

**MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL: UM ESTUDO SOBRE AS
ALTERNATIVAS DESENVOLVIDAS NA REGIÃO METROPOLITANA DO
RECIFE**

**MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE: UN ESTUDIO SOBRE LAS
ALTERNATIVAS DESARROLLADAS EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE
RECIFE**

**SUSTAINABLE URBAN MOBILITY: A STUDY ON THE ALTERNATIVES
DEVELOPED IN THE METROPOLITAN REGION OF RECIFE**

Apresentação: Comunicação Oral

ANDREZA PEREIRA DA SILVA¹; RENATA CRISTINE DE SÁ PEDROSA DANTAS²

DOI: <https://doi.org/10.31692/2596-0857.VIIICOINTERPDVGT.0019>

RESUMO

Desde a década de 1960, a urbanização acelerada transformou profundamente as cidades, impactando a política, economia, cultura e a organização espacial urbana. A falta de planejamento e a especulação imobiliária resultaram em áreas urbanas mal planejadas, desconectadas e com problemas de mobilidade. A predominância de veículos motorizados exacerbou o congestionamento e as desigualdades na mobilidade, conforme apontam Santos e Castro (2019) e Guerra et al. (2017). A Política Nacional de Mobilidade Urbana do Brasil (Lei 12.587/2012) busca enfrentar esses desafios ao promover a integração dos modos de transporte e tornar o sistema mais inclusivo e eficiente. Neste contexto, a pesquisa se propõe a avaliar o Sistema de Mobilidade Urbana Sustentável na Região Metropolitana do Recife. Os objetivos específicos incluem: Desenvolver um estudo bibliográfico sobre sistemas de mobilidade sustentável globalmente, para promover um estudo comparativo com a realidade local. Identificar as alternativas de Mobilidade Urbana Sustentável já implantadas na Região Metropolitana de Recife. Apresentar propostas viáveis para aprimorar a mobilidade urbana sustentável na região. A pesquisa adotou uma abordagem metodológica que combina análise bibliográfica com a aplicação de novos conceitos em mobilidade urbana sustentável, com foco específico na Região Metropolitana de Recife. Com isso, foram realizados o desenvolvimento de um estudo bibliográfico sobre sistema de mobilidade sustentável possibilitando um comparativo entre diferentes abordagens, além disso, foi feita a identificação das alternativas de mobilidade já implantadas na RMR, por fim, foi proposto novas soluções viáveis para aprimorar a mobilidade urbana sustentável na região. Essas etapas proporcionaram uma visão abrangente das práticas internacionais e locais, permitindo a formulação de propostas específicas para a melhoria da mobilidade na região.

Palavras-Chave: Mobilidade, Urbanização, Sustentável, Região metropolitana de Recife, Economia, Transporte.

RESUMEN

Desde la década de 1960, la urbanización acelerada ha transformado profundamente las ciudades, impactando la política, la economía, la cultura y la organización espacial urbana. La falta de planificación y la especulación inmobiliaria resultaron en áreas urbanas mal planificadas, desconectadas

¹ Engenharia Mecânica, IFPE, aps2@discente.ifpe.edu.br

² Doutorado em Ciências da Computação, IFPE, renatadantas@recife.ifpe.edu.br

y con problemas de movilidad. La predominancia de vehículos motorizados exacerbó la congestión y las desigualdades en la movilidad, como señalan Santos y Castro (2019) y Guerra et al. (2017). La Política Nacional de Movilidad Urbana de Brasil (Ley 12.587/2012) busca enfrentar estos desafíos promoviendo la integración de los modos de transporte y haciendo que el sistema sea más inclusivo y eficiente. En este contexto, la investigación se propone evaluar el Sistema de Movilidad Urbana Sostenible en la Región Metropolitana de Recife. Los objetivos específicos incluyen: Desarrollar un estudio bibliográfico sobre sistemas de movilidad sostenible a nivel mundial, para promover un estudio comparativo con la realidad local. Identificar las alternativas de Movilidad Urbana Sostenible ya implementadas en la Región Metropolitana de Recife. Presentar propuestas viables para mejorar la movilidad urbana sostenible en la región. La investigación adoptó un enfoque metodológico que combina análisis bibliográfico con la aplicación de nuevos conceptos en movilidad urbana sostenible, con un enfoque específico en la Región Metropolitana de Recife. Así, se desarrolló un estudio bibliográfico sobre el sistema de movilidad sostenible que permitió un comparativo entre diferentes enfoques, además se identificaron las alternativas de movilidad ya implementadas en la RMR, y finalmente se propusieron nuevas soluciones viables para mejorar la movilidad urbana sostenible en la región. Estas etapas proporcionaron una visión amplia de las prácticas internacionales y locales, permitiendo la formulación de propuestas específicas para la mejora de la movilidad en la región.

Palabras Clave: Movilidad, Urbanización, Sostenible, Región Metropolitana de Recife, Economía, Transporte.

ABSTRACT

Since the 1960s, accelerated urbanization has profoundly transformed cities, impacting politics, economics, culture, and urban spatial organization. The lack of planning and real estate speculation resulted in poorly planned, disconnected urban areas with mobility issues. The predominance of motorized vehicles exacerbated congestion and inequalities in mobility, as pointed out by Santos and Castro (2019) and Guerra et al. (2017). Brazil's National Urban Mobility Policy (Law 12.587/2012) aims to tackle these challenges by promoting the integration of transport modes and making the system more inclusive and efficient. In this context, the research aims to evaluate the Sustainable Urban Mobility System in the Metropolitan Region of Recife. The specific objectives include: Developing a bibliographic study on sustainable mobility systems globally to promote a comparative study with the local reality. Identifying the Sustainable Urban Mobility alternatives already implemented in the Metropolitan Region of Recife. Presenting viable proposals to improve sustainable urban mobility in the region. The research adopted a methodological approach that combines bibliographic analysis with the application of new concepts in sustainable urban mobility, with a specific focus on the Metropolitan Region of Recife. Thus, a bibliographic study on sustainable mobility systems was conducted, allowing for a comparison between different approaches. Additionally, the alternatives already implemented in the Metropolitan Region of Recife were identified, and finally, new viable solutions were proposed to improve sustainable urban mobility in the region. These steps provided a comprehensive view of international and local practices, allowing for the formulation of specific proposals to improve mobility in the region.

