange à infraestrutura, como construção de ciclovias.

Em Nascimento et al. (2020) é possível identificar pontos de atenção que são considerados desafios para a adoção da modalidade de bicicleta de carga, segundo a avaliação das empresas:

- Topografia;
- Roubo;
- Risco de acidentes;
- Falta de infraestrutura cicloviária;
- Alto custo da bicicleta adaptada;
- Congestionamento;
- Condições climáticas; e
- Falta de educação e respeito dos motoristas.

Devido aos desafios identificados, faz-se necessária a busca por soluções que contemplem as melhores estratégias para a adoção do modelo de transporte. Tal procura deve levar em consideração a influência das condições meteorológicas, uso de veículos elétricos, topologia e a estimativa da demanda de entrega de acordo com as características da área urbana, como número de lojas, moradores e funcionários, além de sua integração com o cenário logístico da cidade.

Em geral, nota-se o transporte urbano com um direcionamento para a utilização de bicicletas como uma alternativa em potencial para um desenvolvimento mais sustentável. Em áreas com elevada densidade demográfica e atividades econômicas, pode-se observar também uma tendência para a mobilidade a pé, que gera benefícios à saúde, além de contribuir para redução de congestionamentos e economia de recursos. Há uma crescente na adoção de entregas por meio do transporte ativo, principalmente devido à redução de consumo energético e das emissões de

gases e particulados. Todavia, torna-se fundamental o apoio das entidades acadêmicas, associações e poder público para proporcionar um desenvolvimento urbano com menor impacto para a população e seus agentes econômicos.

2.2.4. Last mile e first mile

Contextualização

O *first mile* (primeira milha) e o *last mile* (última milha) são pontos estratégicos para as empresas e autoridades públicas, pois representam as principais etapas do transporte de carga e potenciais geradores de emissões veiculares em áreas urbanas (Joerss et al., 2016; Bányai, 2018; Dupont, 2022). O mau dimensionamento e gestão de trânsito, considerando o fluxo das entregas, influencia diretamente no ambiente urbano, seja em emissões, congestionamento ou custos logísticos (Simoni e Claudel, 2018). Contudo, o planejamento de transporte demanda um investimento para análise do cenário como um todo, dado que as estratégias de consolidação de transporte formam um trade-off entre custos de viagem e distribuição. Algumas externalidades e interesse dos stakeholders estimulam a formulação de regulamentos e incentivos necessários de apoio (Aljohani e Thompson, 2019). Dado o cenário de crescimento urbano e o alto volume de transporte de carga através do modo rodoviário, nota-se a importância de analisar as etapas de viagem do transporte para proporcionar um desenvolvimento mais eficiente e sustentável.

O *first mile* corresponde à primeira etapa do fluxo de entrega de uma mercadoria. Nesse estágio, há a transferência do produto do fabricante aos centros de distribuição, que podem estar afastados ou nas regiões centrais. O *last mile* representa a última fase do transporte, em que os itens são encaminhados ao ponto final, e, em geral, costuma ser realizado por veículos leves em áreas urbanas, compreendendo uma parcela significativa do custo total de entrega e consumo de energia (Bányai, 2018; Comi e Savchemko, 2021; Dupont, 2022). A última milha é considerada a etapa com maior impacto nos centros urbanos, sendo responsável por congestionamentos, concentração de emissões veiculares e ineficiência operacional para as empresas. Em Joerss et al. (2016), é indicado que o custo logístico mundial na entrega de *last mile* pode chegar a 70 bilhões de euros por ano, além de representar 50% do custo total das entregas (Roumboutsos et al., 2014).

Como melhorar?

Embora a sustentabilidade esteja presente na pauta de prioridade de desenvolvimento no cenário global, ainda existem barreiras para sua evolução em relação ao transporte de carga nas áreas urbanas. Aljohani e Thompson (2019) indicam que critérios como custo do transporte e lucratividade são mais priorizados por stakeholders, Provedores de Serviços Logísticos (PSL) e Provedores de Propriedades Logísticas (PPL). Todavia, é possível destacar algumas alternativas para a última etapa do transporte, conforme Tabela 2.

Tabela 2. Soluções para a última milha.

Soluções	Descrição	Autores
Mix de veículos	Combinar tipos de veículos para gerar eficiência e redução de impactos negativos.	Aljohani e Thompson (2019) e Fraselle et al. (2021)
Bicicletas	Utilização de bicicletas de carga para redução das emissões em áreas urbanas e de menor espaço geográfico.	Melo e Baptista (2017) e Nürnberg (2019)

Soluções	Descrição	Autores
Veículos elétricos e híbridos	Utilização de veículos com menor fator de emissões veiculares diretas, a fim de impulsionar o desenvolvimento sustentável.	Aljohani e Thompson (2019) e Fraselle et al. (2021)
Crowdshipping	Reduzir a quantidade de veículos circulando nas cidades, aproveitando o fluxo e destino do cotidiano das pessoas.	Gatta et al. (2019a) e Gatta et al. (2019b)

Fonte: Elaboração própria.

Buscando equilibrar os interesses dos diferentes stakeholders, como autoridades locais, cidadãos, entregadores, PSL e PPL, Aljohani e Thompson (2019) indicam algumas políticas:

- Aplicar um mix de veículos que atendam as demandas dos diferentes stakeholders. Foi sugerida a combinação de veículos comerciais leves (VCLs) e bicicletas de carga, identificada como a alternativa que permite a mitigação de emissões e garantia de eficiência operacional e geração de lucros. Existem diversas tecnologias voltadas aos VCLs ecologicamente corretos, incluindo vans elétricas a bateria, elétricas híbridas e a gás natural para realização de entregas;
- Realizar um planejamento adequado entre a capacidade dos veículos selecionados e a área geográfica atendida pela malha logística. Deve-se levar em consideração as limitações dos veículos elétricos quanto à autonomia e à capacidade de bicicletas de tração humana, por exemplo;
- Apoiar o aumento da eficiência e confiabilidade de veículos elétricos por meio de uma infraestrutura para estações de carregamento acessíveis; e
- Considerar a aplicação de incentivos financeiros e não financeiros para promoção de VCLs, com impactos reduzidos ao meio, e de bicicletas de carga, podendo contemplar subsídios de compra e taxas de registro mais baixas para reduzir o custo de compra e isenção de pedágio. Além disso, é possível priorizar estacionamentos na rua, janelas de tempo de acesso mais longas e acesso às áreas urbanas privilegiadas.

Dado o fluxo das entregas considerando a primeira e última milha, verifica-se a relevância das entregas no cenário urbano, o que demanda a adoção de alternativas para melhoria da eficiência da logística sob as dimensões sociais, ambientais e econômicas. A aplicação de incentivos públicos e investimento em infraestrutura apoiam o desenvolvimento sustentável do transporte de carga nas cidades com alta densidade populacional. Uma vez que cada região detém características específicas, com atividades econômicas, distribuição demográfica, topologia, condições climáticas e outros fatores, o estudo e aprofundamento do cenário local é primordial para direcionar medidas e ações mais adequadas e viáveis.

2.2.5. Congestionamento

Contextualização

O congestionamento, no âmbito dos transportes, se refere a uma condição em que há a presença de um grande volume de veículos que dificultam o fluxo livre. Trata-se de um problema urbano que acarreta impactos econômicos, sociais e ambientais relacionados à geração de ruído, riscos de acidente, consumo de combustíveis, emissões de poluentes atmosféricos e de gases de efeito estufa (GEE) (Mckinnon et al., 2015; Muñoz-Villamizar et al., 2017). Em especial, o congestionamento e a poluição atmosférica exigem, cada vez mais, a busca por investimentos para

redução das externalidades verificadas, dado o avanço dos serviços de entrega e movimentação de cargas (Ranieri et al., 2018; Joerss et al., 2016).

Com isso, entende-se a importância de buscar mecanismos para o transporte urbano com foco na diminuição do congestionamento urbano, a fim de melhorar a eficiência logística da cidade e a qualidade de vida. Para tanto, deve-se compreender, primeiramente, os aspectos que levam a formação de tal condição:

- Excessivo número de veículos (Hong Kong Transport Advisory Committee, 2014; Vencataya et al.; 2018);
- Crescimento populacional, uma vez que a demanda por viagens também cresce (Raheem et al., 2015; Vencataya et al.; 2018);
- Ineficiência no transporte público, com consequências e repercussões nas atividades econômicas ao redor (Harriet et al., 2013; Vencataya et al.; 2018);
- Ineficiência na gestão do tráfego rodoviário. Estradas e ruas estreitas mal dimensionadas e construídas resultam na incapacidade de gerenciar efetivamente o tráfego, criando gargalos que duram por longos períodos (Jain et al., 2012; Vencataya et al.; 2018);
- Más condições das vias, como características irregulares, falta de padronização nas faixas, a localização inadequada dos pontos de ônibus e de descarregamento (Tilak e Reddy, 2016; Vencataya et al.; 2018);
- Relação entre desenvolvimento econômico e urbanização, com a concentração dos espaços centrais que, em maioria, apresentam mais oportunidades de emprego, habitação e entretenimento (Tilak e Reddy, 2016; Vencataya et al.; 2018);
- Imprevistos e circunstâncias de incidentes (Schwietering e Feldges, 2016; Vencataya et al.; 2018).
- Deslocamento de veículos em áreas com mudanças frequentes de velocidade e características da região.

Em um contexto tecnológico, é possível a utilização da tecnologia da informação para apoiar na redução de congestionamento de forma dinâmica e adaptativa.

Como melhorar?

Cintra (2014) destaca alguns pontos-chaves para mitigação dos congestionamentos, pensando em medidas paliativas sem considerar aumentos nos orçamentos, conforme Tabela 3.

Tabela 3. Medidas para reduzir congestionamento.

Tipo	Ação
Recursos	Otimizar o uso de recursos, direcionando-os para revascularização do sistema viário.
Fiscalização	Fiscalizar veículos antigos e irregulares, que possam apresentar algum risco à saúde, à segurança e ao meio ambiente.
Restrições de vias	Restrição à circulação de caminhões de grande porte, com horário para transporte de carga entre 22h e 6h.
Ônibus	Investir em terminais de transbordo para evitar volume de ônibus vazios nas regiões urbanas.
Pedágio	Implantar pedágio urbano, como em Londres, Milão, Estocolmo, Cingapura e Oslo, pois é indicado para equilibrar o volume de uso de automóveis.
Combustíveis	Utilização de combustíveis menos poluentes em toda a frota de ônibus em um prazo entre 5 e 10 anos.

Tipo	Ação
Tributação	Utilizar o IPVA para desestimular a utilização de carros mais antigos, que gastam mais combustível e poluem mais. O tributo seria mais caro para automóveis com mais de 10 anos de uso e mais barato para carros novos. Além disso, é importante tributar o uso do veículo e não o preço de aquisição.
Metrô	Investimento em infraestrutura e parcerias entre os governos federal, estadual e a iniciativa privada para acelerar a expansão da malha metroviária.

Fonte: Adaptado de Cintra (2014).

Congestionamentos afetam não só a eficiência do setor de transportes, mas também o bem-estar social. Estudos e alternativas que viabilizem a redução do número de veículos, principalmente dos que dependem de combustíveis fósseis, são cruciais para o desenvolvimento sustentável. Com isso, deve-se identificar algumas medidas para suportar a tomada de decisão dos agentes públicas, como tributações, incentivos ao transporte ativo, restrições e desincentivo à livre circulação de veículos, investimentos em pátios de externos de carga nos grandes centros, realocação de recursos e promoção de novas tecnologias, alternância nos modos de transporte. Para centros urbanos, com alta densidade comercial e populacional, o debate e busca por soluções mais sustentáveis devem ser constantes.

2.2.6. Estacionamento

Contextualização

O estacionamento caracteriza um transtorno aos centros urbanos, seja por sua facilidade ou por sua ausência. Uma vez que há uma facilidade, seja no preço ou no espaço, incentiva-se o uso do transporte individual motorizado. Quando há carência, ou uma infraestrutura precária, verifica-se a ocorrência de paradas irregulares e que, em geral, provocam bloqueios parciais nas vias de trânsito. Fatores como a crescente utilização de veículos particulares, políticas ineficientes, ausência de investimentos e má dimensionamento e gestão do sistema de transportes contribuem para a fragilidade observada nesse cenário. Tais aspectos evidenciam ainda demais problemas, como congestionamentos e fluxos cada vez mais conturbados, e revelam como o estacionamento está se tornando uma barreira e que exige a intervenção de políticas públicas (Rezende e Gouveia, 2006; Parmar et al., 2020).

Em geral, pontua-se a importância da relação entre a oferta de estacionamentos frente à demanda, tanto para o transporte de passageiros quanto de cargas, uma vez que a dificuldade em estacionar é apontada como um gargalo crítico na etapa de última milha do transporte. A carência por espaços para carga e descarga em áreas urbanas ocasiona uma perda significativa de custos, em função do aumento do tempo gasto (Allen et al., 2000; Novaes, 2003, Chiara et al., 2020). Conforme apontado por Sinay et al. (2004), o tempo de procura por uma vaga é uma etapa importante para ser analisada no planejamento do transporte. Em Allen et al. (2000), o período empregado nas atividades de busca por estacionamentos e realização da entrega, nas cidades de Londres e Norwick, chegava a 87% do tempo total do transporte.

Como melhorar?

Investimentos em infraestrutura e incentivos ao transporte coletivo são primordiais para mitigar os impactos inerentes aos estacionamentos (Rezende e Gouveia, 2006). As autoridades públicas podem também atuar no controle através de políticas públicas, como regulamentações de estacionamento para transportes particulares e gestão de viagens (Mingardo et al., 2015; Kirschner e Lanzendorf, 2020). As cidades europeias, por exemplo, apresentam consistentes regulamentos para estacionamentos, englobando questões ligadas à oferta e demanda e gestão de trânsito e viagens (Mingardo et al., 2015). Na Alemanha, na cidade de Frankfurt, foi decidido considerar

extensas regulamentações de estacionamento para incentivar o uso de transporte público na cidade, buscando dessa forma a redução do fluxo de veículos no centro urbano (Kirschner e Lanzendorf, 2020).

As políticas para estacionamento são essenciais para a gestão de tráfego, controle e volume de veículos nas grandes cidades. Dessa forma, espera-se gerar impactos positivos para aumentar a eficiência do transporte coletivo urbano com menores emissões e custos por trajeto. Essas políticas precisam ser desenvolvidas de forma local e regional, integrado com o planejamento urbano como um todo (Marsden e May, 2006; Parmar et al., 2020). A medida considerada mais aceita e empregada é a alteração nos valores dos estacionamentos, onde busca-se minimizar a demanda com o aumento dos preços em estacionamento (Parmar et al., 2020). Além disso, Parmar et al. (2020) apontam que fatores externos, como tempo em congestionamento e preços de estacionamento ou pedágios, têm um peso maior que o preço do veículo para a decisão de usar carros particulares ou não. Chen et al. (2016) recomenda a cobrança de preços mais caros para estacionamentos na rua, para tornar menos atrativo para os usuários. Todavia, aumentar a oferta de estacionamento não é a solução, uma vez que não promove o desenvolvimento sustentável nos centros urbanos. É preciso buscar subsídio para que estacionamentos sejam um recurso para melhorar a eficiência do transporte urbano (Parmar et al., 2020).

Cabe destacar que a implementação de medidas unidirecionais, como o aumento nos preços de estacionamentos, ou a falta de sinalizações e dificuldade no entendimento de regulamentações, podem ampliar o estacionamento em calçadas e vagas ilegais (Spiliopoulou e Antoniou, 2012; Chen et al., 2016), o que provoca a desordem no fluxo de veículos e obstruções. Então, para a efetividade das medidas, Seco et al. (2008) ressalta a importância de conhecer o comportamento dos indivíduos e o entendimento das medidas e sinalizações, com alguns fatores de impacto a serem considerados:

- Visibilidade e legibilidade das marcas e sinais de trânsito;
- Restrições físicas ao estacionamento;
- Percepção dos efeitos do descumprimento do regulamento;
- Clareza e racionalidade da regulamentação;
- Disponibilidade de alternativas viáveis para o usuário;
- Existência de soluções para situações excepcionais;
- Motivo/necessidade do deslocamento;
- Duração e rigorosidade da infração; e
- Conhecimento do local.

Ainda segundo Seco et al. (2008), é possível aplicar as seguintes medidas para melhorar o planejamento do transporte urbano sob a ótica de estacionamentos: i) protagonismo dos municípios e autoridades locais na criação de medidas e fiscalização, como restrições físicas, multas, remoção e bloqueio de rodas; ii) privatização de estacionamentos comerciais e alinhar tributações e políticas para desestimular o uso; iii) promoção do uso de sistemas inteligentes de informação para guiar os motoristas para os estacionamentos, buscando reduzir tempo de busca por estacionamento e consequentes congestionamentos; e iv) investimentos em estacionamentos periféricos perto de vias importantes, proporcionando integração com transportes coletivos, podendo ser de outros modos inclusive.

Melhores políticas públicas e fiscalização sobre os estacionamentos podem contribuir na redução dos níveis de emissões veiculares em áreas urbanas. Para tanto, destaca-se o protagonismo das autoridades locais na gestão de estacionamentos, com impactos não só no volume de veículos particulares, mas na oferta de transportes coletivos e na eficiência do transporte de cargas, devido à otimização dos espaços e deslocamentos.

2.2.7. Mortes e doenças

Contextualização

Em ambientes urbanos, há uma concentração das emissões veiculares, sobretudo advindas do consumo de combustíveis fósseis e da degradação de materiais em partículas, que geram impactos na saúde humana. Tem-se que a poluição externa apresenta uma taxa de 20 mil mortes no Brasil e 1,15 milhões em todo o mundo, correspondendo a cerca de 2% do total de óbitos (Öberg et al., 2010). Para mais, a emissão de gases oriundos de combustíveis fósseis é responsável por 23% das emissões veiculares globais de CO₂ (Wilbaut, 2017), o que facilita não só o surgimento de doenças no sistema respiratório (Kachba et al., 2020), mas também doenças de pele (Leite e Pereira, 2017) e sobrepeso (Patil e Sharma, 2021), exigindo alternativas para o transporte urbano não só em termos ambientais, mas também sociais e econômicos (Niță et al., 2018).

De acordo com Ferreira et al. (2018), o uso de combustível oriundo do petróleo para o transporte é responsável por emitir 204 MtCO₂e, sendo a parcela dedicada ao diesel de 55% ou 112 MtCO₂e. Tal cenário indica a relevância na promoção de programas como o PROCONVE - Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores, que existe desde 1986 para realização do monitoramento da emissão de poluentes atmosféricos (PROCONVE, 2011). Dessa forma, esforços são direcionados para a melhoria da qualidade de vida da população, por meio do desenvolvimento tecnológico na utilização de combustíveis com menor grau de poluentes e com acompanhamento e controle das emissões.

Como melhorar?

O PROCONVE impulsionou algumas iniciativas sustentáveis, como o incentivo à adição de biodiesel ao diesel a fim de reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE), gases poluentes e material particulado (MP), sendo autorizado pelo Conselho Nacional de Política Energética (MME, 2019). Essa prática possui potencial para redução de hidrocarbonetos totais, policíclicos hidrocarbonetos aromáticos, carbono e emissões de enxofre em 67%, 80%, 48% e 100%, respectivamente, considerando a combustão em 100% de biodiesel conforme indicado por Ogunkunle e Ahmed (2021). O biodiesel apresenta baixos índices de poluição em geral, tendo seu uso uma relevância significativa na substituição ou mistura ao diesel. De acordo com Guimarães (2004), as emissões de diesel são comprovadamente perigosas para saúde pública em áreas urbanas, devido à presença de compostos químicos altamente perigosos e tóxicos, segundo a NBR 10004, como chumbo inorgânico, clorobenzeno, compostos de mercúrio e de berílio.

No âmbito da mobilidade urbana, ações que priorizam as energias limpas (Cerdas, 2022) e a minimização das emissões a partir de transporte coletivo e acessibilidade (Glaeser e Kahn, 2010; Rith et al., 2020) se tornam fundamentais. Além de promover o avanço da eficiência na mobilidade, há também a melhora do bem-estar nas cidades, uma vez que a má qualidade do ar e os efeitos da poluição atmosférica implicam diretamente em doença pulmonar obstrutiva crônica, pneumonia, câncer de pulmão, bronquiolite, infecção do trato respiratório, infecção das vias aéreas, decréscimo da função e crescimento pulmonar, com mortes precoces em alguns casos (Ge et al., 2018; Thurston et al., 2017; Abrams et al., 2019; Moore, 2020). Diferentes estudos pontuam essa relação entre os componentes das emissões e as doenças humanas (Macintyre et al., 2016; Ma et al., 2018; EPA, 2022b; Kachba et al., 2020; Moore, 2020).

Para minimizar os impactos na saúde pública, destaca-se a ampliação de metodologias de monitoramento de emissões veiculares e de análises sobre seus impactos diretos nas doenças relacionadas. Conforme proposto por Kachba et al. (2020), é possível abordar modelos matemáticos e computacionais robustos para auxiliar na estimativa dos impactos do transporte rodoviário na saúde pública, assim como das alternativas e soluções. Para isso, os seguintes indicadores devem ser acompanhados:

- Dióxido de carbono;
- Monóxido de carbono;
- Óxidos de nitrogênio;
- Ozônio;
- Dióxido de enxofre;

- Material particulado;
- Morbidade (doenças respiratórias);
- Internações; e
- Mortalidade.

Os impactos diretos e indiretos do transporte urbano na saúde pública apresentam inúmeros estudos que evidenciam a relevância do entendimento acerca do tema a fim de proporcionar soluções que permitam um melhor controle, saúde e bem-estar nas grandes cidades. Para tanto, os municípios devem promover e investir no estudo local a fim de compreender as características inerentes à região, incluindo transportes, roteamento, consumo de combustível e qualidade do ar. Tais ações viabilizam o apoio às decisões mais assertivas e medidas direcionadas para um desenvolvimento mais sustentável nos centros urbanos.

2.2.8. Eletrificação e veículos elétricos

Contextualização

De acordo com Van Audenhove et al. (2014), 53% da população está concentrada em cidades, podendo atingir o percentual de 67% até 2050, o que tende a ampliar a demanda pelo transporte urbano. Com este crescimento populacional e o avanço da pauta ambiental, a eletrificação se mostra como uma possibilidade de valor no que se refere ao transporte urbano sustentável (Roumboutsos et al., 2014).

O emprego da eletricidade como fonte de energia no setor de transportes contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) (Cerdas, 2022), com aplicações voltadas a bicicletas e automóveis (Roumboutsos et al., 2014; Ormond Junior et al., 2019), veículos comerciais de carga (Iwan et al. 2019; Rizza et al., 2021) e nos transportes ferroviário (Pietrzak e Pietrzak, 2021) e marítimo. Estudos como o de Breuer et al. (2021) corroboram com esta afirmativa, indicando que caminhões elétricos poderiam auxiliar na mitigação dos desafios da poluição do ar. Osei et al. (2021) e Rizza et al. (2021) acrescentam discussões acerca do potencial para redução de concentrações de NOx e material particulado, a partir da eletrificação, em especial no transporte de cargas.

Com isso, evidencia-se a relevância do desenvolvimento e promoção desta alternativa energética, sendo uma fonte de equilíbrio entre inovação, tecnologia e sustentabilidade (Del Pero et al., 2020).

Com isso, evidencia-se a relevância do desenvolvimento e promoção desta alternativa energética, sendo uma fonte de equilíbrio entre inovação, tecnologia e sustentabilidade (Del Pero et al., 2020). Segundo Nanaki et al. (2016), os veículos elétricos são classificados como:

- Veículos elétricos híbridos (HEVs): utilizam um motor elétrico principal e outro auxiliar movidos a combustão de combustíveis fósseis;
- Veículos elétricos híbridos plugáveis (PHEVs): possuem carregamento de forma híbrida, considerando um plug direto, com capacidade de percorrer distâncias consideráveis apenas com a energia elétrica;
- Veículos elétricos a bateria (BEVs): utilizam uma bateria de tração, de grande porte e potência, para impulsionar o veículo. A bateria fornece energia para propulsão por meio de um motor elétrico de tração, assim como todo o sistema; e
- (FCEVs): utilizam células de combustível de hidrogênio como dispositivos de conversão de energia, configurados para substituir os motores a combustão e complementar as baterias em suas diversas aplicações.

O mercado de veículos elétricos se encontra em um rápido crescimento. Segundo dados do IEA (2022), as vendas de carros elétricos representaram 9% do mercado global de automóveis em 2021, sendo quatro vezes superior comparado a 2019. A participação mais expressiva se refere a China e Europa que, em conjunto, configuram mais de 85% das vendas globais da frota de eletrificados, conforme ilustrado na Figura 6.

