



BRAZIL MEDIUM SIZE CITIES URBAN TRANSPORTATION CHALLENGES BY BUS FACE CLIMATE AGENDA: MACAÉ CITY – RJ CASE STUDY

OS DESAFIOS DO TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS EM CIDADES MÉDIAS DO BRASIL FRENTE À AGENDA CLIMÁTICA: UM ESTUDO DE CASO DA CIDADE DE MACAÉ-RJ

Luís Paulo Klein Guimarães

Especialista em Cidades e suas Tecnologias (IFF)

<https://orcid.org/0000-0002-9844-5643>

Aline Couto da Costa

Doutora em Arquitetura (UFRJ)

<https://orcid.org/0000-0002-1533-2142>

Sérgio Rafael Cortes de Oliveira

Doutor em Engenharia Civil (UENF)

<https://orcid.org/0000-0003-4800-6148>

Abstract – This study proposes a thorough analysis of the greenhouse gas emissions profile in medium-sized cities in Brazil, aiming to identify opportunities to enhance the environmental scenario in areas with higher emission rates. The research relies on bibliographic information from specialized sources in greenhouse gas emission control. The article addresses the context of global warming, outlining the current relevance of this issue and examines the specific relationship of gas emissions in Brazil's medium-sized cities. The analysis focuses on transportation subsector, providing insights into aspects that could qualify these emissions in the mentioned cities. The city of Macaé-RJ is used as a case study, especially regarding commuting, with a particular focus on mass transportation through buses. The study seeks to understand the extent to which the characteristics of this sustainable transportation align or diverge from the ideals outlined by the Sustainable Development Goals (SDGs). Applying metrics to assess emissions in the transportation subsector encounters specific conditions in each city, such as topography, conurbation, and economic characteristics.

Route reviews, emphasizing Bus Rapid Transit (BRT) lanes that reduce distances and travel time, emerge as an effective strategy to mitigate greenhouse gas emissions. However, integration through central terminals proves to be an additional source of emissions. The results highlight the need to establish efficient filters, considering variables such as vehicle fleets, types of fuels used, and distances traveled. The research confirms the growth projections of medium-sized cities in Brazil and characterizes greenhouse gas emissions, thus contributing to grounding mitigation strategies and promoting sustainable development in these locations.

Keywords: Global warming. Greenhouse gas emissions. Brazil's medium-size cities. Sustainable transportation

Resumo – O presente estudo propõe uma análise aprofundada do perfil das emissões de gases do efeito estufa em cidades de médio porte no Brasil, com o intuito de identificar oportunidades para aprimorar o cenário ambiental das localidades que apresentam maiores índices de emissão. A pesquisa baseia-se em informações bibliográficas provenientes de fontes especializadas no controle de emissões de gases do efeito estufa. O artigo aborda o contexto do aquecimento global, delineando a atualidade dessa problemática e examina a relação específica das emissões de gases nas cidades de médio porte do Brasil. Destaca-se a análise das emissões no subsetor de transportes, fornecendo *insights* sobre aspectos que podem qualificar essas emissões nas referidas cidades. A cidade de Macaé-RJ é utilizada como estudo de caso, especialmente no que diz respeito aos deslocamentos, com foco especial no transporte em massa por meio de ônibus. O estudo busca compreender em que medida as características desse transporte sustentável se alinham ou se distanciam dos ideais de transporte sustentável delineados pelos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). A aplicação de métricas para avaliar as emissões no subsetor de transporte esbarra em condições específicas de cada cidade, como topografia, conurbação e características econômicas. A revisão de itinerários, com ênfase em faixas de *BRT* ou *BRS* que reduzem distâncias e tempo de viagem, surge como uma estratégia eficaz para mitigar as emissões de gases do efeito estufa. No entanto, a integração através do terminal central revela-se como uma fonte adicional de emissões. Os resultados obtidos destacam a necessidade de estabelecer filtros eficientes, considerando variáveis como frota de veículos, tipos de combustíveis utilizados e distâncias percorridas. A pesquisa confirma as projeções de crescimento das cidades de médio porte no Brasil e caracteriza as emissões de gases do efeito estufa, contribuindo assim para embasar estratégias de mitigação e promover o desenvolvimento sustentável nessas localidades.

Palavras-chave: Aquecimento global. Emissões de gases do efeito estufa. Cidades médias do Brasil. Transporte sustentável.

1. Introdução

A interligação de questões cruciais como o aquecimento global, a vida urbana e os sistemas de transporte delineiam o panorama deste artigo. Um relatório do Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas (IPCC) enfatizou que, em 2019, as concentrações atmosféricas de CO₂ atingiram níveis sem precedentes por pelo menos 2 milhões de anos, conforme cientistas de 66 países confirmaram. Nesse cenário, a urgência das mudanças climáticas se manifesta de maneira evidente, exigindo esforços significativos para reversão.

A partir da década de 1980, houve uma notável expansão das cidades de médio porte no Brasil. O Censo de 2022 do IBGE ratificou o crescimento mais acentuado dessas cidades em relação às de mais de 500 mil habitantes. Com ênfase em cidades médias, este estudo concentra-se em Macaé, localizada no norte fluminense, com uma população de 246.391 pessoas, para investigar o transporte público por ônibus e seus impactos ambientais em conjunto com outros 89 municípios, totalizando 22.664.294 habitantes.