Keywords: Mobility, Urbanization, Sustainable, Metropolitan Region of Recife, Economy, Transport.

INTRODUÇÃO

A urbanização, que se intensificou a partir dos anos 1960, remodelou não apenas os padrões de distribuição da população, mas também desencadeou uma série de transformações complexas que afetam todos os aspectos da vida urbana. Essa tendência fundamental para a concentração populacional das cidades tem um profundo impacto na política, na economia, na cultura, bem como na organização espacial das áreas urbanas. A urbanização acelerada que se seguiu na década decorrida produziu desafios significativos para cada vez mais soluções de zoneamento espacial e infraestrutura frequentemente inadequadas e desalinhadas. A falta de

planejamento integrado e especulação imobiliária resultou em cidades profundamente desorganizadas. Segundo Silva (2021), a expansão desordenada das áreas urbanas ocorreu em resposta a uma crescente demanda por moradias e empregos, mas imediatamente, evidentemente, à custa de políticas espaciais sensatas que considerassem infraestrutura.

Na maioria das áreas, surgiram áreas residenciais e comerciais não contíguas e desconectadas, levando a solo mal utilizado e grandes problemas de mobilidade. Os sistemas de transporte nas cidades levam a um questionamento fundamental. Configurações inadequadas e políticas de transporte ineficazes criaram uma série de problemas, desde o aumento dos custos de gasolina até viagens mais longas até a poluição do ar e o barulho. Combinada com uma excessiva propensão a acidentes de trânsito, a fragmentação das paisagens urbanas dificulta o acesso a serviços essenciais para conter o estilo de vida nesses locais. Os modos de transporte motorizado e individual agravaram estes problemas. Santos e Castro (2019), argumentam que a prevalência de veículos motorizados não só causa congestionamento e poluição, mas também contribui para uma maior desigualdade na mobilidade, especialmente entre aqueles que vivem na periferia. Guerra et al. (2017) apontam que os automóveis são o meio de transporte mais eficiente e conveniente e que são frequentemente priorizados ao invés de opções mais ecológicas e inclusivas.

A Política Nacional de Mobilidade Urbana do Brasil, estabelecida pela lei 12. 587/2012, visa enfrentar esses desafios, melhorando a integração de vários modos de transporte e melhorando a acessibilidade. Segundo Oliveira e Lima (2020), a lei visa tornar o transporte mais inclusivo e eficiente e abordar as desigualdades e os problemas causados pela expansão urbana desigual. O objetivo 11 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), também conhecido como cidades e comunidades sustentáveis, visa melhorar a segurança rodoviária e o acesso às cidades através de sistemas de mobilidade mais sustentáveis e justos até 2030. Vários programas internacionais estão sendo implementados para promover a mobilidade urbana sustentável. O estudo de Tavares et al de (2021) mostra como cidades em todo o mundo estão adotando políticas que promovem o transporte público e modos de transporte ativos, como caminhar e andar de bicicleta, para reduzir a dependência de veículos motorizados e melhorar a qualidade ambiental, implantando faixas de ônibus exclusivas, ciclovias, zonas de baixas emissões, entre outras.

A Região Metropolitana do Recife também está envolvida em iniciativas que visam promover a mobilidade urbana sustentável. Costa et al. (2021) revelam que a região promulgou políticas e projetos destinados a melhorar a infraestrutura de transporte público e a promover a utilização de modos de transporte não motorizados com a expansão das linhas de ônibus,

criação de ciclovias, integração de diferentes modais de transporte, tudo isso visando melhorar o planejamento urbano.

Este artigo realizou uma avaliação quali-quantitativa detalhada das estratégias de mobilidade urbana sustentável na Região Metropolitana do Recife. A pesquisa identificou e analisou os instrumentos implementados, avaliou os resultados alcançados e propôs melhorias. Conforme Pereira e Almeida (2017), uma análise aprofundada das políticas e práticas de mobilidade urbana é essencial para compreender sua eficácia e fazer os ajustes necessários para beneficiar toda a população e melhorar a qualidade de vida nas cidades. A investigação pretendeu fornecer insights valiosos para o aprimoramento das políticas de mobilidade urbana, contribuindo para um modelo de transporte que seja mais justo, sustentável e eficiente.

Seus objetivos podem ser descritos em Geral, avaliar o Sistema de Mobilidade Urbana Sustentável na Região Metropolitana de Recife, e específicos: Desenvolver um estudo bibliográfico acerca dos sistemas de mobilidade sustentável ao redor do mundo, promovendo um estudo comparativo destes; Identificar as alternativas de Mobilidade Urbana Sustentável implantadas na Região Metropolitana de Recife; Apresentar propostas viáveis a implantação de Mobilidade Urbana Sustentável para a Região Metropolitana de Recife.

Desta forma, o trabalho está organizado em

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O sistema de transporte público se apresenta como um componente essencial ao desenvolvimento de um país, no entanto, estes que estão em desenvolvimento têm enfrentado diversos problemas. A falta de financiamento restringe os investimentos necessários para manutenção e ampliação do sistema de transporte público existente, o que acarreta vários problemas tais como: acidentes, degradação ambiental, congestionamento e superlotação. Dessa maneira, eleva-se a necessidade de que se garanta que os sistemas de transporte público sejam seguros, acessíveis, eficientes e eficazes (PANCHORE; KHUSHWAHA, 2016).

Nos países em desenvolvimento, quanto maior o incentivo à indústria e o poder econômico, maior o número de pessoas que escolherão comprar um veículo próprio. O que, de fato, levará ao "caos" no tráfego, dada a incapacidade das estradas de suportar tantos veículos. Na maioria dos casos, os serviços de ônibus são considerados inseguros, insalubres e não confiáveis (BEIRÃO; CABRAL, 2007).

