

Aplicação do modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta para análise da mobilidade urbana em João Pessoa

Application of the Pressure-State-Impact-Response model for urban mobility analysis in João Pessoa

Maria Lucineide Gomes da Silva ¹

Gesinaldo Ataíde Cândido ²

Eduardo Rodrigues Viana de Lima ³

¹ Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil
E-mail: lucineidegmd@gmail.com

² Doutor em Engenharia de Produção, Professor Visitante, Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil
E-mail: gacandido01@gmail.com

³ Doutor em Geografia, Professor Titular, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil
E-mail: eduvianalima@gmail.com

Received: 07/10/2024
Accepted: 07/04/2025

ARTICLE- VARIA

RESUMO

Um dos principais problemas relacionados à gestão urbana é a mobilidade, dada a dinâmica e a intensidade do crescimento das cidades. A ineficiência da mobilidade urbana, presente na maioria dos centros urbanos, influencia diretamente a qualidade de vida da população, ao passo que os impactos negativos gerados abrangem aspectos socioeconômicos e ambientais. Nesse contexto, este trabalho investiga a viabilidade de utilização dos indicadores da cesta básica do modelo GEO Cidades na análise da mobilidade urbana como ferramenta de auxílio para a tomada de decisão na gestão municipal. Como forma de alcançar esse objetivo, foi aplicado o modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta (Peir), no município de João Pessoa, capital da Paraíba, e realizada uma pesquisa exploratória e descritiva. Como resultado, foram selecionados 13 indicadores diretamente relacionados à temática e ao fenômeno da mobilidade no escopo territorial da pesquisa. A metodologia utilizada, assim como os indicadores selecionados, pode ser adaptada e aplicada em outras cidades.

Palavras-chave: Desenvolvimento sustentável. Indicadores. Sustentabilidade urbana. Gestão urbana.

ABSTRACT

Urban mobility poses a significant challenge for urban management, particularly in light of the rapid growth dynamics of cities. Inefficient mobility systems in urban centres adversely affect quality of life while generating significant socioeconomic and environmental consequences. This study evaluates the applicability of the GEO Cities model indicators for urban mobility analysis as a municipal decision-

making tool. Employing the Pressure-State-Impact-Response (PSIR) framework, we conducted exploratory-descriptive research in João Pessoa, Paraíba's capital. Our analysis identified 13 thematic indicators relevant to mobility phenomena within the study area. The developed methodology and indicator selection demonstrate transferability to other urban contexts.

Keywords: Sustainable development. Indicators. Urban sustainability. Urban management.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, em resposta à alta taxa de urbanização no Brasil, a problemática da mobilidade urbana se configura como um desafio multifacetado na gestão urbana. Nesse sentido, são muitas variáveis a serem enfrentadas: falta de infraestrutura adequada, marcada por pavimentações precárias, sinalização deficiente e escassez de ciclovias e de ciclofaixas comprometem a segurança e o fluxo de transportes. Congestionamentos recorrentes, provocados pelo aumento de veículos particulares, visto que o transporte público é ineficiente, composto por frotas sucateadas, e ausência de um sistema de integração eficiente entre diferentes modos contribuem para o aumento nos níveis de poluição e para o aprofundamento das desigualdades sociais (Andrade et al., 2023; Marino, 2024).

Diante dessa realidade, Carvalho (2016) discutiu a necessidade de aplicar parâmetros de sustentabilidade no planejamento dos sistemas de mobilidade urbana, pensando-a de maneira sustentável. Beté et al. (2020) reforçam que o aumento nos deslocamentos dentro das cidades requer uma infraestrutura e transportes que possam atender a população de maneira eficiente e sustentável. Ademais, no contexto da mobilidade urbana sustentável, a base de sustentação de políticas públicas de transporte eficiente são os transportes ativos, como caminhadas e bicicletas em conjunto com o transporte público (NTU, 2019).

Dada a complexidade que envolve a temática da mobilidade urbana, sua avaliação torna-se um parâmetro para ações de melhorias. Entre as várias ferramentas voltadas a esse fim, destaca-se a metodologia GEO Cidade, que se fundamenta na aplicação do Modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta (Peir), utilizado pelo Programa das Nações Unidas e Meio Ambiente – Pnuma (Pnuma, 2004). Desenvolvido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), em 1993, o modelo é considerado um marco ordenador na apresentação de indicadores ambientais, baseado no princípio de causalidade, na relação de causa e de efeito entre os indicadores presentes nas categorias, inicialmente Pressão, Estado e Resposta (Cometti et al., 2019). A categoria Impacto foi inserida após uma modificação no modelo pelo Pnuma. Definindo as categorias-chave do modelo Peir, tem-se: Pressão – representa as pressões que as atividades antrópicas exercem sobre os sistemas ambientais; Estado – expressa as condições ambientais relacionadas à qualidade e à quantidade dos recursos naturais presentes, buscando apresentar uma visão geral do estado do meio ambiente e de sua evolução no tempo; Impacto – refere-se ao efeito do estado ou condição do meio ambiente sobre a saúde e a qualidade de vida humana, a economia urbana, os ecossistemas, etc.; e Resposta – analisa as respostas da sociedade às mudanças ambientais, remetendo às ações e às reações de modo individual e coletivo para diminuir ou anular as pressões ambientais (Neri; Dupin; Sánchez, 2016).

O Peir apresenta uma estrutura que proporciona a compreensão integrada e a sistematização dos problemas ambientais através da identificação de indicadores e de sua relação com os diferentes recursos envolvidos (Sousa; Maracajá; Cândido, 2021). Assim, embora ele não envolva todas as dimensões da sustentabilidade, configura-se em um modelo capaz de compreender a complexidade da problemática da mobilidade urbana, a qual tem se intensificado nos espaços urbanos de um modo geral, mas de forma mais acentuada nas cidades de maior porte.

Em João Pessoa-PB, o crescimento populacional acelerado, desde os anos 2000, impulsionou o uso dos transportes individuais, associado à falta de planejamento e de infraestrutura adequada nas vias, assim

como a insuficiência de frotas de transporte público e o excesso de congestionamentos transformam o ir e vir pela cidade em um obstáculo diário para seus habitantes (Santos et al., 2018).

As controvérsias do trânsito de João Pessoa-PB vêm sendo pauta das notícias locais com frequência. A exemplo disso, em 2018, a pesquisa “Origem Destino” mostrou que por dia útil são realizadas cerca de 1,23 milhão de viagens na capital, correspondendo a 73% do total de viagens realizadas em toda a microrregião municipal (Semob-JP, 2020), fenômeno que influencia diretamente os aspectos de desmobilidade (Almeida et al., 2021; Santos, 2018).

Nesse ínterim, considerando a realidade exposta da área de estudo e o papel que a mobilidade urbana desempenha na qualidade de vida e na construção de meios urbanos mais sustentáveis, este trabalho objetiva realizar uma avaliação da mobilidade urbana em João Pessoa, por meio da aplicação do Modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta (Peir).

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende o município de João Pessoa, capital do estado da Paraíba, localizado nas coordenadas 34°47’36” sul e 34°58’36” oeste. Sua população é de 833.932 habitantes, e sua área corresponde a 211,286 km², considerada a terceira mais antiga cidade construída do Brasil.