Os deslocamentos são intrínsecos ao ser humano, principalmente nas cidades. Enquanto a mobilidade ativa ganha relevância, os ônibus assumem papel central como meio de transporte público de média capacidade, mesmo em localidades com sistemas ferroviários extensos. "O ônibus, apesar de mais lento, oferece ampla interconexão e permite a exploração urbana" (Montaner, 2021, p. 67). Essa dinâmica de deslocamentos, preferências, impactos e potenciais soluções para reduzir emissões de gases do efeito estufa é o foco principal deste artigo.

O objetivo geral é analisar o uso do ônibus em Macaé, traçando perspectivas para cidades médias brasileiras no contexto dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU. Objetivos específicos incluem investigar as emissões de gases do efeito estufa no transporte público das cidades médias diante do crescimento populacional e da frota de veículos, avaliar a mobilidade em Macaé, analisar os aspectos ambientais do transporte e propor diretrizes para sua sustentabilidade.

Este artigo abrange os seguintes tópicos: Evidências do aquecimento global e suas consequências (Seção 4); Definição de cidades médias no Brasil e o enquadramento de Macaé (Seção 5); Emissões de gases do efeito estufa, ODS 13 e panorama do transporte (Seção 6); Deslocamentos e transporte público em Macaé

(Subseções 6.3 a 6.3.4); Panorama das cidades médias (Seção 7); métricas e avaliações do transporte sustentável (Conclusão).

Este trabalho visa contribuir para a compreensão do transporte urbano sustentável, vital para cidades médias que buscam um futuro mais equilibrado e ecologicamente responsável.

2 Resultados e discussões

Inicialmente, para retratar o artigo, adotou-se a pesquisa bibliográfica em ordem de caracterizar alguns aspectos primordiais – o aquecimento global, causas, efeitos e evidências do seu acontecimento. Tangendo ainda o aquecimento global, são pautadas as ações propostas tanto em nível mundial quanto nacional para sanar a este problema.

A pesquisa bibliográfica prossegue para caracterizar as cidades médias, trazendo à discussão as diferentes definições. Na sequência são enquadradas as cidades brasileiras que possuem essa característica, a partir da faixa de população da cidade de Macaé-RJ.

Após abordar o aquecimento global e a caracterização das cidades de médio porte, a pesquisa bibliográfica segue para enquadrar o padrão de emissões de gases geradores do efeito estufa no subsetor de transporte dessas cidades.

Ao avançar pelo campo bibliográfico, discutimos meios para tornar os deslocamentos mais eficientes, especialmente através do Desenvolvimento Orientado pelo Transporte Sustentável (DOTS). Analisamos sua aplicação em Macaé e em que medida a métrica dessa aplicação pode abranger outras cidades de médio porte no recorte, apontando a qualidade e eficiência do serviço de transporte público.

Na etapa de pesquisa de campo, foi possível observar qual linha de ônibus e itinerário é mais eficiente no sentido de tempo x distância, e ainda notar o trecho de integração no Terminal Central para notar se há benefícios pelo uso ou não.

No capítulo 4, foi constatado que as evidências do aquecimento global são confirmadas por ampla maioria dos trabalhos que abordam o tema (IPCC, 2022). No mesmo contexto, 196 países assinaram o Acordo de Paris para reduzir o

aquecimento global e manter a temperatura média do planeta em até 1,5°C acima do que era registrado da era pré-industrial (ONU, 2015). Forzieri et al. (2018) demonstram os efeitos que já são sentidos pelo aquecimento global e as projeções do impacto nas infraestruturas de transporte, de acordo com a escala do aquecimento no decorrer do tempo.

O capítulo 5 trouxe diferentes versões para a definição de cidade de médio porte, em aspectos gerais é possível dizer que em algum momento a afirmativa dos autores possibilita abarcar as cidades da faixa de recorte. Para Santos (1993) a definição numérica de uma cidade de médio porte varia de acordo com o decorrer do tempo, assim, a faixa populacional característica de uma cidade média hoje pode não ser dentro de algumas décadas, ainda assim, apresenta que uma cidade média à época teria em torno de 100 mil habitantes. A ONU aponta que uma cidade média tem a faixa populacional entre 250 mil a 1 milhão de habitantes. Logo, através do Censo Demográfico (2022) e outras séries históricas foi possível observar o ritmo de aumento do número de cidades de médio porte, entre 180 mil a 350 mil habitantes em relação ao número de cidades com mais de 500 mil habitantes. Os resultados obtidos do significativo número de cidades de médio porte se traduzem no quadro da ONU (2023) que mostra o predomínio de cidades de até 300 mil habitantes na maioria dos continentes.