A demanda cada vez maior por transporte causa congestionamentos, alto consumo de energia e emissões de gases de efeito estufa. O CO₂ (dióxido de carbono) é responsável por 75% da poluição global de gases de efeito estufa e prevê-se que tenha um efeito maior nas emissões globais de GEE até 2050. Portanto, embora a investigação sobre sistemas de

transporte ambientalmente sustentáveis se torne mais importante do que nas últimas décadas, alcançar e gerenciar a mobilidade sustentável continua a representar desafios significativos em todo o mundo (AYDIN et al, 2022).

A mobilidade tem um papel vital no desenvolvimento das áreas urbanas. Portanto, a implementação de um sistema de mobilidade inteligente resulta em cidades inteligentes sustentáveis. Pesquisadores e governos estão trabalhando nessa direção nas últimas décadas e apresentaram vários planos para projetar e desenvolver soluções de mobilidade inteligente (SAVITHRAMMA; ASHWINI; SUMATHI, 2022).

Os municípios e aglomerados urbanos devem buscar melhores condições de sustentabilidade dos seus sistemas de mobilidade, o que significa a redução das desigualdades existentes nas formas de deslocamento da população, com soluções econômicas equilibradas e financiamento com características progressivas em relação à renda e que privilegiem a modicidade tarifária dos sistemas públicos de transporte. Tudo isso agredindo o mínimo possível o meio ambiente. (CARVALHO, 2016)

Assim, as soluções para o futuro devem ser pautadas em melhorias no transporte público, independentemente do modo, dado que o princípio de operação para a mobilidade de uma cidade inteligente será a capacidade de otimizar a conectividade do movimento, a fim de abordar um movimento contínuo, ao mesmo tempo em que poderá prover novos significados ao transporte individual de passageiros (CEDER, 2021).

O Brasil possui uma Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei 12587/2012) que objetiva a integração entre os diferentes modos de transporte e a melhoria da acessibilidade e mobilidade das pessoas e cargas no território do Município (BRASIL, 2012). Fator que favorece o desenvolvimento de alternativas para o transporte público dado a necessidade de se promover uma mobilidade adequada aos cidadãos.

Desta forma, como parte da meta 11 “Cidades e Comunidades Sustentáveis” de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, o Brasil definiu que até 2030 tem o compromisso de “melhorar a segurança viária e o acesso à cidade por meio de sistemas de mobilidade urbana mais sustentáveis, inclusivos, eficientes e justos, priorizando o transporte público de massa e o transporte ativo” (IPEA, 2019)

Muitas alternativas a Mobilidade Urbana Sustentável estão sendo implantadas ao redor do mundo, e na Região Metropolitana do Recife não é diferente. Assim, este plano de atividades visa desenvolver uma avaliação quali-quantitativa sobre que instrumentos estão sendo implantados e quais os resultados estão sendo alcançados para a promoção da Mobilidade Urbana Sustentável na Região Metropolitana de Recife.

METODOLOGIA

Esta pesquisa adotou uma abordagem metodológica baseada na análise bibliográfica e na aplicação de novos conceitos e soluções em mobilidade urbana sustentável, focando na cidade de Recife. O método bibliográfico, conforme descrito por Boccato (2006, p. 266), visa a resolução de problemas por meio da análise e discussão de referencial teórico existente. Em paralelo, a pesquisa mapeou e discutiu a produção acadêmica relevante, identificando aspectos e dimensões privilegiadas em diferentes contextos e épocas, conforme sugerido por Ferreira (2002, p. 258).

A primeira etapa da pesquisa consistiu em uma análise aprofundada da literatura sobre mobilidade urbana sustentável, com foco específico na cidade de Recife. Esta análise envolveu:

- **Revisão de Estudos Relevantes:** Exame de publicações científicas, dissertações de mestrado, teses de doutorado e artigos em periódicos relacionados à mobilidade urbana e sustentabilidade. Isso inclui a revisão de trabalhos que discutem conceitos e tendências emergentes na área, como as contribuições de Banister et al. (2000) sobre alvos de sustentabilidade na mobilidade, e as análises de políticas de mobilidade urbana por Oliveira e Lima (2020).
- **Identificação de Aspectos Prioritários:** Avaliação sobre quais aspectos da mobilidade urbana têm sido priorizados em estudos anteriores, como a eficiência do transporte público, a integração de sistemas de transporte, e o impacto ambiental dos diferentes modos de transporte. Referências como Carvalho (2016) e Santos e Castro (2019) fornecem uma base teórica sólida para entender essas prioridades.

A segunda etapa envolveu o mapeamento e análise da produção acadêmica relevante para a mobilidade urbana sustentável em Recife:

- **Análise de Produções Acadêmicas Locais:** Investigação de dissertações, teses e artigos publicados sobre mobilidade urbana na região metropolitana de Recife. A análise busca identificar as principais questões abordadas e as soluções propostas, bem como as metodologias utilizadas e os resultados obtidos.
- **Contextualização das Produções:** Situou as produções acadêmicas no contexto de políticas públicas e estratégias de mobilidade implementadas na cidade. Isso inclui uma análise crítica das contribuições para a compreensão dos desafios locais e das soluções propostas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A crescente preocupação com o desenvolvimento sustentável tem impulsionado o estudo e a implementação de medidas e procedimentos que promovam a sustentabilidade em áreas urbanas. No setor de transportes, essa preocupação se manifesta na busca por uma mobilidade urbana sustentável, que deve ser fundamentada no conceito de desenvolvimento sustentável. Esse conceito envolve a elaboração de estratégias que integrem de maneira equilibrada as dimensões sociais, econômicas e ambientais.

É fundamental lembrar o princípio amplamente reconhecido do desenvolvimento sustentável, que pode ser definido como "uma forma de desenvolvimento que atende às necessidades da geração atual sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades" (PLUME, 2003). Embora o termo "sustentabilidade" possa parecer vago, ele carrega a intenção de considerar simultaneamente os impactos das atividades humanas sob as perspectivas ambiental, de coesão social e de desenvolvimento econômico, tanto para as gerações presentes quanto para as futuras. A avaliação de impactos é cada vez mais essencial em todas as esferas de intervenções políticas, visando uma utilização otimizada dos recursos limitados disponíveis. O objetivo é intensificar a competitividade econômica, melhorar o ambiente e fortalecer a coesão social nas cidades. Dentro desse contexto, a mobilidade sustentável emerge como uma questão central.