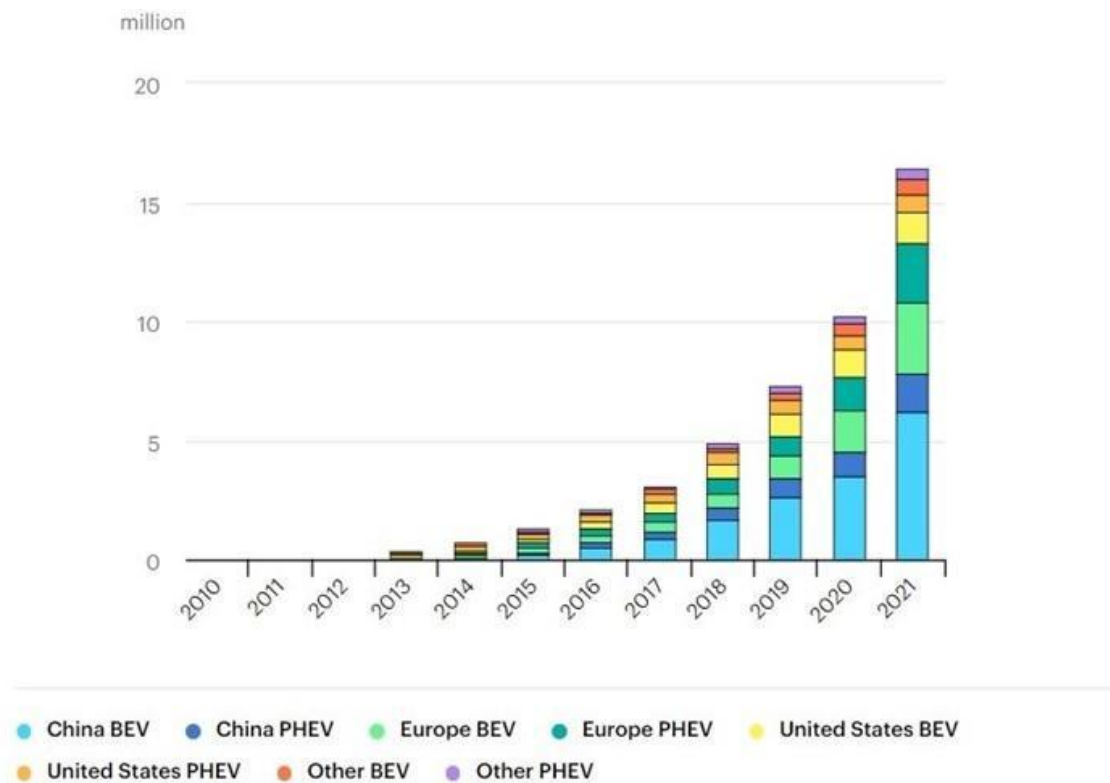


Figura 6. Estoque global de carros elétricos, 2010-2021. Fonte: IEA, 2022.

O avanço observado na eletrificação em transportes é derivado dos esforços e incentivos à sua promoção. Como exemplo, destaca-se a campanha intitulada EV 30@30, anunciada em Pequim, China pelo Ministério de Energia Limpa (CEM). O objetivo está centrado em atingir 30% das vendas de novos veículos elétricos até 2030. Para tanto, ações de apoio ao mercado de transporte de passageiros e de carga e a implantação de uma infraestrutura de carregamento são consideradas (IEA, 2017).

Como melhorar?

Entretanto, apesar das vantagens, ainda existem diferentes desafios tecnológicos a serem superados para a ampliação do uso da energia elétrica para o transporte urbano, como é o caso da produção de baterias. Esta fabricação é responsável por uma quantidade estimada de até 45% total de CO₂ emitido no ciclo do produto, incluindo desde matérias primas até o estoque (Von Drachenfels et al., 2021). Para o transporte de carga, pontua-se o percentual reduzido no número de veículos em frotas comerciais, com a categoria do tipo plug-in representando apenas 0,4% dos veículos rodoviários do mundo (Iwan et al., 2019). Referente aos veículos a célula de combustível de hidrogênio, o impeditivo maior se refere aos custos iniciais para sua implementação, principalmente em países cuja matriz elétrica é composta majoritariamente por fontes não renováveis, e perspectivas desfavoráveis de mercado, apesar dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (EPE, 2018; Souza et al., 2021).

Para a ampliação da eletrificação, é importante que as autoridades públicas forneçam incentivos para promover seu desenvolvimento. Mock e Yang (2014) destacam alguns meios adotados pelos países para gerar incentivos:

- França: para carros com emissões de CO₂ inferiores a 20g/km, há um bônus único no valor de €7000. Para carros entre 21 e 50g/km de emissões de CO₂, o pagamento é de €5000. Cabe destacar, porém, que o valor do incentivo não deve exceder 30% do preço de compra do veículo;

- Reino Unido: desde 2011, indivíduos que adquirem um veículo elétrico novo (totalmente elétrico ou híbrido plugável), com emissões de CO₂ inferiores a 75g/km, recebem uma quantia de 25% do valor do carro, podendo chegar a até €5800;
- EUA: aplicado um programa de subsídio federal que permite um bônus único, de até US\$7500, em forma de crédito fiscal. Na Califórnia, há ainda um programa estadual que concede aos compradores de carros totalmente elétricos mais US\$2500 dólares e para o híbrido plugável, US\$1500;
- Japão: no período de 2009 a 2013, com ajustes, foi adotado um programa que fornecia um benefício voltado aos carros elétricos e movidos a combustíveis de maior eficiência. Este bônus era utilizado a fim de compensar a diferença de preços entre veículos elétricos e à gasolina, sendo limitado a um valor de €6500; e
- China: no período de 2010 a 2015, com revisões, foi aplicado um programa que beneficiava compradores de veículos totalmente elétricos e com célula de combustível. O bônus variava entre €4200 e €7200.

Para além dos investimentos em tecnologia veiculares, é necessário empenho para atendimento à crescente demanda por energia elétrica, tanto em questões de capacidade de geração e transmissão, como também na construção de terminais e adaptações de instalações residenciais. Sem os devidos recursos, os subsídios oferecidos não são suficientes. Por isso, a atenção acerca da recarga é vital. Martins (2016) destaca os tipos de terminais a serem considerados:

- Terminal doméstico, que inclui garagens de residências e apartamentos, que podem exigir um consumo de energia durante períodos noturnos;
- Terminal em locações de trabalho, que inclui garagens de prédios comerciais e fábricas, por exemplo, com demanda de energia por sete horas;
- Terminal público, que inclui postos públicos e estacionamentos públicos e privados de funcionamento comercial, como supermercados e shoppings. Neste caso, pode existir uma demanda em tempo integral, dependendo da taxa de chegada de veículos; e
- Terminal para troca de bateria, que proporciona uma renovação de carga rápida com baterias semelhantes, tendo operações em cerca de três minutos.

Nota-se então uma evolução quanto ao uso da energia elétrica para o transporte, principalmente no modo rodoviário. Essa alternativa é amplamente defendida para o desenvolvimento da mobilidade sustentável em centros urbanos. Todavia, as demandas por energia associadas à alternativa veicular não devem ser desconsideradas. O incentivo, difusão e investimento em infraestrutura e geração de energia por parte das autoridades públicas permitem o alcance e objetivo deste novo modelo tecnológico.

2.2.9. Lavagem de veículos

Contextualização

A lavagem de veículos é uma operação recorrente e necessária para manutenção e conservação, garantindo a eficiência e as condições sanitárias requeridas na execução dos transportes. Contudo, esta atividade acarreta resíduos danosos ao meio ambiente, que devem ser tratados com seriedade e rigorosidade.

Com o avanço das tecnologias veiculares e o aumento da demanda, em conjunto com a melhoria nos padrões de qualidade de vida, verifica-se um constante crescimento na produção e venda anuais de veículos. Tal cenário, quando associado ao gerenciamento inadequado e desequilíbrio entre as capacidades produtivas, de consumo e de descarte, configura uma barreira ao desenvolvimento sustentável. Hu et al. (2022) estimam que, no período de 2011 a 2021, cerca de um bilhão de veículos foram vendidos em todo o mundo, excluindo a frota com mais de 10 anos de vida útil. Este comportamento pode refletir em um consumo de água de 2,4 bilhões de toneladas

por ano para a lavagem. Menezes (2004) destaca a relação dos poluentes e suas perspectivas fontes, conforme Tabela 4.

Tabela 4. Relação dos poluentes e suas perspectivas fontes na lavagem de veículos.

Poluente	Fonte
Asbesto	Embreagem, freio
Cobre	Mancais, freio
Cromo	Itens galvanizados, freio
Chumbo	Óleo do motor, mancais
Níquel	Freio
Zinco	Óleo do motor, pneus
Fósforo	Aditivos para óleo do motor
Graxas	Combustível, óleo lubrificante, fluidos de sistemas hidráulicos
Borrachas	Pneus e acessórios

Fonte: Adaptado de Menezes (2004).

Por este motivo, questões relacionadas à poluição hídrica e ao tratamento de águas residuais da lavagem de veículos estão cada vez mais em foco, exigindo novas técnicas e políticas públicas (Bohn, 2014; Hu et al., 2022; Schenkel et al., 2022).

Como melhorar?

O consumo e uso sustentável dos recursos pode ser promovido a partir da reutilização dos recursos, por exemplo. Segundo Morelli (2005), o reuso da água pode ser indicado para transportadoras de carga, empresas de ônibus, frotas de veículos, fábricas de automóveis; indústrias de material de polietileno tereftalato (PET) e postos de abastecimento de combustíveis. Tecnologias de microfiltração também podem ser empregadas para tratar a água, dada sua simplicidade de operação, baixo custo e espaço mínimo de ocupação, permitindo uma remoção significativa dos sólidos flutuantes (Hu et al., 2022).

Outra medida está alinhada a incentivos e regulamentos governamentais, como é o caso da Alemanha e Áustria, que determinam o reaproveitamento de 80% dos efluentes oriundos da lavagem de veículos (Al-Odwani et al., 2007; Zaneti et al., 2012). No Brasil, o regulamento para reuso dos recursos hídricos está em avanço, mas ainda com espaço para crescimento para além das iniciativas embrionárias (Schenkel et al., 2022).

De acordo com Teixeira (2003), a aplicação do tratamento e reutilização de efluentes depende de alguns pontos-chaves:

- Eliminar os riscos à saúde dos usuários e operadores;
- Evitar danos aos veículos;
- Minimizar a necessidade de diluição dos efluentes tratados; e
- Minimizar o lançamento de efluentes na rede de esgotos, em águas superficiais ou em fossas.

Tais aspectos, por sua vez, estão sujeitos a algumas barreiras a serem superadas, como espaço físico, insalubridade, custos de implantação, simplicidade e manutenção e concentração de sólidos no efluente devido a recorrência do uso da água pelo sistema de lavagem (Teixeira, 2003).

Com isso, nota-se a importância de medidas de incentivo e regulamentações para garantir a evolução desse tipo de operação, principalmente no que tange ao desenvolvimento tecnológico para incrementos de eficiência e redução de custos, tornando mais atrativo para as empresas a reutilização de efluentes dentro do setor de transportes.

2.2.10. Teletrabalho

Contextualização

O teletrabalho, ou trabalho remoto, se refere a um modelo de trabalho a distância que se tornou viável na década de 1950, com o desenvolvimento da telecomunicação e da tecnologia da informação (Baruch e Yuen, 2000). Em um contexto histórico, observa-se uma aderência gradativa a este formato em função de mudanças de mercado, evolução dos padrões de negócios e avanço tecnológico em escala global (Golob e Regan, 2001; Calderwood e Freathy, 2014; Giovanis, 2018). Na crise do petróleo de 1973 e 1979, por exemplo, a preocupação com o consumo da gasolina e a desestabilização da economia (Stiles, 2020) destacaram em sua origem uma alternativa às despesas associadas ao transporte urbano, onde o regime de trabalho a distância tornou-se uma solução factível, dado que o deslocamento afeta, principalmente, indivíduos de baixa renda (Caulfield e Ahern, 2014).

Para além dos impactos positivos na mobilidade, Filardi et al. (2020) pontuam as vantagens na percepção de gestores ao implementar o teletrabalho em instituições públicas, com questões favoráveis à satisfação, economia, eficiência e aproveitamento de espaços. Pode-se destacar também os benefícios da modalidade a distância em diferentes meios, como:

- i. Meio social: contribui para o bem-estar dos colaboradores, permitindo maior conforto em casos de doença, economia em despesas cotidianas e proximidade a familiares (Nakrošienė et al., 2019);
- ii. Meio de governança: possibilita a redução dos custos operacionais e de transporte e flexibilidade no modelo de negócio (Saludín et al., 2020; Giovanis, 2018; O'Keefe et al., 2016; Silva-Send et al., 2013); e
- iii. Meio ambiente: proporciona a redução de gases poluentes, de ruídos do tráfego e de congestionamento, favorecendo a saúde pública (Giovanis, 2018).

Como melhorar?

O trabalho remoto é apontado como um fator determinante na mudança da relação entre sociedade e transporte (Ren e Kwan, 2009; Calderwood e Freathy, 2014), uma vez que impacta diretamente o padrão de fluxo dos deslocamentos, seja de pessoas ou mercadorias. Cabe destacar, no entanto, que sua adoção está ligada ao encorajamento às mudanças culturais (Caulfield, 2015), que, apesar do avanço tecnológico, ainda podem acarretar certas barreiras, com a quebra de paradigmas estabelecidos pelas empresas e colaboradores (Freitas et al., 2021). Questões relacionadas à idade, número de filhos, segurança e relações trabalhistas podem influenciar nas preferências individuais ou coletivas (Freitas et al., 2020). Além disso, a adesão ao novo formato indica uma grande mudança comportamental, com tendência na redução de atividades de forma consistente (Gaffney et al., 2021; Brannon et al., 2022), o que exige uma análise adequada.

Em vista disso, Oliveira e Pantoja (2018) destacam parâmetros que devem ser observados para garantir o sucesso da implantação do teletrabalho:

- O indivíduo (atitudes, preferências, habilidades e motivações);
- O contexto do vínculo de trabalho;
- A natureza da atividade;
- Natureza dos relacionamentos com clientes e fornecedores;
- Contexto da utilização do espaço;
- Relação interpessoal com supervisores e demais membros da equipe e;
- Contexto tecnológico, qualidade dos recursos disponibilizados pela organização.

As instituições e autoridades públicas devem estar atentas à evolução do teletrabalho a fim de compreender o aumento da demanda de transporte de carga para áreas residenciais, principalmente na etapa de última milha, como compras em e-commerce e aplicativos de delivery. Mudanças na dinâmica da mobilidade e motivos de viagens também precisam ser considerados no planejamento das cidades. A alteração nos padrões de consumo e no estilo de vida impactam diretamente o transporte e ambientes urbanos. Então, faz-se necessária a ampliação de estudos

no entendimento da relação das mudanças de modelo de trabalho, incluindo o trabalho remoto, mesmo que de forma híbrida, com os problemas de mobilidade e transporte de carga nos centros urbanos.

2.2.11. Calçadas e caminhabilidade

Contextualização

O conceito de caminhabilidade está relacionado com as características do ambiente urbano que favorecem o ato de caminhar (Summit Mobilidade Urbana, 2019), sendo principalmente explorado no contexto de comunidades sustentáveis (Ramakreshnan et al., 2020). De acordo com o ITDP (2019), a caminhabilidade não está centrada somente em elementos físicos, mas também considera atributos do uso do solo, da política ou da gestão urbana, que permitem valorizar os espaços públicos, o bem-estar dos indivíduos e as relações sociais e econômicas. O estudo e a compreensão do ambiente urbano, sob a ótica do transporte ativo, contribuem para a construção de medidas e ferramentas que qualificam as cidades. Com isso, diferentes pesquisas são conduzidas com o propósito de avaliar as condições do meio para o uso do pedestre.

Wang et al. (2016) evidenciam como as características físicas do ambiente residencial ditam os hábitos de transporte, identificando os fatores que influenciam na ocupação de calçadas, como solo, infraestrutura, acessibilidade, disponibilidade de instalações, curtas distâncias, conectividade, proteção e segurança e níveis de conforto. Arellana et al. (2019) investigaram o índice de caminhabilidade a fim de mensurar a ocupação das calçadas. Gardner et al. (1996) criaram o conceito multidimensional de cinco aspectos (5Cs), que define que um ambiente caminhável deve ser conectado, confortável, conveniente, convivial e conspícuo. Com base em tais dimensões, Moura et al. (2017) adicionaram mais duas perspectivas, a fim de incorporar o meio ambiente, sendo coexistência e compromisso. Cervero e Kockelman (1997) desenvolveram uma definição intitulada 3D, que engloba densidade, diversidade e design que, posteriormente, foi expandida para 5D por Ewing et al. (2013), incluindo destino acessível e distância do trânsito.

Como melhorar?

De acordo com a ANTP (2014), as viagens a pé representaram, em 2014, cerca de 41% na distribuição percentual de viagens por modo de transporte, o que acentua a relevância de ações que permitam a ampliação da qualidade dos ambientes urbanos, com investimentos em infraestrutura destinada a aprimorar as condições inerentes ao pedestre. Sob essa perspectiva, o ITDP (2019) propôs um índice de caminhabilidade composto por seis categorias que incorporam a experiência do pedestre no deslocamento, conforme Figura 7.



Figura 7. Índice de Caminhabilidade (iCam). Fonte: ITDP, 2019.

A categoria de segurança viária trata da segurança dos pedestres no que tange ao tráfego de veículos motorizados, travessias, conforto e acessibilidade universal, a fim de mitigar os riscos de colisões e fatalidades. Quanto ao ambiente, este reflete os aspectos ambientais que podem afetar a caminhabilidade, como poluição sonora e limpeza urbana. A atração está ligada às características do uso do solo que potencializam a demanda. A mobilidade engloba a disponibilidade e acesso ao transporte público. O item de segurança pública corresponde à utilização dos espaços públicos, especialmente em regiões com desigualdades sociais, e aborda aspectos ligados à sensação de segurança transmitida ao pedestre. Por fim, as calçadas representam a infraestrutura em si (ITDP, 2019).

Em especial, quanto à última categoria, as calçadas, assim como todo espaço público, são um meio de interação social e de educação (Zabot, 2013), sendo indispensáveis à mobilidade urbana. Então, deve-se prever uma infraestrutura que considere aspectos como acessibilidade, dimensionamento adequado, fluidez e segurança, de modo a garantir o livre fluxo de pedestres, principalmente para idosos, crianças e pessoas com mobilidade reduzida. No entanto, os recursos destinados aos pedestres são, em geral, inferiores aos direcionados às vias para veículos, em função da carência por um planejamento adequado (Larrañaga et al., 2011), e que reforcem a relevância do transporte ativo e seus benefícios.

O modo a pé é o único meio de transporte que não produz emissões. Além disso, contribui para a melhora da saúde humana. Estudos demonstram que indivíduos que praticam atividades físicas regularmente diminuem os riscos de perda das funções físicas e de doenças cardiovasculares (Mor et al., 1989; Wannamethee e Shaper, 1999). No que tange ao âmbito econômico, a movimentação de pedestres interfere na economia local por meio do contato entre as atividades e o custo requerido para investimentos é inferior ao demandado pelos modos motorizados, sendo também mais econômico ao usuário (Rodrigues et al., 2014).

Embora seja uma alternativa às externalidades do tráfego urbano, a aplicação da caminhabilidade ainda é limitada, seja por carência de incentivos, por uma disseminação mais ampla sobre seu papel na construção da mobilidade urbana sustentável ou pela infraestrutura precária, com calçadas que negligenciam a segurança e impedem a circulação dos pedestres. Para tanto, é essencial que estratégias direcionadas sejam tomadas, a fim de favorecer a acessibilidade e mobilidade no modo a pé. Conforme apontam Larrañaga et al. (2011), um ambiente apropriado para o transporte ativo exige conhecimento sobre o desempenho atual e operações objetivas e sistemáticas de acompanhamento e controle. Desta forma, o ambiente urbano e a sociedade poderão experimentar o equilíbrio almejado.

2.2.12. Ciclovia e ciclofaixa

Contextualização

O deslocamento por bicicletas, apesar de propiciar vantagens inerentes à saúde, ao meio ambiente e à mobilidade (Jones et al., 2016), ainda enfrenta desafios para sua promoção, especialmente em países em desenvolvimento que, em geral, desconsideram ou tratam de modo restrito tal modalidade no planejamento urbano. Dentre as barreiras identificadas, destacam-se a segurança dos ciclistas, infraestrutura rodoviária, aspectos climáticos e habilidade e ausência de confiança (Fowler et al., 2017; Grimes et al., 2020). De acordo com Papa (2021), os fatores determinantes para a prática do ciclismo, seja utilitário ou esportivo, estão submetidos a diferentes contextos, sendo específicos a cada localidade, o que implica na necessidade de um entendimento quanto ao comportamento, percepções e capacidades físicas e de recursos dos indivíduos da região.

Guo et al. (2017) destacam que há uma crescente tendência de compartilhamento de bicicletas, o que tem despertado o interesse de planejadores urbanos e decisores políticos com ações direcionadas a essa temática. Para Almeida et al. (2021), o planejamento da mobilidade, sob a ótica da sustentabilidade, prioriza o desenvolvimento do espaço público para pedestres e ciclistas em detrimento do transporte individual motorizado. Em convergência a esta afirmativa, a implantação

de ciclovias e ciclofaixas torna-se essencial para essa dinâmica. Segundo a CETSP (2022), tais componentes do sistema cicloviário podem ser classificados como sendo:

- Ciclovía: pista de uso exclusivo de bicicletas e outros veículos de, no mínimo, duas rodas a propulsão humana, com segregação física do tráfego comum;
- Ciclofaixa: parte da pista de rolamento, calçada ou canteiro destinada à circulação exclusiva de ciclos, demarcada por sinalização específica;
- Ciclorrota: via com velocidade máxima reduzida, características de volume de tráfego baixo e com sinalização particular. Há o compartilhamento do espaço viário entre veículos motorizados e bicicletas, criando condições favoráveis para sua circulação; e
- Calçada ou passeio compartilhado: espaço sobre a calçada ou canteiro central, destinado ao uso simultâneo de pedestres, cadeirantes e ciclistas montados, com prioridade do pedestre, desde que devidamente sinalizado. Esta condição só é permitida quando o volume de pedestres não é muito expressivo e a calçada não dispõe de largura suficiente para acomodar uma ciclovía ou ciclofaixa.

A Figura 8 ilustra cada um dos elementos citados.

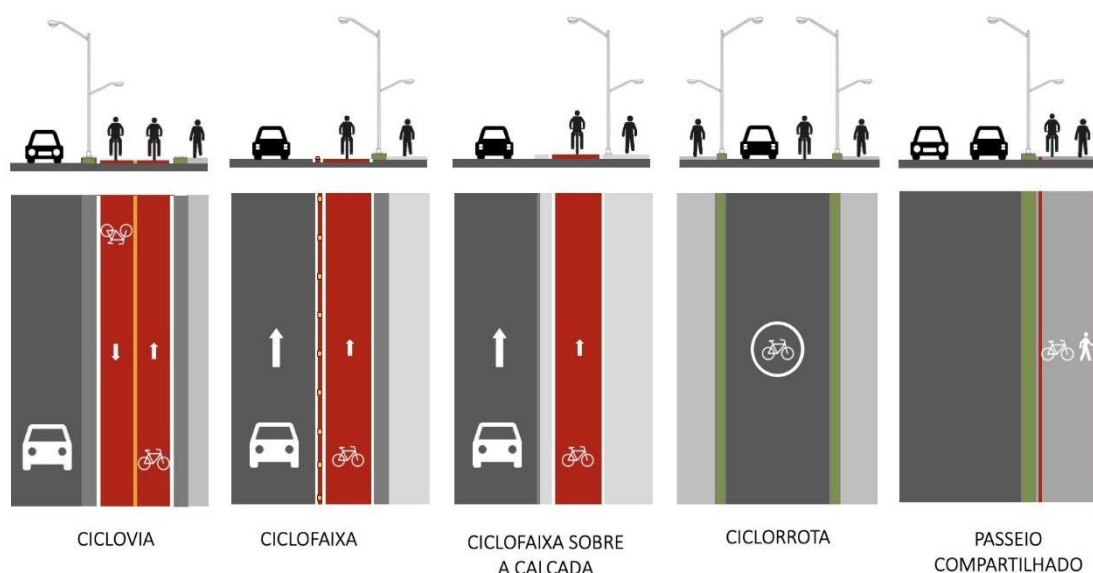


Figura 8. Componentes do sistema cicloviário. Fonte: Adaptado de O Expresso, 2021.

A CETSP (2020) destaca que a implantação de um sistema viário propicia benefícios alinhados à sustentabilidade não só para os ciclistas, mas também aos demais usuários da via. No âmbito econômico, menciona-se o custo de aquisição reduzido, racionalização do tempo de viagem, mitigação dos custos com saúde pública e dinamização do uso do solo. Em termos sociais, as vantagens são traduzidas em ampliação da mobilidade urbana e acessibilidade, melhoria da expectativa de vida, maior atratividade e restauração dos centros urbanos. No tocante ao aspecto ambiental, os pontos positivos estão relacionados à redução da poluição em geral, como do ar, visual e sonora, além de atenuar a dependência por combustíveis não renováveis.

Como melhorar?

Para garantir tais benefícios, é necessário que haja uma integração com estratégias de segurança viária, uma vez que os ciclistas são considerados usuários vulneráveis e, portanto, estão sujeitos a maiores riscos de acidentes no tráfego (Caetano et al., 2020). Políticas como a visão zero, que possui como premissa nenhuma morte ou lesão grave no trânsito, devem ser aplicadas a fim de garantir a priorização da segurança de todos os usuários do sistema de transporte (CETSP, 2020). É importante pontuar também que as particularidades de cada localidade devem ser consideradas no processo de análise visando ações mais direcionadas, como rendimento doméstico, por

exemplo. Tal fator se torna relevante uma vez que cada região possui uma característica e pode não se adaptar às mesmas medidas adotadas em uma outra área.

Garantir uma mobilidade urbana sustentável exige, dentre os diversos fatores, a existência de uma infraestrutura cicloviária de qualidade nos centros urbanos, dado que sua disponibilização influencia a decisão dos usuários pelo modo de transporte a ser utilizado. Com isso, é imprescindível que medidas relacionadas à segurança, acessibilidade, conforto e integração sejam contemplados no processo de planejamento das cidades, a fim de propiciar aos ciclistas, e demais usuários das vias urbanas, um sistema com maior eficiência e harmonia entre as partes interessadas. Corroborando com a CETSP (2020), pode-se afirmar que a infraestrutura é o pilar de um plano cicloviário.

2.2.13. Condições térmicas e ilhas de calor

Contextualização

A urbanização é uma chave importante na mensuração da competitividade de uma cidade (Solecki et al., 2013) e o conhecimento acerca da concentração do fluxo urbano constitui uma fase relevante no processo de planejamento (Cui et al., 2021). Os centros urbanos, que representam, em geral, áreas de maior número de indivíduos, de veículos e operações comerciais, estão sujeitos a fenômenos como as ilhas de calor, condição térmica que reflete o acúmulo de calor nas cidades em função das atividades humanas e construções. Observar a movimentação inerente aos pontos de calor urbano auxilia na compreensão da estrutura dos espaços, problemas no projeto das cidades e comportamento das viagens (Zhang e Seto, 2011).