Em termos de divisão administrativa, João Pessoa constitui-se de 64 bairros distribuídos no seu território. Em relação à economia, a capital conta com um Produto Interno Bruto (PIB) correspondente a R\$ 22,2 bilhões, sendo o maior PIB do estado da Paraíba. Entre os setores e as atividades econômicas, destacam-se os de serviços (principalmente no ramo de alimentos, de bebidas, de construção civil, de transportes e têxteis), comércio e turismo (IBGE, 2022).

No que se refere ao processo de urbanização, este teve maior intensidade no século XX. Nesse período, a cidade expandiu-se significativamente em direção às áreas litorâneas, com destaque para a construção de parques, a revitalização e a modernização das vias de acesso, e a construção de importantes avenidas. A urbanização nessa região foi expressiva e com bastante investimentos que não restaram áreas não construídas, o que impulsionou, nos últimos anos, um movimento de expansão em direção sul-sudeste (Lima, 2023) (Figura 1).

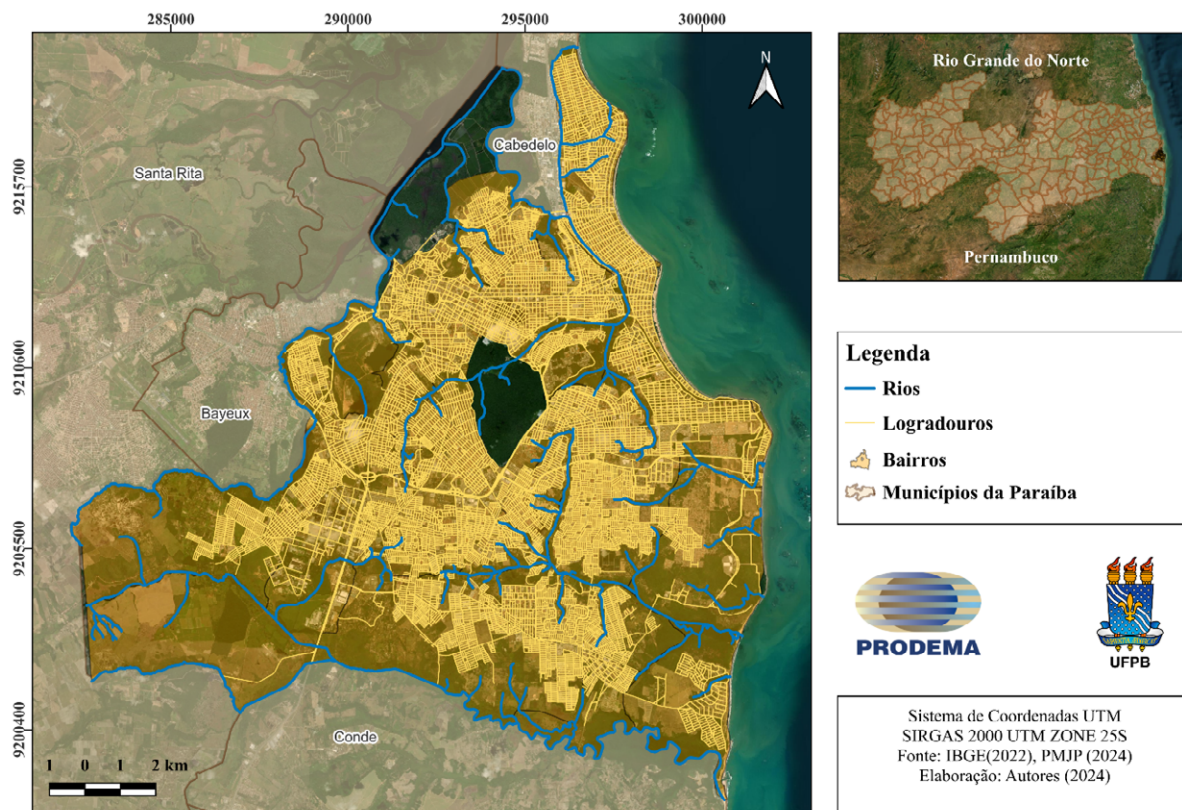


Figura 1 – Mapa de localização de João Pessoa-PB

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

A urbanização da cidade ocorreu de forma desigual, concentrando os maiores investimentos em infraestrutura em determinadas regiões e marginalizando outras (Silveira; Rodrigues, 2024). Essa disparidade acentua a necessidade de os moradores das áreas menos favorecidas se deslocarem para acessar serviços básicos, evidenciando a importância de se estudar a mobilidade urbana, e essa ser considerada uma importante pauta da agenda política local.

2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Buscando alcançar o objetivo proposto neste trabalho, adotou-se um delineamento de pesquisa do tipo descritivo e exploratório, configurando-se em estudo de caso relativo ao diagnóstico situacional da mobilidade urbana em João Pessoa-PB, por meio da aplicação do Modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta (Peir).

O percurso metodológico utilizado na pesquisa foi dividido em três etapas, sendo a 1ª etapa a seleção dos indicadores que possuem relação com a problemática da mobilidade urbana, a partir da cesta básica recomendada pelo modelo GEO Cidades. Na sua concepção original, a cesta do GEO Cidades é composta por 53 indicadores ambientais, dos quais chegou-se ao total de 14 indicadores que possuem relação direta com a temática analisada (Quadro 1).

A 2ª etapa consistiu na filtragem dos indicadores selecionados com base na existência de dados disponíveis para João Pessoa – PB. Devido à falta de dados específicos, optou-se pela exclusão de três indicadores. Em decorrência da especificidade da temática estudada, realizou-se adaptação em dois indicadores e foi incluído um novo indicador, resultando no quantitativo final de 14 indicadores.

Por fim, a 3ª etapa foi constituída da aplicação e análise dos indicadores. Para execução dessa etapa, primeiramente foi realizado levantamento de dados secundários a fim de se obter informações sobre os indicadores selecionados. As fontes de dados utilizadas foram: Datasus, Relatórios do Consórcio Concremat-Comap-Sistran, Detran-PB, Senatran, Censo do IBGE, site oficial da prefeitura de João Pessoa, além de trabalhos acadêmicos.

Para realização da análise dos indicadores, foram estabelecidos parâmetros específicos (Quadro 1) baseados na definição dos indicadores, justificativa e orientação de como se aferir medidas e unidades estabelecidas na Metodologia para elaboração de Relatórios GEO Cidades (Pnuma, 2004).