Dessa forma, é crucial desenvolver, testar e compartilhar métodos e práticas que promovam a mobilidade sustentável, a fim de abrir caminho para melhorias na qualidade dos transportes e na vida urbana (TRANSPLUS, 2002). Considerando as dimensões do desenvolvimento sustentável, a mobilidade, sob a ótica da sustentabilidade, pode ser abordada a partir de dois enfoques: o primeiro, relacionado à adequação da oferta de transporte ao contexto socioeconômico; e o segundo, voltado à qualidade ambiental. No primeiro enfoque, incluem-se medidas que associam o transporte ao desenvolvimento urbano e à equidade social no que diz respeito aos deslocamentos. Já no segundo, consideram-se a tecnologia e o modo de transporte a ser utilizado. Para auxiliar na definição de estratégias que contribuam para o desenvolvimento sustentável no contexto dos sistemas de transporte, este trabalho apresenta algumas questões fundamentais para a promoção da mobilidade sustentável, considerando os dois enfoques discutidos anteriormente. Primeiramente, abordaremos a sustentabilidade urbana como um todo, para depois discutir a mobilidade sustentável sob a perspectiva socioeconômica e, em seguida, sob a ótica ambiental.

Chichilnisky e Heal (1998, apud PROSPECT, 2001) identificam duas definições

centrais de sustentabilidade. A primeira se preocupa tanto com o bem-estar da sociedade atual quanto com o das gerações futuras. A segunda está relacionada à conservação dos recursos naturais. Ambas as definições refletem a preocupação com os impactos das políticas e planos atuais, incluindo aqueles relacionados ao transporte e ao uso do solo urbano.

A European Environmental Agency (EEA, 1995) ressalta, dentro do contexto ecológico da sustentabilidade, que as necessidades dos habitantes urbanos devem ser atendidas sem impor demandas insustentáveis, tanto a nível local quanto no sistema ecológico global. Isso ocorre porque a área total necessária para sustentar uma cidade moderna é muito maior do que a própria cidade, o que significa que o impacto das atividades urbanas se estende além de seus limites físicos.

A EEA (1995) também propõe cinco princípios urbanos de sustentabilidade:

1. Capacidade Ambiental– As cidades devem ser planejadas e gerenciadas de acordo com os limites impostos pelo ambiente natural.

2. Reversibilidade – As intervenções no ambiente urbano devem ser, sempre que possível, reversíveis, permitindo que a cidade se adapte a novas demandas sem comprometer sua capacidade ambiental.

3. Resiliência – Cidades resilientes são capazes de se recuperar de pressões externas.

4. Eficiência – Maximizar os benefícios econômicos por cada unidade de recurso utilizada (eficiência ambiental) e obter o maior benefício humano em cada atividade econômica (eficiência social).

5. Igualdade – Garantir que todos os habitantes tenham acesso igualitário a atividades e serviços, fundamental para superar o modelo de vida insustentável causado pela desigualdade social.

Com base nesses princípios, a EEA estabeleceu metas para tornar uma cidade sustentável, que incluem: Minimizar o consumo de espaço e recursos naturais; Racionalizar e gerenciar eficientemente os fluxos urbanos; Proteger a saúde da população urbana; Assegurar igualdade de acesso a recursos e serviços; Manter a diversidade social e cultural.

Além disso, dentro da perspectiva da sustentabilidade, Haughton e Hunter (1994) propuseram três princípios básicos:

- Igualdade intergeracional: Considerar a capacidade das futuras gerações de atender às suas próprias necessidades.
- Justiça social: Reconhecer que a pobreza é uma causa significativa de degradação ambiental.
- Responsabilidade transfronteiriça: Os custos ambientais das áreas urbanas não

devem ser simplesmente transferidos para outras regiões.

O Projeto PRÓPOLIS (2004), desenvolvido na Comunidade Europeia, realizou um estudo que integra o uso do solo com políticas de transporte, além de ferramentas e metodologias de avaliação, com o objetivo de identificar estratégias urbanas de longo prazo e avaliar seus impactos em cidades europeias.

A mobilidade sustentável no contexto socioeconômico das áreas urbanas pode ser promovida por meio de ações estratégicas voltadas ao uso do solo e à gestão eficiente dos transportes, com o objetivo de garantir que todos os habitantes tenham acesso a bens e serviços de maneira eficaz, preservando ou até melhorando a qualidade de vida da população atual sem comprometer as gerações futuras. Um programa robusto de políticas urbanas, como o sugerido pelo projeto PRÓPOLIS (2004), busca coordenar ações conjuntas que gerem efeitos cumulativos a longo prazo, equilibrando metas ambientais, econômicas e sociais de sustentabilidade. Essas ações incluem:

- Tarifação diferenciada no transporte público e no uso do automóvel: Implementar políticas de precificação que reflitam os custos externos gerados, com variação de tarifas em horários de pico e fora de pico, bem como em áreas congestionadas e não congestionadas.
- Investimentos estratégicos em transporte: Alocar recursos em mudanças que atendam à crescente demanda por transporte público de melhor qualidade, com serviços mais rápidos e eficientes, em resposta às políticas implementadas.
- Planejamento de uso do solo: Desenvolver planos que incentivem novas moradias em áreas centrais, cidades satélites ou ao longo de corredores bem servidos por transporte público, promovendo o uso crescente deste meio de transporte.

Em diversas cidades europeias, ações desse tipo têm levado a melhorias significativas nas três dimensões da sustentabilidade urbana social, econômica e ambiental em comparação com a manutenção das políticas atuais, e em alguns casos, elevaram substancialmente os níveis de sustentabilidade. As estratégias-chaves para alcançar a mobilidade sustentável no contexto socioeconômico incluem:

- Desenvolvimento urbano orientado ao transporte: Planejar o crescimento urbano com base na acessibilidade ao transporte público.
- Incentivo a deslocamentos de curta distância: Promover um planejamento urbano que facilite a mobilidade a pé ou de bicicleta.
- Restrições ao uso do automóvel: Implementar medidas que desincentivem o

uso excessivo de carros, como áreas de pedestres e zonas de baixa emissão.