O capítulo 6 trouxe os dados das emissões de gases geradores do efeito estufa (SEEG) a nível nacional e no cenário das cidades de médio porte do recorte, podendo-se olhar para os dados do subsetor de transporte, imputando uma notável marca de maior poluidor no setor de energia. O registro mostra que o subsetor de transportes polui ainda mais nas cidades médias destacadas, proporcionalmente, do que o cenário nacional. Na sequência o subitem 6.1 aponta os paradigmas da ODS 13 (ONU, 2015) e a correlação com as ações nacionais para atendê-los (IPEA,2019). Os meios de transporte e as emissões de gases do efeito estufa são abordados no subitem 6.2, onde obteve-se dados do crescimento expressivo da frota de veículos particulares ante o crescimento populacional, a frota de veículos e a frota de ônibus (IBGE). Oliveira et al (2014) trazem dados do perfil de emissões de CO₂ por passageiro/km, onde observou-se, que o automóvel polui em média quase 8 vezes mais do que o ônibus convencional e quase 14 vezes mais do que o ônibus em corredores de BRT. Voltando a pesquisa para os dados da SEEG, cruzando as

informações, apurou-se que as 10 cidades de médio porte que mais poluem são responsáveis por quase 90% do padrão de emissões de Gases Geradores do Efeito Estufa em relação às demais. Os dados seguintes, do subitem 6.3 trazem informações quanto aos registros de deslocamentos em Macaé, em especial à frota, segundo dados do IBGE e o cenário de emissões de gases geradores do efeito estufa ante o ranking nacional e dentre as cidades de médio porte (SEEG). Em 6.3.1 apontou-se o registro feito pela ML Consultoria e Planejamento (2014) encomendado pela Prefeitura de Macaé, que demonstrou as circulações realizadas em diversos locais estratégicos da cidade, observando o fluxo nos horários de pico dos modais ativos e motorizados. Também se apresentam registros mais recentes (2022) da Secretaria de Mobilidade Urbana de Macaé quanto à percepção dos usuários de ônibus em relação ao serviço. Os resultados vão ao encontro dos obtidos pela Confederação Nacional das Indústrias (CNI, 2023) que registrou respostas médias abaixo de 5 na escala de 0 a 10.

A pesquisa de campo em 6.3.2 descreve os motivos de observarem-se as linhas de ônibus escolhidas, descrevendo os trajetos, pontos de verificação, tempos de deslocamento de modo a perceber se há condições de otimizar trajetos para que se chegue a um mesmo ponto, em menor distância em tempo, emitindo assim menos gases geradores do efeito estufa. Os resultados obtidos corroboram para essa possibilidade aventada. Em 6.3.3 é apontado um equipamento urbano marcante na cidade – o Terminal Central, local onde diversas linhas de ônibus chegam e partem. Neste tópico são indicados os trajetos realizados pelos ônibus para chegar ao terminal central, aumentando o percurso e conseqüentemente as emissões de CO₂. A pauta cogita que o uso do terminal se faz desnecessário já que os ônibus poderiam simplesmente seguir o itinerário, evitando congestionamentos, o tempo de viagem, o trajeto, tudo isso poderia ser resolvido com cartão de integração. O subitem 6.3.4 abrange a teoria do Desenvolvimento Orientado pelo Transporte Sustentável (ITDP, 2017) e o cenário de aplicação em Macaé, conforme o Plano de Mobilidade da cidade.

O capítulo 7 relaciona as cidades do recorte mais poluidoras e menos poluidoras do subsetor de transporte e pontua-se da possibilidade de além do ranking ter métricas que possam indicar a eficiência do transporte público das

idades de médio porte uma vez que as métricas do padrão DOTS não se encaixam nos perfis que são mais voltados para cidades maiores.

As pesquisas bibliográficas foram realizadas através de dados e estatísticas (ONU, SEEG, IBGE e outros) cruzaram informações referentes ao aumento da temperatura global, o papel das cidades de médio porte nesse cenário e as emissões de gases geradores do efeito estufa. Concomitantemente, a pesquisa de campo buscou apurar, entre as linhas selecionadas, o tempo de deslocamento e o uso ou não do terminal central, conforme a linha.

Foi possível apurar através deste trabalho que as cidades de médio porte têm papel expressivo numericamente e que não podem ser ignoradas uma vez que representam grande contingente populacional. Outro aspecto registrado das cidades de médio porte é que o subsetor de transportes proporcionalmente emite mais gases geradores do efeito estufa nas cidades de médio porte do recorte do que os índices nacionais; isso mostra a importância de olhar para essas cidades para reduzir essa discrepância. Muitas destas cidades têm apenas o ônibus como meio de transporte coletivo, assim como é o caso de Macaé. As métricas DOTS não se mostram suficientes para aplicar às cidades de médio porte. A necessidade de estabelecer métricas para avaliar o desempenho das cidades de médio porte vai além de simplesmente saber os dados, mas poder manuseá-los e entender o que ocasiona que uma cidade polua mais do que a outra.

3. Procedimentos metodológicos

O artigo é conduzido através de pesquisas de caráter exploratório, verificando questões relacionadas a itinerário de linhas de ônibus, observando a utilização do terminal central, no aspecto de itinerário. A pesquisa é aplicada, tratando de questões relacionadas ao transporte público em Macaé e em cidades de médio porte do Brasil. As estratégias metodológicas contemplam a pesquisa bibliográfica, através de artigos, normas, cadernos técnicos e dados estatísticos; a pesquisa documental, que são os dados obtidos através das prefeituras e outros órgãos oficiais; o estudo de campo das Linhas T-41 e T-41R, cujas seleções abrangem maiores quantidades e diversidades de dados da pesquisa (eficiência do itinerário existente e proposto, tempo de percurso, uso do terminal central e não uso, entre outros). Os resultados

são apresentados em tabelas, os quais trazem dados populacionais, emissões de CO2 e outros gases do efeito estufa, além de informações sobre as frotas de veículos e mapas.