O efeito da ilha de calor acarreta alterações no fluxo energético e material dentro dos sistemas ecológicos urbanos, com impacto na saúde humana, hábitos biológicos, propriedade e uso do solo e atmosfera (Yang et al., 2016). De acordo com Cheela et al. (2021), esse comportamento deriva da diminuição da cobertura de áreas verdes em detrimento da pavimentação, que absorve a energia solar e, conseqüentemente, eleva a temperatura da superfície. Estudos têm dividido o cálculo do efeito das ilhas de calor urbano de três modos, segundo as altitudes de medição: ilhas de calor urbano de limite ou fronteira; de copa; e de superfície (Zhang et al., 2009), indicadas a seguir.

- Ilhas de calor urbano de limite ou fronteira: mensurada a partir da altitude do telhado até a atmosfera (Mirzaei e Haghighat, 2010);
- Ilhas de calor de copa: mensurada a partir das copas as árvores, e geralmente, é utilizado juntamente com fonte de dados de estação meteorológica (Kato e Yamaguchi, 2007); e
- Ilhas de calor de superfície: medida ao nível de superfície terrestre (Deilami et al., 2018).

Com a crescente urbanização dos espaços, estudos sobre os efeitos das ilhas de calor têm aumentado expressivamente. Tem-se que esta condição amplia os impactos de aquecimento global, mudanças climáticas repentinas e mortalidades (Deilami et al., 2018), sendo idosos, crianças e indivíduos com problemas de saúde mais afetados (EPA, 2022a).

Como melhorar?

Deilami et al. (2018) identificam uma carência na investigação sobre os principais causadores do efeito das ilhas de calor. Por isso, realizaram uma revisão a partir dos principais estudos acerca do tema, reunindo fatores temporais e espaciais que contribuem para o aumento deste fenômeno. Os fatores identificados como relevantes e influentes na formação de ilhas de calor estão sinalizados na Figura 9. Percebe-se que aspectos como cobertura vegetal, estação do ano e área construída detém o maior percentual de interferência, sendo necessário que as soluções estejam, principalmente, concentradas na mitigação de seus impactos.

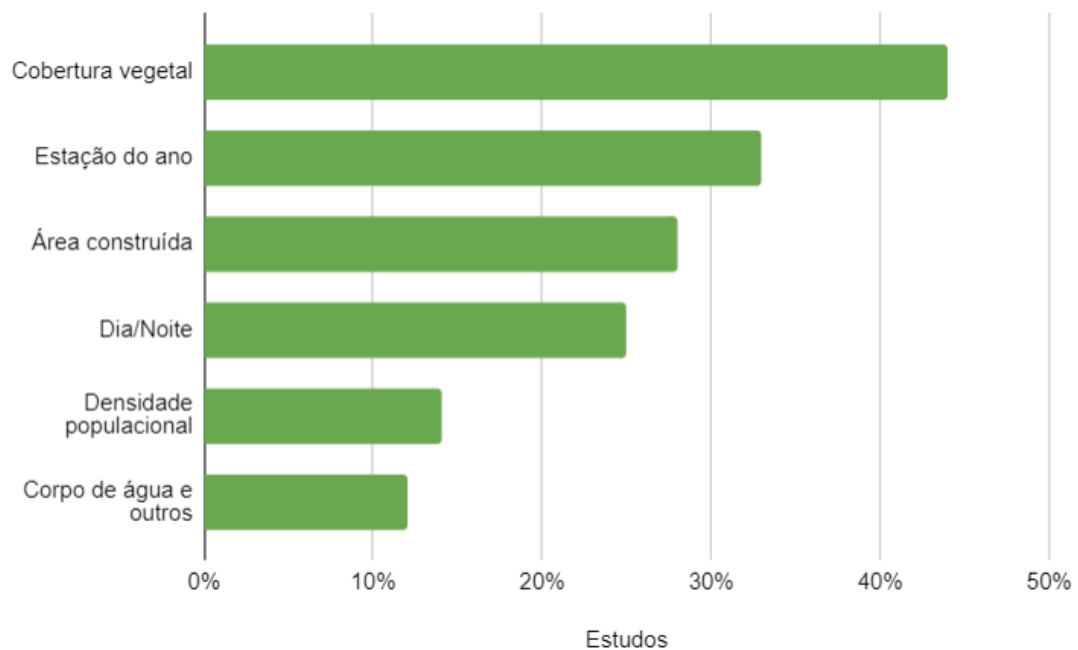


Figura 9. Fatores relevantes às ilhas de calor. Fonte: Adaptado de Deilami et al., 2018.

Segundo Cheela et al. (2021), sistemas de sombreamento de árvores em espaços urbanos para diminuição da temperatura de pavimentos são eficientes nesta tarefa e elevam o conforto térmico humano. Rios e lagos podem melhorar o equilíbrio de temperatura nas cidades, além de reduzir a radiação térmica, aliviando a circulação do campo térmico, eliminando em parte, o efeito ilha de calor (Yang et al., 2016). Ainda segundo Yang et al., (2016), os efeitos das ilhas de calor poderiam ser atenuados através da otimização da paisagem urbana, a eficiência energética, construção de telhados verdes, utilização de materiais com propriedades refletoras e cultivo de terras verdes.

Em geral, os problemas urbanos derivam do crescimento urbano desordenado e ausência de medidas que objetivem anular seu surgimento a longo prazo. As ilhas de calor afetam o bem-estar social e qualidade de vida nas cidades, uma vez que amplia a ocorrência de problemas de saúde, mudanças climáticas e maiores custos de energia. Para atenuar os impactos oriundos deste fenômeno, pode-se incentivar o uso da tecnologia para amenizar os pontos negativos identificados, a partir de edifícios inteligentes e sustentáveis.

2.2.14. Acústica

Contextualização

Na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em 1972, em Estocolmo, Suécia, o ruído foi considerado um importante agente de poluição pela primeira vez (United Nations, 1972), incentivando a pesquisa acerca de seus efeitos prejudiciais. Por ser considerada um dos principais fatores de estresse ambiental, com impacto negativo na saúde pública, a acústica passou a ser objeto de estudo por governos e administrações públicas (WHO, 2011; Morillas et al., 2018).

O Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora, conhecido como Programa do Silêncio, foi criado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, IBAMA, e oferece curso para capacitação técnica sobre o controle e monitoramento da poluição sonora em órgãos estaduais de meio ambiente em todo o Brasil, além de ter foco na conscientização da população sobre os danos pela exposição excessiva a ruídos. O Selo Ruído, que fornece informações sobre a emissão sonora de produtos produzidos e importados, é obrigatório desde 1994 em eletrodomésticos. Ademais, também há a colaboração de organizações que

promovam políticas de saúde pública e qualidade de vida para preservar a saúde auditiva (IBAMA, 2021).

O ruído e poluição sonora podem ser emitidos por diferentes fontes, pontuais ou não, como construções, tráfego e equipamentos industriais (Kiely, 1997; Aziz, 2012), e são responsáveis por um custo estimado de €1tri anualmente relacionado às mortes prematuras, ultrapassando as despesas de mortes por fumo e álcool (European Commission, 2016). Em particular, no que tange aos transportes, pode-se afirmar que estes possuem uma participação expressiva no incremento da poluição sonora, tendo em vista os congestionamentos e dispositivos como buzinas, por exemplo. Em vista disso, destaca-se a ocorrência de ruídos derivados de três modos: rodoviário, aéreo e ferroviário.

Como melhorar?

- Ruído devido ao transporte rodoviário

Segundo Singh et al. (2018), é necessário implementar medidas ligadas à educação sobre os riscos à exposição, plantio de árvores para absorção do ruído, criação de leis e regulamentação sobre os níveis de ruídos, envolvendo pesquisadores e agentes públicos.

Para mitigar ruídos devido ao tráfego rodoviário, barreiras físicas-sonoras são consideradas a solução mais comum. Entretanto, há perda de eficiência devido a difração e reflexos. Além disso, a aceitação no ambiente é muito influenciada pelo quanto interfere no campo de visão, fluxo de ar e luz natural (Licitra e Vogiatzis, 2019). Uma solução muito eficaz e comum também é a colocação de pavimentos de baixas emissões de ruídos, sendo muito importante a mistura ideal para que o pavimento ao mesmo tempo que mitigue os ruídos tenha durabilidade (Licitra et al., 2015).

Criação de ciclovias, ciclofaixas e calçadas criam um cenário ideal para que, em um ato sistêmico, o ruído nas estradas diminua, além de contribuir com a qualidade de vida de quem pratica essas atividades. Para mais, medidas de transporte urbano direcionados ao compartilhamento de viagens em veículos, como incentivo à cultura de caronas, aumentando o número de pessoas por viagem, contribuem para a diminuição de carros nas estradas, sendo, também, uma forma de mitigação de ruídos.

- Ruído devido ao transporte aéreo

O sistema de ar condicionado no interior dos aviões comerciais é o principal provocador de ruído dentro das cabines dos passageiros. Por isso, são desenvolvidos silenciadores para mitigar os efeitos dos ruídos, considerando a forma da cabine e materiais específicos que influenciam em seu desempenho acústico, demonstrando que tais mecanismos permitem a diminuição de mais de 5db (decibéis) (Yan et al., 2022).

No Brasil, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) tem o Plano de Zoneamento de Ruído (PZR), que apresenta geograficamente os perímetros que são interferidos pelo ruído em aeródromos – qualquer superfície destinada à decolagem e movimentação de aeronaves. Tal plano orienta que aeródromos não tenham atividades muito próximas às escolas, residências, hospitais e demais áreas ocupadas, sendo papel do município realizar o planejamento do uso do solo de forma adequada (Brasil, 2022). Medidas para estabelecimento de alturas mínimas e incentivo à tecnologia também devem ser implementados, além da revisão de políticas de regulamentação e penalizações.

- Ruído devido ao transporte ferroviário

Bunn e Zannin (2016) realizaram um estudo tendo como foco a cidade de Curitiba, Brasil, simulando três soluções para combate ao ruído de ferrovias: inclusão de barreiras físicas acústicas; exclusão de buzina do comboio; e remoção de vias férreas do perímetro urbano. Foi medido o nível de ruído antes e depois da implementação destas mudanças em dois grandes hospitais e uma escola próxima. O resultado obtido foi que o ruído foi atenuado de 2-12dB.

Clausen et al. (2012) sugere que a colocação de cepos de freio, ao invés de ferro fundido em vagões de mercadorias ferroviárias, e o desenvolvimento de regulamentação e incentivos ao uso de materiais circulantes (todo material que compõe as rodas e demais equipamentos que fazem a roda do trem se locomover sobre o trilho) de baixo ruído para redução do ruído ferroviário.

2.2.15. Poluição visual

Contextualização

Com a concentração em centros urbanos e o avanço na venda de veículos motorizados, a quantidade de informações visuais acompanha tal crescimento (Hudák e Madleňák, 2017). Todavia, esta exposição, que tem por finalidade capturar a atenção para determinado produto ou serviço, representa uma distração que pode inferir riscos de acidentes aos motoristas e demais usuários das vias (Wallace, 2003; Chattington et al., 2009). Kalasova et al. (2015) afirmam que a segurança rodoviária depende da forma de condução dos veículos, mas pode ser prejudicada dependendo do número de distrações a que o usuário está submetido.

A pauta da poluição visual não reflete apenas padrões estéticos, mas compreende também aspectos do ambiente, o que dificulta a percepção das áreas urbanas. Embora seja contemplada na Constituição Brasileira de 1988 e no Código Nacional de Trânsito, com a proibição de quaisquer fatores que possam interferir na visibilidade e comprometer a segurança viária, ainda há uma carência de estudos que avaliem os pontos negativos da poluição visual no trânsito (Cecchin e Teixeira, 2022).

Estima-se que o nível de distração do condutor, em função da informação visual inadequada, é de 20% a 50% (Green, 2002) e varia de acordo com as características do anúncio (Pettitt et al., 2005). Por exemplo, os anúncios em movimento, como vídeos e painéis dinâmicos, captam mais tempo de atenção do que os fixos. Além disso, o tom da mensagem tem grande influência, como os anúncios negativos (Hudák e Madleňák, 2017), que são mais distrativos comparativamente às mensagens positivas (Olson et al., 2009).

Como melhorar?

O desenvolvimento de um ambiente urbano que possa ser compreendido a partir dos sentidos, como o visual, requer um planejamento e gestão eficazes por meio de um sistema de avaliação (Andjarsari et al., 2022). Uma investigação combinada aos recursos paisagísticos pode fornecer suporte a este objetivo, permitindo a construção de um sistema ecologicamente integrado (Mo et al., 2021). Santos (2009) corrobora com tal pensamento, registrando que o sentido possui significativa influência na concepção dos espaços urbanos, uma vez que é por meio deste que os indivíduos reconhecem e criam experiências de pertencimento. Ainda segundo Santos (2009), a partir da percepção do entorno, busca-se o entendimento da qualidade ambiental, com análises que viabilizem a intervenção e avanço progressivo contra danos ao meio ambiente.

Então, como alternativas para o enfrentamento à poluição visual, Barcelos (2015) ressalta a importância da parceria dos órgãos públicos com empresas privadas para revitalização de edificações e readequação de campanhas para que estas interajam e se integrem à paisagem urbana. Como exemplo, pode-se citar a cidade de Nova Iorque, que usufrui de publicidade para reforçar a identidade do local e ativar atividades econômicas e sociais, sem configurar uma poluição visual, conforme Figura 10.

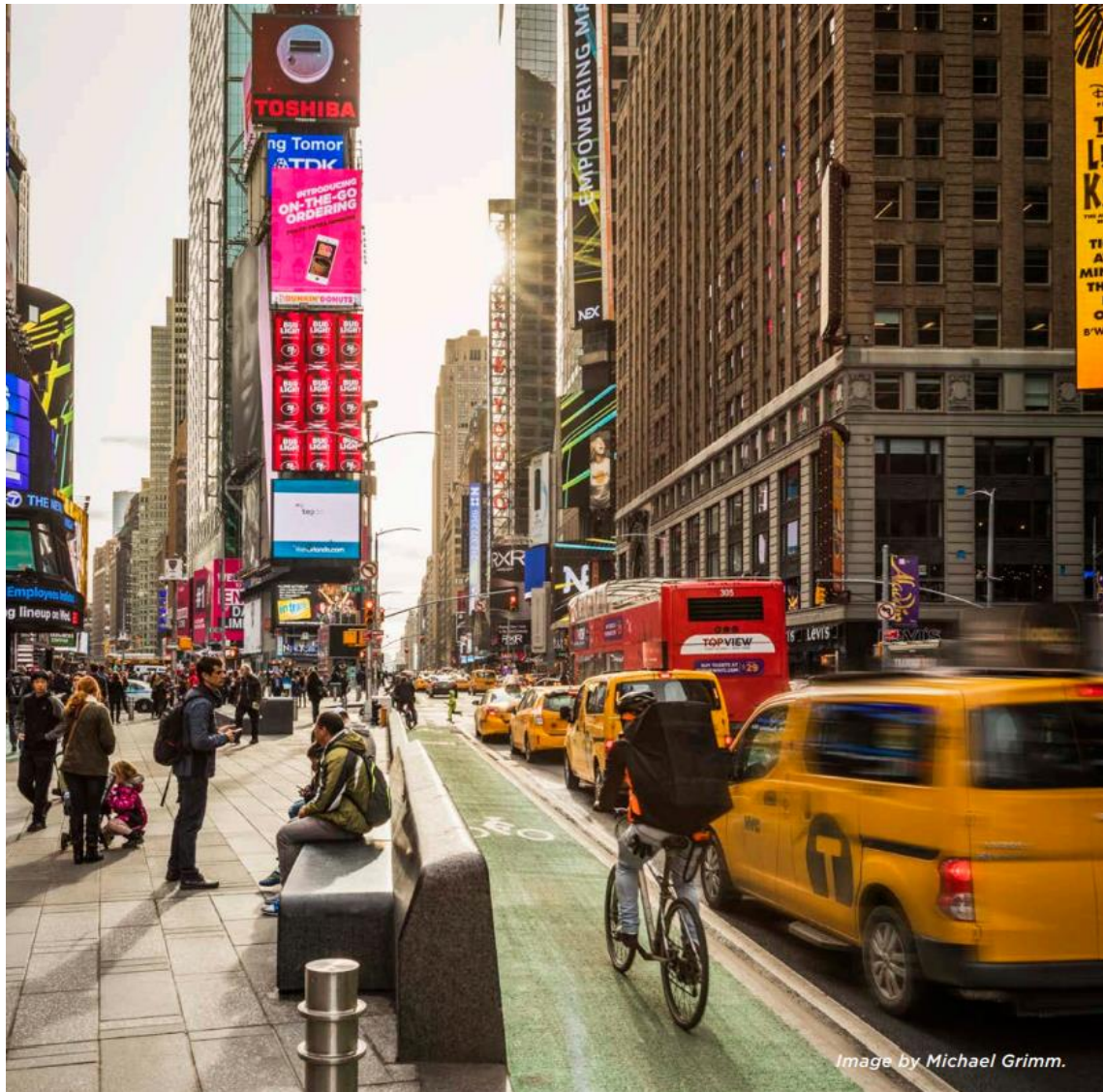


Figura 10. Times Square, Nova Iorque, de Michael Grimm. Fonte: Times Square District Management Association, 2022.

Castanheiro (2009) acrescenta também como recomendação o papel dos municípios, que retratam os interesses locais. Faz-se então necessária a elaboração de normativas mais restritivas, que garantam a proteção estética e paisagística. Orientação e fiscalização adequadas também devem ser consideradas, em conformidade com planos diretores e código de obras. Deve-se também estimular a educação e ressaltar a importância da construção de um ambiente integrado e que permitam o bem-estar coletivo social, uma vez que o cuidado ao meio se trata de uma responsabilidade coletiva.

2.2.16. Qualidade do ar

Contextualização

A qualidade do ar é uma medida do nível de poluentes atmosféricos à qual a população está submetida (Sant'anna et al. 2021). Tal poluição se trata de um fator de risco não só no âmbito ambiental, mas também em termos sociais e econômicos, com impactos diretos na qualidade de vida. Os custos humanos inerentes à degradação do ar são superiores aos de acidentes no trânsito, representando cerca de 6,5 milhões de óbitos prematuros, quadro agravado em países em desenvolvimento, afetando desproporcionalmente mulheres, crianças e idosos (European Union, 2020). Em 2015, morreram 5,9 milhões de crianças com menos de cinco anos de idade, sendo a

maioria causada, ao menos parcialmente, pelo ambiente (Organização Pan-Americana da Saúde, 2018). Para mais, estatísticas recentes demonstram que cerca de 99% da população mundial respira ar que excede os limites de qualidade recomendados pela Organização Mundial da Saúde (Organização Pan-Americana da Saúde, 2022), o que destaca a importância da redução de combustíveis fósseis e tomadas de ação concretas para mitigar a poluição atmosférica.

Os transportes são importantes emissores de poluentes devido à queima de combustíveis fósseis, exigindo a busca por estratégias e políticas robustas de planejamento territorial e de logística (Sant’anna et al. 2021). Cabe destacar, todavia, que o consumo elevado de energia se dá não somente pela realização dos deslocamentos em si, mas pelo uso ineficiente, a exemplo do transporte de carga rodoviário que tem um consumo mais expressivo que o transporte ferroviário (Sant’anna et al. 2021). Para deter o avanço das emissões provenientes do setor, membros da União Europeia concordaram em propor medidas mais rígidas relacionadas a veículos comerciais seminovos e novos automóveis de passageiros, com um acordo comum para adaptação da legislação frente às demandas (European Council, 2022). O pacote de medidas Ar Limpo, publicado pela Comissão Europeia em 2013, contém propostas legislativas sobre emissões e visa atenuar, significativamente, a poluição do ar até 2030 a partir da aplicação de normas ambientais e sanitárias (European Council, 2020).

As emissões veiculares não se restringem por problemas pontuais urbanos, fronteiras políticas ou geográficas, pois as condições meteorológicas são determinantes para tal (Loureiro, 2005). Entretanto, pode-se compreender que a limitação geográfica é necessária para direcionamento de estudos e aplicação de ações e políticas, principalmente em grandes cidades. No Rio de Janeiro, a concentração dos poluentes é avaliada e medida a partir do índice da qualidade do ar (IQA), que varia conforme o quantitativo mensurado, sendo classificado em cinco níveis: boa, regular, inadequada, má e péssima. Os padrões de qualidade, com as faixas de concentração por poluentes, estão destacados na Tabela 5.

Tabela 5. Faixas de concentração dos poluentes para cálculo do IQA.

SO ₂ [µg/m-3]	CO [ppm]	MP ₁₀ [µg/m-3]	O ₃ [µg/m-3]	NO ₂ [µg/m-3]	IQA	Classificação
0 - 80	0 - 4	0 - 50	0 - 80	0 - 100	0 - 50	Boa
81 - 365	4,1 - 9	51 - 150	81 - 160	101 - 320	51 - 100	Regular
366 - 800	9,1 - 15	151 - 250	161 - 200	321 - 1130	101 - 199	Inadequada
801 - 1600	15,1 - 30	251 - 420	201 - 800	1131 - 2260	200 - 299	Má
> 1600	> 30	> 420	> 800	> 2260	> 300	Péssima

Fonte: MonitoAr Rio, 2015.

O primeiro nível, considerado como bom, sugere que praticamente não há riscos à saúde. Na classificação regular, indivíduos de grupos sensíveis podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço, mas a população, em geral, não é afetada. A categoria nomeada como inadequada indica que todos os indivíduos podem apresentar algum tipo de sintoma, estando os mais vulneráveis propensos a efeitos graves. Em uma fase considerada má, a população pode apresentar agravamento dos sintomas e ainda experimentar sensações de falta de ar. A última categoria reflete sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares, além do aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis (MonitoAr Rio, 2015).

Como melhorar?

Os registros para os prejuízos causados pela queda na qualidade do ar têm crescido de forma rápida, com externalidades significativas aos seres vivos. Em vista disso, órgãos governamentais e demais autoridades concentram esforços para deter o avanço dos prejuízos já identificados. Para tanto, segundo a Organização Pan-Americana da Saúde (2022), algumas ações podem ser tomadas a fim de intensificar a busca pelo equilíbrio e ambiente sustentável, como:

- Revisão e aplicação de padrões nacionais de qualidade do ar, seguindo as diretrizes da Organização Mundial da Saúde;
- Acompanhar os níveis de qualidade do ar e fontes de poluição;
- Incentivar o uso exclusivo de energia doméstica limpa;
- Construir redes e sistemas de transporte público seguros e acessíveis;
- Implementar padrões mais rígidos de emissões e eficiência dos veículos, com a inspeção e manutenção obrigatórias;
- Investir em habitação com eficiência energética e geração de energia;
- Melhorar a gestão de resíduos industriais e municipais;
- Reduzir a incineração de resíduos agrícolas, incêndios florestais e certas atividades agroflorestais;
- Incluir a temática de poluição do ar nos currículos dos profissionais de saúde, além de fornecer ferramentas para o envolvimento do setor da saúde; e
- Países de renda mais alta têm menor poluição por partículas, mas a maioria das cidades tem problemas com dióxido de nitrogênio.

É importante destacar que a construção de espaços que promovam o bem-estar coletivo exige uma responsabilidade e compromissos coletivos. Então, para além das medidas governamentais, é necessário que a sociedade como um todo reflita acerca dos padrões de consumo e mecanismos para preservação dos recursos naturais, garantindo assim a harmonia com o meio.

2.2.17. Condições ergonômicas

Contextualização

Para Mülfarth (2017), no campo do urbanismo, a ergonomia pode ser definida como o estudo das ações e influências mútuas entre o espaço e o indivíduo a partir de interfaces recíprocas. Tendo como objeto o homem no espaço, as condições ergonômicas enfatizam ações de mobilidade e ambientes naturais e construídos, a partir de quatro aspectos – psicológicos, socioculturais, ambientais e físicos, que fundamentam medidas voltadas ao conforto e qualidade. De acordo com Sato e Mülfarth (2020), os fatores psicológicos tratam da consciência interna e processos de cognição e percepção espacial. Os fatores socioculturais abordam as relações interpessoais. Os fatores ambientais se relacionam com as bases estruturais e condições morfológicas do meio. Por fim, os fatores físicos refletem os movimentos humanos.

Villarouco e Costa (2020) afirmam que a abordagem ergonômica visa aprimorar as interações entre vários sistemas e os humanos, a fim de tornar as atividades humanas mais eficientes, seguras, confortáveis e satisfatórias. Além disso, há uma afinidade entre a ergonomia e a acessibilidade, principalmente em termos de deslocamento. Segundo Bonfim (2008), as vantagens obtidas por uma acessibilidade adequada derivam de projetos que adotem a ergonomia como principal fonte de recursos.

Como melhorar?

Para avaliar de modo ergonômico o ambiente urbano, Mülfarth (2017) indica um método dividido em duas etapas, conforme Figura 11.

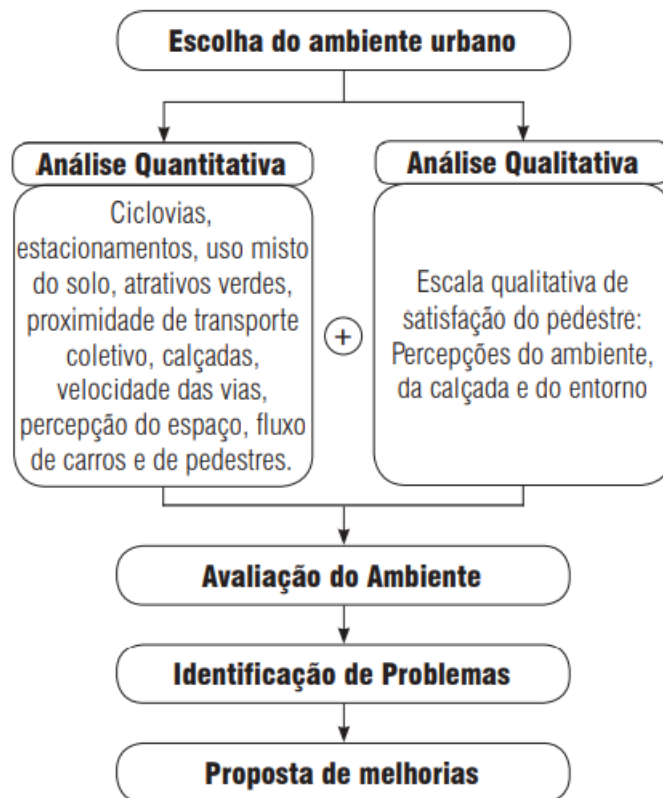


Figura 11. Proposta para avaliação ergonômica do ambiente urbano. Fonte: Mülfarth, 2017.