Quadro 1 – Conjunto de indicadores empregados e parâmetros de avaliação

<i>Categoria</i>	<i>Classificação</i>	<i>Parâmetro de avaliação</i>
Pressão	Crescimento populacional	Ocorreu variação no número de habitantes? Considerando os dois últimos censos demográficos do IBGE.
	Mudança no solo não urbano para urbano	Ocorreram modificações no uso e ocupação do solo na cidade? Quais foram as modificações?
	Distribuição modal de transporte	Qual o percentual de opção de uso da população da cidade em relação às modalidades de transporte disponíveis?
	Taxa de motorização	Ocorreu alterações na frota de automóveis? Quanto foi alterado?
	Emissões atmosféricas	Qual o percentual de emissões de GEE por setores e subsetores?
Estado	Qualidade do ar	É realizado o monitoramento da qualidade do ar? Como é realizado? Quais poluentes atmosféricos locais são monitorados?
Impacto	Incidência de doenças cardiorrespiratórias	Qual a incidência de enfermidades cardiorrespiratórias? Considerando as enfermidades decorrentes da poluição atmosférica e os indicadores adotados no Vigiar (programa de Vigilância em Saúde de Populações Expostas à Poluição Atmosférica)
	Despesas com saúde pública em razão de enfermidades de poluição e/ou contaminação do ar	Qual o valor gasto para o tratamento de enfermidades cardiorrespiratórias? Considerando as enfermidades decorrentes da poluição atmosférica e os indicadores adotados no Vigiar (programa de Vigilância em Saúde de Populações Expostas à Poluição Atmosférica)
	Alteração do microclima	Existe indício de alterações microclimáticas? Quais são?
	Taxa de violência no trânsito	Qual a taxa de óbitos em acidentes de trânsito? Considerando o número de óbitos por acidentes de transporte terrestre, por 100 mil habitantes.
Resposta	Plano Diretor urbano	A cidade possui Plano Diretor aprovado? Em que ano foi elaborado?
	Plano de Mobilidade urbana	O Plano Diretor passou por revisão? Qual foi o ano da revisão?
	Regulamentação e controle de emissões de fontes móveis e fixas	A cidade possui Plano de Mobilidade urbana aprovado? Em que ano foi elaborado?
	Investimento em transporte público	O Plano de Mobilidade urbana passou por revisão? Qual foi o ano da revisão?

Fonte: Adaptado do Pnuma (2004)

A análise dos dados obtidos foi realizada buscando cumprir os objetivos estabelecidos no modelo GEO Cidades, identificando os principais fatores de pressão urbana sobre os recursos ambientais, relacionando os impactos decorrentes dos fatores de pressão, impacto e as respostas formuladas e adotadas, além de avaliar as condições que facilitaram ou dificultaram a eficácia da técnica. Complementou-se o trabalho com uma breve análise de tendências futuras, apontando as consequências, caso os problemas não sejam devidamente equacionados. Por fim, apresentaram-se recomendações para melhoria na mobilidade urbana de João Pessoa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CONJUNTO DOS INDICADORES SELECIONADOS

Entre os 53 indicadores do modelo GEO Cidades, foi selecionado um conjunto de 14 indicadores com maior aderência ao contexto territorial da pesquisa, assim como com o problema da mobilidade urbana (Figura 2).

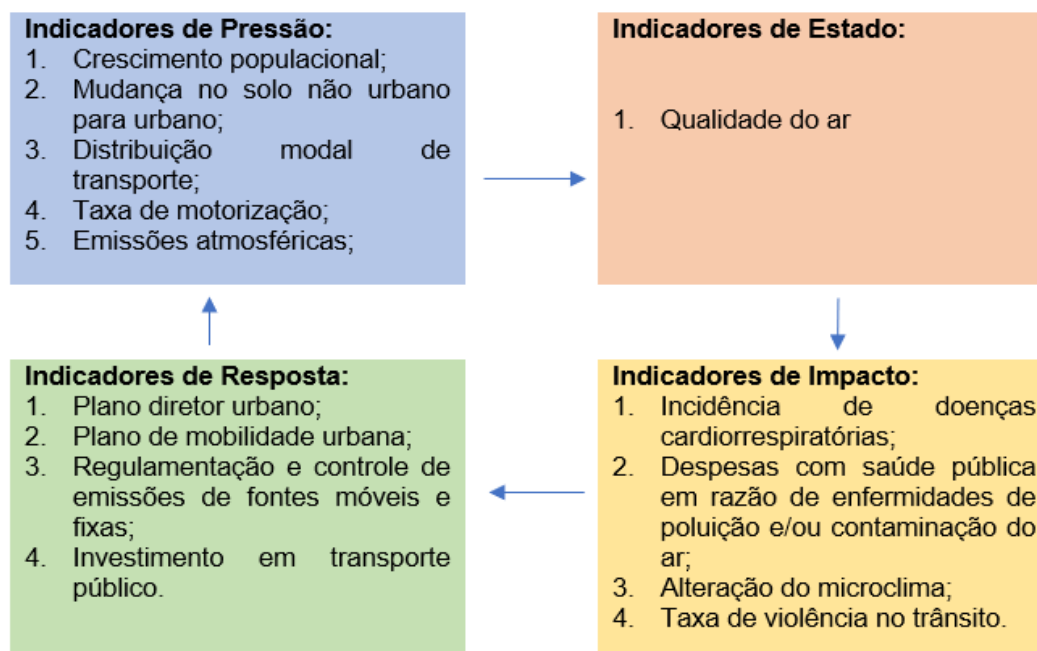


Figura 2 – Cesta básica do modelo Geo Cidades adaptada para análise da mobilidade urbana em João Pessoa – PB.

Fonte: Adaptado de Pnuma (2004).

Reitera-se que na cesta básica do modelo GEO Cidades existem indicadores que não coincidem com a temática do estudo, sendo, portanto, necessária a substituição/adaptação destes.

Em relação ao indicador “Taxa de criminalidade de jovens”, identificou-se uma escassez de informações a respeito dessa temática, sobretudo especificamente relacionada ao município de João Pessoa. Além disso, considerando o eixo temático abordado na pesquisa, inferiu-se que o assunto não concordava com o objeto de interesse, que é mobilidade urbana. Nesse sentido, optou-se por substituir o indicador por “Taxa de violência do trânsito”, representada pela taxa de óbitos no trânsito.

Também por motivos de falta de correlação com o objeto de interesse da pesquisa, realizou-se substituição do indicador “Despesas com saúde pública em razão de enfermidades de veiculação hídrica” pelo indicador “Despesas com saúde pública em razão de enfermidades de poluição e/ou

contaminação do ar”, estando este mais relacionado ao eixo de mobilidade urbana, tendo em vista que os veículos de transportes estão entre os principais causadores de poluição do ar e, consequentemente, de intensificação de doenças respiratórias.

Por fim, em virtude do eixo temático da pesquisa e do tamanho da população de João Pessoa, mostrou-se pertinente avaliar a forma de planejamento da mobilidade urbana, já que, por se tratar de um local de expressiva movimentação, é necessário que a gestão pública desenvolva planejamentos que garantam organização e fluidez nas vias públicas. Nesse ínterim, foi incluído o indicador na categoria resposta de “Plano de Mobilidade urbana”.

3.2 APLICAÇÃO DOS INDICADORES SELECIONADOS

3.2.1 INDICADORES DE PRESSÃO:

Crescimento populacional – De acordo com os dados preliminares do Censo do IBGE, a população do município de João Pessoa passou de 723.515 (2010) para 833.932 (2022) habitantes, o que representa um aumento de 15,30%, apresentando uma taxa anual de crescimento de 1,19% (IBGE, 2022). Enfatiza que 99,83% desses residem na área urbana, equivalente a 833.387 habitantes (IBGE, 2022) – fenômeno observado desde o Censo de 2010, em que a população urbana local já se encontrava na proporção de 99,62% (2.726 de pop. rural e 720.789 de pop. urbana).