4. Aquecimento global e emissões de gases do efeito estufa

A contundência das evidências científicas sustenta a realidade do aquecimento global, apresentando projeções alarmantes caso não haja mudanças nas emissões de gases estufa. Em 1896, o químico Ahrrenius previu que o aumento desses gases resultaria em um acréscimo de temperatura na Terra.

De acordo com o 6º Relatório de Avaliação do IPCC (2022), desde o 5º Relatório (2014) inúmeras mudanças climáticas significativas ocorreram. O Gráfico 1 exibe a distribuição geográfica de 77.785 publicações científicas sobre aquecimento global. Quase a totalidade desses estudos, representada por 99%, atribui o aumento da temperatura global à atividade humana.

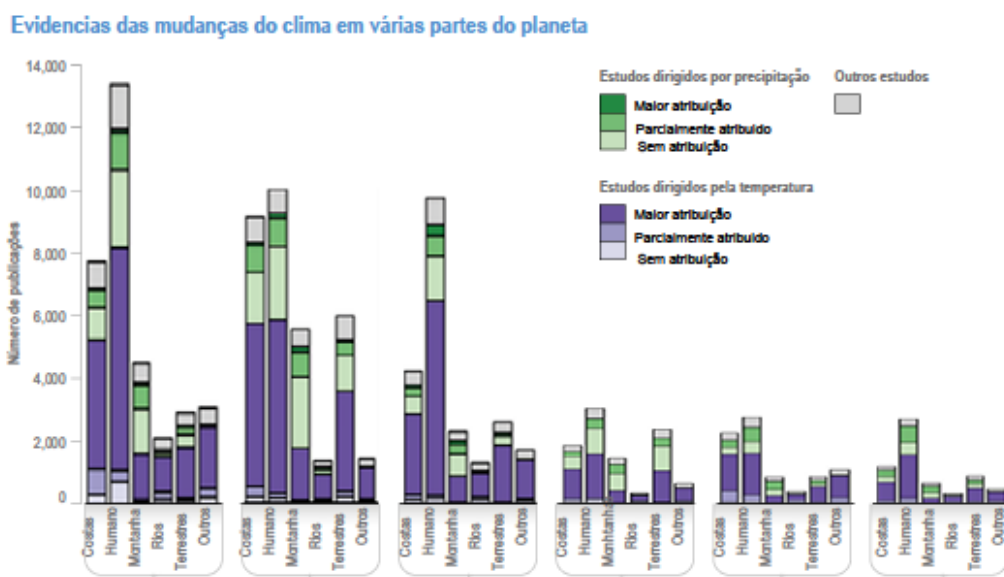


Gráfico 1- Publicações relacionadas às evidências das mudanças climáticas. Fonte: IPCC (2022). Tradução e adaptação própria.

O impacto adverso do aquecimento global se manifesta em cenários como a cidade russa de Verkhoyansk, na região da Sibéria, que registrou 38°C em 2020, e o recorde da temperatura média global, atingindo 17,08°C em 6 de julho de 2023.

Na Europa, os impactos climáticos atuais somam cerca de 3,4 bilhões de euros, projetados para alcançar 19,6 bilhões em 2050 e 37 bilhões em 2080. O setor de transportes enfrentará um aumento de gastos de 0,8 bilhão para 11,9 bilhões de euros até o fim do século (Forzieri et al.,2018).

O Acordo de Paris, firmado por 196 países em 2015 propõe no artigo 2, alínea a: “manter o aumento da temperatura média global bem abaixo dos 2°C acima dos níveis pré-industriais e buscar esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5°C acima dos níveis pré-industriais[...]”(ONU, 2015, p.25).

No artigo 6, alínea a, o acordo indica que se deve “Promover a mitigação das emissões de gases do efeito estufa, fomentando simultaneamente o desenvolvimento sustentável”. (ONU, 2015, p.29).

5. Cidades médias

A compreensão das cidades médias em aspectos gerais demanda uma análise de suas definições, que variam em diferentes perspectivas. Segundo o Boletim Mundial das Cidades da ONU Habitat (2022), uma cidade de médio porte é definida com base no grau de urbanização, onde cidades de médio porte possuem uma população entre 250 mil e 1 milhão de habitantes.

A delimitação das cidades médias é complexa e diferentes critérios, como demografia, temporalidade e localização geográfica, levam a distintas interpretações. Santos (1993) destaca que o significado numérico varia ao longo do tempo e das regiões. Uma cidade de 20.000 habitantes em 1940/50 poderia ser considerada média, mas hoje, uma aglomeração média pode ser uma cidade de cerca de 100.000 habitantes.