As condições ergonômicas no ambiente urbano estão diretamente alinhadas ao desenvolvimento sustentável, uma vez que infere como premissa a construção de espaços de melhor desempenho e qualidade. Essa performance, no entanto, não se traduz apenas no aspecto ambiental, pois também considera a compreensão do usuário sobre o meio em que está inserido e suas relações interpessoais. Considerando as melhorias almejadas nas cidades, pode-se afirmar também que, economicamente, um olhar voltado à ergonomia viabiliza a valorização das áreas urbanas, atraindo mais atividades e fluxo de indivíduos.

Portanto, para garantir um retorno positivo, os espaços devem ser analisados de forma criteriosa, a fim de identificar suas particularidades e barreiras com medidas direcionadas para sua mitigação. Conforme aponta Mülfarth (2017), o caráter integrador da ergonomia deve ser empregado como instrumento de projeto, a fim de garantir, desde sua concepção, espaços mais harmoniosos aos que com ele interagem.

2.2.18. Densidade populacional

Contextualização

O termo densidade populacional está relacionado ao compartilhamento de um mesmo espaço por grupos de indivíduos, e retrata a relação entre a população e a superfície do território. O aumento dessa proporção em centros urbanos deriva, dentro os diversos fatores, da possibilidade de verticalização por prédios, permitindo a concentração de pessoas em um espaço de menor área (Pacheco, 2017).

De acordo com a EMBARQ Brasil (2015a), as cidades brasileiras crescem seguindo um modelo de ocupação territorial distante, disperso e desconectado, resultado da carência do planejamento urbano e que reflete ritmos divergentes de infraestrutura e expansão. Então, como resultado, observa-se a valorização das áreas centrais, que dispõem de uma infraestrutura mais abrangente, e o isolamento da população, em geral de baixa renda, que reside em loteamentos mais distantes com carência por serviços de qualidade. Este modelo de ocupação, comum em países em

desenvolvimento, se torna improdutivo, uma vez que exige deslocamentos diários e de longas distâncias para exercício das atividades e que implicam diretamente na ampliação dos problemas urbanos (EMBARQ Brasil, 2015a), como o incentivo ao uso do transporte individual motorizado.

Como melhorar?

Para garantir a eficiência do meio urbano, evidencia-se a urgência pelo equilíbrio entre áreas de maior e menor densidade populacional, com integração dos espaços, ampliação das ofertas de serviços e valorização do transporte coletivo (Pacheco, 2017). Acioly e Forbes (1998) destacam as vantagens e desvantagens de diferentes padrões de densidade, sendo necessário o equilíbrio entre estes, conforme Figura 12.

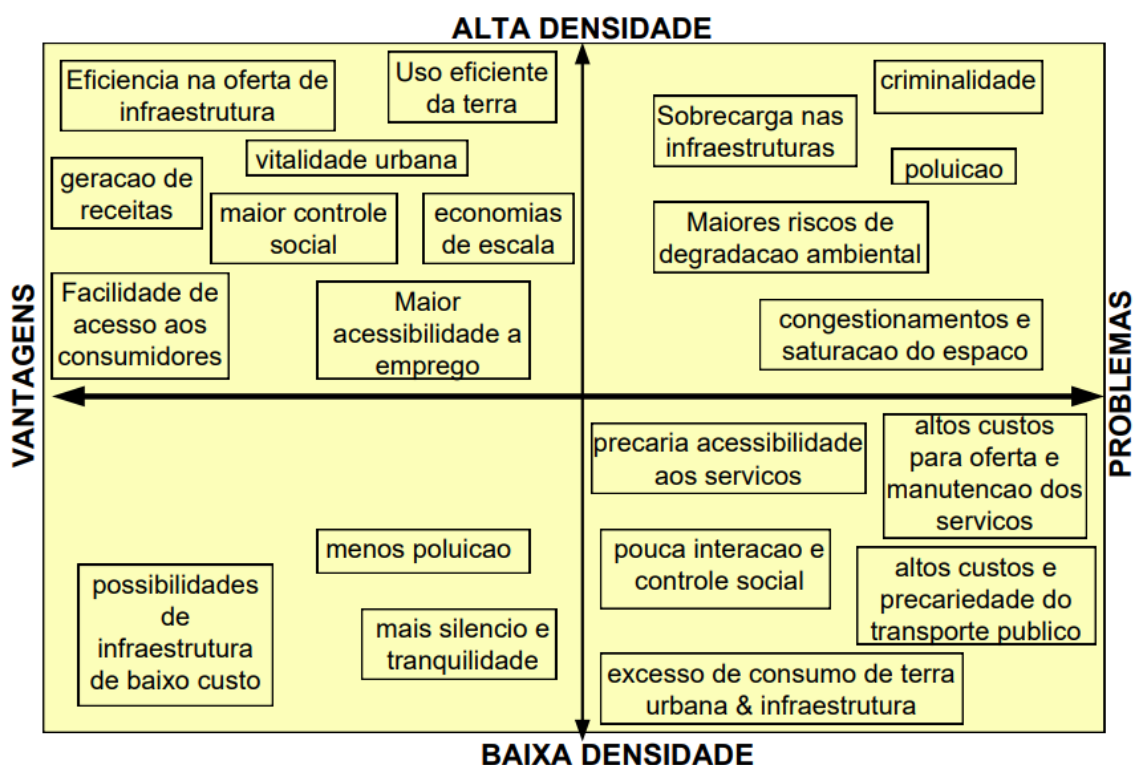


Figura 12. Vantagens e desvantagens da baixa e alta densidade populacional. Fonte: Acioly e Forbes, 1998.

Em vista disso, o Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS) representa um aliado para alcance de cidades mais equitativas, sendo um tipo de desenvolvimento que visa principalmente incentivar o uso do transporte público e criar um ambiente urbano favorável ao transporte ativo (Nasri e Zhang, 2014). Embora destaque o transporte em seu escopo, cabe pontuar que o DOTS trata integralmente o uso do solo ao planejamento, a fim de garantir, além da mobilidade, a reestruturação e renovação urbana. Essa proposta está ligada à construção de cidades mais compactas, o desenvolvimento em zonas internas das cidades que, apesar da acessibilidade, não são ocupadas adequadamente (Villada e Portugal, 2015).

Segundo a EMBARQ Brasil (2015a), modelo DOTS consiste na aplicação de um conjunto de estratégias, critérios e recomendações de desenho urbano que promova o desenvolvimento das áreas urbanas com base em sete elementos: transporte coletivo de qualidade; mobilidade não motorizada; gestão do uso do automóvel; uso misto e edifícios eficientes; centros de bairro e pisos térreos ativos; espaços públicos e recursos naturais; e participação e identidade comunitária.

Criar habitações de interesse social em bairros centrais ou de urbanização consolidada também podem contribuir para mitigar os efeitos da densidade populacional dispersa e desconecta. Entretanto, sua elaboração deve estar alinhada ao desenvolvimento urbano sustentável. Além disso, pontua-se que a participação de diferentes setores e o estabelecimento de um planejamento

eficiente se torna fundamental para a construção de uma comunidade urbana sustentável e de alta densidade, mas com a integração social, diversidade de usos e maior atratividade dos espaços, não só em áreas centrais.

2.3. Logística urbana sob a ótica da inovação

O avanço das inovações tecnológicas está mudando a forma das experiências vividas até então. Disruptivo é um termo frequentemente empregado para retratar um impacto de alta intensidade que é produzido nas sociedades, significando inovação, capaz de promover rupturas com práticas potencialmente bem estabelecidas hoje, mas que pode mudar, em uma verdadeira revolução, a quarta revolução industrial ou Indústria 4.0.

Juntamente com as expectativas, desafios e oportunidades anunciados pelo amplo sistema de tecnologias avançadas, marca da quarta revolução industrial, há também uma urgência em tomadas de ação, adaptação e cooperação voltadas à equalização de efeitos econômicos, mitigação das emissões de poluentes e redução da desigualdade social, por exemplo.

Este capítulo é dedicado ao tema da inovação e tecnologia no contexto da logística urbana sustentável, com o intuito de contribuir para os debates sobre uma série de mudanças que podem afetar a estrutura de diferentes setores e atividades. Espera-se também que os pensamentos e reflexões aqui apresentados possam estimular reflexões acerca do cenário atual bem como do papel das cidades.

2.3.1. Inovação como preceito

O desenvolvimento urbano nas grandes cidades esteve profundamente ligado às revoluções industriais. Durante as duas primeiras, a organização socioespacial procurou se adequar às demandas da industrialização, formando cidades industriais. No entanto, após a crise de 1970, houve uma reestruturação da economia capitalista caracterizada pela globalização. Baseada em acordos multilaterais, a política de globalização é sinalizada como solução para a recessão econômica, buscando internacionalizar o capital por meio do acesso a reservas de mão de obra barata, com maiores taxas de lucro e simultaneamente abrindo novos mercados consumidores. Nesse novo arranjo, muitas cidades que antes eram centros industriais deixaram de ser atrativas para a produção industrial, as empresas deslocaram indústrias para o sul global em busca de maiores taxas de lucro e mantiveram apenas suas matrizes no norte global. Assim, diante da fuga dos rendimentos da indústria e dos trabalhadores, as chamadas cidades pós-industriais tentaram se adaptar a essas mudanças e buscar ativamente políticas empresariais urbanas para vencer a nova competição por investimentos econômicos e atração de empresas (Ustundag e Cevikcan, 2018). Com o objetivo de um crescimento econômico renovado à medida que a revolução digital amadurece, as cidades pós-industriais adotaram uma nova estratégia de desenvolvimento urbano: tornar-se centros de indústrias criativas e, assim, atrair empresas inovadoras e empregos bem remunerados (Moser et al., 2019).

A criatividade se transformou em mercadoria valiosa na quarta revolução industrial: gera crescimento econômico com propriedade intelectual na forma de marcas, patentes e direitos autorais; motiva o surgimento de uma classe inovadora de trabalhadores; incentiva à indústria do conhecimento, em que as cidades pós-industriais buscam ser centros de educação com a criação de universidades, pós-graduação e especializações; e investe publicamente na reciclagem e revitalização de áreas urbanas degradadas para estimular o setor turístico e a agenda cultural, nas ditas cidades inteligentes. Juntas, essas estratégias visam tornar as cidades atraentes, repletas de serviços e atrações culturais (Florida, 2002). Tal transformação configura uma série de explosões impulsionadas por um conjunto de inovações tecnológicas. De forma articulada, esse processo inicia um novo ciclo econômico que modifica a organização industrial ao introduzir novos métodos de produção, transporte, produtos e abertura de novos mercados.

Nessa perspectiva, o progresso tecnológico assume um papel central no desenvolvimento da economia capitalista. Desde a primeira revolução industrial, tem-se a assimilação da ciência como chave na resolução de problemas e mecanismo para incentivo a oportunidades completamente novas. Com isso, o planejamento urbano impõe uma estratégia de desenvolvimento apoiada em políticas ágeis, para que as cidades assimilem as inovações tecnológicas deste ciclo e aumentem a capacidade e eficiência do setor produtivo. Ao expandir o fluxo das redes de transporte e comunicação urbanas, aumenta a circulação de pessoas, informações, capitais e mercadorias (Ustundag e Cevikcan, 2018).

2.3.2. Cidades inteligentes e a logística no contexto da quarta revolução industrial

Em 2011, o termo Indústria 4.0 foi difundido na feira de Hannover, na Alemanha, para denotar um conjunto de inovações tecnológicas que desempenharam um papel relevante no ciclo econômico. No que tange à estrutura urbana das cidades não é diferente. Com isso, os espaços urbanos procuram se sustentar como pilares atrativos para as indústrias criativas e demais empresas inovadoras que compõem a revolução tecnológica.

O conceito de cidades inteligentes foi apresentado em resposta a essas transformações socioespaciais causadas pelo processo industrial e refere-se ao uso de tecnologias de informação e comunicação (TIC), bem como outras tendências tecnológicas. Por exemplo, para garantir o consumo inteligente de água e energia, são necessários sensores no espaço urbano e na indústria – tem-se aqui a Internet das Coisas, característica da quarta revolução industrial. Por outro lado, esta tecnologia, para ser amplamente aceita, requer a implementação de infraestrutura de telecomunicações 5G, que resolve os problemas de latência e velocidade. Percebe-se aqui a relevância de viabilizar o acesso e o uso sustentável da infraestrutura (Vinod Kumar, 2017), da qual depende a grande maioria das atividades.

No entanto, pouca atenção é dada aos custos logísticos e inconvenientes incorridos durante o planejamento e execução das cidades, que por vezes se estendem por um longo período. De acordo com Lundesjö (2015), a construção urbana é altamente dependente da logística, uma vez que a edificação é sempre produzida no ponto final de uso, exigindo muitos recursos a serem transportados. A logística da construção representa de 20 a 35% de todo o tráfego urbano na União Europeia – UE, e é responsável pela maior parte dos custos ambientais, como poluição do ar e acidentes de trânsito (Brusselaers, 2019). Há então um consenso de que o planejamento logístico da construção auxilia e deve ser empregado em construções eficientes e sustentáveis (Janné, 2020).

A otimização logística pode ser baseada em planejamento, consolidação e cooperação, como otimização do uso de recursos, redução do tráfego e emissões e mitigação do tempo não produtivo (Pourhejazy et al., 2019). Para tanto, deve-se desenvolver e implementar cenários de logística de construção (CLS) adequados para atender aos requisitos e opiniões de diferentes stakeholders, que representam as partes interessadas. A consulta desses agentes desempenha um papel vital no desenvolvimento de estratégias de transporte de mercadorias e na implementação de políticas com uma maior taxa de aceitação (Quak et al., 2016). Porém, cabe ressaltar que, por se tratar de diferentes perspectivas, a complexidade do gerenciamento das inter-relações é ampliada. Além disso, as medidas logísticas da cidade são diretas e indiretamente afetadas por muitos atores devido ao seu ambiente urbano inserido (Balm et al., 2016). Enquanto as cidades estão cada vez mais atentas à criação de conscientização e valor para os stakeholders na logística urbana (Gammelgaard et al., 2016), o foco tem sido principalmente em aspectos técnicos.

Uma forma nova e inovadora de mitigar as externalidades das obras nos diversos atores das cidades inteligentes é abordar o problema da logística da construção sob a ótica da gestão do sistema e da cidade inteligente (Langley, 2016). As cidades têm o maior potencial de redução de impactos negativos por meio do conhecimento de requisitos na logística de construção, mas ainda

há uma falta de conhecimento sobre como definir esses requisitos e como envolver e gerenciar as partes interessadas nesses processos (Brusselaers et al., 2021).

A otimização da logística nas cidades é importante para o desenvolvimento econômico de um país, qualidade de vida, acessibilidade e atratividade dos municípios que implementam logística verde ou o conceito de cidades inteligentes. Logo, estabelecer os princípios da logística verde traz desafios econômicos, urbanos e ambientais para a cidade. Segundo Paskannaya e Shaban (2019), esses princípios são compostos por diversas iniciativas e projetos com efeito direto e positivo na redução de gases de efeito estufa. Tais medidas incluem a organização do tráfego e estacionamento de veículos para o transporte de mercadorias dentro das cidades, a atualização dos instrumentos de gestão pública das vias de carga, a criação de centros de tráfego rodoviário e áreas de entrega e a promoção de espaços logísticos urbanos modernos e adequados.

Bertossi e Charreyron-Perchet (2016) destacam o papel da infraestrutura de transporte em sua capacidade de contribuir para uma cidade inteligente. Como exemplo, citam os hubs intermodais da cidade que permitem o aumento da fluidez da mobilidade, o uso de ferramentas conectadas e desenvolvimento de novos bairros urbanos a partir da combinação de transporte e políticas urbanas. Anthopopoulos e Vakali (2016) também apontam a necessidade de combinar iniciativas de planejamento urbano e cidades inteligentes examinando suas inter-relações e reciprocidade entre as políticas.

O Parlamento Europeu considera a mobilidade inteligente como um componente fundamental das cidades inteligentes a partir dos aspectos de governança, economia, ambiente, pessoas e vida. Por mobilidade inteligente entende-se transporte e logística integrados e apoiados por sistemas de TIC. Por exemplo, sistemas de transporte sustentáveis, seguros e interconectados podem incluir a participação de diferentes modos, como motorizado e transporte ativo, além de reforçar a integração entre os stakeholders. Pode-se citar também a iniciativa europeia BSmart Mobility, em que é possível acessar informações em tempo real para economia de tempo e melhoria da eficiência no deslocamento, com a redução dos custos e das emissões de CO₂ (European Parliament, 2014).

Enfim, a cidade inteligente é o mais recente avatar das muitas formas de expressão que existem na história da complexa relação entre cidades e TIC. A gestão desse fenômeno tem várias camadas entre atores, setores, ferramentas e dados. Em última análise, o foco está no espaço urbano, pois é nele que se manifestam as transformações da cidade inteligente, da revolução tecnológica e das atividades, inclusive logísticas, inseridas nesse contexto.

2.3.3. Inovações na logística

Segundo Monzon (2015), as cidades são os principais centros de atividades humanas e econômicas. Têm potencial para criar sinergias que permitam aos seus residentes grandes oportunidades de desenvolvimento. No entanto, também criam uma ampla gama de problemas que podem ser difíceis de resolver à medida que crescem em tamanho e complexidade. As cidades também são lugares onde as desigualdades são mais fortes e, se não forem adequadamente gerenciadas, seus efeitos negativos podem superar os positivos. As áreas urbanas devem gerir o seu desenvolvimento, apoiando a competitividade econômica, reforçando a coesão social, a sustentabilidade ambiental e aumentando a qualidade de vida dos seus cidadãos.

Em convergência a essa necessidade, a inovação tecnológica desempenha um papel fundamental no apoio à transformação verde do setor de logística e, por sua vez, na construção de cidades inteligentes com eficiência e consumo consciente dos recursos. A principal tarefa dos agentes logísticos está em conciliar todos os aspectos inerentes a sua prática a fim de mitigar os impactos negativos ao meio. Estudos apontam que as instalações logísticas são responsáveis por 9 a 10% das emissões de gases de efeito estufa do setor, sendo a outra grande parcela, de aproximadamente dois terços gerada por veículos. Isso incentiva as entidades econômicas a aumentar o investimento

em instalações reduzindo as operações logísticas que geram poluição (Paskannaya e Shaban, 2019).

Em Moroccan Green Logistics (2016) são apresentadas as novas tendências que associam inovação à logística no contexto urbano:

- a implementação de plataformas logísticas e hubs de alto volume para consolidar os fluxos de mercadorias;
- associação e desenvolvimento de transportes multimodais que combinem transportes rodoviários, ferroviários, aéreos e marítimos para reduzir as emissões de gases com efeito de estufa e o congestionamento rodoviário;
- escolha de meios de transporte e logística ecologicamente adequados, semelhantes ao uso de uma frota de veículos com baixas emissões de CO₂ ou o uso de tecnologias de propulsão híbridas;
- desenvolvimento de infraestrutura e instalações logísticas ecologicamente eficientes;
- reconfiguração da malha logística para maior eficiência, priorizando o aproveitamento máximo das capacidades de transporte e minimizando a movimentação de mercadorias, por meio de escolhas relevantes quanto aos locais de armazenamento; e
- prática da logística verde em uma cidade inteligente.

A otimização da logística urbana torna-se vital para o desenvolvimento, acessibilidade e atratividade da cidade, bem como para a melhoria da qualidade de vida da população. Segundo Paskannaya e Shaban (2019), as diretrizes para a introdução de uma abordagem de logística verde no conceito de cidade inteligente são as seguintes: i. planejamento urbano; ii. combate aos congestionamentos; iii. contribuição para o meio ambiente, com a redução das emissões de poluentes e ruídos e incentivo à reciclagem e reutilização de materiais; e iv. interesses econômicos. Tais ações permitem a melhor organização e movimentação de bens e indivíduos, alto desempenho logístico e desenvolvimento controlado de indicadores sociais, ecológicos e econômicos, com o objetivo de manter a logística urbana verde no escopo da gestão do território.

Outro princípio fundamental está relacionado à interdisciplinaridade, com a participação direta de várias partes envolvidas no processo de concepção, elaboração e implementação de projetos e planos estratégicos. Paskannaya e Shaban (2019) exemplificam casos de cidades na União Europeia (UE) quanto nos EUA, consolidando as abordagens verdes divididas pelas cidades, com destaque às tecnologias empregadas para áreas mais sustentáveis:

1. Pittsburgh, EUA: em parceria com a IBM Smarter Cities, foram formuladas propostas para tornar o ambiente adequado para pedestres e ciclistas. Há também um planejamento voltado à revitalização de uma siderúrgica a partir de uma rede solar e geotérmica, a fim de adotar iluminação pública de LED e instalação de estações de carregamento para veículos elétricos;
2. Austin, EUA: elaboração de planos de transporte que incluem veículos automatizados e conectados, sensores inteligentes, dados abertos e informações de passageiros em tempo real;
3. São Francisco, EUA: com preços de estacionamento mais inteligentes alcançam o nível adequado de disponibilidade de estacionamento ajustando periodicamente os medidores e as garagens para atender à demanda. Conhecido como preço sensível à demanda, há incentivo para estacionar em quarteirões e garagens subutilizadas, ajudando a abrir vagas em áreas movimentadas e nos horários de pico;
4. Nova Iorque, EUA: classificada como a segunda cidade inteligente líder globalmente, esta cidade inteligente já incorporou muitas inovações em transporte. O Departamento de Saneamento da Cidade de Nova York é o maior do mundo, coletando mais de 10.500 toneladas de resíduos sólidos por dia. O sistema de gerenciamento empregado permite não apenas a redução da frequência de coleta, mas também um planejamento mais eficiente, além de contribuir para o controle de emissões;

5. Londres, UE: em 2015 foi construída uma faixa de estrada que pode carregar carros híbridos e elétricos usando tecnologias sem fio, além de vagões de passageiros elétricos. Todos os detalhes desta inovação estão fora da estrada convencional. O projeto é realizado pela organização estatal Highways England;
6. Copenhague, UE: diretrizes voltadas ao plano de ação climática e estratégias para ciclistas e de vida urbana. Há uma preocupação das autoridades locais em reduzir as emissões de carbono. Assim, garante-se uma diminuição do número de deslocamentos individuais de automóvel, um aumento do número de deslocamentos a pé, de bicicleta ou de transportes públicos;
7. Viena, UE: a cidade ficou em quinto lugar na lista verde de cidades inteligentes da União Europeia. Para reduzir as emissões relacionadas ao trânsito, que representam um terço das emissões totais de CO₂ da cidade, houve incentivo ao uso do transporte público a partir de intervalos de ônibus mais curtos, serviços de ônibus noturnos e uma extensa rede de ciclovias. Todos os ônibus em Viena usam motores a gás liquefeito de petróleo (GLP), que têm emissões mais baixas de óxido de nitrogênio e monóxido de carbono do que os motores a diesel;
8. Estocolmo, UE: está em primeiro lugar na categoria de transporte. Muitos indivíduos vão trabalhar a pé ou de bicicleta, e a rede de bicicletas está bem desenvolvida. Estocolmo tem a maior porcentagem de veículos limpos na Europa e 75% da rede de transporte público da cidade usa energia renovável. Para reduzir as emissões, também existe a iniciativa Clean Vehicles, que incentiva veículos híbridos e biocombustíveis e visa atingir um nível de mercado de 5% para veículos limpos.

Tem-se então que a melhor estratégia para a cidade é um futuro inteligente e verde. A transformação para cidades inteligentes envolve o uso generalizado de tecnologias de informação e comunicação (TIC), direcionados ao desenvolvimento sustentável, indissociável do progresso tecnológico. Além disso, se por um lado a evolução industrial ditou transformações socioespaciais, a possibilidade de recuperar a importância do capital territorial ganha importância com a chamada economia inteligente como pilar das cidades inteligentes.

Existem riscos econômicos, sociais, ambientais e políticos que devem ser considerados para garantir o desenvolvimento urbano sustentável à medida que os impactos negativos são mitigados. Como uma das medidas a serem implementadas para alcance de espaços mais equitativos e eficientes, está a adoção da logística verde, que se beneficia significativamente das inovações tecnológicas verdes (Ren et al., 2019) e integra os princípios da sustentabilidade. Inovações tecnológicas em materiais verdes e energia limpa possibilitam a redução da poluição por resíduos e emissões de gases de efeito estufa nas atividades logísticas (Wang et al., 2018), além de aliviar as interrupções e o congestionamento do tráfego. Com isso, percebe-se que o alinhamento de estratégias que integrem a inovação à logística urbana sustentável se torna imperativo na construção de cidades mais inteligentes.

2.4. Logística urbana à luz das políticas públicas

Ações pontuais, não coordenadas entre si, trazem menos benefícios sistêmicos e com menor capacidade de difusão. É preciso o uso de diversos instrumentos e capacidades dos Estados para dar conta de um assunto. Políticas públicas representam o modo de governo das sociedades complexas em suas estruturas e multiplicidades de relações sociais e constituem o espaço onde a sociedade constrói sua relação com o mundo. Por isso, a forma de intervir politicamente se altera ao longo do tempo, em virtude das mudanças das ideologias e concepções de Estado, de governança dos problemas e dos quadros que demandam intervenções.

O presente capítulo se concentra no histórico de criação de políticas públicas como forma de gestão social do mundo moderno, conceituação das políticas e o papel dos atores envolvidos em seu exercício no contexto das cidades e logística urbana.

2.4.1. O papel do Estado como gestor de políticas públicas

O Estado e as políticas públicas surgiram em meados do século XIX na Inglaterra e na França, com foco em contornar os efeitos do mercado industrial emergente na sociedade, prestando serviços como a assistência aos assalariados, combatendo o agravamento das questões sociais e das questões urbanísticas referentes ao adensamento populacional nas cidades. Isso contribuiu para o surgimento do Estado-providência.