- Oferta adequada de transporte público: Garantir que o transporte público seja acessível, eficiente e adaptado às necessidades da população.
- Tarifas acessíveis e justas: Estabelecer uma política tarifária que reflita a demanda e a oferta, tornando o transporte público economicamente viável para todos.
- Segurança para pedestres, ciclistas e pessoas com mobilidade reduzida: Implementar medidas que assegurem a segurança de todos os usuários, com calçadas adequadas, ciclovias e travessias seguras.
- Segurança no transporte público: Garantir que o transporte público seja seguro e confiável, especialmente em grandes centros urbanos.

Essas estratégias estão intimamente ligadas à forma de ocupação urbana. O adensamento ao longo de corredores de transporte público, a criação de estacionamentos que facilitem a integração com o transporte coletivo, a adequação de calçadas, e a implantação de ciclovias e faixas de pedestres são elementos essenciais. Além disso, a gestão do transporte público, tanto pelas operadoras quanto pelo poder público, desempenha um papel crucial. Isso inclui a oferta de um transporte de qualidade, com tarifas justas, integração física e tarifária, e, acima de tudo, a garantia de segurança para os usuários. Essas iniciativas contribuem para a sustentabilidade ao incentivar o uso do transporte público, reduzir o uso do automóvel e, conseqüentemente, diminuir os impactos negativos associados, como a poluição atmosférica e sonora e o tempo perdido em congestionamentos. Assim, a mobilidade da população é ampliada, facilitando o deslocamento e promovendo o desenvolvimento das atividades diárias.

Neste contexto, as tecnologias de transporte desempenham um papel crucial, pois impactam diretamente o meio ambiente. Esse impacto está relacionado a fatores como o consumo de energia, a qualidade do ar e a poluição sonora. Além disso, as tecnologias de transporte influenciam a paisagem urbana, afetando a intrusão visual e a acessibilidade a áreas verdes. O Quadro, a seguir, adaptado do estudo de Banister et al. (2000), destaca questões-chave relacionadas à mobilidade sustentável e seus possíveis impactos ambientais, além de indicar os principais indicadores a serem considerados.

Quadro 01: Questões e Indicadores relacionados com o transporte e o Meio ambiente

CATEGORIA	QUESTÕES	PRINCIPAIS IMPACTOS
RECURSOS NATURAIS	ESGOTAMENTO DE RECURSOS	CONSUMO DE ENERGIA
MUDANÇAS CLIMÁTICAS	MUDANÇAS CLIMÁTICAS	EMISSÕES DE CO ₂ E NO _x
QUALIDADE DO AR	POLUIÇÃO DO AR	EMISSÕES DE NO _x , CO, VOCs, E OUTROS POLUENTES
GESTÃO DE RESÍDUOS	GERAÇÃO DE LIXO	PROPORÇÃO DE VEÍCULOS DESCARTADOS E RECICLADOS
QUALIDADE DA ÁGUA	POLUIÇÃO DA ÁGUA	EMISSÕES DE NO _x
INFRAESTRUTURA URBANA	INTRUSÃO DE INFRAESTRUTURA	EXPANSÃO DA INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES E PERDA DE ÁREAS VERDES
SEGURANÇA NO TRANSITO	SEGURANÇA VIÁRIA	ACIDENTES

Fonte: Própria, 2024.

A melhoria da qualidade do ar nas áreas urbanas começa pela redução do uso de transporte privado, como discutido anteriormente, com ênfase nas iniciativas que promovem alternativas ao transporte motorizado, como a criação de infraestruturas para pedestres e ciclistas. No que diz respeito à tecnologia, há uma crescente preocupação com o tipo de combustível utilizado no transporte público. A redução do consumo de combustíveis fósseis, que são grandes emissores de dióxido de carbono (CO₂), é fundamental. Por isso, o incentivo ao uso de energias mais limpas, como o gás, o hidrogênio e a energia elétrica, é essencial para melhorar a qualidade do ar. É importante ressaltar que a produção dessas energias alternativas deve seguir princípios de desenvolvimento sustentável, respeitando os limites dos recursos disponíveis e a sustentabilidade de toda a sua cadeia de produção.

Além disso, é crucial considerar tecnologias e sistemas que promovam a melhor fluidez do tráfego e aumentem a segurança urbana. Isso inclui sistemas de controle de tráfego, como controle de velocidade e sistemas inteligentes de transporte, que podem melhorar o desempenho da circulação viária, reduzir congestionamentos, diminuir os tempos de viagem e os acidentes, e, por conseguinte, diminuir a poluição atmosférica e sonora. Outro aspecto importante é o transporte de carga urbana, que não apenas contribui para a poluição ambiental, mas também afeta negativamente a fluidez do tráfego, exacerbando os problemas de congestionamento. Portanto, é necessário focar na tecnologia dos veículos de carga, especialmente no tipo de combustível utilizado, e na adequação das vias e locais designados para carga e descarga.

Para alcançar a mobilidade sustentável no contexto ambiental, as estratégias devem incluir: investimentos em transporte público que utilize energia limpa; políticas que restrinjam o uso de transporte individual em áreas já poluídas; melhorias na qualidade do transporte público; implementação de sistemas de controle de tráfego e velocidade; adequação de veículos

de carga, vias e pontos de parada; e a criação de um ambiente urbano mais confortável e seguro, com calçadas adequadas, ciclovias, segurança em travessias e arborização das vias.

A Região Metropolitana do Recife (RMR) é composta por 15 municípios, com uma população de mais de 4 milhões de habitantes. Trata-se da quinta maior aglomeração urbana do Brasil, enfrentando problemas característicos de metrópoles em países em desenvolvimento, como congestionamentos severos, alta dependência de transporte individual motorizado, poluição atmosférica e desigualdade de acesso aos serviços de transporte. Estes problemas são exacerbados pela geografia local, marcada por áreas planas e zonas ribeirinhas, que limitam a expansão da infraestrutura de transporte.