Mudança no solo não urbano para urbano – A expansão urbana da cidade de João Pessoa inicialmente ocorreu saindo da área central da cidade em direção à região norte-nordeste, na década de 1960, fomentada pela iniciativa privada em consonância com o poder público local. Fatores que influenciaram essa expansão foram o desenvolvimento dos transportes motorizados, a abertura de duas importantes avenidas – Eptácio Pessoa e Dom Pedro II – e a transposição dos cursos de rios que passavam pela cidade – Rio Jaguaribe, Mandacaru, Tambiá e outros pequenos afluentes (Silveira et al., 2015). A Avenida Eptácio Pessoa é um marco na transformação espacial da cidade, considerada um símbolo, que representou a abertura de um caminho para o mar e desempenha um importante papel na mobilidade da cidade, ao ser um dos principais corredores de trânsito (Afonso; Costa, 2019).

Na atualidade, a expansão urbana está voltada para a porção sul da cidade, orientada pela especulação do mercado imobiliário. Com isso, existe a problemática dessa região não possuir infraestrutura urbana consolidada e de existirem resquícios de Mata Atlântica que são suprimidos para alocar os empreendimentos. Pesquisa realizada por Perez et al. (2020) evidencia uma série de negligências e problemáticas no planejamento urbano de João Pessoa, como a promoção de estoques de terras para empreendimentos turísticos na faixa litorânea, a consideração indevida de zonas de interesse social e de preservação de características ambientais, históricas e culturais em detrimento de interesses particulares.

Distribuição do modo de transporte – João Pessoa apresenta uma dependência do transporte individual (TI), o modo escolhido em 49,9% dos deslocamentos da população. A modalidade de Transporte Ativo (TA), que inclui o deslocamento a pé e por bicicleta, é a segunda modalidade mais escolhida pela população, representando 25,6%, seguido pelo Transporte Coletivo (TC), que atende 22,0% da população (PMJP, 2020). O TI engloba principalmente automóvel (condutor e passageiro), motocicleta, veículo de aluguel e caminhão.

Conforme dados apresentados no Anexo I da Lei Ordinária nº 14.515, de maio de 2022, a escolha pelo modo de transporte individual (TI) tem relação com a baixa quantidade de vias com infraestruturas que possibilitem a circulação das pessoas na cidade. Poucos trechos de calçadas oferecem condições mínimas aceitáveis para circulação e travessia segura e confortável de pedestres e, com relação às ciclovias, ciclofaixas e aos passeios, eles não atendem toda a área da cidade, apresentando falhas de

conectividade. O transporte coletivo (TC), por sua vez, em uma pesquisa de opinião, apresentou-se com uma qualidade muito ruim para 11,9% dos participantes, 22% como ruim, 41% regular, 23,6% como bom e 1,5% como muito bom.

A predominância do uso de TI em detrimento do TC é uma tendência que vem sendo observada nas cidades brasileiras desde os anos 1980 e segue um padrão presente na maioria dos países latino-americanos. Esse fenômeno decorre de uma combinação de fatores, entre eles o aumento real de renda das famílias de classes média e baixa, principalmente, somado às condições precárias dos sistemas de transporte coletivo (Pereira et al., 2021). Os referidos autores destacam, ainda, o aumento expressivo da frota de motocicletas nas regiões Norte e Nordeste, com ênfase para o período entre os anos de 2001 e 2020, o que contribuiu para a deterioração das condições de mobilidade urbana nessas regiões.

Taxa de motorização – Nos últimos anos, João Pessoa apresentou uma evolução da frota de automóveis. Segundo os dados do Detran-PB (2023), cresceu 84% no período entre 2010 e 2021 (passando de 234.014 para 431.078 automóveis particulares), representando um significativo aumento da taxa de motorização da população pessoense (de 3,2 para 5,2 automóveis por 10.000 habitantes em 2021).

Emissões atmosféricas – Em 2018, foi apresentado o primeiro Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) para João Pessoa pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (Semam), tendo 2014 como ano de referência. Os resultados mostraram que 62,61% das emissões locais são provenientes de energia estacionária, 23,10% de transporte e 14,29% de geração de resíduos. As emissões originadas por transporte somam 655.481 ton de CO_{2e}, representando 23,10%. Desse total, 99,70% são provenientes do transporte rodoviário, 0,24% do ferroviário e apenas 0,06% da aviação. Dessa expressiva contribuição do transporte rodoviário, 55,20% estão relacionados ao consumo de gasolina, 33,00% ao óleo diesel, 10,33% ao gás natural veicular (GNV) e apenas 1,46% ao etanol (Leal et al., 2018).

Em 2020, de acordo com o inventário de emissões de GEE para o Plano de Ação Climática de João Pessoa (PAC), utilizando a metodologia proposta pelo *Global Protocol for Community (GPC) – Scale Greenhouse Gas Emission Inventories*, as emissões totais de João Pessoa foram de 1,1 milhão de toneladas de CO_{2e}, sendo o setor de transporte o que mais contribuiu, responsável por 40,6% das emissões, o setor de resíduos com 35,7% e o setor de energia estacionária com 23,7% das emissões. O setor de transporte está relacionado principalmente ao consumo de gasolina (65%), seguido pelo consumo de diesel (31%), utilizados majoritariamente no transporte terrestre (PAC, 2023).

3.2.2 INDICADORES DE ESTADO:

Qualidade do ar – Atualmente, João Pessoa não realiza o monitoramento da qualidade do ar, não dispondo de estações instaladas para tal fim, contudo, alguns trabalhos acadêmicos já foram realizados na cidade, e seus resultados utilizados na análise desse indicador.

Os padrões de qualidade de ar são determinados a partir da concentração de diferentes componentes no ar: partículas inaláveis (MP10), partículas inaláveis finas (MP2,5), fumaça (FMC), ozônio (O₃), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO₂) e dióxido de enxofre (SO₂) (Cetesb, 2022). Desses, os Materiais Particulados (MP) têm se destacado em decorrência do seu impacto negativo, tanto na qualidade do ar como na saúde humana, e em decorrência da abrangência dos seus impactos, que podem ser locais e regionais (Medeiros, 2020).

Um monitoramento do material particulado na atmosfera no centro da cidade de João Pessoa, realizado por Medeiros (2020), obteve como resultados concentrações abaixo dos limites estabelecidos pela legislação, caracterizando uma boa qualidade do ar nesse ponto da cidade. Os valores obtidos foram: para MP2,5 (8,7013± 1,6969 µg/m³), para MP10 (20,8561± 3,0295 µg/m³) e para MP PTS (30,6057± 3,9618µg/m³). A Resolução Conama 491/2018 estabelece que as concentrações de MP2,5 não devem

exceder o valor de $60\mu\text{g}/\text{m}^3$ no Período Intermediário 1 (PI1) e de $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ no Período Final, para MP10, no (PI1) é de $120\mu\text{g}/\text{m}^3$ e no Período Final é de $50\mu\text{g}/\text{m}^3$, e para PTS não pode exceder $240\mu\text{g}/\text{m}^3$ diários.