A divisão do trabalho, traço marcante desta época, também promoveu uma sociedade setorial, tendo cada setor seus objetivos, que podem conflitar em interesses, recursos e efeitos sobre outros setores. É o caso do desenvolvimento econômico e a proteção ao meio ambiente. Para gerenciar os antagonismos entre setores são criadas as políticas públicas, elaboradas por Estados com capacidades e informações para elaboração de regimentos e mecanismos de mediação de conflitos, integrando interesses e produzindo os melhores efeitos para o conjunto da sociedade.

E por que seriam os Estados os responsáveis por criar, implementar e gerenciar as políticas públicas? No decorrer das décadas do século XX, houve uma modificação nos atores das políticas, tendo cada vez mais participação diversos setores da sociedade civil. Giambiagi et al. (2016) apresentam as razões econômicas para a existência de governos. A economia tradicional defende que o mercado poderá alocar de forma eficiente seus recursos sem que seja necessária a figura de um planejador central, o governo. Mas por outro lado, observa-se as falhas de mercado, em que este não é capaz de produzir uma alocação eficiente dos recursos, quando o aumento do grau de satisfação de um grupo pode significar a piora da situação de outro. A constatação da existência dessas lacunas de mercado, contrariando as primeiras correntes liberais do livre mercado, evidencia a necessidade das inúmeras intervenções com o objetivo de evitar, mitigar ou administrar os impactos que estes causarão à economia e à sociedade.

Seriam essas falhas: a existência de bens públicos, monopólios naturais, externalidades, mercados incompletos, falhas de informação e a ocorrência de desemprego e inflação. No que tange às externalidades, em especial, a atuação governamental está em estimular a geração das positivas, mas também regular, fiscalizar e punir os que geram as externalidades negativas. O Estado opera essa gestão via subsídios, multas e regulações. Daí verifica-se que sem esse papel central do Estado pode haver estímulos insuficientes para a geração de externalidades positivas, como os benefícios econômicos da implantação de um empreendimento industrial ou comercial numa região. Da mesma forma que a poluição gerada por esse empreendimento pode não ser controlada, mitigada e tratada sem o papel regulador e fiscalizador do Estado, o que ressalta a relevância das políticas públicas no âmbito urbano.

2.4.2. Caracterização das políticas públicas

Para Muller (2008), as políticas públicas estão inseridas em um contexto de ciclos de ação, sendo um processo em que se desenvolve, estabiliza e desintegra uma configuração global, com a definição do papel e do lugar das políticas no funcionamento da sociedade. Os regimes de ação compreendem aspectos de globalização, econômicos e sociais, de cidadania e de ação pública.

A questão ambiental, em virtude das emergências climáticas, se torna umas das principais que os Estados devem responder. Em paralelo e em consonância com seus projetos de desenvolvimento, deverão implantar políticas e responder pelos impactos ambientais que estão causando. Acordos sobre redução de emissões de carbono, gases de efeito estufa e desmatamento estarão sempre na pauta dos debates internacionais e serão objetos de sanções econômicas também. Percebe-se então que as atividades logísticas, a construção de cidades inteligentes, inovação e políticas públicas estão relacionadas entre si, sendo necessária uma integração e tomadas de ação que considerem as particularidades de cada aspecto.

Contudo, nem toda ação pública pode ser classificada como política pública. Cinco elementos principais podem servir como referência para tipificar a existência de uma política pública (Mény e Thoenig, 1989), sendo:

- É constituída por um conjunto de medidas concretas;
- Há caráter impositivo, seja pela dimensão da obrigatoriedade jurídica ou pela definição de critérios de participação;
- É possível distinguir uma política de uma ação isolada a partir da elaboração de um quadro geral de ação, onde há uma sequência e correlação entre as ações, compondo um programa ou projeto;
- Há um público definido que será afetado pela política, com papéis diversificados; e
- Tem definidos os objetivos a serem atendidos.

Cabe destacar também que todo problema pode ser considerado político em uma sociedade, mas a definição do que seria um problema político é abstrata e vaga. As análises das políticas levam a crer que uma política não se dá exatamente pela existência de um problema, mas pela percepção deste. E ao considerar que esta percepção terá variações relativas em cada sociedade, constata-se que não necessariamente a existência do problema levará à necessidade de criação de uma política. Essas percepções são moduladas pelas questões históricas e culturais, mas também por evidências científicas, por debates internacionais sobre o tema, por convenções econômicas entre outras.

2.4.3. Os atores na formulação de políticas públicas

Considerando que o processo que conduz à elaboração de uma política pública é abstrato, sem uma linha sequencial exatamente definida, o que mais se aproximará das melhores abordagens e decisões será, sem dúvida, a identificação e análise dos atores que participam da construção da política. O mapeamento dos atores envolvidos em todos os processos de gestão da política é fundamental, desde as etapas de elaboração, passando pela execução, até a fase de avaliação. Além de identificá-los, é essencial o mapeamento de interesses. Ressaltando que os interesses nem sempre podem ser claramente identificados, e as escolhas feitas pelos atores não passam necessariamente por um modelo de decisão racional e coerente, como afirma o senso comum.

Pesquisas mostraram que o que mais explica as decisões é a interação entre os atores (Simon, 2013). Isso também ajuda a explicar que as preferências podem não ser explícitas nem lógicas, obedecendo a interesses que vão além dos objetivos da política. Também não são estáveis, pois podem ser alteradas ao longo da elaboração ou implementação da política. Assim, a gestão dos atores é parte fundamental do que se entende por gestão da política pública.

Outra questão é sobre o quanto de informação um ator político é capaz de fornecer e absorver. Considerando que uma política é composta pelos vieses técnico, econômico, social, político, formados por universos distintos um do outro. A gestão dos atores passará por esse ponto, precisando levar em conta o que precisará ser repassado a cada um.

Entender isso, além de colaborar para o processo de gestão das políticas públicas, nos esclarece que os atores têm acesso a um número limitado de informações e hipóteses, e assim a solução ideal escolhida por eles não representa necessariamente a solução ideal num conjunto global, mas que será satisfatória a que responder às questões da sua parte de visão. Sendo assim, há que se ter um papel integrador entre os múltiplos atores de uma política.

Então, ao elaborar uma política pública, inicialmente deverá se tomar um referencial, uma representação da realidade onde se deseja intervir. Em torno dessa imagem serão definidas a percepção do problema, seus impactos, e levantamento das soluções desejáveis e a análise da viabilidade destas. A partir disso tem-se o referencial da política. Então em que parte se torna tão relevante a análise dos atores envolvidos? Porque a relação destes atores com o local, os problemas e os impactos trarão a noção do quanto e como se deverá intervir por meio de políticas.

Ainda que a implementação real muitas vezes seja limitada pela viabilidade orçamentária ou estrutural, é a análise da relação dos atores que sinaliza os resultados que poderão ser obtidos, principalmente sobre o engajamento e da favorabilidade sobre as ações realizadas. Neste ponto costuma residir o equívoco de muitas políticas, produzidas e avaliadas sob óticas primordialmente positivistas, que consideram indicadores que não traduzem os anseios dos atores envolvidos.

Isso não significa que os indicadores de investimento não sejam relevantes, mas deve-se identificar para quais atores o são e direcionar a comunicação a estes. Ainda, identificar os indicadores que devem ser produzidos para outros grupos de atores envolvidos nas políticas. Isso não se trata apenas de gestão da comunicação dentro da política, mas retorna também como resultado, quando são consideradas outras possibilidades além daquelas já conhecidas.

2.4.4. Políticas públicas e a logística urbana sustentável

Em Bruzzone et al. (2021), aborda-se o potencial de atender às operações de primeira e última milha combinando transporte de passageiros e carga em duas cidades europeias, destacando particularmente as consequências na abordagem com uma possível integração do transporte de cargas e passageiros, definida como IPFL (Integrated Passenger and Freight Logistics). O foco está na análise dos benefícios e melhorias operacionais, ambientais e socioeconômicas possíveis, assim como nas restrições regulatórias e operacionais que atualmente interferem na promoção do sistema de mobilidade como um todo. Este estudo é importante para compreensão da relevância da inclusão da análise das políticas públicas aplicadas aos setores de transporte, meio ambiente, urbanidades e, principalmente, sobre como as bases regulatórias podem induzir ou desacelerar processos de inovação

Embora os resultados do estudo mencionado indiquem a possibilidade de obtenção de ganhos econômicos e ambientais com as medidas propostas, as regras que regem os serviços ainda não estão adaptadas para estas inovações. Isso não representa em princípio uma falha das leis atuais, já que foram criadas para reger os serviços sob outros parâmetros, mas aponta a necessidade de as regras e políticas acompanharem o desenvolvimento tecnológico, econômico, social e os caminhos que as sociedades desejarem. A implantação de políticas públicas é competência do Estado, que precisa trabalhar na coordenação dos interesses dos múltiplos atores, no sentido de aprovar aquilo que representa o melhor equilíbrio de ganhos entre as partes.

As ações do Estado e das políticas públicas têm um papel indutor dos processos que se deseja, e remonta à necessidade de as regulações, as leis, normas e hábitos acompanharem a evolução das técnicas desenvolvidas para resolver os problemas emergentes da sociedade. Leis e normas em geral sucedem os fatos, nunca o contrário. Mas justamente por se tratar de problemas urgentes das sociedades, é preciso agilidade e alianças eficientes para acompanharem o desenvolvimento necessário. Quando se trata de políticas públicas, são as regulamentações uma parte importante da constituição de uma política. O grande desafio é promover a sintonia e a adequação de tempo entre as demandas por inovações e as regulamentações. Dessa forma, é fundamental compreender como as regulamentações podem também ser indutoras de inovações.

Na década de 1980 acreditava-se que para resolver a questão da pobreza e da desigualdade entre os países bastaria a transferência de renda dos mais ricos para os mais pobres, além do encorajamento à poupança e as soluções fiscais. Mas ao final deste período, essa receita já se mostrava ineficaz, visto que não houve redução considerável dos índices de subdesenvolvimento da maioria dos países. O que diferenciava os países mais pobres daqueles que avançavam em seus indicadores estava principalmente na organização econômica e como os indivíduos interagem, e nas instituições que fazem a mediação das intervenções (Salgado e Fiuza, 2015). Os mercados são sujeitos a falhas, e são as instituições externas ao mercado que devem mitigá-las. Instituições frágeis terão dificuldade em fazê-lo. Por isso a diferença entre os países ricos e os mais pobres, mesmo com PIBs elevados, como é o caso do Brasil.

A dependência de trajetória e os investimentos realizados, a cultura dessa instituição, as razões pelas quais foi criada e como está inserida no contexto atual dos planos de desenvolvimento, a forma como a gestão é trabalhada, como os processos são definidos. Todos esses são fatores que influenciarão na capacidade desta instituição criar regras atualizadas, em sintonia com as demandas dos setores da sociedade, atenta às inovações pertinentes, em interlocução produtiva com os inúmeros atores envolvidos em seus processos.

Importante destacar que instituições favoráveis ao desenvolvimento não brotam naturalmente do processo econômico. Elas não surgem de forma espontânea pela ação da “mão invisível” do mercado. Ainda que orientadas pelas demandas mercadológicas, as instituições precisam de escolha política e esforço engajado dos atores sociais, contrariando a lógica neoliberal dos anos 1990.

Aqui no contexto desta produção, aborda-se como as regulações podem ser um incentivo ou um impedimento às inovações e adaptações necessárias para a criação de patamares mais ecológicos do transporte de cargas e pessoas. Por isso, a necessidade de tratar da importância das instituições neste processo, na defesa de que apenas olhar para as regulações e desejar ou reivindicar que acompanhem a velocidade e adequação às demandas tecnológicas não será suficiente.

As mudanças econômicas dependem fundamentalmente de uma eficiência adaptativa, que seria, a capacidade de uma sociedade criar instituições produtivas, estáveis, justas, amplamente aceitas e suficientemente flexíveis para serem alteradas e substituídas, em respostas a contingências políticas e econômicas. Tal eficiência se baseia essencialmente na intencionalidade, nas decisões dos agentes de agir, construindo e aperfeiçoando instituições (Salgado e Fiuza, 2015).

O desejo de alcançar inovações regulatórias que proporcionem novos patamares de desenvolvimento demandam inovações e investimentos institucionais também. Inovações não são oriundas de lampejos criativos apenas, mas surgem de processos e momentos de construção coletiva, tanto no mapeamento dos problemas quanto das soluções a serem implantadas. Isso demanda mais empenho nas etapas de desenvolvimento das iniciativas. Devem ser considerados no processo de desenho ou inovação normativa as especificidades do setor, as estruturas existentes, os atores envolvidos, os aspectos conjunturais, as tecnologias disponíveis, entre outros.

Para então garantir a integração entre os avanços tecnológicos e a logística, a partir dos marcos regulatórios, Vaz e Lotta (2011) apontam algumas decisões logísticas com as quais os gestores de políticas públicas se deparam no processo de formulação e na implementação e operação de políticas e que devem ser consideradas:

- i. Decisões de posicionamento logístico e desenho da rede: centrais no desenho de uma política pública, por concretizar a estruturação da produção e distribuição de bens e/ou serviços, como coordenação do fluxo de produtos, alocação de estoque e regulações em transporte;
- ii. Decisões sobre o nível de delegação da produção de bens e serviços: relacionadas aos critérios que podem orientar decisões no campo da delegação de serviços ou atividades logísticas;
- iii. Decisões de integração logística na gestão das cadeias de suprimentos em políticas públicas: ampliação das oportunidades de integração, com o compartilhamento de instalações, da rede logística, de informações e transportes;
- iv. Trade-offs logísticos em políticas públicas: envolvem a escolha entre alternativas combinando distintas possibilidades de custo, qualidade, velocidade e externalidades; e
- v. Aspectos econômico-financeiros das decisões logísticas em políticas públicas: minimização de ociosidade de recursos, uso mais eficiente e fornecimento de subsídios.

A governança da cidade inteligente determinará o sucesso ou o fracasso de gerenciar e mitigar os impactos inerentes às atividades logísticas. A gestão das inter-relações entre os stakeholders ganha importância e deve ser aprimorada e ampliada entre os atores e instituições urbanas.

Em última análise, é a política que vai conciliar o impasse proposto pela interpretação do direito à cidade, na apropriação da cidade como trabalho ou mercadoria, por meio da consideração de uma agenda de desenvolvimento urbano que seja sustentável e equilibre as necessidades dos indivíduos sem prejudicar a economia. Isso dependerá do compromisso político e governamental, da vontade e do compromisso, da capacidade e grau de organização e articulação da sociedade civil e do desenho institucional acordado. Nesse sentido, o Estado tem o papel de regular e controlar essa nova dinâmica, que deve estar a serviço do planeta, do indivíduo, do cidadão e do consumidor.

2.5. Prospecção da logística urbana sustentável

A logística urbana sustentável se traduz em uma proposta mais ampla, com capacidade para promoção de mudanças institucionais, políticas e econômicas para melhoria das condições de vida (D'Agosto e Oliveira, 2018). Em decorrência da ampliação da demanda por mercadorias e serviços de qualidade e, por consequência, dos desafios a serem superados pelas operações logísticas, há uma ênfase na prática por ações aliadas à sustentabilidade, não só no presente, mas também visando o equilíbrio futuro.

Considerando então as estratégias tecnológicas e o panorama futuro do setor logístico, de acordo com D'Agosto e Oliveira (2018), a agilidade requerida para o exercício da logística implica em reações mais rápidas por parte das organizações. Com isso, ferramentas da Tecnologia da Informação (TI) são empregadas a fim de facilitar a integração entre as fases envolvidas no processo, além de propiciar maior eficiência e potencializar a sustentabilidade. Tais mecanismos envolvem, principalmente, o compartilhamento de informações entre diversos agentes no planejamento e execução das atividades. O uso da TI permite ainda identificar possíveis gargalos e indicar, a partir de uma análise apropriada, soluções assertivas.

Ferramentas para a modelagem da cadeia de suprimento, por exemplo, proporcionam uma projeção associada à infraestrutura logística, o que viabiliza a observação de fatores como alocação de recursos e sua disposição. Ao simular alternativas em um dado cenário, a TI auxilia na prevenção dos riscos, podendo evitá-los ou atenuá-los. Um dos principais processos corresponde ao Sistema de Informações Geográficas (SIG), que permite o armazenamento, análise e gestão de dados espaciais, tendo significativa relevância na tomada de decisões. Então, pode-se afirmar que o compartilhamento dos dados contribui não só para a melhoria das soluções logísticas, mas também no contexto das cidades como um todo, uma vez que a otimização está atrelada ao meio.

Contudo, grande parte dos operadores logísticos ainda visualizam a digitalização como um grande ou médio desafio. Conforme aponta o Relatório de Tendências da Logística (PTV Group, 2022), apesar dos esforços para incorporar a digitalização em suas atividades, apenas 12% das companhias completaram o processo de implantação, configurando aqui um paradoxo – à medida que as tecnologias se apresentam como uma solução aos diversos desafios enfrentados, seja no âmbito da ineficiência ou altos custos empregados, sua aplicação também resulta em obstáculos, dada a necessidade de adaptação frente a um cenário de constante mudança e pressão. Portanto, o sucesso da adoção desses sistemas tecnológicos depende, além dos investimentos, do processo de amadurecimento empresarial e do conhecimento acerca das necessidades da instituição, a fim de adotar ferramentas mais aderentes às especificidades identificadas.

Para D'Agosto e Oliveira (2018), algumas tendências tecnológicas se destacam na logística, sendo capazes de produzir efeitos positivos nas dimensões da sustentabilidade:

- tecnologias de rastreamento diversificadas, com o acompanhamento de ocorrências em tempo real;
- integração do e-commerce com as transportadoras;
- inclusão do consumidor de forma ativa na seleção da opção de transporte mais vantajosa;
- implementação de serviços preferenciais de entregas;
- utilização de caminhões inteligentes que disponham de uma comunicação fluida;
- utilização de caminhões elétricos para reduzir os impactos ambientais, em especial nos centros urbanos;
- automatização dos armazéns para aperfeiçoar o uso do espaço e do tempo;
- emprego de tecnologia no gerenciamento de logística e cadeia de suprimentos; e
- utilização de veículos autônomos.

Uma publicação realizada pela DHL (2022) corrobora com as tendências pontuadas. Na perspectiva de veículos autônomos, por exemplo, que têm por base sistemas de inteligência artificial (IA), computação de ponta e tecnologias de sensores, há um crescimento gradativo no interesse em seu emprego não só para propósitos de envio, mas em todos os estágios da cadeia de suprimentos. Tal tendência, exemplificada na Figura 13, possui um elevado grau de impacto na logística, com uma realização estimada para os próximos 5-10 anos. Por modificar o padrão da iteração entre as partes interessadas e o formato de operação, sua concretização não é imediata. Tal fato decorre da confiança e conhecimento sobre essa tecnologia por parte da sociedade, sendo assegurada por regulamentações em escala global.



Figura 13. Veículos autônomos exteriores. Fonte: DHL (2022).

Outra abordagem tecnológica que demonstra uma presença mais acentuada nos próximos anos se refere ao uso de robôs internos para as atividades no interior das instalações. Enquanto veículos guiados automatizados (AGVs) seguem caminhos, seus sucessores, robôs móveis autônomos (AMRs), aplicam o planejamento de caminho em tempo real e podem se mover mais livremente em torno de obstáculos. Segundo a DHL (2022), espera-se que as vendas de AMR no setor de logística cresçam 31% ao ano entre 2020 e 2023. Sua influência no setor logístico abrange a mitigação de custos e aumento da eficiência das operações.

Outro direcionamento compreende os blockchains, que viabilizam a integração e rastreamento de todo o fluxo de produção e transporte das mercadorias. Para um resultado positivo, no entanto, é necessária a coordenação e colaboração entre diferentes participantes do ecossistema logístico tipicamente desarticulado, o que, em geral, requer um período de desenvolvimento e acomodação de toda a cadeia de suprimentos de ponta a ponta (DHL, 2022).

Nas dimensões sociais e empresariais, destacam-se as práticas de economia circular e compartilhada. Na primeira, o objetivo está centrado em eliminar o desperdício e a poluição, considerando o ciclo de vida completo do produto, reaproveitando-o novamente na cadeia de suprimentos. De acordo com a DHL (2022), embora a sustentabilidade seja uma prioridade, apenas 8,5% do material consumido anualmente em todo o mundo são reciclados na economia. Como os aplicativos e projetos que envolvem a circularidade ainda estão em estágio inicial, demandará um tempo para que as organizações concretizem tal ideal. Em termos de economia compartilhada, esta trata de um compartilhamento temporário de ativos ou serviços entre empresas e consumidores, contribuindo para a conexão entre oferta e demanda, flexibilidade e redução dos custos. Para a DHL (2022), todavia, as oportunidades de expansão dessa prática ainda não estão acompanhadas de soluções que revolucionam a indústria, sendo mais provável que sua realização seja efetuada no prazo de 5-10 anos.

A Tabela 6 a seguir ilustra demais tendências e seus respectivos impactos e intervalos de aplicação no setor logístico, onde o prazo se refere ao período previsto de implantação, em anos.

Tabela 6. Tendências sociais, de negócios e tecnológicas na logística.

Tendência	Impacto	Prazo	Resumo
Descarbonização	Alto	5 - 10	Redução da quantidade de dióxido de carbono (CO ₂) e equivalentes na atmosfera.
Internet física	Moderado	5 - 10	Rede aberta em escala global que está conectada fisicamente, digitalmente e operacionalmente.
Diversificação da Cadeia de Suprimentos	Alto	5 - 10	Reconfiguração da cadeia de suprimentos para ampliação do ecossistema de fornecedores e expansão das redes de fabricação e distribuição.
Gestão Ambiental	Moderado	5 - 10	Mudanças comportamentais nos níveis coletivo e individual para minimizar a degradação ambiental.
Segurança Cibernética	Moderado	< 5	Soluções, processos e regulamentos que aproveitam a IA e outras tecnologias avançadas para proteger sistemas críticos, informações confidenciais e dispositivos contra ameaças cibernéticas.
Mercados Digitais	Alto	< 5	Plataformas de corretagem digital que correspondem à demanda por produtos e serviços com a oferta disponível.
Inteligência	Moderado	< 5	Processo de adaptação ou produção de ativos analógicos anteriormente desconectados com tecnologias sensoriais e sem fio.
XaaS	Leve	5 - 10	Tudo como Serviço corresponde à mudança da compra e venda de produtos para a venda automática de serviços para alcançar um resultado.
Omnichannel	Alto	< 5	Sincronização progressiva e combinação de todos os canais de vendas, distribuição e devolução de produtos acessíveis a um cliente.
Personalização em massa	Leve	< 5	Criação de experiências comerciais altamente personalizadas para clientes individuais, projetadas para aplicação em grande escala.
DEIB	Leve	< 5	Diversidade, Equidade, Inclusão, Pertencimento que, em conjunto, buscam reforçar a responsabilidade social dentro das organizações.

Tendência	Impacto	Prazo	Resumo
Economia de Prata	Leve	< 5	Proteção de demandas e necessidades especializadas de uma crescente população idosa à medida que a expectativa de vida aumenta.
Comércio Rápido	Leve	< 5	Comércio eletrônico, envolvendo pedidos on-line, atendimento preciso e entrega rápida dentro de uma hora após a colocação do pedido.
Trabalho Remoto	Baixo	< 5	Mudança global no formato de trabalho em que os funcionários podem exercer suas funções de suas residências.
Economia Espacial	Baixo	5 - 10	Abrange todas as atividades de exploração, compreensão, utilização e administração do espaço.
Metaverso	Baixo	5 - 10	Mundos virtuais que existem em paralelo com a realidade física, nos quais os usuários adotam avatares para experimentar e viver suas vidas digitais.
Soluções de Energia Alternativa	Alto	5 - 10	Abrange a variedade de tecnologias e infraestrutura relacionada que aproveitam, armazenam e usam energia de fontes renováveis e inesgotáveis.
Visão Computacional	Moderado	< 5	Utiliza câmeras para capturar fotos ou vídeos e aplica algoritmos de IA para analisar dados extraídos dessas imagens digitais.
Drones	Moderado	5 - 10	Desenvolvimento e utilização de aeronaves de várias formas sem um piloto humano ou tripulação a bordo.
Computação Quântica	Leve	5 - 10	Utiliza a tecnologia quântica para atingir níveis sem precedentes de poder de processamento milhões de vezes mais rápido do que os supercomputadores existentes.
Etiquetas inteligentes	Moderado	< 5	Uso de etiquetas impressas de papel, plástico ou tecido atualizadas com tecnologia inteligente que pode capturar digitalmente e comunicar mais informações do que as impressas na etiqueta física.
Robótica Estacionária	Alto	< 5	Consiste em todos os robôs que executam tarefas de valor agregado a partir de um local fixo.
Embalagens de última geração	Moderado	< 5	Mudanças em evolução nos materiais usados para embalagens primárias, secundárias e terciárias, bem como à tecnologia adicionada a essas embalagens.
Computação de borda	Moderado	< 5	Descentralização da arquitetura de TI, aproximando o processamento de computadores de sensores e outras fontes de dados.
IA interativa	Leve	< 5	Envolve algoritmos de IA que podem processar a entrada do usuário humano.
Gêmeos digitais	Leve	5 - 10	Modelos virtuais que espelham com precisão as condições e comportamentos em tempo real dos objetos físicos ou processos que representam.