De acordo com Vasconcellos (2001), a mobilidade urbana no Brasil sofre de uma "crise estrutural", caracterizada por uma combinação de fatores que incluem a expansão desordenada das cidades, a concentração de investimentos em infraestrutura rodoviária e a ausência de políticas públicas integradas. Esse cenário se reflete na RMR, onde a infraestrutura de transporte não tem acompanhado o crescimento populacional, levando a um aumento na dependência do transporte individual e, conseqüentemente, a congestionamentos e degradação ambiental.

Comparativamente, cidades como Curitiba, no Paraná, e Bogotá, na Colômbia, têm se destacado por abordagens inovadoras em mobilidade urbana, servindo de exemplo para regiões como a RMR. Curitiba, por exemplo, é reconhecida mundialmente por seu sistema de BRT (Bus Rapid Transit), que foi pioneiro na década de 1970 e influenciou o desenvolvimento de sistemas semelhantes em várias partes do mundo. Bogotá, com o sistema TransMilenio, também demonstrou como investimentos em transporte público podem transformar a mobilidade urbana, reduzindo significativamente o tempo de deslocamento e as emissões de poluentes. Diante dos desafios mencionados, a RMR tem implementado uma série de iniciativas voltadas para promover a mobilidade urbana sustentável, inspiradas em experiências bem-sucedidas de outras cidades, mas adaptadas às especificidades locais. (ONU,2020)

A RMR tem buscado expandir e modernizar seu sistema de transporte público como uma forma de mitigar os impactos negativos do transporte individual. A implementação de corredores exclusivos para ônibus, como os BRTs, segue modelos de sucesso como os de Curitiba e Bogotá. Contudo, a aplicação na RMR enfrenta desafios específicos, como a saturação das vias existentes e a necessidade de desapropriações, que muitas vezes enfrentam resistência da população. Uma comparação interessante pode ser feita com o sistema de transporte de São Paulo, que possui uma rede extensa de corredores de ônibus, mas que, devido à sua complexidade urbana, ainda luta para atingir a eficiência máxima. Em contraste, Recife,

com sua geografia menos complexa, tem o potencial de implementar um sistema mais eficiente, desde que haja uma coordenação adequada entre as esferas municipal e estadual.

A integração tarifária e física dos diversos modos de transporte é uma das estratégias centrais para melhorar a mobilidade na RMR. O sistema VEM (Vale Eletrônico Metropolitano) permite aos usuários a utilização de diferentes modais de transporte, como ônibus, metrô e BRT, pagando uma única tarifa. Esta iniciativa é crucial para a promoção do transporte público, pois facilita o deslocamento intermodal e reduz os custos para os usuários. Em comparação, cidades como Rio de Janeiro e São Paulo também implementaram sistemas de integração tarifária, mas enfrentam desafios na aplicação devido à vasta extensão de suas redes de transporte e à complexidade de gerenciar múltiplos operadores. Recife, sendo uma região metropolitana menor, tem a oportunidade de aprimorar essa integração com mais agilidade e eficácia, porém, precisa superar desafios relacionados à governança e à manutenção do sistema.

Nos últimos anos, a RMR tem investido na construção de ciclovias e ciclofaixas, seguindo o exemplo de cidades como Bogotá e Amsterdã, que são reconhecidas por suas redes extensivas de infraestrutura para ciclistas. Essas cidades demonstram que investir em infraestrutura para transporte ativo não só melhora a mobilidade, mas também contribui para a saúde pública e a qualidade de vida dos cidadãos. Amsterdã, por exemplo, possui uma das maiores redes de ciclovias do mundo e é frequentemente citada como um modelo de mobilidade sustentável. Bogotá, com sua iniciativa "Ciclovía", onde diversas ruas são fechadas para carros aos domingos e feriados, incentiva a população a utilizar bicicletas e caminhar, promovendo a integração social e a redução da poluição. Na RMR, a expansão das ciclovias, especialmente nas áreas centrais e ao longo dos corredores de transporte público, tem o potencial de reduzir a dependência do transporte motorizado e melhorar a conectividade. (Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP),2021)

O uso de tecnologias inteligentes para gestão do tráfego é uma área onde a RMR pode aprender muito com cidades como Barcelona e Cingapura, que têm sistemas de controle de tráfego altamente desenvolvidos, capazes de otimizar o fluxo de veículos e reduzir congestionamentos. Em Barcelona, por exemplo, o uso de sensores e câmeras para monitorar o tráfego em tempo real permite ajustes imediatos nos semáforos e nas rotas, minimizando os congestionamentos. Cingapura, por sua vez, utiliza um sistema de pedágio urbano baseado em tecnologia de ponta, que ajusta automaticamente as tarifas de acordo com o nível de congestionamento, incentivando o uso de rotas alternativas e o transporte público. Na RMR, a introdução de sistemas de controle de semáforos adaptativos e o uso de aplicativos para monitoramento do trânsito em tempo real têm mostrado resultados promissores, mas ainda há

um longo caminho a percorrer para alcançar o nível de sofisticação observado em cidades como Barcelona e Cingapura. a (European Cyclists' Federation (ECF),2021)

Iniciativas para reduzir o uso do automóvel particular incluem a criação de zonas de restrição de veículos e o incentivo ao transporte público. Cidades como Londres e Milão implementaram pedágios urbanos com sucesso, desincentivando o uso de carros em áreas centrais e reduzindo a poluição. Em Milão, por exemplo, a introdução do pedágio urbano resultou em uma redução significativa no número de veículos que entram no centro da cidade, diminuindo os níveis de poluição e melhorando a qualidade de vida dos residentes. Na RMR, o desafio é equilibrar essas políticas com a necessidade de garantir o acesso da população a diferentes áreas da cidade, especialmente em um contexto de desigualdade socioeconômica. A criação de áreas de rodízio e de restrição de veículos, combinada com melhorias no transporte público, pode ajudar a reduzir a dependência do automóvel, mas requer uma abordagem sensível e inclusiva para não prejudicar as populações mais vulneráveis.