Macaé pode ser enquadrada como cidade média, embora a definição possa oscilar. Considerando fatores demográficos, cidades que se situam com uma população 30% menor ou maior do que a população de Macaé também se alinham à definição. Neste recorte, são 90 cidades no Brasil, de acordo com o Censo Demográfico 2022

O Censo de 2022 confirmou um crescimento diferenciado das cidades médias em comparação às mais populosas. Salvador (BA), por exemplo, teve uma diminuição de 9,60% em sua população entre 2010 e 2022. O crescimento

populacional, porém, não é uniforme, e a consolidação e surgimento de cidades médias variam regionalmente.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população do Brasil cresceu 6,5% entre 2010 e 2022, enquanto as cidades acima de 500 mil habitantes cresceram 5,25% no mesmo período. Cidades médias, que haviam aumentado mais de 60% entre 2000 e 2010, cresceram quase 30% entre 2010 e 2022. A população das cidades médias (da faixa de recorte) representa 11,14% da população total do país. As cidades entre 180 mil a 500 mil habitantes cresceram numericamente de 23 para 90 no período de 31 anos (1991-2022), enquanto que as cidades com mais de 500 mil habitantes eram 24, e em 2022 somavam 41 cidades.

A relevância das cidades médias transcende os números, pois seu impacto ambiental e social é significativo. De acordo com o Censo da ONU (2023), o maior percentual de pessoas que viviam em cidades, considerando a faixa populacional de menos de 300 mil habitantes a mais de dez milhões, concentrava-se naquelas abaixo de 300 mil habitantes, representando 57% na Europa, 40% na América Latina e Caribe, 48% na África, 38% na Ásia. Apenas na América do Norte e Oceania o quadro difere, entretanto, a média global é de 41% de pessoas que vivem em cidade com 300 mil habitantes ou menos.

6. Emissões de gases do efeito estufa e as cidades médias

Os gases do efeito estufa, embora naturais e essenciais para a regulação térmica da Terra, já há algum tempo sofrem uma massiva interferência não natural, predominantemente causadas pela emissão de gases como o Dióxido de Carbono (CO₂) proveniente da queima de combustíveis fósseis e poluentes industriais. Isso descompensa o equilíbrio atmosférico, ampliando o efeito estufa e gerando perturbações climáticas, como mencionado anteriormente.

Conforme dados do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), o subsetor de transportes se destaca como o maior emissor de gases do efeito estufa no país. Em cidades médias, entre 180 mil a 350 mil habitantes, esse padrão se mantém, representando uma parcela considerável das emissões. Em 2019, o setor de transporte em tais cidades emitiu 22.470.641,50

toneladas de CO₂ equivalente (CO_{2e}), correspondendo a 70,70% do total, seguido pelo setor de geração de eletricidade (9,44%), residencial (7,07%) e outros setores.

A análise do SEEG Brasil forneceu um panorama das emissões em 2019, considerando diferentes setores e municípios. Dos 90 municípios estudados, 39 atingiram o objetivo de emissões de 2 toneladas ou menos de CO_{2e} por habitante. Outros 21 estão próximos dessa meta, enquanto 13 enfrentam desafios consideráveis (entre 3 e 4 t), e 17 municípios têm grandes desafios (mais de 4 t).

Os dados do SEEG levam em conta múltiplos setores, incluindo Uso da Terra, Resíduos, Industriais, Energia (que engloba o subsetor de transportes) e agropecuária. As emissões do setor de energia, por exemplo, são distribuídas conforme apresentado no Gráfico 2, variando entre diferentes subsetores.