Tendência	Impacto	Prazo	Resumo
Análise de Big Data	Moderado	< 5	Análise de grandes quantidades de dados para revelar padrões do passado, destacar mudanças em tempo real no status quo e criar previsões para o futuro.
Sensores vestíveis	Leve	< 5	Usados sobre ou perto do corpo humano com o objetivo de rastrear o movimento do corpo ou funções vitais.
Próxima geração sem fio	Leve	< 5	Desenvolvimento e implementação de tecnologias evolutivas de comunicação sem fio e sua infraestrutura de suporte.
Impressão 3D	Leve	5 - 10	Processo de produção no qual um objeto 3D é fabricado a partir de um arquivo de modelo digital com materiais físicos.
Realidade Estendida	Leve	< 5	Abrange os diferentes gêneros de tecnologia experiencial de realidade aumentada (AR), realidade virtual (VR) e realidade mista (MR).
Nuvem e APIs	Baixo	< 5	Expansão da integração operacional da computação em nuvem, usando serviços de software baseados na Web para armazenar e trocar dados on-line.
Materiais de Base Biológica	Baixo	5 - 10	Engloba todos os materiais produzidos exclusivamente a partir de substâncias derivadas da biomassa sustentável.
Exoesqueletos	Baixo	< 5	Envolve dispositivos vestíveis, construídos para apoiar ou melhorar as capacidades físicas humanas.
Sistemas de Tubos	Baixo	5 - 10	Se concentra em redes de transporte separadas por grau de próxima geração que fornecem trânsito desimpedido de um lugar para outro por meio de tubos ou sistemas semelhantes a tubos.

Fonte: Adaptado de DHL, 2022.

Percebe-se então que, apesar dos avanços, ainda é necessário um longo percurso para atingir os níveis logísticos requeridos com qualidade e eficiência. O desenvolvimento tecnológico se apresenta como uma alternativa viável para este fim, além de permitir o alcance de medidas mais sustentáveis. Deve-se investir também no aperfeiçoamento e profissionalização dos profissionais do setor, a fim de que estejam aptos a lidar com o novo, uma vez que o sucesso da prática depende, inclusive, do planejamento e conhecimento prévio por parte da equipe.

Conforme apontam D'Agosto e Oliveira (2018), à medida que surgem novas tecnologias e as anteriores são consolidadas, evidencia-se a importância dos recursos tecnológicos no desempenho logístico associado ao meio ambiente, sendo necessária uma integração entre os diversos agentes para construção de um resultado satisfatório.

3. Comparações e Definições da metodologia

O crescimento do volume de carga ou passageiros, associado ao crescimento econômico, aumentou as emissões de poluentes nos grandes centros. Algumas propostas para mitigar as emissões são conflitantes com o aspecto econômico. Contudo, como proposta para o monitoramento das emissões no longo prazo, utiliza-se o MRV (*Measurement, Reporting e Verifying*), que é alternativa para o sistema de transporte, seja de passageiros ou de carga.

A forma de análise do MRV ocorre ao longo de tempo, uma vez que registra as emissões nas atividades de transporte *ex-ante*, em que posteriormente, realiza-se uma análise *ex-post* dos dados, esse método de análise é denominado de *Business-as-usual* – BAU. O efeito importante na aplicação do MRV são os limites para a análise de dados e o escopo proposto. Segundo Füssler et al. (2016), os limites principais para elaborar a análise de MRV são descritos em três dimensões: 1ª - Limite territorial: a obtenção dos dados ocorre de forma geográfica, observando onde os combustíveis são consumidos, se ocorrerem na mesma área que foram comprados. A causa principal é a diferenciação de preços nos postos de abastecimento. 2ª - Limites setoriais: os dados são extraídos e limitados a proporção de utilização, exemplo seria o mercado de petróleo que fornece energia para várias indústrias, e não somente ao transporte. O conhecimento da parcela correta, permite o planejamento mais adequado para limitar as emissões e avaliar as ações de mitigação. 3ª - limite temporal: apresenta as questões para os anos e como os efeitos são avaliados. Os inventários apresentam dados para anos específicos, e os efeitos das emissões ao longo do tempo podem ser dispersos. Dependendo do período de análise, deve-se analisar resultados de períodos distintos, de maneira a comparar as ações de curto prazo com os efeitos de longo prazo. O levantamento de dados deve responder as questões que são apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7. Forma de coletar dados na aplicação do MRV.

Princípios	Descrição	Exemplo
Abrangência	Os dados estão completos e disponível para todos os indicadores relevantes.	Séries cronológicas completas sem lacunas Dados para todos os tipos de veículos relevantes.
Relevância	Os dados correspondem aos requisitos do sistema de monitoramento e dos indicadores.	A distribuição da atividade ao longo do ano pode ser relevante para fins de planejamento de transporte, mas não para cálculos de emissões de GEE.
Consistência	Metodologias e padrões são aplicados da mesma maneira no Sistema MRV. Dados de várias fontes são consistentes e comparáveis.	Os mesmos fatores de emissão que são usados nos inventários nacionais. Os limites de diferentes conjuntos de dados correspondem ou são ajustados por meio de fatores de correção. Dados de provedores de serviços públicos correspondem aos resultados dos dados da pesquisa.
Transparência	Suposições são explicadas, as escolhas são substanciadas se não forem aplicadas restrições de confidencialidade.	Meta dados sobre a atividade do veículo estão disponíveis (quem adquiriu dados quando e com que frequência). Suposições sobre os fatores de emissão assumidos são substanciadas (Neste caso o IPCC).
Acurácia	Agregação, precisão e incerteza dos dados correspondem aos requisitos do sistema MRV.	Obter dados ao nível de desagregação. Incertezas devem ser sempre estimadas (se possível quantitativamente).
Acessibilidade	Os dados necessários são acessíveis por todas as partes interessadas envolvidas.	Através de plataformas de dados compartilhadas, publicação de estatísticas, acordos sobre projetos.
Eficácia nos custos	Despesas (econômicas, recursos humanos, tempo) para aquisição de dados devem corresponder à sua relevância.	A priorização de dados relevantes pode reduzir os custos da coleta. Às vezes, os dados podem ser reunidos com dados que já estão sendo coletados.

Fonte: Elaboração própria a partir de Füssler, 2016.

A obtenção dos dados para o monitoramento em transportes pode ter alto custo e ser demorada, isso depende do grau de consistência e a publicidade de quem está gerindo. Por isso, pesquisa de alto nível depende da qualidade dos dados, de forma que a apuração errada, compromete os resultados da pesquisa. A coleta ideal dos dados, no formato *bottom-up*, (de baixo para cima) aumenta o custo de pesquisa, contudo apresenta uma qualidade mais significativa (relatórios do IDB, CAI-Asia, UNECE e *World Bank*), ao contrário e menor custo, o *top-down* (de cima para baixo), procedimento que utiliza dados agregados, em que admite uma certa discrepância probabilística.

A seleção dos indicadores é um procedimento que ocorre inicialmente pela revisão da literatura, segundo o Füssler (2016), o MRV classifica os indicadores pelo ponto de vista da atividade, infraestrutura, intensidade e combustível – ASIF (*Activity, Structure, Intensity e Fuel*), os dados são monitorados para verificar as principais diferenças com o método BAU, que consiste na observação da funcionalidade tradicional por um período tempo. Logo, após o mapeamento dos dados, aplica-se o novo procedimento, comparando por períodos e suas relações, *ex-ante* e *ex-post*. (Yamabe et al., 2014; Oliveira e D’Agosto, 2017). A Figura 14 demonstra a estrutura do ASIF.

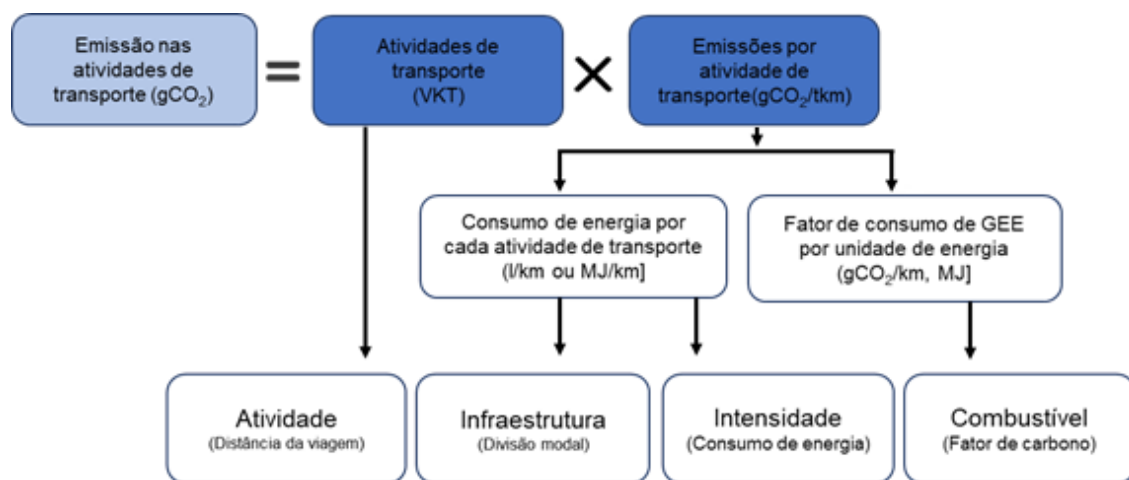


Figura 14. A estrutura da ASIF para calcular as emissões de GEE do setor de transportes.

As emissões de dióxido de carbono são o produto dos quatro componentes da ASIF, percebe-se que o enfoque das emissões está direcionado na eficiência da utilização dos veículos, distância da viagem, divisão modal, consumo de energia e fator de emissão de carbono por combustível.

O *Green Marine – GM indicator* é considerada uma proposta de identidade visual que demonstra a evolução e as fases do enquadramento das empresas. A Figura 15 está na escala de desempenho dos indicadores e classificação. O nível 1 significa o mínimo aceitável (Baseline) para obtenção do *Green Marine Environmental Program – GMPE*, e o nível 5 indica liderança na aplicação das boas práticas. Esse método incentiva as empresas buscarem excelência na aplicação dos aspectos de sustentabilidade a evoluírem para o nível máximo. Como são classificados por números e cores, a comunicação entre os envolvidos se torna fácil no reconhecimento do nível da empresa (Walker, 2016).



Figura 15. Escala de evolução do monitoramento. Fonte: Walker, 2012.

4. Elaboração da metodologia proposta

O processo metodológico é desenvolvido através do volume de diesel consumido de forma regional e não da frota circulante de veículos, essa diferenciação é adequada para mensurar as emissões em cidades que não possuem dados da frota circulante e nem da curva de sucateamento. Segundo Dodman (2009) existem algumas falhas na padronização para realizar inventários, pois como foram feitos em anos diferentes, há uma dificuldade nas comparações de resultados.

A proposta é utilizar uma abordagem *top-down*, onde dados nacionais são desfragmentados em dados regionais, onde são calibrados de acordo com a venda de combustível na cidade do Rio de Janeiro. O procedimento divide-se em quatro partes indissociáveis para calcular as emissões de CO₂ e MP conforme a Figura 16.

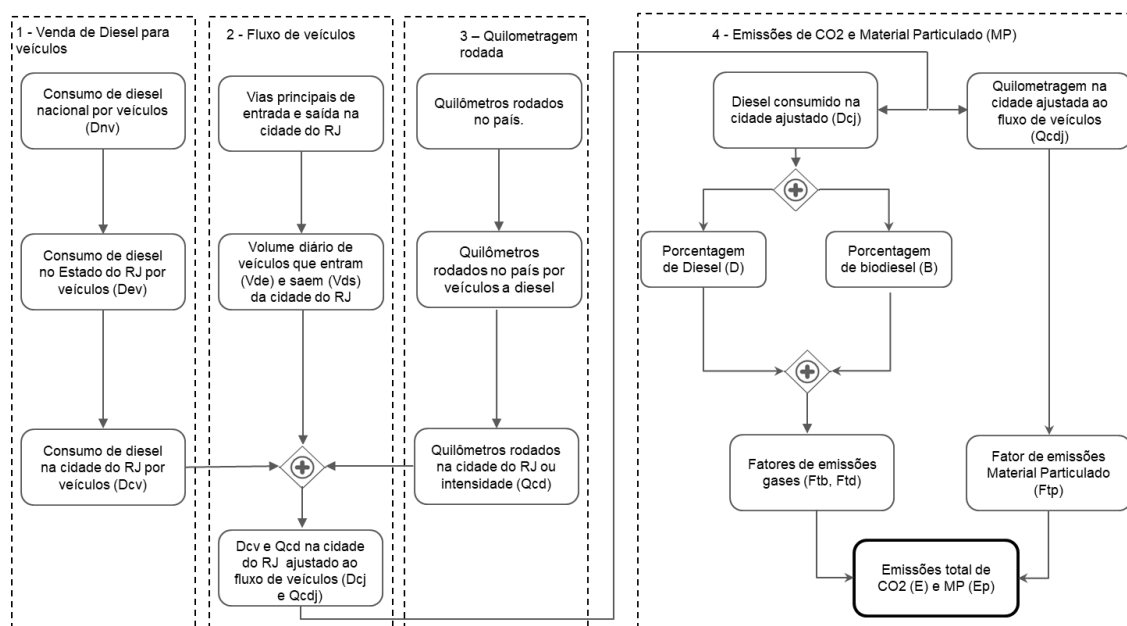


Figura 16. Processo metodológico para mensurar as emissões de CO₂ e MP de forma regional a partir do volume de diesel no ano.

Legenda: Dnv= diesel nacional por veículos; Dev = diesel estadual por veículos, Dcv = diesel da cidade por veículos; Vde = veículos diário que entram na cidade; Vds = veículos diário que saem da cidade; Qcd = quilômetros rodados na cidade por veículos a diesel; Dcj = consumo de diesel na cidade ajustado; Qcdj = quilometragem na cidade por veículos a diesel ajustado; D = diesel; B = biodiesel; Ftd = fator total das emissões de diesel; Ftb = fator total de biodiesel; Ftp = fator total de cada material particulado; E = emissões de CO₂ e Ep = Emissões totais de material particulado.

A primeira etapa aborda o consumo de diesel. Para tanto, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) dispõe em seu endereço eletrônico dos dados sobre a venda de combustíveis. Uma vez que esta pesquisa trata apenas do transporte rodoviário em meio urbano, o diesel selecionado abrange apenas as tipologias S-10, S-500 e S-1800. É importante ressaltar que, em 2014, o óleo diesel S-1800 deixou de ser usado para fins rodoviários, conforme Resolução da ANP nº 45/2012 (Brasil, 2012). Desta forma, considera-se apenas o percentual de diesel nas três categorias citadas frente à venda geral, a fim de excluir demais classificações como o diesel marítimo, que não é adotado neste modo. Em posse das estatísticas de venda de diesel a nível nacional, e conhecendo o percentual destinado às rodovias, é possível aplicar esta mesma proporção para os estados. Para obtenção do volume consumido nas cidades, a partir dos índices estaduais, adota-se a frota a diesel como parâmetro de calibração.

A segunda etapa é utilizada para calcular o fator de compensação entre o fluxo de entrada e saída de veículos rodoviários que consomem diesel na cidade. O fator de fluxo de veículos é utilizado

para determinar a compensação dos veículos que consomem diesel, uma vez abastecidos, emitem gases fora dos limites da cidade de abastecimento.

Partindo da mesma lógica, de um panorama macro ao micro, a terceira etapa trata da quilometragem percorrida por veículos na esfera nacional, disponibilizada pelo Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG). No contexto regional, multiplica-se a proporção da frota na cidade, em relação a nacional, pela quilometragem percorrida. Como esta pesquisa se concentra apenas nos veículos movidos a diesel, deve-se ainda aplicar o percentual da frota a diesel existente na região sobre o resultado anteriormente calculado.

A quarta etapa contempla as emissões de CO₂ e MP. Para mensurar as emissões atuais relativas ao dióxido de carbono, deve-se levar em consideração o percentual de biodiesel adicionado ao diesel, a fim de avaliar separadamente os níveis de poluentes de cada combustível. De acordo com o MME (2019), a partir da Lei nº 11.097, de 2005, foi estabelecida a adição em volume de biodiesel ao diesel comercial distribuído nos postos de combustível. Posteriormente, em 2008, esta adição passou a ser obrigatória com incremento nos anos posteriores. Quanto ao material particulado, sua determinação envolve o produto entre a quilometragem percorrida e os fatores de emissão em pneus e freios, pista e combustível. Os equacionamentos (1) e (2) a seguir exemplificam o método de cálculo.

$$CO_2 = CD_m[(\%D \cdot FE_d) + (\%BD \cdot FE_{bd})] \quad (1)$$

$$MP_{total}^{10} = Q_m(FE_{MP} + FE_{PF} + FE_{PIS}) \quad (2)$$

Por fim, o comportamento quanto às projeções futuras é simulado com base no histórico de emissões, por meio do algoritmo de Suavização Exponencial (ETS), disponível no Microsoft Excel. Tal ferramenta permite a obtenção de valores a partir da especificação de uma data-alvo, traçando-os na linha do tempo almejada. Quanto à regressão, esta é analisada em dois momentos. O primeiro considera as emissões atuais e a meta governamental para 2030 de redução em 50% dos poluentes, comparado ao ano de 2005 (MMA, 2021). O outro toma por base este propósito de mitigação e a emissão conhecida no ano de 2001, a fim de avaliar qual seria o desempenho ideal ao longo deste período. Destaca-se, no entanto, que em ambos o método *backcasting* é empregado, onde é realizada uma estimativa em retorno, a partir de um fim estipulado.

Conforme destacado por Freitas et al. (2020), uma abordagem baseada no consumo de diesel se torna uma alternativa de baixo custo para mensurar as emissões, tendo em vista que os dados sobre a frota circulante e a curva de sucateamento podem não estar disponíveis para algumas localidades. Considerando esta afirmativa, o processo metodológico é apresentado na Figura 17.

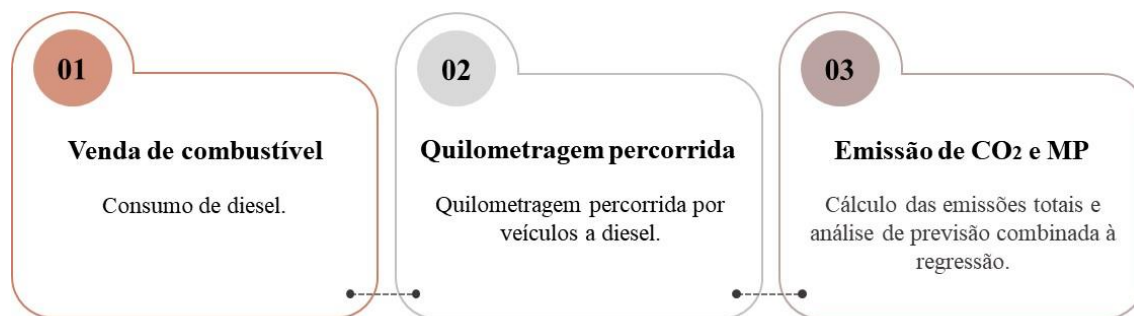


Figura 17. Procedimento metodológico adotado. Fonte: Adaptado de Freitas et al., 2020.

Indicadores de Desempenho

✓ Publicação de artigos em periódicos indexados:

de Freitas, R.R.; Caetano, J.A.; de Oliveira, C.M.; do Carmo Amorim, F.; da Silva, M.A.N. Transport Sustainability Index: An Application Multicriteria Analysis. Energies 2022, 15, 7741. <https://doi.org/10.3390/en15207741>.

✓ Orientação de Mestrado

Víctor Azeredo Arueira. Proposta de procedimento e aplicação de ferramenta para inventário de emissão de CO₂ adequado ao transporte rodoviário de cargas brasileiro. Início: 2022. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ.

✓ Participação em congressos:

Arueira, V.A.; Silva Júnior, O.S.; de Oliveira, C.M. Proposta de metodologia para inventário de dióxido de carbono para transporte de carga rodoviário brasileiro. In: 19° Rio de Transportes, Rio de Janeiro. Congresso Rio de Transportes, 2022.

de Freitas, R.R.; Caetano, J.A.; de Oliveira, C.M.; do Carmo Amorim, F.; da Silva, M.A.N. Índice de Sustentabilidade do Transporte: Uma Análise Multicritério. In: 19° Rio de Transportes, Rio de Janeiro. Congresso Rio de Transportes, 2022.

Conclusões

Considerando então a entrega do produto referente ao primeiro ano da pesquisa, o documento aqui sintetiza todas as atividades realizadas no período, atendendo ao cronograma inicialmente previsto e aprovado.

Quanto às próximas etapas, em especial para o segundo produto, ratifica-se as seguintes ações:

- Diagnóstico das regiões de estudo;
- Solicitação de inputs;
- Cálculo da eficiência energética;
- Verificação da consistência dos inputs e output;
- Cálculo da emissão de CO₂eq e material particulado;
- Seleção de especialistas de instituições chave;
- Organização de seminário; e
- Entrega do Produto P2

Referências

1. Abrams, J.Y.; Klein, M.; Henneman, L.R.F.; Sarnat, S. E.; Chang, H. H.; Strickland, M. J.; Mulholland, J.A.; Russell, A.G.; Tolbert, P.E. (2019) Impact of air pollution control policies on cardiorespiratory emergency department visits, Atlanta, GA, 1999–2013. *Environment International*, v. 126, p. 627-634. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.01.052>.
2. Acioly, C.; Forbes, D. (1998) *Densidade Urbana e Gestão Urbana*. Mauad Editora, Rio de Janeiro, Brasil.
3. Aljohani, K.; Thompson, R.G. (2019) A Stakeholder-Based Evaluation of the Most Suitable and Sustainable Delivery Fleet for Freight Consolidation Policies in the Inner-City Area. *Sustainability*, n. 1, 124. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11010124>.
4. All About Berlin (2022) What is a Packstation? Disponível em: <https://allaboutberlin.com/glossary/Packstation>, acessado em 19 de outubro de 2022.
5. Allen, J.; Anderson, S.; Browne, M.; Jones, P. (2000) A framework for considering policies to encourage sustainable urban freight traffic and goods/service flows: summary report. Transport Studies Group, University of Westminster, London. Disponível em: <http://home.wmin.ac.uk/transport/download/urbandistsumm.pdf>, acessado em 16 de outubro de 2022.
6. Almeida, I.M.; Knopp, L.T.; Alves, B.M.O.; Filho, A.J.L.; Mesquita, A. R.; Silva, M. F. V.; Ribeiro, S. K.; Souza, C. P. (2021) Mobilidade urbana e ciclovias: uma análise a partir do geoprocessamento. In: 9º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, Pluris 2021 Digital.
7. Al-Odwani, A.; Ahmed, M.; Bou-Hamad, S. (2007) Carwash water reclamation in Kuwait. *Desalination*, v. 206, n. 1-3, p. 17-28. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2006.03.560>.
8. Ambrosini C, Routhier JL (2004) Objectives, methods and results of surveys carried out in the field of urban freight transport: an international comparison. *Transp Rev* 24(1):57–77.
9. Andjarsari, S.; Subadyo, A.T.; Bonifacius, N. (2022) Safe construction and visual pollution of Billboards along main street. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/999/1/012015>.
10. Anthopopoulos L.G.; Vakali A. (2016) Urban planning and smart cities: Interrelations and reciprocities. *The Future Internet Assembly*, p. 178–189. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-30241-1_16.
11. ANTP (2014). Relatório de 2014 - Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da ANTP. Associação Nacional de Transportes Públicos. Disponível em: <http://files.antp.org.br/simob/simob-2014-v10.pdf>, acessado em 21 de outubro de 2022.
12. Arellana, J.; Saltarín, M.; Larrañaga, A.M.; Alvarez, V.; Henao, C.A. (2020) Urban walkability considering pedestrians' perceptions of the built environment: a 10-year review and a case study in a medium-sized city in Latin America, *Transport Reviews*, v. 40, n. 2, p. 183-203. DOI: <https://doi.org/10.1080/01441647.2019.1703842>.
13. Aziz, S.Q. (2012) Environmental noise pollution in Erbil City, Iraq: Monitoring and solutions. *Caspian Journal of Applied Sciences Research*, v. 1, n. 2, p. 14-22.
14. Ballou, R. (1993) *Logística Empresarial*. São Paulo: Atlas.
15. Balm, S.; Van Amstel, W.P.; Habers, J.; Aditjandra, P.; Zunder, T.H. (2016) The purchasing behavior of public organizations and its impact on city logistics. *Transportation Research Procedia*, v. 12, p. 252–262. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.02.063>.
16. Bányai, T. (2018) Real-time decision making in first mile and last mile logistics: How smart scheduling affects energy efficiency of hyperconnected supply chain solutions. *Energies*, v. 11, n. 7. DOI: <https://doi.org/10.3390/en11071833>.
17. Barcelos, M.J. (2015) *Sustentabilidade urbana e a poluição visual: desafios da regulamentação da publicidade em meio urbano*. Dissertação de Mestrado em Ciência Jurídica, Universidade do Vale do Itajaí, Santa Catarina, Brasil.