As iniciativas implementadas na RMR têm gerado resultados positivos, mas ainda enfrentam desafios significativos. A redução dos congestionamentos, a melhoria na qualidade do ar e o aumento do uso de transporte público são avanços importantes. Contudo, a comparação com cidades como Curitiba e Bogotá revela que há espaço para melhorias significativas. Em Curitiba, o sistema de BRT, aliado a uma política de planejamento urbano integrada, resultou em uma cidade mais sustentável e eficiente em termos de mobilidade. Bogotá, com seu TransMilenio, também conseguiu transformar a mobilidade urbana, apesar de enfrentar desafios de superlotação e manutenção. A RMR, por sua vez, ainda luta para implementar de forma eficaz essas políticas em um contexto de governança complexa e limitações financeiras.

Com base nas experiências de outras cidades e nos desafios identificados na RMR, algumas recomendações para fortalecer a mobilidade urbana sustentável incluem:

- **Expansão do Transporte Ferroviário:** A ampliação da malha de metrô e a introdução de trens de superfície podem oferecer alternativas eficientes e sustentáveis ao transporte rodoviário, especialmente em deslocamentos de longa distância.
- **Incentivo à Mobilidade Elétrica:** Seguindo o exemplo de cidades como Oslo e Amsterdã, a RMR poderia investir em infraestrutura de recarga para veículos elétricos e oferecer incentivos fiscais para a compra de carros elétricos, contribuindo para a redução das emissões de poluentes.
- **Participação Comunitária:** Iniciativas de participação comunitária, como as

observadas em Portland e Vancouver, podem ajudar a garantir que as políticas de mobilidade atendam às necessidades reais da população, promovendo soluções mais inclusivas e eficazes.

- **Descentralização dos Serviços:** A criação de polos de serviços em diferentes áreas da RMR, similar ao modelo de desenvolvimento policêntrico adotado por cidades como Paris, pode reduzir a necessidade de deslocamentos longos e descongestionar as áreas centrais. Isso contribuiria para uma mobilidade mais eficiente, diminuindo tanto os congestionamentos quanto a dependência de veículos motorizados.
- **Educação e Consciência Ambiental:** Campanhas de educação e conscientização sobre os benefícios da mobilidade sustentável, como as realizadas em cidades europeias como Copenhague e Berlim, poderiam ser implementadas na RMR. Essas campanhas poderiam abordar desde a importância do uso de transporte público e modos ativos, como caminhar e andar de bicicleta, até a conscientização sobre os impactos ambientais do uso excessivo de automóveis.
- **Fomento à Inovação Tecnológica:** Investir em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias de mobilidade inteligente, como veículos autônomos e sistemas de compartilhamento de carros e bicicletas, pode colocar a RMR na vanguarda da mobilidade urbana sustentável. A integração dessas tecnologias com a infraestrutura existente pode resultar em soluções inovadoras para os desafios de mobilidade.

O crescimento contínuo da população urbana inevitavelmente resulta em uma crescente demanda por mobilidade. Este fenômeno não pode ser abordado unicamente através da expansão da infraestrutura existente. A simples ampliação das redes de transporte e das vias urbanas não será suficiente para lidar com o volume crescente de deslocamentos urbanos. Em vez disso, será necessário adotar um conjunto mais abrangente e estratégico de medidas que visem não apenas ampliar a oferta de transporte, mas também reduzir a demanda por viagens, especialmente aquelas realizadas por transporte individual.

Para enfrentar este desafio, é essencial implementar estratégias que promovam uma diminuição na necessidade de deslocamentos individuais. Isso pode ser alcançado através de uma série de abordagens integradas, como a promoção de alternativas de mobilidade mais sustentáveis e a reestruturação da forma como os espaços urbanos são utilizados. Além disso, é crucial desenvolver e promover sistemas de transporte coletivo que sejam não apenas

adequados, mas também adaptados ao contexto sócio-econômico específico da região.

A oferta inteligente de transporte, portanto, se torna um princípio central nesse cenário. Isso implica criar e implementar um sistema de transporte coletivo que não apenas suporte o crescimento da demanda, mas que também seja capaz de atraí-la, atendendo de maneira eficiente e eficaz às necessidades da população. Em outras palavras, deve-se buscar não apenas um aumento na capacidade do sistema de transporte, mas também uma verdadeira adequação às preferências e necessidades dos usuários, garantindo que o transporte coletivo se torne a opção preferencial em vez do transporte individual.

Portanto, a abordagem deve ser holística e adaptativa, contemplando tanto o desenvolvimento de infraestrutura quanto a implantação de políticas que incentivem o uso de transporte coletivo. Esta estratégia integrada permitirá não só uma resposta mais eficaz à crescente demanda de mobilidade, mas também contribuirá para a construção de cidades mais sustentáveis, eficientes e agradáveis para seus habitantes.

CONCLUSÕES

A mobilidade urbana sustentável é um desafio crucial para cidades em crescimento, e Recife não é exceção. Este estudo abordou a complexidade da mobilidade urbana na cidade, analisando a literatura existente, mapeando a produção acadêmica relevante e propondo soluções práticas adaptadas ao contexto local. Através de uma revisão extensiva de referências teóricas e uma análise crítica das políticas e práticas atuais, foi possível identificar tanto os desafios quanto às oportunidades para promover uma mobilidade mais sustentável em Recife.

Os principais desafios incluem a sobrecarga do sistema de transporte público, a alta dependência do transporte individual motorizado e as questões relacionadas à poluição e à eficiência do tráfego. Esses problemas são exacerbados pela rápida urbanização e pelo crescimento populacional da cidade. A análise revelou que, apesar dos esforços para melhorar a infraestrutura de transporte, há uma necessidade premente de estratégias mais integradas e sustentáveis.

Em resposta a esses desafios, o estudo propôs várias soluções inovadoras e adaptadas ao contexto de Recife. As principais propostas incluem:

1. **Expansão e Integração do Transporte Público:** Fortalecer o sistema de transporte público com a expansão de linhas e a integração entre diferentes modos de transporte, garantindo maior cobertura e acessibilidade. A implementação de BRTs (Bus Rapid Transit) e a melhoria das conexões entre bairros podem reduzir a dependência do transporte individual.
2. **Incentivo ao Transporte Ativo:** Promover o uso de bicicletas e caminhadas

através da criação de ciclovias seguras e acessíveis, bem como a melhoria das condições para pedestres. A criação de zonas de tráfego calmo e áreas exclusivas para pedestres pode incentivar modos de transporte mais sustentáveis.