Pesquisa realizada por Correia (2011), que objetivou analisar as concentrações de NO_2 em João Pessoa, mostra que, dependendo da localização na cidade, ocorre variação nas concentrações dos poluentes. Amostras coletadas na região central da cidade mostraram concentrações mais elevadas de NO_2 em relação a amostras coletadas no Campus I da UFPB. Apesar da diferença nas concentrações entre as regiões, e também com relação ao horário de coleta e a intensidade solar, as concentrações se mostraram baixas em relação aos padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução Conama 3/1990, que estipula o limite de $190\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 para 1 hora, não devendo ser excedido mais que uma vez.

Os valores variam de 7,9 a $15,2\mu\text{g}/\text{m}^3$ no verão e de 0,2 a $7,1\mu\text{g}/\text{m}^3$ no outono. A autora atribui os resultados obtidos às condições climáticas favoráveis da cidade, que possibilitam a dispersão de poluentes gasosos, porém reforça a necessidade de um monitoramento mais eficiente a fim de evitar futuros problemas, principalmente pela elevada taxa de crescimento na frota de veículos da cidade (Correia, 2011).

Em relação à emissão de gases poluentes pelos veículos coletivos, trabalho realizado por Melo et al. (2018), utilizando-se a Escala de Ringelmann, analisou a fumaça emitida por 50 ônibus no Parque Sólton de Lucena. Os resultados mostram que 96% apresentaram emissão de poluentes dentro do padrão 1 de conformidade, na faixa colorimétrica de 20%, e apenas 4% foram classificados no padrão 2, densidade colorimétrica de 40%, ou seja, ambos dentro do nível permitido de poluição, ressaltando que, por não ser uma amostra probabilística, não é possível fazer uma generalização.

3.2.3 INDICADORES DE IMPACTO:

Incidência de Enfermidades Cardiorrespiratórias – A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2022) alerta para o fato de que 99% da população mundial respira ar que excede os limites de qualidade recomendados, interferindo diretamente na saúde. No Brasil, de acordo com a OMS, a poluição atmosférica tem sido a causa da morte de mais 50 mil pessoas por ano (Brasil, 2021). Em geral, as doenças cardiorrespiratórias têm contribuído para o aumento no volume de atendimentos de saúde e de hospitalização. Das enfermidades decorrentes da poluição atmosférica, asma, bronquite e infecção respiratória aguda (IRA) são as que acometem principalmente crianças menores de 5 anos e idosos, faixa etária que sofre um impacto maior (Brunetto et al., 2022). A poluição atmosférica também é responsável por doenças que acometem o sistema circulatório, como cardíacas e infarto agudo do miocárdio (Brasil, 2021).

Nesse contexto, analisaram-se os indicadores adotados pelo programa de Vigilância em Saúde de Populações Expostas à Poluição Atmosférica (Vigiar), estruturado pelo Ministério da Saúde a partir de 2001, sendo avaliada a qualidade do ar através da taxa de doenças respiratórias e circulatórias nos grupos pertencentes às faixas etárias mais afetadas (Brasil, 2015). Os resultados obtidos para João Pessoa, assim como os indicadores utilizados, são expressos na Tabela 1.

Despesas com saúde pública em razão de enfermidades de poluição e/ou contaminação do ar – Analisando os gastos totais no indicador referente a incidências das doenças cardiorrespiratórias, verifica-se que pneumonia é a enfermidade com maiores despesas, tanto na faixa etária de menos de 5 anos como acima de 65 anos, seguida pelos casos de bronquite em idosos e infarto agudo do miocárdio (Tabela 1).

Tabela 1 – Enfermidades Cardiorrespiratórias

<i>Desfechos</i>	<i>Faixa etária</i>	<i>Internações</i>	<i>Óbitos</i>	<i>Valor total de despesas</i>
Doenças do aparelho respiratório				
Asma	< 5	1.242		682.902,59
	> 65**	212	5	156.277,87
Pneumonia	< 5	26.720	98	21.036.192,49
	> 65	12.509	2.391	18.957.050,25
Bronquite*	< 5	172	1	106.745,68
	> 65	6.261	324	4.760.056,54
Doenças do aparelho circulatório				
Infarto agudo do miocárdio	> 40	5.339	726	23.375.572,90

* Bronquite enfisematosa e outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas

** Idade no manual do VIGIAR é 60, adotamos 65 devido a alteração na legislação que determina idade de 65 para uma pessoa ser considerada idosa.

Fazendo uma análise conjunta dos dados obtidos nos dois últimos indicadores (Tabela 1), observou-se uma relação diretamente proporcional das enfermidades com maior incidência e as despesas com saúde. Pneumonia e bronquite foram as enfermidades com maior incidência entre crianças menores de 5 anos e idosos acima de 65 anos, sendo essas as enfermidades responsáveis pelas maiores despesas.

Entre os poluentes atmosféricos associados às enfermidades estão os aldeídos (RCHO), dióxido de enxofre (SO₂), dióxido de nitrogênio (NO₂), material particulado (MP), monóxido de carbono (CO), etc. Devido à falta de monitoramento desses poluentes na cidade, não é possível fazer uma associação precisa. Contudo, um dos fatores que podem ter influenciado o aumento das ocorrências das enfermidades é o aumento do transporte individual. A predominância de veículos automotores aumenta a concentração desses poluentes.

Alteração do microclima – Pesquisas realizadas na cidade demonstram variações no microclima local decorrentes do processo de urbanização sem planejamento adequado. Silva et al. (2022) demonstraram uma tendência de aumento da temperatura do ar na cidade e uma redução na umidade relativa do ar. Os resultados se relacionam diretamente com o nível de urbanização e de adensamento, a exemplo do bairro de Manaíra, que apresentou as piores condições de conforto térmico – esse bairro é situado na praia e com populações com um maior poder aquisitivo. Diferenças de conforto térmico de um ponto de coleta de dados para outro foram de 1,4 a 2,2°C. A referida pesquisa também demonstrou a importância e os benefícios que as áreas remanescentes de Mata Atlântica apresentam, devido aos serviços ecossistêmicos que prestam, auxiliando na regulação do microclima local.

Esses resultados foram corroborados por outros estudos já realizados, que identificaram redução nas áreas verdes, formação de ilhas de calor e desconforto térmico, além de uma variação na temperatura de 5°C entre diferentes áreas da cidade, a depender do tipo de cobertura de solo existente (Santos et al., 2012; Souza et al., 2016). Embora esses trabalhos tenham sido realizados em diferentes anos, destaca-se que todos identificaram o aumento da temperatura na cidade e a relação proporcional desse fenômeno com o processo de urbanização e com o nível de adensamento urbano de João Pessoa.

Taxa de violência no trânsito – Segundo dados disponibilizados pelo Registro Nacional de Acidentes e Estatísticas de Trânsito (Renaest), a taxa de óbitos em acidentes de trânsito em João Pessoa passou de 11,59% em 2019 para 13,32% em 2022, considerando o número de óbitos por acidentes de transporte

terrestre, por 100 mil habitantes; observou-se que em 2023, nos dois primeiros meses do ano, a taxa já se encontrava em 7,04%. Analisando por tipo de veículo, a taxa de mortalidade é bem mais expressiva para o caso de motocicletas (67,3%), seguido por automóvel (20,2%), casos não informados 12,5%, bicicleta 1,9% e motoneta 1,0% (Renaest, 2023).