18. Baruch, Y.; Yuen, Y.K.J. (2000) Inclination to opt for teleworking: A comparative analysis of United Kingdom versus Hong Kong employees. *International Journal of Manpower*, v. 21, n. 7, p. 521-539. DOI: <https://doi.org/10.1108/01437720010378980>.
19. Brasil (2012). Resolução ANP nº 45/2012. Publicado no Diário Oficial da União de 21 de dezembro de 2012.
20. Bertossi F.; Charreyron-Perchet A. (2016) Villes intelligentes, «smart», agiles, Enjeux et stratégies de collectivités françaises. Commissariat Général au Développement Durable, p. 57.
21. Bohn, F.P. (2014) Tratamento do efluente gerado na lavagem de veículos. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Mecânica), Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, p. 48.
22. Bonfim, L.T. (2008) Características ergonômicas do ônibus urbano: um enfoque na acessibilidade aos usuários do transporte coletivo na cidade de Curitiba – PR. Monografia (Especialização em Ergonomia), Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. Paraná, Brasil.
23. Boudouin D.; Morel, C.; Gardrat, M. (2013) In: Gonzalez-Feliu J, Semet F, Routhier JL (eds) Sustainable urban logistics: concepts, methods and information systems. Springer, Berlin, Chapter 1 of the present book.
24. Boudouin, D. (2006) Les espaces logistiques urbains: Guide méthodologique. Transports, recherche, innovation, ed.: La Documentation française.
25. Brannon, G.E.; Mitchell, S.; Ray, M. A.; Bhai, S.; Beg, M. S.; Basen-Engquist, K. M.; Liao, Y. (2022). A Qualitative Examination of COVID-19's Impacts on Physical Activity and Perceptions of Remote Delivery Interventions. *American journal of health promotion: AJHP*, v. 36, n. 3, p. 472–476. DOI: <https://doi.org/10.1177/08901171211053845>.
26. Brasil (2022) Registrar Plano de Zoneamento de Ruído de Aeródromos Públicos (PZR). Serviços e Informações do Brasil, Infraestrutura, Trânsito e Transportes, Brasil. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/servicos/registrar-pzr>, acessado em 30 de julho de 2022.
27. Breuer, J.L.; Remzi, C.S.; Stolten, D.; Peters, R. (2021) How to reduce the greenhouse gas emissions and air pollution caused by light and heavy duty vehicles with battery-electric, fuel cell-electric and catenary trucks. *Environment International*, v. 152. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106474>.
28. British Land (2022) Urban Logistics By British Land | Retail & Asset Management. Disponível em: <https://www.britishlandlogistics.com/>, acessado em 20 de outubro de 2022.
29. Brusselaers, N. (2019) The impact of construction logistics in the city: How to optimize by planning, consolidating and cooperating. In: MOBI Seminar; MOBI—Mobility, Logistics and Automotive Technology Research Centre: Brussels, Belgium.
30. Brusselaers, N.; Mommens K.; Macharis C. (2021) Building Bridges: A Participatory Stakeholder Framework for Sustainable Urban Construction Logistics. *Sustainability*, v. 13. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13052678>.
31. Bruzzone, F.; Cavallaro, F.; Nocera, S. (2021) The integration of passenger and freight transport for first-last mile operations. *Transport Policy*, v. 100, p. 31-48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.10.009>.
32. Bunn, F.; Zannin, P.H.T. (2016) Assessment of railway noise in an urban setting. *Applied Acoustics*, v. 104, p. 16-23. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2015.10.025>.
33. Caetano, J. A.; Ribeiro, G.M.; Ribeiro, P.C.M. (2020) Visão zero: uma revisão sobre as vantagens e desafios na busca pela supressão de acidentes no tráfego. In: XVII Rio de Transportes, Virtual.
34. Calderwood, E.; Freathy, P. (2014) Consumer mobility in the Scottish isles: The impact of internet adoption upon retail travel patterns. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 59, p. 192-203. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2013.11.012>.
35. Castanheiro, I.C. (2009) A poluição visual: formas de enfrentamento pelas cidades. *Revista Internacional de Direito e Cidadania*, n. 4, p. 63-78.

36. Caulfield, B. (2015) Does it pay to work from home? Examining the factors influencing working from home in the Greater Dublin Area. *Case Studies on Transport Policy*, v. 3, n. 2, p. 206-214. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2015.04.004>.
37. Caulfield, B.; Ahern, A. (2014) The green fields of Ireland: The legacy of Dublin's housing boom and the impact on commuting. *Case Studies on Transport Policy*, v. 2, n. 1, p. 20-27. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2013.12.001>.
38. Cecchin, H.F.G.; Teixeira, I. (2022) A poluição visual e seus impactos no espaço urbano em Palmas - TO: uma década de transformação. *Cultura e sociedade voltadas para as ciências sociais*, p. 21-39. DOI: <https://doi.org/10.47174/lap2020.ed.0000128>.
39. Cerdas, F. (2022) *Integrated Computational Life Cycle Engineering for Traction Batteries*. Springer.
40. Cervero, R.; Kockelman, K. (1997) Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, v. 2, n. 3, p. 199-219. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1361-9209\(97\)00009-6](https://doi.org/10.1016/S1361-9209(97)00009-6).
41. CETSP (2020) Plano Cicloviário do Município de São Paulo. Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo, Secretaria Municipal de Mobilidade e Trânsito, Prefeitura de São Paulo, São Paulo, Brasil. Disponível em: http://www.cetsp.com.br/media/1100812/Plano-Ciclovia%CC%81rio_2020.pdf, acessado em 21 de outubro de 2022.
42. CETSP (2022) Definições. Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo, Secretaria Municipal de Mobilidade e Trânsito, Prefeitura de São Paulo, São Paulo, Brasil. Disponível em: <http://www.cetsp.com.br/consultas/bicicleta/definicoes.aspx>, acessado em 21 de outubro de 2022.
43. Chattington, M.; Reed, N.; Basacik, D.; Flint, A.; Parkes, A. (2009) *Investigating driver distraction: the effects of video and static advertising*. Published project report PPR409. London, England: Transport Research Laboratory.
44. Cheela, V. R. S.; John, M.; Biswas, W.; Sarker, P. (2021) Combating Urban Heat Island Effect—A Review of Reflective Pavements and Tree Shading Strategies. *Buildings*, v. 11, n. 3, p. 93. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings11030093>.
45. Chen, Q.; Wang, Y.; Pan, S. (2016) Characteristics of Parking in Central Shanghai, China. *Journal of Urban Planning and Development*, v. 142, n. 3. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000293](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000293).
46. Chiara, G.D.; Cheah, L.; Azevedo, C.L.; Ben-Akiva, M.E. (2020) A Policy-Sensitive Model of Parking Choice for Commercial Vehicles in Urban Areas. *Transportation Science*, v. 54, n. 3. DOI: <https://doi.org/10.1287/trsc.2019.0970>.
47. Cintra, M. (2014) Os custos dos congestionamentos na cidade de São Paulo. Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas FGV-EESP. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/11576/TD%20356%20-%20Marcos%20Cintra.pdf>, acessado em 16 de outubro de 2022.
48. Clausen, U.; Doll, C.; Franklin, F.J.; Franklin, G.V.; Heinrichmeyer, H.; Kochsiek, J.; Rothengatter, W.; Sieber, N. (2012) *Reducing railway noise pollution*. Brussels, European Union.
49. Colby, C.; Bell, K. (2016) The on-demand economy is growing, and not just for the young and wealthy. *Harvard Business Review*. Disponível em: <https://hbr.org/2016/04/the-on-demand-economy-is-growing-and-not-just-for-the-young-and-wealthy>, acessado em 16 de outubro de 2022.
50. Comi, A.; Savchenko, L. (2021) Last-mile delivering: Analysis of environment-friendly transport. *Sustainable Cities and Society*, v. 74. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103213>.
51. Corbo, R.; Glaus, M. (2019) Design of material transportation systems for sustainability. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, v. 75, p. 13-22. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.08.014>.
52. Cui, H.; Wu, L.; Hu, S.; Lu, R.; Wang, S. (2021) Research on the driving forces of urban hot spots based on exploratory analysis and binary logistic regression model. *Transactions in GIS*, v. 25, n. 3, p. 1522-1541. DOI: <https://doi.org/10.1111/tgis.12739>.

53. D'Agosto, M.A.; Oliveira, C.M. (2018) Logística sustentável: vencendo o desafio contemporâneo da cadeia de suprimentos. GEN Atlas, p. 376.
54. Deilami, K.; Kamruzzaman, M.D.; Liu, Y. (2018) Urban heat island effect: A systematic review of spatio-temporal factors, data, methods, and mitigation measures. International journal of applied earth observation and geoinformation, v. 67, p. 30-42. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.12.009>.
55. Del Pero, F.; Berzi, L.; Dattilo, C.A.; Delogu, M. (2020) Environmental sustainability analysis of Formula-E electric motor. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering, v. 235, n. 2-3. DOI: <https://doi.org/10.1177/0954407020971246>.
56. DHL (2022) The Logistics Trend Radar 6.0. DHL Customer Solutions & Innovation. Disponível em: <https://www.dhl.com/content/dam/dhl/global/csi/documents/pdf/csi-logistics-trend-radar-6-dhl.pdf>, acessado em 07 de novembro de 2022.
57. Dodman, D. (2009). Blaming cities for climate change? An analysis of urban greenhouse gas emissions inventories. Environment and Urbanization 21: 185. <https://doi.org/10.1177/0956247809103016>.
58. Dupont, M. (2022) Sustainable solutions in first and last mile logistics: potential benefits and barriers.
59. EMBARQ Brasil (2015a) DOTS Cidades – Manual de desenvolvimento urbano orientado ao transporte sustentável. EMBARQ Brasil, ed. 2.
60. EMBARQ Brasil (2015b) Passo a passo para a construção de um plano de mobilidade corporativa. EMBARQ Brasil, ed. 1.
61. EPA (2022a) Climate Change and Heat Islands. United States Environmental Protection Agency. Disponível em: <https://www.epa.gov/heatislands/climate-change-and-heat-islands>, acessado em 25 de junho de 2022.
62. EPA (2022b) Air Pollution: Current and Future Challenges. United States Environmental Protection Agency. Disponível em: <https://www.epa.gov/clean-air-act-overview/air-pollution-current-and-future-challenges>, acessado em 16 de outubro de 2022.
63. EPE (2018) Eletromobilidade e Biocombustíveis. Documento de Apoio ao PNE 2050. Empresa de Pesquisa Energética, Ministério de Minas e Energia (MME), Brasília, DF, Brasil.
64. Esfandabadi, Z.S.; Diana, M.; Zanetti, M.C. (2022) Carsharing services in sustainable urban transport: An inclusive science map of the field. Journal of Cleaner Production, v. 357. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131981>.
65. European Commission (2016) Links between noise and air pollution and socioeconomic status. Publications Office, Directorate-General for Environment. Disponível em: <https://data.europa.eu/doi/10.2779/200217>, acessado em 21 de outubro de 2022.
66. European Council (2020) The clean air package: Improving Europe's air quality. European Council, Council of the European Union. Disponível em: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/clean-air/>, acessado em 01 de junho de 2022.
67. European Council (2022) Infographic - Fit for 55: why the EU is toughening CO2 emission standards for cars and vans. European Council, Council of the European Union. Disponível em: <https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/fit-for-55-emissions-cars-and-vans/>, acessado em 01 de junho de 2022.
68. European Parliament (2014) Mapping smart cities in the EU, p. 200. Disponível em: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE_ET\(2014\)507480_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE_ET(2014)507480_EN.pdf), acessado em 22 de junho de 2022.
69. European Union (2020) We are what we breathe – marking the first ever day of clean air for blue skies. European Union External Action. Disponível em: https://www.eeas.europa.eu/eeas/we-are-what-we-breathe-%E2%80%93-marking-first-ever-day-clean-air-blue-skies_en?s=317#:~:text=PRINT-,We%20are%20what%20we%20breathe%20%E2%80%93%20marking%20the%20first%20ever%20day,clean%20air%20for%20blue%20skies&text=Clean%20air%20is%20essential%20to,than%20for%20road%20traffic%20accidents, acessado em 01 de junho de 2022.

70. Ewing, R.; Connors, M. B.; Goates, J. P.; Hajrasouliha, A.; Neckerman, K.; Nelson, A. C.; Greene, W. (2013) Validating Urban Design Measures. In: Transportation Research Board 92nd Annual Meeting.
71. Ferreira, A.L.; Tsai, D.S.; Silva, F.B.; Cremer, M.S.; Soares, M.Y. (2018) Emissões Dos Setores de Energia, Processos Industriais e Uso de Produtos. Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG); Instituto de Energia e IEMA - Meio Ambiente, Observatório do Clima, Brasil.
72. Filardi, F.; Castro, R.M.P.; Zanini, M.T.F. (2020) Vantagens e desvantagens do teletrabalho na administração pública: análise das experiências do Serpro e da Receita Federal. Cadernos EBAPE.BR [online], v. 18, n. 1, p. 28-46. DOI: <https://doi.org/10.1590/1679-395174605x>.
73. Florida, R. (2002) The rise of the creative class: And how It's transforming work, leisure, community and everyday life. New York: Basic Books.
74. Fowler, S.L.; Berrigan, D.; Pollack, K.M. (2017) Perceived barriers to bicycling in an urban US environment. *Journal of Transport & Health*, v. 6, p. 474-480. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jth.2017.04.003>.
75. Fraselle, J.; Limbourg, S.L.; Vidal, L. (2021) Cost and Environmental Impacts of a Mixed Fleet of Vehicles. *Sustainability*, v. 13, n. 16. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13169413>.
76. Freitas, R. R.; T. R. Sagawe; A. C. D. Moura e F. C. Amorim. (2020). Análise de políticas de mitigação de emissões de CO₂ e MP através de uma proposta metodológica de baixo custo para cidades: uma abordagem no Rio de Janeiro. In: Engema - Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, São Paulo
77. Freitas, R.R.; Sagawe, T.R.; Moura, A.C.D.; Ribeiro, F.G.; Amorim, F.C. (2020) COVID-19 e o Teletrabalho: pesquisa de percepção antes e durante a pandemia na região metropolitana do Rio de Janeiro. CEFET-RJ Campus Itaguaí. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3941215>.
78. Freitas, R.R.; Sagawe, T.R.; Moura, A.C.D.; Ribeiro, F.G.; Amorim, F.C. (2021) Barreiras para expansão do teletrabalho na pandemia COVID-19. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 7. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16764>.
79. FÜSSLER, J. et al. (2016) Reference Document on Measurement, Reporting and Verification in the Transport Sector. Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).
80. Gaffney, A.W.; Himmelstein, D.U.; Woolhandler, S. (2021) Trends and Disparities in Teleworking During the COVID-19 Pandemic in the USA: May 2020-February 2021. *Journal of general internal medicine*, v. 36, n. 11, p. 3647–3649. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11606-021-07078-9>.
81. Galkin, A.; Schlosser, T.; Galkina, O.; Hodáková, D.; Cápayová, S. (2019) Investigating using urban public transport for freight deliveries. *Transportation Research Procedia*, v. 39, p. 64-73. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.06.008>.
82. Gammelgaard, B.; Andersen, C. B.; Aastrup, J. (2016) Value Co-creation in the Interface between City Logistics Provider and In-store Processes. *Transportation Research Procedia*, v. 12, p. 787–799. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.02.032>.
83. Gardner, K.; Johnson, T.; Buchan, K.; Pharaoh, T. (1996). Developing a pedestrian strategy for London. In: Transport policy and its implementation. Proceedings of seminar b held at the 24th european transport forum, Brunel University, England.
84. Gatta, V.; Marcucci, E.; Nigro, M.; Patella, S.M.; Serafini, S. (2019b) Public Transport-Based Crowdshipping for Sustainable City Logistics: Assessing Economic and Environmental Impacts. *Sustainability*, v. 11, n. 1. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11010145>.
85. Gatta, V.; Marcucci, E.; Nigro, M.; Serafini, S. (2019a) Sustainable urban freight transport adopting public transport-based crowdshipping for B2C deliveries. *European Transport Research Review*, v. 11, n. 13. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12544-019-0352-x>.
86. Ge, E.; Lai, K.; Xiao, X.; Luo, M.; Fang, Z.; Zeng, Y.; Ju, H.; Zhong, N. (2018). Differential effects of size-specific particulate matter on emergency department visits for respiratory and cardiovascular diseases in Guangzhou, China. *Environmental pollution*, v. 243, p. 336–345. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.08.068>.

87. Gevaers, R.; Van de Voorde, E.; Vanelslander, T. (2014) Cost modelling and simulation of last-mile characteristics in an innovative B2C supply chain environment with implications on urban areas and cities. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, v. 125, p. 398-411. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1483>.
88. Giambiagi, F.; Alem, A.; Pinto, S. G. B. (2017) *Finanças públicas*. Elsevier Brasil.
89. Giovanis, E. (2018) The relationship between teleworking, traffic and air pollution. *Atmospheric Pollution Research*, v. 9, n. 1, p. 1-14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apr.2017.06.004>.
90. Glaeser, E.L.; Kahn, M.E. (2010) The greenness of cities: Carbon dioxide emissions and urban development. *Journal of Urban Economics*, v. 67, n. 3, p. 404-418. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jue.2009.11.006>.
91. Golob, T.F.; Regan, A.C. (2001) Impacts of information technology on personal travel and commercial vehicle operations: research challenges and opportunities. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, v. 9, n. 2, p. 87-121. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0968-090X\(00\)00042-5](https://doi.org/10.1016/S0968-090X(00)00042-5).
92. Gonzalez-Calderon, C.A.; Posada-Henao, J.J.; Granada-Muñoz, C.A.; Moreno-Palacio, D.P.; Arcila-Mena, G. (2022) Cargo bicycles as an alternative to make sustainable last-mile deliveries in Medellin, Colombia. *Case Studies on Transport Policy*, v. 10, n. 2, p. 1172-1187. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2022.04.006>.
93. Green, P. (2002) Where do drivers look while driving (and for how long). *Human factors in traffic safety*, v. 2, p. 77-110.
94. Grimes, A.; Chrisman, M.; Lightner, J. (2020) Barriers and motivators of bicycling by gender among older adult bicyclists in the Midwest. *Health Education & Behavior*, v. 47, n. 1, p. 67-77. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jth.2017.04.003>.
95. Guimarães, J.R.P.F. (2004) Toxicologia das emissões veiculares de diesel: um problema de saúde ocupacional e pública. *Revista de Estudos Ambientais*, v. 6, n. 1, p. 82-94.
96. Guo, Y.; Zhou, J.; Wu, Y.; Li, Z. (2017) Identifying the factors affecting bike-sharing usage and degree of satisfaction in Ningbo, China. *PLoS ONE*, v. 12, n. 9. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185100>.
97. Hagen, J.; Lobo, Z.; Mendonça, C. (2013) The benefits of cargo bikes in Rio De Janeiro: A case study.
98. Harriet, T.; Poku, K.; Anin, E.K. (2013) Logistics inefficiencies of urban transportation system in Ghana. *International Journal of Humanities and Social Science*, v. 3, n. 6, p. 308-314.
99. Hong Kong Transport Advisory Committee (2014) Report on Study of Road Traffic Congestion in Hong Kong. Transport Advisory Committee.
100. Hu, C-Y; Kuan, W-H.; Ke, L-W.; Wu, J-M. (2022) A Study of Car Wash Wastewater Treatment by Cyclo-Flow Filtration. *Water*, v. 14, n. 9. DOI: <https://doi.org/10.3390/w14091476>.
101. Hudák, M.; Madleňák, R. (2017) The Research of Driver Distraction by Visual Smog on Selected Road Stretch in Slovakia. *Procedia Engineering*, v. 178, p. 472-479. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.090>.
102. Huschebeck, M.; Leonardi, J. (2020) Approaching delivery as a service. *Transportation Research Procedia*, v. 46, p. 61-68. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.164>.
103. IBAMA (2021) Programa de educação ambiental orienta para redução da poluição sonora urbana. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasil. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/noticias/2021/programa-de-educacao-ambiental-orienta-para-reducao-da-poluicao-sonora-urbana#:~:text=A%20interfer%C3%Aancia%20do%20barulho%20no%20meio%20ambiente%20%C3%A9,Controle%20da%20Polui%C3%A7%C3%A3o%20Sonora%2C%20conhecido%20como%20Programa%20Sil%C3%Aancio>, acessado em 21 de outubro de 2022.
104. IEA (2017) New CEM campaign aims for goal of 30% new electric vehicle sales by 2030. International Energy Agency. Disponível em: <https://www.iea.org/news/new-цем-campaign-aims-for-goal-of-30-new-electric-vehicle-sales-by-2030>, acessado em 10 de junho de 2022.

105. IEA (2022) Global electric car stock, 2010-2021. International Energy Agency, Paris. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-electric-car-stock-2010-2021>, acessado em 10 de junho de 2022.
106. ITDP (2019) Índice de Caminhabilidade 2.0. Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento. Disponível em: http://itdpbrasil.org/wp-content/uploads/2019/05/Caminhabilidade_Volume-3_Ferramenta-ALTA.pdf, acessado em 21 de outubro de 2022.
107. Iwan, S.; Allesch, J.; Celebi, D.; Kijewska, K.; Hoé, M.; Klauenberg, J.; Zajicek, J. (2019) Electric mobility in European urban freight and logistics – status and attempts of improvement. *Transportation Research Procedia*, v. 39, p. 112-123. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.06.013>.
108. Jain, V.; Sharma, A.; Subramanian, L. (2012) Road traffic congestion in the developing world. In: *Proceedings of the 2nd ACM Symposium on Computing for Development*, p. 1-10. DOI: <https://doi.org/10.1145/2160601.2160616>.
109. Janné, M. (2020) *Construction Logistics in a City Development Setting*. Linköping University Electronic Press: Linköping, Sweden.
110. Joerss, M.; Schröder, J.; Neuhaus, F.; Klink, C.; Mann, F. (2016) Parcel delivery: The future of last mile. McKinsey & Company. Disponível: https://bdkep.de/files/bdkep-dateien/pdf/2016_the_future_of_last_mile.pdf, acessado em 16 de outubro de 2022.
111. Jones, T.; L. Harms; Heinen, E. (2016) Motives, perceptions and experiences of electric bicycle owners and implications for health, wellbeing and mobility. *Journal of Transport Geography*, v. 53, p. 41-49. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.04.006>.
112. Kachba, Y.; Chirolí, D.M.G.; Belotti, J.T.; Alves, T.A.; Tadano, Y.S.; Siqueira, H. (2020) Artificial Neural Networks to Estimate the Influence of Vehicular Emission Variables on Morbidity and Mortality in the Largest Metropolis in South America. *Sustainability*, v. 12, n. 7. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12072621>.
113. Kalasova, A.; Faith, P.; Mikulski, J. (2015) Telematics Applications, an Important Basis for Improving the Road Safety. In: *Telematics - support of transport: 15th international conference on Transport systems telematics*, Berlin, Springer-Verlag, pp. 414-423.
114. Kaszubowski, D. (2019) A method for the evaluation of urban freight transport models as a tool for improving the delivery of sustainable urban transport policy. *Sustainability*, v. 11, n. 6, p. 1535. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11061535>.
115. Kato, S.; Yamaguchi, Y. (2007) Estimation of storage heat flux in an urban area using ASTER data. *Remote Sensing of Environment*, v. 110, n. 1, p. 1-17. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2007.02.011>.
116. Kiely, G. (1997) *Environmental Engineering*. McGraw-Hill, International (UK) Limited.
117. Kirschner, F.; Lanzendorf, M. (2020) Parking management for promoting sustainable transport in urban neighbourhoods. A review of existing policies and challenges from a German perspective. *Transport Reviews*, v. 40, n. 1, p. 54-75. DOI: <https://doi.org/10.1080/01441647.2019.1666929>.
118. Klock, A.V. (2010) Multi-agent model for an Urban Distribution Centre. 2. Repository.tudelft.nl.
119. Lage, M.O.; Machado, C.A.S.; Berssaneti, F.; Quintanilha, J.A. (2018) A method to define the spatial stations location in a carsharing system in São Paulo–Brazil. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, v. 4, n. 11, p. 27-32. DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W11-27-2018>.
120. Langley, C. J. (2016) 2016 Third-Party Logistics Study: The State of Logistics Outsourcing, PCWC. Disponível em: https://pcwc.com/wp-content/uploads/2018/05/2016_3pl_study.pdf, acessado em 14 de junho de 2022.
121. Larrañaga, A. M.; Ferret, G.; Cybis, H. B. B. (2011) Avaliação da qualidade das calçadas: efeito do tamanho da amostra e do plano amostral. In: *XXV Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes – ANPET*, Belo Horizonte, Brasil.

122. Licitra, G.; Cerchiai, M.; Teti, L.; Ascari, E.; Fredianelli, L. (2015) Durability and variability of the acoustical performance of rubberized road surfaces. *Applied Acoustics*, v. 94, p. 20-28. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2015.02.001>.
123. Licitra, G.; Vogiatzis, K. (2019) Preface: New Solutions Mitigating Environmental Noise Pollution. *Environments*, v. 6, n. 11, p. 117. DOI: <https://doi.org/10.3390/environments6110117>.
124. Lundesjö, G. (2015) *Supply Chain Management and Logistics in Construction: Delivering Tomorrow's Built Environment*. Kogan Page Publishers: London, UK.
125. Ma, Y.; Yang, S.; Zhou, J.; Yu, Z.; Zhou, J. (2018) Effect of ambient air pollution on emergency room admissions for respiratory diseases in Beijing, China. *Atmospheric Environment*, v. 191, p. 320-327. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2018.08.027>.
126. Macintyre, H. L.; Heaviside, C.; Neal, L. S.; Agnew, P.; Thornes, J.; Vardoulakis, S. (2016) Mortality and emergency hospitalizations associated with atmospheric particulate matter episodes across the UK in spring 2014. *Environment International*, v. 97, p. 108-116. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.07.018>.
127. Marsden, G.R.; May, A.D. (2006) Do institutional arrangements make a difference to transport policy and implementation? Lessons for Britain. *Environment and Planning C: Government and Policy*, v. 24, n. 5, p. 771-789. DOI: <https://doi.org/10.1068/c0543>.
128. Martins, C.N. (2016) Infraestrutura de recarga de bateria e subsídios e incentivos fiscais: condições chave para a difusão do carro elétrico. *Desenvolvimento em Debate*, v.4, n.1, p.35-55.
129. Mckinnon, A.C.; Browne, M.; Whiteing, A.E. (2015) *Green logistics: improving the environmental sustainability of logistics*. London: Kogan Page Publishers.
130. Melo, S.; Baptista, P. (2017) Evaluating the impacts of using cargo cycles on urban logistics: integrating traffic, environmental and operational boundaries. *European Transport Research Review*, v. 9, n. 30. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12544-017-0246-8>.
131. Menezes, F.L. (2004) Avaliação da qualidade de águas de drenagem urbana correlacionada aos poluentes originados pelo tráfego de veículos automotores. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Brasil.
132. Mény, Y.; Thoenig, J-C (1989) *Politiques publiques*. FeniXX.
133. Mingardo, G.; van Wee, B.; Rye, T. (2015) Urban parking policy in Europe: A conceptualization of past and possible future trends. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 74, p. 268-281. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.02.005>.
134. Mirzaei, P.A.; Haghighat, F. (2010) Approaches to study urban heat island-abilities and limitations. *Building and environment*, v. 45, n. 10, p. 2192-2201. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.04.001>.
135. MMA (2021). Com meta ambiciosa, Brasil anuncia redução de 50% nas emissões de carbono até 2030. Ministério do Meio Ambiente, Brasil. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/anuncio-de-ampliacao-da-meta-de-reducao-de-emissoes-para-50-ate-2030-e-destaque-nas-primeiras-participacoes-do-brasil-na-cop26>. Acesso em 10 de junho de 2022.
136. MMA (2011) Primeiro Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários: Relatório Final. Brasil: Ministério do Meio Ambiente.
137. MME (2019) Relatório de consolidação dos testes e ensaios para validação da utilização de Biodiesel B15 em motores e veículos. Ministério de Minas e Energia, Brasília, Brasil. Disponível em: <http://antigo.mme.gov.br/documents/20182/6a5a7ec6-c930-9d41-c737-04d52814546c>, acessado em 16 de outubro de 2022.
138. Mo, L.; Chen, J.; Xie, Y. (2021) Assessment of landscape resource using the scenic beauty estimation method at compound ecological system. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(5), 5892–5899. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10978-8>.
139. Mock, P.; Yang, Z. (2014) Driving electrification: a global comparison of fiscal incentive policy for electric vehicles. International Council on Clean Transportation, Washington DC. Disponível em: https://theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_EV-fiscal-incentives_20140506.pdf, acessado em 16 de outubro de 2022.