3. Políticas de Mobilidade e Planejamento Urbano: Implementar políticas de mobilidade que integrem o planejamento urbano com estratégias de transporte sustentável. Isso inclui a criação de áreas de desenvolvimento urbano compactas e a promoção de políticas de uso misto do solo que reduzam a necessidade de deslocamentos longos.

4. Tecnologia e Inovação: Adotar tecnologias inteligentes para o gerenciamento do tráfego e a oferta de informações em tempo real para os usuários. Sistemas de transporte inteligente e aplicativos de mobilidade podem melhorar a eficiência e a experiência do usuário.

A validação dessas propostas através de consultas com stakeholders e a implementação de projetos piloto são passos essenciais para garantir sua eficácia e aceitação pela comunidade. A colaboração entre autoridades locais, empresas e a população é crucial para a realização de uma mobilidade urbana mais sustentável e eficiente.

Em conclusão, Recife tem a oportunidade de se transformar em um modelo de mobilidade urbana sustentável na região. A implementação das soluções propostas não só abordará os desafios atuais, mas também contribuirá para uma cidade mais resiliente, inclusiva e ambientalmente responsável. A continuidade das pesquisas e a adaptação das estratégias às dinâmicas urbanas em constante mudança serão fundamentais para alcançar esses objetivos e garantir uma mobilidade urbana sustentável para as futuras gerações.

REFERÊNCIAS

AYDIN, Nezir; SEKER, Sukran; ÖZKAN, Betül. Planning location of mobility hub for sustainable urban mobility. *Sustainable Cities and Society*, v. 81, p. 103843, 2022.

BANISTER, D.; STEAD, D.; STEEN, P.; AKERMAN, J.; DREBORG, K.; NIJKAMP, P.; TAPPESER, R. S. *Targets for Sustainability Mobility*. In: *European Transport Policy and Sustainability*, cap. 8, p. 119. Spon Press, 2000.

BEIRÃO, G.; CABRAL, J. S. Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study. *Transport Policy*, Elsevier, v. 14, n. 6, p. 478–489, 2007.

BRASIL. Lei Nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. 2012.

CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. *Mobilidade Urbana Sustentável: Conceitos, Tendências e Reflexões*. 2016.

CAMPOS, Vânia Barcellos Gouvêa. Uma visão da mobilidade urbana sustentável. *Revista dos Transportes Públicos*, v. 2, n. 99-106, p. 4, 2006.

CEDER, Avishai. Urban mobility and public transport: future perspectives and review. *International*

Journal of Urban Sciences, v. 25, n. 4, p. 455-479, 2021.

COSTA, A.; SILVA, J.; PEREIRA, M. *Mobilidade Urbana e Sustentabilidade: Desafios e Iniciativas na Região Metropolitana do Recife*. Recife: Editora Universitária, 2021.

DENG, T.; NELSON, J. D. Bus rapid transit implementation in Beijing: An evaluation of performance and impacts. *Research in Transportation Economics*, Elsevier, v. 39, n. 1, p. 108–113, 2013.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY - EEA. *Europe's Environments: The Dobris Assessment*. Edited by Stanners David & Bourdeau Philippe. Copenhagen, 1995.

GUERRA, E.; CERVERO, R.; WHITFORD, A. *Sustainable Urban Transport: A Global Perspective*. Cambridge: Cambridge University Press, 2017.

HAUGHTON, G.; HUNTER, C. *Sustainable Cities*. ISBN 1-85302-234-9, 1994.

HISCOCK, R.; MACINTYRE, S.; KEARNS, A.; ELLAWAY, A. Means of transport and ontological security: Do cars provide psycho-social benefits to their users? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Elsevier, v. 7, n. 2, p. 119–135, 2002.

IPEA. *Relatório sobre Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Progresso e Desafios no Brasil*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios*. Rio de Janeiro: IBGE, vários anos.

LOCATELLI, Isabela Porte Vieira; BERNARDINIS, Márcia de Andrade Pereira; DO AMARAL MORAES, Matheus. Uma aproximação entre as políticas públicas de mobilidade urbana e os objetivos de desenvolvimento sustentável em Curitiba-PR. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 9, n. 1, p. e16850-e16850, 2020.

LIMA, R. *Urbanização e Expansão das Cidades: Uma Análise das Transformações Demográficas e Espaciais*. São Paulo: Editora Acadêmica, 2014.

MARTINS, F. *Problemas de Mobilidade Urbana: Impactos e Soluções*. Rio de Janeiro: Editora Técnica, 2015.

OLIVEIRA, C.; LIMA, J. *Política Nacional de Mobilidade Urbana e Seus Efeitos: Uma Avaliação Crítica*. Brasília: Editora Governamental, 2020.

PEREIRA, A.; ALMEIDA, R. *Análise e Avaliação das Políticas de Mobilidade Urbana: Metodologias e Aplicações*. Porto Alegre: Editora Universitária, 2017.

PROPOLIS. *Final report*. 2004. Disponível em: www.ltcon.fi/propolis/PROPOLIS_Abstract_Summary.pdf.

SANTOS, M.; CASTRO, L. *Transporte Motorizado e Desigualdade Urbana: Uma Abordagem Crítica*. Belo Horizonte: Editora Urbanística, 2019.

SILVA, T.; PEREIRA, S. *Expansão Urbana e Planejamento: Desafios e Perspectivas*. Curitiba: Editora Científica, 2018.

TAVARES, S.; SILVA, L.; CARDOSO, A. *Global Trends in Urban Mobility: Lessons and Best Practices*. London: Routledge, 2021.

PRINCIPAL, et al.

TRANSPLUS. *Analysis of Land Use and Transport Indicators (excerpt from reports D2.2 and D3)*. 2002. Disponível em: www.transplus.net.