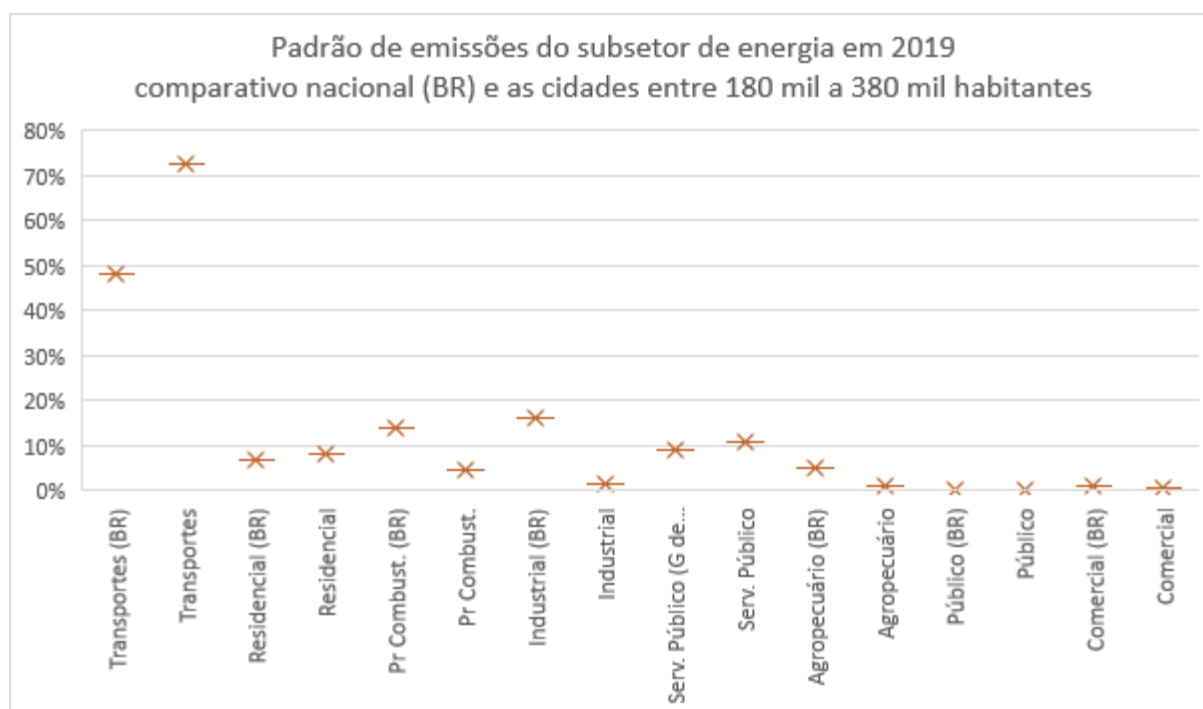


Gráfico 2 – Percentual de gases emitidos no setor de energia no Brasil e cidades do recorte, em 2019. Os subsetores sinalizados com zero tiveram emissões de menos de 1% em relação aos demais do setor de energia. Emissões de gases de CO₂(t) GWP-AR5. Fonte: Elaboração própria a partir de SEEG-Brasil (2019).

Os dados apresentados nesta seção são muito significativos e merecem atenção. Verifica-se que não se pode mais restringir o tratamento dessa questão ambiental e urbana às cidades de grande porte. O subsetor de transportes nas cidades de médio porte do recorte atinge mais de 70% das emissões do setor de energia, e nacionalmente quase 50%.

As cidades de médio porte devem ser contempladas nos estudos e trabalhos relacionados ao tema, como é o caso do município de Macaé, situado na região Norte Fluminense do estado do Rio de Janeiro.

6.1. ODS 13 – Ações contra a mudança global do clima

Em 2015, todos os países signatários da ONU firmaram o compromisso dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), que são ações conjuntas que visam diminuir e erradicar questões relacionadas à disparidades sociais, como a pobreza, a falta de acesso à alimentação, saneamento básico; questões ligadas ao meio ambiente, como a vida nos oceanos e a ação contra a mudança global do clima, capitaneada pelo ODS 13, entre os 17 objetivos das quais esses países se comprometem a atingir até o ano de 2030.

Em respostas aos efeitos do aquecimento global e em respostas para a aplicação no Brasil, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) reuniu os itens da ONU e desmembrou em políticas nacionais os subitens da ODS 13, conforme descrito a seguir:

Meta 13.1 - Nações Unidas: Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países.

Brasil: Ampliar a resiliência e a capacidade adaptativa a riscos e impactos resultantes da mudança do clima e a desastres naturais.

Meta 13.2 - Nações Unidas: Integrar medidas com mudanças do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais.

Brasil: Integrar a Política Nacional sobre Mudanças do Clima (PNMC) às políticas, estratégias e planejamentos nacionais.

13.3 - Nações Unidas: Melhorar a educação, aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima.

Brasil: Melhorar a educação, aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mudanças do clima, seus riscos, mitigação, adaptação, impactos, e alertas precoces.

13.a – Não se aplica ao Brasil.

13b.- Nações Unidas: Promover mecanismos para a criação de capacidades para o planejamento relacionado à mudança do clima e a sua gestão eficaz, nos países menos desenvolvidos, inclusive com foco nas mulheres, jovens, comunidades locais e marginalizadas.

Brasil: Estimular a ampliação e a cooperação internacional em suas dimensões tecnológica e educacional objetivando fortalecer capacidades para o planejamento relacionado à mudança do clima e à gestão eficaz, nos países menos desenvolvidos, inclusive com foco em mulheres, jovens, comunidades locais e marginalizadas. (IPEA, 2019, *online*).

As medidas em âmbito nacional consolidam as proposições das ações a serem executadas ditadas pela ONU. Evidencia e corrobora que precisamos olhar para as cidades de médio porte e em especial para o subsetor de transportes, apontando meios para fazê-lo.

6.2. Meios de transportes e emissões de gases do efeito estufa

Nesta subseção, exploraremos a correlação entre o crescimento populacional, a expansão da frota de veículos e as emissões de gases do efeito estufa, concentrando-nos nas cidades médias.

Enquanto a população das cidades médias tem crescido em número e quantidade, o ritmo do crescimento da frota de automóveis é ainda maior. Enquanto o último Censo (2022) registrou um aumento populacional das cidades médias entre 180 e 350 mil habitantes de quase 30%, a frota de veículos particulares cresceu quase 71% .

Tomando os registros apontados por Oliveira *et al* (2014), com base em médias do corredor *BRT* Transoeste, na cidade do Rio de Janeiro, observou-se que o transporte público polui menos por passageiro transportado. Enquanto os carros emitiram 13,6 de CO₂ por passageiro/km, os ônibus convencionais 1,8 e o BRT 1,0 de CO₂ por passageiro/km.