140. MonitoAr Rio (2015) Boletim de Qualidade do Ar. MonitoAr Rio, Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar, Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Disponível em: http://jeap.rio.rj.gov.br/je-metinfosmac/institucional/docs/saibamais_boletim.pdf, acessado em 21 de outubro de 2022.
141. Monzon, A. (2015) Smart Cities Concept and Challenges: Bases for the Assessment of Smart City Projects. Springer International Publishing Switzerland.
142. Moore, J.P. (2020) Vulnerabilidade na saúde devido às emissões atmosféricas: Um estudo de caso em Santa Catarina. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.
143. Mor, V.; Murphy, J.; Masterson-Allen, S.; Willey, C.; Razmpour, A.; Jackson, M. E.; Greer, D.; Katz, S. (1989) Risk of functional decline among well elders. *Journal of clinical epidemiology*, v. 42, n. 9, p. 895–904. DOI: [https://doi.org/10.1016/0895-4356\(89\)90103-0](https://doi.org/10.1016/0895-4356(89)90103-0).
144. Morana J (2002) Le couplage supply chain management—tableau de bord prospectif: une approche exploratoire. Ph.D. Thesis, Université d’Aix-Marseille II, 2 Oct.
145. Morelli, E. B. (2005) Reuso de água na lavagem de veículos. Tese de Doutorado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil.
146. Morillas, J.M.B.; Gozalo, G.R.; González, D.M.; Moraga, P.A.; Vílchez-Gómez, R. (2018) Noise Pollution and Urban Planning. *Curr Pollution Rep* 4, p. 208–21. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40726-018-0095-7>.
147. Moroccan Green Logistics (2016) Green Logistics practice in Smart City, Moroccan Logistics Awards. Marrocos. Disponível em: <http://www.amdl.gov.ma/amdl/mla-accueil>, acessado em 16 de junho de 2022.
148. Moser, S.; Fauveaud, G.; Cutts, A. (2019) Montréal: Towards a post-industrial reinvention. *Cities*, v. 86, p. 125–135. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.09.013>.
149. Munuzuri J, Larraneta J, Onieva L, Cortes P (2005) Solutions applicable by local administrations for urban logistics improvement. *Cities* 22(1):15–28.
150. Moura, F.; Cambra, P.; Gonçalves, A.B. (2017) Measuring walkability for distinct pedestrian groups with a participatory assessment method: A case study in Lisbon. *Landscape and Urban Planning*, v. 157, p. 282-296. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.07.002>.
151. Mülfarth, R.C.K. (2017) Proposta metodológica para avaliação ergonômica do ambiente urbano: a inserção da ergonomia no ambiente construído. Tese de livre docência, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
152. Muller, P. (2008) *Les politiques publiques*. Paris: PUF.
153. Muñoz-Villamizar, A.; Montoya-Torres, J.R.; Faulin, J. (2017) Impact of the use of electric vehicles in collaborative urban transport networks: A case study. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, v. 50, p. 40-54. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2016.10.018>.
154. Nakrošienė, A.; Bučiūnienė, I.; Goštautaitė, B. (2019) Working from home: characteristics and outcomes of telework. *International Journal of Manpower*, v. 40, n. 1, p. 87-101. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJM-07-2017-0172>.
155. Nanaki, E.A.; Xydis, G.A.; Koroneos, C. J. (2016) Electric vehicle deployment in urban areas. *Indoor and Built Environment*, v. 25, n. 7, p. 1065-1074. DOI: <https://doi.org/10.1177/1420326X15623078>.
156. Nascimento, C.O.L.; Rigatto, I.B.; Oliveira, L.K. (2020) Characterization and analysis of the economic viability of cycle logistics transport in Brazil. *Transportation Research Procedia*, v. 46, p. 189-196. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.180>.
157. Nasri, A.; Zhang, L. (2014) The analysis of transit-oriented development (TOD) in Washington, D.C. and Baltimore metropolitan areas. *Transport Policy*, n. 32, p. 172-179. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2013.12.009>.
158. Neumann, T. (2021) The impact of carsharing on transport in the city. Case study of Tri-city in Poland. *Sustainability*, v. 13, n. 2. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13020688>.
159. Niță, M.R.; Badiu, D.L.; Onose, D.A.; Gavrilidis, A.A.; Grădinaru, S.R.; Năstase, I.I.; Lafortezza, R. (2018) Using local knowledge and sustainable transport to promote a greener city: The case

- of Bucharest, Romania. *Environmental Research*, v. 160, p. 331-338. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.10.007>.
160. Novaes, A.G. (2003) Veículos Leves para Deslocamento de Mercadorias no Meio Urbano: Evolução e Tendências. In: Workshop sobre Tendências de Distribuição em Rotas Urbanas, FIAT Automóveis, Betim, MG.
161. Nürnberg, M. (2019) Analysis of using cargo bikes in urban logistics on the example of Stargard. *Transportation Research Procedia*, v. 39, p. 360-369. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.06.038>.
162. O Expresso (2021) Onde estão as ciclovias de Curitiba? O Expresso, Curitiba, Paraná, Brasil. Disponível em <https://oexpresso.curitiba.br/2021/01/12/onde-estao-as-ciclovias-de-curitiba/>, acessado em 21 de outubro de 2022.
163. Öberg, M.; Jaakkola, M.S.; Woodward, A.; Peruga, A.; Prüss-Ustün, A. (2011). Worldwide burden of disease from exposure to second-hand smoke: a retrospective analysis of data from 192 countries. *Lancet (London, England)*, v. 377, n. 9760, p. 139-146. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)61388-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)61388-8).
164. Ogunkunle, O.; Ahmed, N.A. (2021) Overview of Biodiesel Combustion in Mitigating the Adverse Impacts of Engine Emissions on the Sustainable Human-Environment Scenario. *Sustainability*, v. 13, n. 10. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13105465>.
165. O'Keefe, P.; Caulfield, B.; Brazil, W.; White, P. (2016) The impacts of telecommuting in Dublin. *Research in Transportation Economics*, v. 57, p. 13-20. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2016.06.010>.
166. OLIVEIRA, C. e D'AGOSTO, M. (2017) Reference Guide on Sustainability. Instituto Brasileiro de Transporte Sustentável, Rio de Janeiro.
167. Oliveira, M.A.; Pantoja, M.J. (2018) Perspectivas e desafios do teletrabalho no setor público. In: Congresso internacional de desempenho do setor público. Anais eletrônicos. Florianópolis, Brasil. Disponível em: <http://www.cidesp.com.br/index.php/lcidesp/2cidesp/paper/view/481>, acessado em 16 de outubro de 2022.
168. Olson, R.L.; Hanowski, R.J.; Hickman, J.S.; Bocanegra, J. (2009) Driver distraction in commercial vehicle operations. United States. Department of Transportation. Federal Motor Carrier Safety Administration. DOI: <https://doi.org/10.21949/1502647>.
169. Organização Pan-Americana da Saúde (2018) Não polua o meu futuro! O impacto do ambiente na saúde das crianças. Brasília, DF.
170. Organização Pan-Americana da Saúde (2022) Novos dados da OMS revelam que bilhões de pessoas ainda respiram ar insalubre. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/4-4-2022-novos-dados-da-oms-revelam-que-bilhoes-pessoas-ainda-respiram-ar-insalubre>, acessado em 24 de outubro de 2022.
171. Ormond Junior, P.A.D.; Ferreira, P.V.; Afonso, P. S.; Telhada, J. (2019) Economic and risk factors of a transshipment system using electric cargo bikes for urban courier services. In: 4th International Conference on Energy and Environment: bringing together Engineering and Economics, Guimarães, Portugal.
172. Osei, L.K.; Ghaffarpasand, O.; Pope, F.D. (2021) Real-World Contribution of Electrification and Replacement Scenarios to the Fleet Emissions in West Midland Boroughs, UK. *Atmosphere*, v. 12, n. 3. DOI: <https://doi.org/10.3390/atmos12030332>.
173. Pacheco, P. (2017) O que gera a densidade urbana e quais os efeitos do adensamento nas cidades. World Resources Institute, WRI. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/o-que-gera-densidade-urbana-e-quais-os-efeitos-do-adensamento-nas-cidades>, acessado em 25 de outubro de 2022.
174. Papa, R. (2021) The city challenges and external agents. Methods, tools and best practices. *TeMA-Journal of Land Use, Mobility and Environment*, v. 14, n. 3, p. 301-302.
175. Parmar, J.; Das, P.; Dave, S.M. (2020) Study on demand and characteristics of parking system in urban areas: A review. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, v. 7, n. 1, p. 111-124. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2019.09.003>.

176. Paskannaya T.; Shaban G. (2019) Innovations in green logistics in smart cities: USA and EU experience. *Marketing and Management of Innovations*, 1, p. 173 – 181. DOI: <https://doi.org/10.21272/mmi.2019.1-14>.
177. Patil, G.R.; Sharma, G. (2021) Overweight/obesity relationship with travel patterns, socioeconomic characteristics, and built environment. *Journal of Transport & Health*, v. 22. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jth.2021.101240>.
178. Pettitt, M.; Burnett, G.; Stevens, A. (2005) Defining Driver Distraction. In: 12th World Congress on Intelligent Transport Systems, San Francisco California, EUA.
179. Pietrzak, O.; Pietrzak, K. (2021) Cargo tram in freight handling in urban areas in Poland. *Sustainable Cities and Society*, v. 70. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102902>.
180. Portugal, L.S. (2017) Transporte, Mobilidade e Desenvolvimento Urbano. GEN LTC.
181. Pourhejazy, P.; Kwon, O. K.; Lim, H. (2019) Integrating Sustainability into the Optimization of Fuel Logistics Networks. *KSCE J. Civ. Eng.*, v. 23, p. 1369–1383. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12205-019-1373-7>.
182. PROCONVE (2011) Promot/Ibama, 3 ed. — Brasília: Ibama/Diqua. Programa de controle da poluição do ar por veículos automotores. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/phocadownload/veiculosautomotores/manual%20proconve%20promot_portugues.pdf, acessado em 16 de outubro de 2022.
183. PTV Group (2022) Logistics Trends Report 2022. Disponível em: https://company.ptvgroup.com/fileadmin/Products/Route-optimizer/Moving-Transportation/Logistics_Trends_Report_2022.pdf, acessado em 07 de novembro de 2022.
184. Quak, H.; Lindholm, M.; Tavasszy, L.; Browne, M. (2016) From Freight Partnerships to City Logistics Living Labs—Giving Meaning to the Elusive Concept of Living Labs. *Transportation Research Procedia*, v. 12, p. 461–473. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.02.080>.
185. Raheem, S.B.; Olawoore, W.A.; Olagunju, D.P.; Adeokun, E.M. (2015) The cause, effect and possible solution to traffic congestion on Nigeria Road (A Case Study of Basorun-Akobo Road, Oyo State). *International Journal of Engineering Science Invention*, v. 4, n. 9, p. 10-14.
186. Ramakreshnan, L.; Fong, C.S.; Sulaiman, N.M.; Aghamohammadi, N. (2020) Motivations and built environment factors associated with campus walkability in the tropical settings. *Science of The Total Environment*, v. 749. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141457>.
187. Ranieri L; Digiesi, S.; Silvestri, B.; Roccotelli, M. (2018) A Review of Last Mile Logistics Innovations in an Externalities Cost Reduction Vision. *Sustainability*, v. 10, n. 3. DOI: <https://doi.org/10.3390/su10030782>.
188. Ren R.; Hu W.; Dong J.; Sun B.; Chen Y.; Chen Z. (2019) A systematic literature review of green and sustainable logistics: Bibliometric analysis, research trend and knowledge taxonomy. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, v. 17, n. 1, p. 261. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17010261>.
189. Ren, F.; Kwan, M. (2009) The impact of the Internet on human activity–travel patterns: analysis of gender differences using multi-group structural equation models. *Journal of Transport Geography*, v. 17, n. 6, p. 440-450. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2008.11.003>.
190. Rezende, E.M.; Gouveia, A.M.C. (2006) Sistemas de estacionamento vertical modulado em estrutura metálica. *Rem: Revista Escola de Minas [online]*, v. 59, n. 3. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0370-44672006000300005>.
191. Rith, M.; Fillone, A.M.; Biona, J.B.M.M. (2020) Energy and environmental benefits and policy implications for private passenger vehicles in an emerging metropolis of Southeast Asia – A case study of Metro Manila. *Applied Energy*, v. 275. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115240>.
192. Rizza, V.; Torre, M.; Tratz, P.; Fazzini, P.; Tomassetti, L.; Cozza, V.; Naso, F.; Marcozzi, D.; Petracchini, F. (2021) Effects of deployment of electric vehicles on air quality in the urban area of Turin (Italy). *Journal of Environmental Management*, v. 297. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113416>.
193. Rodrigues, A.R.P.; Flórez, J.; Frenkel, D.B.; Portugal, L.S. (2014) Indicadores do desenho urbano e sua relação com a propensão a caminhada. *Journal of Transport Literature*, v. 8, n. 3, p. 62-88.

194. Roumboutsos, A.; Kapros, S.; Vanellander, T. (2014) Green city logistics: Systems of Innovation to assess the potential of E-vehicles. *Research in Transportation Business & Management*, v. 11, p. 43-52. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2014.06.005>.
195. Sałabun, W.; Palczewski, K.; Wątróbski, J. (2019) Multicriteria approach to sustainable transport evaluation under incomplete knowledge: Electric bikes case study. *Sustainability*, v. 11, n. 12. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11123314>.
196. Salgado, L. H.; Fiuza, E.P.S. (2015) Marcos regulatórios no Brasil: aperfeiçoando a qualidade regulatória. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, Rio de Janeiro, Brasil.
197. Saludin, N. A.; Karia, N.; Hassan, H. (2020) Working from Home (WFH): Is Malaysia ready for digital society. In: *Entrepreneurship Vision 2020: Innovation, Development Sustainability, and Economic Growth*, p. 981-989.
198. Sant'anna, A.; Alencar, A.; Pinheiro, B.; Araújo, C.; Vormittag, E.; Wicher, H.; Borges, K.; Faria, M.; Andrade, M. F.; Porto, P.; Rocha, P. A. R.; Esturba, T. ; Simoni, W. F. (2021) O estado da qualidade do ar no Brasil. World Resources Institute, WRI.
199. Santos, A.N. (2009) Interferência da poluição visual na percepção do centro tradicional da cidade de Salvador: do Forte de São Pedro a Praça Castro Alves. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia. Bahia, Brasil.
200. Sato, A.E.; Mülfarth, R.C.K. (2020) Ambiente urbano e ergonomia – uma proposta metodológica de avaliação: reflexões e aplicações. In: *XX Congresso Brasileiro de Ergonomia, virtual*.
201. Schenkel, R.; Walber, M.; Souza, C.F.; Hemkemeier, M. (2022) Desenvolvimento do conceito de um equipamento para o tratamento de efluente de lavagem de carros por eletrólise. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 2. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i2.26137>.
202. Schwietering, C.; Feldges, M. (2016) Improving Traffic Flow at Long-term Roadworks. *Transportation Research Procedia*, v. 15, p. 267-282. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.06.023>.
203. Seco, A.; Macedo, J.M.G.; Costa, A.H.P.D. (2008) Manual do planejamento de acessibilidades e transportes. Porto: CCDRN.
204. Seuring S, Müller M (2008) From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *J Clean Prod* 16(15):1699–1710.
205. Silva-Send, N.; Anders, S.; Narwold, A. (2013) Cost effectiveness comparison of certain transportation measures to mitigate greenhouse gas emissions in San Diego County, California. *Energy policy*, v. 62, p. 1428-1433. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.07.059>.
206. Simon, H. A. (2013) *Administrative behavior*. Simon and Schuster.
207. Simoni, M.D.; Claudel, C.G. (2018) A simulation framework for modeling urban freight operations impacts on traffic networks. *Simulation Modelling Practice and Theory*, v. 86, p. 36-54. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2018.05.001>.
208. Sinay, M.C.F.; Campos, V.B.G.; Dexheimer, L.; Novaes, A.G. (2004) Distribuição de carga urbana: componentes, restrições e tendências. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Disponível em: [http://www.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/\(16\)CargaUrban.pdf](http://www.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/(16)CargaUrban.pdf), acessado em 16 de outubro de 2022.
209. Singh, D.; Kumari, N.; Sharma, P. (2018) A review of adverse effects of road traffic noise on human health. *Fluctuation and Noise Letters*, v. 17, n. 1. DOI: <https://doi.org/10.1142/S021947751830001X>.
210. Solecki, W.; Seto, K.C.; Marcotullio, P.J. (2013) It's time for an urbanization science. *Environment: science and policy for sustainable development*, v. 55, n. 1, p. 12-17. DOI: <https://doi.org/10.1080/00139157.2013.748387>.
211. Souza, H.; Petzhold, G.; Albuquerque, C. (2021) Ônibus a hidrogênio pode complementar veículos a bateria em transição para transporte limpo. World Resources Institute, WRI. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/onibus-hidrogenio-pode-complementar-veiculos-bateria-em-transicao-para-transporte-limpo>, acessado em 25 de outubro de 2022.

212. Spiliopoulou, C.; Antoniou, C. (2012) Analysis of Illegal Parking Behavior in Greece. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 48, p. 1622-1631. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.1137>.
213. Stiles, J. (2020) Strategic niche management in transition pathways: Telework advocacy as groundwork for an incremental transformation. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, v. 34, p. 139-150. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.12.001>.
214. Summit Mobilidade Urbana (2019) Caminhabilidade: entenda o que é e seus maiores desafios. Summit Mobilidade Urbana, Estádio Blue Studio. Disponível em: <https://summitmobilidade.estadao.com.br/guia-do-transporte-urbano/caminhabilidade-entenda-o-que-e-e-seus-maiores-desafios/#:~:text=Ainda%20pouco%20conhecido%2C%20o%20conceito,favorecem%20o%20ato%20de%20caminhar>, acessado em 21 de outubro de 2022.
215. Taniguchi, E.; Thompson, R.G. (2018) *City Logistics 2: Modeling and Planning Initiatives*. ISTED and Wiley. London and Hoboken, UK and USA.
216. Teixeira, P.C. (2003) Emprego da flotação por ar dissolvido no tratamento de efluentes de lavagem de veículos visando a reciclagem da água. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, Brasil.
217. TFL – (2009). Cycle Freight in London: A Scoping Study. Transport for London. Disponível em: <https://content.tfl.gov.uk/cycle-as-freight-may-2009.pdf>, acessado em 16 de outubro de 2022.
218. Thurston, G.D.; Kipen, H.; Annesi-Maesano, I.; Balmes, J.; Brook, R.D.; Cromar, K.; De Matteis, S.; Forastiere, F.; Forsberg, B.; Frampton, M.W.; Grigg, J.; Heederik, D.; Kelly, F.J.; Kuenzli, N.; Laumbach, R.; Peters, A.; Rajagopalan, S.T.; Rich, D.; Ritz, B.; Samet, J.M.; Sandstrom, T.; Sigsgaard, T.; Sunyer, J.; Brunekreef, B. (2017) A joint ERS/ATS policy statement: what constitutes an adverse health effect of air pollution? An analytical framework. *European Respiratory Journal*, v. 49, n. 1. DOI: <https://doi.org/10.1183/13993003.00419-2016>.
219. Tilak, C.; Reddy, R.R. (2016) Measurement of Traffic Congestion on High Dense Urban Corridors in Hyderabad City. *Anveshana's International Journal of Research in Engineering and Applied Sciences*, v. 1, n. 10.
220. Times Square District Management Association (2022) Vision of Times Square, New York, EUA. Disponível em: https://www.timessquarenyc.org/sites/default/files/resource-pdfs/APM%20Brochure_7x7_05.15.18_REFRESH_website.pdf, acessado em 23 de outubro de 2022.
221. United Nations – UN (1972) Report of the United Nations Conference on the human environment. New York, USA.
222. Ustundag A.; Cevikcan E. (2018) *Industry 4.0: Managing the digital transformation*. Springer Series in Advanced Manufacturing, Switzerland: Springer Nature.
223. Van Audenhove, F-J; Korniiichuk, O.; Dauby, L.; Pourbaix, J. (2014) The Future of Urban Mobility 2.0: Imperatives to shape extended mobility ecosystems of tomorrow. Arthur D. Little, Future Lab, UITP. Disponível em: https://www.egr.msu.edu/aesc310/resources/Mobility/ADL_FUM_2_o_p1to8.pdf, acessado em 16 de outubro de 2022.
224. Vaz, J. C.; Lotta, G. S. (2011) A contribuição da logística integrada às decisões de gestão das políticas públicas no Brasil. *Revista de Administração Pública* [online], v. 45, n. 1. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-76122011000100006>.
225. Vencataya, L.; Pudaruth, S.; Dirpal, G.; Narain, V. (2018) Assessing the causes & impacts of traffic congestion on the society, economy and individual: a case of mauritius as an emerging economy. *Studies in Business and Economics*, Lucian Blaga University of Sibiu, Faculty of Economic Sciences, v. 13, n. 3, p. 230-242.
226. Villada, C.A.G.; Portugal, L.S. (2015) Mobilidade Sustentável e o Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável. In: XXIX Congresso Nacional de Pesquisa em Transportes da ANPET, Ouro Preto, MG, Brasil.
227. Villarouco, V.; Costa, A.P.L. (2020) Metodologias ergonômicas na avaliação de ambiente construído. *V!RUS*, São Carlos, n. 20, online.

228. Vinod Kumar, T. M. (2017) Smart Economy in Smart Cities. Advances in 21st Century Human Settlements. Springer, Singapore.
229. Von Drachenfels, N.; Engels, P.; Husmann, J.; Cerdas, F.; Herrmann, C. (2021) Scale-Up of Pilot Line Battery Cell Manufacturing Life Cycle Inventory Models for Life Cycle Assessment. *Procedia CIRP*, v. 98, p. 13-18. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.12.002>.
230. Wallace, B. (2003) Driver distraction by advertising: genuine risk or urban myth? *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Municipal Engineer*, p. 185-190.
231. Walker, T. R. (2016) Green Marine: An environmental program to establish sustainability in marine transportation. *Marine Pollution Bulletin*, v. 105, p. 199–207. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.02.029>.
232. Wang, Q.; Dong, B.; Zhao, Y.; Huang, F.; Xie, J.; Cui, G.; Tang, B. (2018) Controllable green synthesis of crassula perforata-like TiO₂ with high photocatalytic activity based on deep eutectic solvent (DES). *Chemical Engineering Journal*, v. 348, p. 811819. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2018.05.020>.
233. Wang, Y.; Chau, C.K.; Ng, W.Y.; Leung, T.M. (2016) A review on the effects of physical built environment attributes on enhancing walking and cycling activity levels within residential neighborhoods. *Cities*, v. 50, p. 1-15. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2015.08.004>.
234. Wannamethee, S.G.; Shaper, A.G. (1999) Physical Activity and the Prevention of Stroke, *Journal of Cardiovascular Risk*, v. 6, n. 4, p. 213–216. DOI: <https://doi.org/10.1177/204748739900600404>.
235. WHO (2011). Burden of disease from environmental noise: quantification of healthy life years lost in Europe. World Health Organization (WHO) European Centre for Environment and Health, Bonn Office, JRC European Commission.
236. Wilbaut, M. (2017) The eStory: Undertaking the mobility challenge. Oxford: Management Books 2000 Ltd.
237. Yamabe, H.; Tsuji, T.; Liang, Y.; Matsuoka, T. (2014) Lattice Boltzmann Simulations of Supercritical CO₂-Water Drainage Displacement in Porous Media: CO₂ Saturation and Displacement Mechanism. *Environmental Science & Technology*, v. 49, n. 1. DOI: <https://doi.org/10.1021/es504510y>.
238. Yan, X.; Sun, X.; Wang, D. (2022) Acoustics Analysis and Experimental Study on Silencer for Commercial Airplane Air Conditioning System. In: *International Conference on Aerospace System Science and Engineering*. Springer, Singapore, p. 645-651. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-16-8154-7_49.
239. Yang, L.; Qian, F.; Song, D-X.; Zheng, K-J. (2016) Research on Urban Heat-Island Effect. *Procedia Engineering*, v. 169, p. 11-18. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.10.002>.
240. Zobot, C. M. (2013) Critérios de avaliação da caminhabilidade em trechos de vias urbanas: considerações para a região central de Florianópolis. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Florianópolis, Brasil.
241. Zaneti, R.; Etchepare, R.; Rubio, J. (2012) More environmentally friendly vehicle washes: water reclamation. *Journal of Cleaner Production*, v. 37, p. 115-124. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.06.017>.
242. Zhang, Q.; Seto, K.C. (2011) Mapping urbanization dynamics at regional and global scales using multi-temporal DMSP/OLS nighttime light data. *Remote Sensing of Environment*, v. 115, n. 9, p. 2320-2329. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.04>.
243. Zhang, X.; Zhong, T.; Feng, X.; Wang, K. (2009) Estimation of the relationship between vegetation patches and urban land surface temperature with remote sensing. *International Journal of Remote Sensing*, v. 30, n. 8, p. 2105-2118. DOI: <https://doi.org/10.1080/01431160802549252>.