3.2.4 INDICADORES DE RESPOSTA:

Plano Diretor urbano – A cidade de João Pessoa dispõe de um Plano Diretor originalmente estabelecido pela Lei Complementar nº 3, de 30 de dezembro de 1992, que passou por um processo de revisão em 2008. Destaca-se que no momento o plano está passando por outro processo de revisão.

A existência de Plano Diretor para municípios com população a partir de 20 mil habitantes é uma exigência da Constituição Federal, reforçada pelo Estatuto das Cidades, o qual também estabelece a necessidade da elaboração de um plano de transporte para municípios com mais de 500 mil habitantes, como é o caso de João Pessoa.

Plano de Mobilidade urbana – O Plano de Mobilidade urbana de João Pessoa (PlanMob) foi criado pela primeira vez em 2022, estabelecido pela Lei Ordinária nº 14.515, de maio de 2022. O PlanMob está dividido em cinco grandes eixos temáticos de atuação: transporte ativo, transporte público, sistema viário, planejamento urbano e gestão pública (João Pessoa, 2022).

Dados levantados pelo Estudo Mobilize apresentam as metas da gestão para esses eixos temáticos, sendo: aumentar em 30% os deslocamentos por transporte coletivo na microrregião; reduzir os tempos de viagem dos ônibus em 31% e aumentar sua velocidade média em 21%; melhorar em 70% a qualidade do serviço e ampliar a presença das faixas preferenciais de ônibus em 11,8% nas vias da cidade; aumentar a participação dos deslocamentos a pé em 30%, implantar calçadas em 85% das vias (1.255 km) e alcançar o índice de caminhabilidade para 2; ampliar em 11% a rede cicloviária e 9% os deslocamentos por bicicleta; reduzir de 50% para 31% os deslocamentos por transporte individual motorizado; aumentar para 100% o acesso da população ao transporte coletivo; reduzir em 30% o índice de imobilidade da população; reduzir o percentual de viagens longas a pé; e reduzir a taxa de emissão de poluentes pelos veículos (Mobilize Brasil, 2022).

Regulamentação e controle de emissões de fontes móveis e fixas – A cidade possui um Código de Meio Ambiente, instituído pela Lei Complementar nº 29, de 05 de agosto de 2002, no qual a Seção V é voltada para o ar, apresentando considerações sobre controle, monitoramento e orientações a serem seguidas por fontes diversas responsáveis por emissões gasosas. O Art. 108 do Código expressa que a qualidade do ar deverá ser mantida em conformidade com os padrões e as normas de emissões definidas nas legislações federal, estadual e municipal. Contudo, em uma leitura da seção, não se observou estabelecimento de limites de modo claro, sendo constatada apenas a proibição de emissão de fumaça preta acima de 20% da Escala Ringelman, em qualquer tipo de processo de combustão, exceto os dois primeiros minutos de operação, para os veículos automotores, e até cinco minutos de operação para outros tipos de equipamentos. Em consulta à Semam, constatou-se que o Código é a legislação norteadora nas atividades de fiscalização de empreendimentos potencialmente poluidores do ar, que aponta as pizzarias e padarias como os estabelecimentos que mais poluem no perímetro urbano, além da queima ilegal de resíduos sólidos nas áreas de preservação ambiental da cidade (João Pessoa, 2002).

Investimento em transporte público – Realizando um levantamento dos últimos anos, identificou-se que ocorreram alguns investimentos visando à melhoria no transporte público de João Pessoa. De acordo com as informações disponibilizadas no site da prefeitura da cidade, a Superintendência Executiva de Mobilidade Urbana (Semob-JP) investiu no primeiro semestre de 2021 aproximadamente R\$ 5 milhões, divididos nas seguintes obras: modernização e qualificação no Terminal de Transporte Coletivo do

Valentina Figueiredo, intervenções na Avenida Hilton Souto Maior, no José Américo, extensão de vias, instalação de novos semáforos, construção de rotatórias, sinalização vertical e horizontal, alteração de rotas de trânsito e melhorias no tráfego de veículos. No total, 11 bairros tiveram resultados diretos com essas intervenções – Água Fria, José Américo, Cabo Branco, Tambaú, Manaíra, Bessa, Jaguaribe, Pedro Gondim, Ernesto Geisel, Mangabeira e Valentina Figueiredo (Costa, 2021).

Mais recentemente, em outubro de 2024, o governador do estado da Paraíba anunciou um investimento de R\$ 240 milhões no sistema de mobilidade da cidade, sendo previstos novos terminais de ônibus nas avenidas Cruz das Armas, Dois de Fevereiro, Pedro II, Eptácio Pessoa e no Varadouro (Oliveira, 2024).

Entre as notícias veiculadas, notou-se uma recorrência e uma predominância de obras ligadas à estrutura, como pavimentação de vias asfaltadas, iluminação pública, operação tapa-buraco, instalação de equipamentos de monitoramento, chamando atenção que em alguns bairros foram realizadas obras de calçamento das vias em paralelepípedo, uma opção mais ambientalmente sustentável.

3.3 RELAÇÃO DE CAUSA E EFEITO ENTRE OS INDICADORES APLICADOS

Após a aplicação dos indicadores, consegue-se observar uma relação de causa e efeito entre o conjunto de indicadores e a relação desses com a temática da mobilidade urbana. O processo de urbanização e crescimento populacional é a questão-chave que desencadeia a problemática da mobilidade. Com o aumento da população e a expansão da cidade em direção à zona sul, associado à falta de infraestrutura e à necessidade de locomoção da população, houve aumento na utilização de transportes individuais. O aumento da frota de automóveis é expressivo, de 84%, e produz efeito direto na taxa de violência no trânsito, que vem mostrando crescimento a cada ano, principalmente com mortalidade de motociclistas.

O aumento na frota tende a impactar diretamente a qualidade do ar e o crescimento das taxas de emissão de GEE. Os inventários realizados evidenciam a problemática e chamam atenção para a falta de dados relativos a toda a cidade sobre a qualidade do ar. Embora se tenha obtido resultados positivos em estudos pontuais, é evidente a necessidade de ação dos órgãos municipais para monitoramento e controle das emissões atmosféricas locais. A falta de dados e de monitoramento da qualidade do ar dificulta a realização de uma análise mais aprofundada da correlação dos fatores citados, assim como de definição de estratégias e de políticas locais para combater possíveis impactos decorrentes da poluição atmosférica local. Além disso, o aumento na concentração de veículos também pode influenciar as características microclimáticas locais. Os resultados obtidos evidenciam as alterações no microclima da cidade, fortemente associadas ao processo de urbanização.

Por fim, tem-se os indicadores de resposta, contendo ações que os governantes locais podem adotar para melhorar a mobilidade local e remediar os impactos que a “desmobilidade” tende a gerar, influenciando a qualidade de vida dos habitantes e dos transeuntes da cidade.

A cidade dispõe de um Plano Diretor desde 1992, contudo, ele não foi suficiente para orientar o planejamento urbano e as estratégias para a mobilidade urbana. O estabelecimento do Plano de Mobilidade urbana de João Pessoa (PlanMob), no ano de 2022, e as metas estabelecidas, quando cumpridas, podem gerar bons resultados para a cidade. Reforça-se ainda a necessidade de se trabalhar respostas para a revisão e o aprimoramento das legislações específicas para monitoramento das fontes fixas e móveis de poluentes do ar. É necessário o estabelecimento de limites mais claros para o lançamento das emissões.