Desses registros apurados, não é surpresa que o setor de transportes figure como a principal fonte de poluição atmosférica (SEEG, 2023), também, conforme o SEEG¹, em 2021, o setor de transportes foi causador da emissão de 203,8 milhões de toneladas de CO₂, sendo então o que mais emitiu dentro do setor de energia e Processos Industriais e uso de Produtos (PIUP), registra-se que a partir de 2006 o setor de transportes representa mais emissões entre os demais setores (edifícios, indústria, agropecuária, geração de eletricidade e produção de combustíveis).

As emissões do transporte no Brasil já correspondem a quase o dobro do valor emitido devido ao desmatamento do bioma Cerrado (SEEG, 2023).

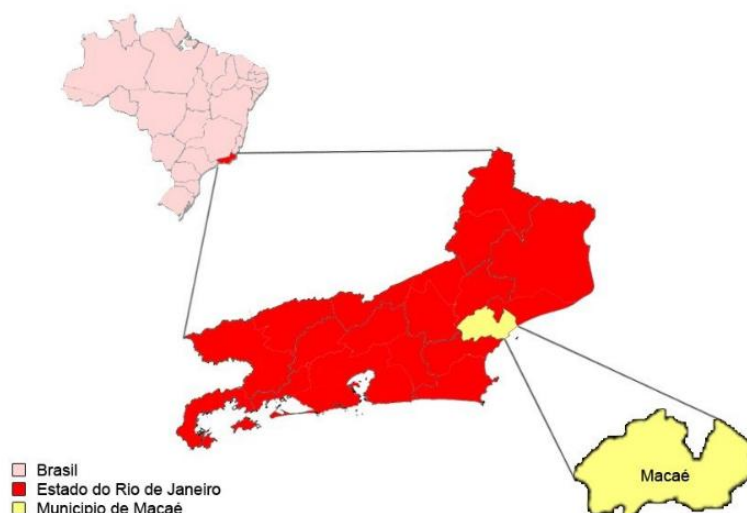
¹ Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases do Efeito Estufa, do Observatório do Clima, que compreende a produção de estimativas anuais da emissão de gases do efeito estufa (GEE).

Comparando as emissões entre as dez cidades da faixa de recorte com menos emissões e com mais emissões no subsetor de transportes, as dez cidades com maiores emissões (2019) somavam a emissão de 6.118.753,90 de milhões de toneladas de CO₂e, enquanto que as dez cidades com menos emissões, juntas emitiram no subsetor de transportes a quantia de 785.342,5 milhões de toneladas de CO₂e. Os totais entre as cidades que menos poluem e as que mais poluem no subsetor de transportes representam 11% e 89%, respectivamente.

6.3. Panorama dos transportes e emissões de gases do efeito estufa em Macaé-RJ

Macaé é um município brasileiro do Estado do Rio de Janeiro, situado a 190 quilômetros a nordeste da capital do Estado (Figura 1). Sua população é de 266.136 habitantes, em 2021 (IBGE, 2022). Possui uma área total de 1 215,904 km². A cidade fica situada na Bacia de Campos, é conhecida como a Capital Nacional do Petróleo. A jazida e a consequente instalação da Petrobrás na cidade, mudou completamente o cenário do local, da outrora conhecida pela alcunha de princesinha do Atlântico, uma bucólica cidade de pescadores.

O crescimento populacional advindo da geração de empregos do setor de petróleo e gás também transformou o solo da cidade; novos equipamentos urbanos, novas vias, novos bairros e os problemas de um rápido crescimento não planejado, como a expansão das favelas, por exemplo. Um outro exemplo de problema ocasionado por esse crescimento está relacionado às circulações nos mais diversos âmbitos, a nível local e a nível intermunicipal, uma vez que a expansão de Macaé ocasiona um grande fluxo entre as cidades vizinhas, principalmente. Tratando especificamente do transporte público, a sequência desse trabalho irá mostrar a opinião dos usuários do transporte.



**Figura 1 – Localização do município de Macaé em relação ao estado do Rio de e ao país.
Fonte: Researchgate.net (2010). Janeiro**

Quanto ao transporte, o único modal para deslocamento não ativo da população na cidade de Macaé é rodoviário. As pessoas se deslocam de forma particular (carros, motos, bicicletas), de forma compartilhada (carros por aplicativo e mototáxi) ou através do transporte público (ônibus).

De acordo com o IBGE, em 2022 a cidade possuía uma frota de 66.992 veículos ao passo que apresentava a frota de 986 ônibus.

Em 2010 a cidade tinha a frota de 43.909 veículos enquanto contava com 810 ônibus. Analisando estes números e comparando com a população da cidade, observa-se que população cresceu aproximadamente 19% entre 2010 e 2022, e que a frota de veículos cresceu 52,57% entre 2010 e 2022, enquanto a frota de ônibus cresceu 21,73% neste mesmo período. Todavia, ainda se faz necessária uma ressalva quanto aos dados porque eles não representam em si a circulação de veículos nas vias, senão os veículos emplacados na cidade conforme o tipo. Para ter uma melhor percepção é necessário analisar o panorama do dia a dia.

Em relação às emissões de gases geradores do efeito estufa, no setor de energia, a cidade emitiu 2.967.828 toneladas de CO₂e em 2010 e em 2022, 1.024.469 toneladas de CO₂e , usando o mesmo período para termos comparativos. Neste período houve picos de emissão, como em 2021, que registrou a emissão de 5.600.858 toneladas de gases geradores do efeito estufa.