Em relação aos investimentos em transporte público, são evidentes algumas ações, como obras de infraestrutura voltadas para a melhoria na oferta desse serviço, porém muitas ainda estão em fase de construção e/ou de instalação, não sendo ainda possível fazer uma análise de sua eficiência e eficácia.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização e a aplicação dos indicadores do modelo GEO Cidades voltados à análise da mobilidade urbana contribuíram para a sintetização de informações acerca da situação atual e explicitaram situações que merecem atenção especial, podendo ser utilizados pelos gestores públicos no processo de tomada de decisões.

A partir dos resultados obtidos com a aplicação dos indicadores, foi possível verificar que os elementos que compõem os indicadores estão intrinsecamente relacionados, gerando uma espécie de efeito cascata no qual todos os componentes direcionam para a complexidade da mobilidade urbana de João Pessoa-PB. À medida que a população aumenta, o processo de urbanização se intensifica, surge uma necessidade maior de deslocamento, gerando aumento do uso de modos de transporte, bem como do número de acidentes de trânsito, maiores emissões de gases poluentes, que, por sua vez, aumentam o risco e a ocorrência de doenças cardiorrespiratórias, mobilizando mais recursos públicos para tratamento destas. Ademais, não obstante, a ocorrência de todos esses fatores influencia significativamente as mudanças do microclima do local.

Evidencia-se o descaso da gestão local com ações voltadas para o monitoramento da qualidade do ar, uma vez que não se tem estações instaladas para esse fim, nem a existência de legislações municipais específicas para controle e monitoramento de emissões. O não monitoramento constante da qualidade do ar e a falta de legislações específicas dificultam uma análise da relação de causa e efeito de modo mais aprofundada, assim como impedem que os governantes e gestores locais orientem-se para a adoção de medidas mais assertivas acerca da temática.

Por fim, ressalta-se ainda que existem ações voltadas para a resolução do problema da mobilidade urbana, no caso, a implementação do Plano de Mobilidade urbana, contudo, por ainda ser recente, não há dados que mostrem o impacto das ações e das metas estabelecidas no plano, configurando-se em uma sugestão para pesquisas futuras sobre o acompanhando da execução e da análise dos impactos das metas estabelecidas no Plano de Mobilidade da cidade.

Encerra-se este trabalho reforçando que, com as devidas adaptações, levando em consideração as especificidades e as características locais, o conjunto de indicadores utilizados pode ser aplicado em outras cidades que apresentem problemas de mobilidade urbana, com o uso do modelo Peir e o emprego de sistemas de indicadores na orientação de ações voltadas para o planejamento urbano sustentável.

REFERÊNCIAS

AFONSO, F. V.; COSTA, S. B. V. da. Um olhar sobre o caminho para o mar: as transformações no uso, lote e implantação. *In: Anais do XVIII ENANPUR*. Natal: ENANPUR. 2019.

ALMEIDA, A. T. A. de; FILHO, A. de S.; FREITAS, P. H. O. de; DIÓGENES, V. H. D. Deslocamentos Pendulares na Região Metropolitana de João Pessoa: uma análise sobre a dinâmica dos fluxos na vida discente. Em FUSCO, W.; MYRRHA, L. J. D.; JESUS, J. C. (Org.). **Migração, trabalho e gênero: textos selecionados**. ABEP. 2021.

ANDRADE, K. **Prefeitura avança com obra do Terminal de Integração do Valentina e previsão de entrega é mês de julho**. Prefeitura de João Pessoa. 2023.

ANDRADE, N. F.; LIMA JUNIOR, F. B.; SOLIANI, R. D.; OLIVEIRA, P. R. de S.; OLIVEIRA, D. A.; SIQUEIRA, R. M.; MACÊDO, J. Urban Mobility: a review of challenges and innovations for sustainable transportation in Brazil. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 17, n. 3, 2023. e03303-e03303. Available in: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v17n3-009>

BETÉ, T. de S.; CONTI, D. D. M.; MIZUTANI, M. N. P.; OLIVEIRA, C. A. N. de. Veículos Sustentáveis para a Mobilidade Urbana nas Cidades do Futuro. **International Journal of Professional Business Review**, São Paulo (SP), v. 5, n. 2, p. 163–178, 2020. DOI: 10.26668/businessreview/2020.v5i1.169.

BRASIL. **Manual de Instruções 2015**: instrumento de identificação dos municípios de risco - IIMR. 2015. Available in: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/9686588/4238533/ManualdeinstrucaoIIMR.pdf>

BRASIL. **Poluição atmosférica na ótica do Sistema Único de Saúde**: vigilância em saúde ambiental e qualidade do ar. 2021. Available in: https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/poluicao_atmosferica_SUS_saude_ambiental.pdf

BRUNETTO, D.; LOSS, V.; ZUGUE, S. S.; BUSATO, M. A. Morbidade e mortalidade por doenças cardiorrespiratórias associadas à poluição do ar. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, 2022. e59211326896. Available in: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26896>

CARVALHO, C. H. R. **Mobilidade urbana sustentável**: conceitos, tendências e reflexões. Ipea, p. 34, 2016.

CETESB. **Qualidade do Ar**. Padrões de Qualidade do Ar. 2022. Available in: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/padroes-de-qualidade-do-ar/>.

COMETTI, J. L. S.; CABRAL, J. J. P. da S.; CONCEIÇÃO, T. M. da. Indicadores de pressão-estado-resposta para avaliação da conservação ambiental de riachos urbanos. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 6, p. 194–205. 2019. Available in: <https://doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2019.006.0017>

CONAMA. **Resolução Conama n. 3, de 28 de junho de 1990**. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no Pronar. Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama.1990.

CONAMA. **Resolução n. 491, de 19 de novembro de 2018**. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Ministério do Meio Ambiente/Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2018.

CORREIA, J. G. A. **Estudo preliminar de NO₂ na atmosfera da cidade de João Pessoa, PB, Brasil**. Dissertação (Mestrado) – UFPB/CCEN/PPGQ. Universidade Federal da Paraíba. 2011.

COSTA, Â. **Prefeitura investe cerca de R\$ 5 milhões em mobilidade urbana e intervenções melhoram segurança viária**. Prefeitura de João Pessoa. 2021.

DETRAN-PB. **Estatísticas**. 2023. Available in: <https://detran.pb.gov.br/institucional-1/estatisticas>

IBGE. Censo 2022. **Panorama - População**. 2022. Available in: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>

JOÃO PESSOA. Lei complementar n. 29, de 05 de agosto de 2002. Institui o Código de Meio Ambiente do Município de João Pessoa e dispõe sobre o Sistema Municipal de Meio Ambiente – Sismuma. **Diário Oficial [da] Prefeitura de João Pessoa**. 2002.

JOÃO PESSOA. Lei Ordinária n. 14.515, de maio de 2022. Dispõe sobre o Plano de Mobilidade Urbana de João Pessoa e dá outras providências. **Diário Oficial [da] Prefeitura de João Pessoa**, nº 0042. 2022.

LEAL, B. S.; CAMARGO, C. C. de; JUNIOR, J. J. de F. J. **Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Município de João Pessoa**. ICLEI. 2018. Available in: <http://antigo.joaopessoa.pb.gov.br/secretarias/semam/inventario-gee/>

LIMA, M. A. S. **Densidade sistêmica e forma urbana em habitação de interesse social**: parâmetros de qualidade espacial no contexto urbano de João Pessoa-PB. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.

MARINO, F. U. Mobilidade, cidadania e desigualdade: analisando a infraestrutura ciclovitária do Rio de Janeiro. **Cadernos Metrópole**, v. 26, n. 60, p. 663–684. 2024. Available in: <https://doi.org/10.1590/2236-9996.2024-6012>

MEDEIROS, L. C. de S. **Monitoramento de material particulado atmosférico no centro da cidade de João Pessoa-PB** [Dissertação de Mestrado]. Universidade Federal da Paraíba. 2020.

MELO, L. S.; BARROSO, F. de A.; SOUZA, G. H. de; SOUSA, M. F. de; ALMEIDA NETO, O. C. de; CAVALCANTI, V. Y. S. de L. Gases Poluentes Derivados de Veículos Automotores no Parque Sólon de Lucena. **Revista Campo do Saber**, v. 4, n. 4, p. 82–105. 2018.

MOBILIZE BRASIL. João Pessoa aposta tudo no Plano de Mobilidade Urbana. In: SOUZA, E. D. de; SOUSA, M. de; HILDEBRAND, M.; MELO, M. C. de; ROCHA, R.; RIBEIRO, R. (Org.). **Estudo Mobilize 2022**. Relatório Final. Mobilidade urbana em dados e nas ruas do Brasil. Mobilize Brasil. 2022. Available in: <https://www.mobilize.org.br/noticias/13227/joao-pessoa-aposta-tudo-no-plano-de-mobilidade-urbana.html>

NERI, A. C.; DUPIN, P.; SÁNCHEZ, L. E. A pressure-state-response approach to cumulative impact assessment. **Journal of Cleaner Production**, v. 126, p. 288–298, 10 jul. 2016.

NUT. **Anuário 2018-2019**. Associação Nacional das Empresas de Transporte Urbanos. Anuário. Brasília, 2019.

OLIVEIRA, V. Governador da Paraíba anuncia R\$ 240 milhões em investimentos no sistema de mobilidade urbana de João Pessoa. **Diário do Transporte**. Out. 2024. Available in: <https://diariodotransporte.com.br/2024/10/21/governador-da-paraiba-anuncia-r-240-milhoes-em-investimentos-no-sistema-de-mobilidade-urbana-de-joao-pessoa/>.

OMS. **Novos dados da OMS revelam que bilhões de pessoas ainda respiram ar insalubre**. 2022. Available in: <https://www.paho.org/pt/noticias/4-4-2022-novos-dados-da-oms-revelam-que-bilhoes-pessoas-ainda-respiram-ar-insalubre>.

PAC. Plano de Ação Climática de João Pessoa. BID, Way Carbon, Iclei e João Pessoa Sustentável (Org.). Prefeitura Municipal de João Pessoa. 2023.

PEREIRA, R. H. H.; WARWAR, L.; PARGA, J. P. F. A.; BAZZO, J.; BRAGA, C. K. V.; HAERSZENHUT, D.; SARAIVA, M. **Tendências e desigualdades da mobilidade urbana no Brasil I: o uso do transporte coletivo e individual**. Texto para Discussão, 2021.

PEREZ, L. P.; SALES, A. L. P.; SILVEIRA, J. A. R. da. Climate change and the unsustainable urbanism in the municipality of João Pessoa, PB, Brazil. **Sustentabilidade em Debate**, v. 11, n. 2, p. 304–340. 2020. Available in: <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v11n2.2020.32330>

PMJP. Plano Diretor de Mobilidade Urbana da Microrregião de João Pessoa: consolidação do diagnóstico da mobilidade. **Semob**. 2020. Available in: http://www.planmob.joaopessoa.pb.gov.br/wp-content/uploads/2021/02/14.-Diagn%C3%B3stico_FINAL-compactado.pdf

PNUMA. **Metodologia para a elaboração de Relatórios GEO Cidades (Vol. 2)**. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Escritório Regional para a América Latina e o Caribe. 2004.

RENAEST. **Registro Nacional de Acidentes e Estatísticas de Trânsito**. Dados de acidentes de trânsito. 2023. Available in: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/docs/renaest>

SANTOS, A. V. de F. **Contextualização da mobilidade urbana no município de João Pessoa**. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Universidade Federal da Paraíba – UFPB. 2018.

SANTOS, C. L. dos; MEDEIROS, T. D. S. Aplicações práticas no Ensino de Geografia: uma investigação da mobilidade urbana na cidade de João Pessoa/PB. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 4, n. 2, p. 34-43. 2018. Available in: <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2018v4n2ID15213>

SANTOS, J. S. dos; SILVA, V. D. P. R. da; LIMA, E. R. V.; ARAÚJO, L. E. de; COSTA, A. D. L. Campo Térmico Urbano e a sua Relação com o Uso e Cobertura do Solo em Cidade Tropical Úmida (*Thermal Urban Field and its Relation to the Use and Land Cover in a Humid Tropical City*). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, n. 3, p. 540. –2012. Available in: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v5i3.232851>

SEMOB-JP. **Consolidação do Diagnóstico da Mobilidade**. 2020. Available in: http://www.planmob.joaopessoa.pb.gov.br/wp-content/uploads/2021/02/14.-Diagn%C3%B3stico_FINAL-compactado.pdf

SILVA, R. de S. E.; SILVA, R. M. da; FREITAS, A. F. de; SANTOS, J. S. dos; SANTOS, C. A. G.; LIMA, E. R. V. de. Thermal comfort conditions at microclimate scale and surface urban heat island in a tropical city: a study on João Pessoa city, Brazil. **International Journal of Biometeorology**, v. 66, n. 6, p. 1079–1093. 2022. Available in: <https://doi.org/10.1007/s00484-022-02260-y>

SILVEIRA, J. A. R. da; SILVA, M. D. da; CASTRO, A. A. B. da C. *Dinâmica da Cidade e Bordas Urbanas*. Editora Universitária UFPB. 2015.

SILVEIRA, C.; RODRIGUES, F. Direito à cidade e justiça urbana: a segregação socioespacial na cidade de João Pessoa. **Revista Avant**, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 268–287, 2024. Available in: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/avant/article/view/7341>.

SOUSA, T. C. M. de; MARACAJÁ, K. F. B.; CÂNDIDO, G. A. Indicadores ambientais aplicados à gestão municipal: uma aplicação do modelo Geo Cidades em Sumé/PB. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 4, p. 194–206. 2021. Available in: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.004.0017>

SOUZA, J. F. de; SILVA, R. M.; SILVA, A. M. Influência do uso e ocupação do solo na temperatura da superfície: o estudo de caso de João Pessoa – PB. **Ambiente Construído**, v. 16, n. 1, p. 21–37. 2016. Available in: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212016000100058>