No capítulo 7 se registram os dados de Macaé em termos gerais de emissão no setor de energia e a emissão do subsector de transportes, criando um *ranking* entre as cidades do recorte.

6.3.1. Panorama dos deslocamentos em Macaé

Desde 2010 e até o momento (2023) a empresa SIT Macaé Transportes S/A detém a concessão do transporte por ônibus na cidade de Macaé. De acordo com a Secretaria de Mobilidade Urbana são 41 linhas que são distribuídas em linhas troncais, alimentadoras, circulares e serrana.

Em diagnóstico das locomoções em Macaé, realizado em 2014 (a data/período não foram especificados), encomendado à ML CONSULTORIA E PLANEJAMENTO, apontou que o cômputo nos horários de pico, considerados a partir das 6:30 às 9:00h, entre as 11:30 e 14:00 e entre as 17:00 e 20:00, houve a circulação de 501.774 veículos – carros, vans ou táxi (79,69% dos deslocamentos); 35.261 de ônibus ou vans de passageiros (5,60%); 34.967 caminhões ou vans de carga (5,55%); 42.722 à pé (6,78%) e 14.972 de bicicleta (2,38%).

O Plano de Mobilidade Urbana apontou alguns dados relativos à operação por ônibus que valem a pena ser indicados neste trabalho:

A frota do Sistema Integrado de Transportes (SIT) era composta por 280 veículos, sendo utilizadas 258 para as operações das linhas e 22 como reserva técnica do sistema. A produção quilométrica do sistema era de 86.461,4 km por dia, totalizando 2.270.678,40 km por mês.

Também foi apurado que em um dia útil o número de pessoas que utilizaram o transporte por ônibus foi de 165.930 pessoas (pagantes no ônibus, pagantes nos terminais e gratuidades).

Olhando para os dados do relatório da consulta pública, respondida por 2584 pessoas, realizada em 2022 pela Secretaria de Mobilidade de Macaé, pode-se extrair alguns dados que podem explicar a baixa adesão ao transporte por ônibus:

O tempo de espera foi classificado como ruim por 1902 pessoas (73,61%). O tempo de percurso foi avaliado como ruim por 1226 (47,45%) pessoas. Quando a pergunta foi se o itinerário atende às necessidades de locomoção, 1448 (56,04%) das pessoas pontuaram que não.

Entre 1º e 5 de abril de 2023, a Confederação Nacional da Indústria (CNI) entrevistou 2019 pessoas economicamente ativas, em todos os Estados, nas cidades com mais de 250 mil habitantes, a pesquisa tem a margem de erro de dois pontos percentuais e o intervalo de confiança é de 95%. Os registros nacionais corroboram com as indicações registradas na cidade de Macaé. O tempo de espera obteve nota 3,6 na pesquisa da CNI (escala de 0 a 10), assim como o tempo de viagem recebeu a nota 4,7.

Em 2015, o Governo Federal divulgou um caderno de referência para elaboração de plano de mobilidade urbana, que tem a premissa de orientar os municípios, principalmente aqueles que o art. 24 da Lei 12.587/2012 estipula que elaborem planos de mobilidade urbana - cidades acima de 20 mil habitantes e demais obrigados. A Lei 14.000 de 2020, altera a Lei 12587, e a redação diz que municípios com mais de 20 mil habitantes ficam obrigados a elaborar e aprovar Plano de Mobilidade Urbana, cabendo a elaboração e aprovação ocorrer até 12 de abril de 2022 para municípios com mais de 250 mil habitantes e até 12 de abril de 2023 para municípios com até 250 mil habitantes.

Focando para as questões ambientais relacionadas às emissões de gases do efeito estufa e suas consequências e as formas de mitigar esses problemas a partir daqui, volta-se o olhar para os estudos de caso propostos e os resultados destas coletas.

6.3.2. Itinerários – estudo aplicado às linhas T41 e T41R

A escolha das linhas T-41 e T-41 R se dá para poder objetificar algumas questões abordadas no decorrer deste artigo.

Antes, vale pontuar que este estudo não tem a intenção de padronizar ou preconizar o transporte na cidade de Macaé ou em alguma outra cidade desse recorte, para tanto é preciso elaborar uma série de estudos que envolvem outras esferas que não são pontuadas neste artigo.

As linhas T-41 e T-41 R se distinguem no que a linha T-41 R é nomeada como “rápida” por que ao chegar no centro da cidade toma outro curso da linha T-41 (Figura 2). A linha T-41 segue para o terminal central e depois segue através da via denominada linha vermelha, enquanto o ônibus T-41 R segue através do trecho a

Av. Rui Barbosa, no trecho conhecido como viaduto, indo a encontrar com a rota da linha T-41 após a rotatória da chamada Cancela Preta, mesmo nome do bairro. Isso aponta a questão quanto à real necessidade ou não do acesso ao Terminal Central, também possibilita entender se a linha rápida de fato é mais rápida em relação à outra linha.

A linha T-41 percorre aproximadamente 18,9Km, enquanto a linha T-41R faz o trajeto em 18,6 Km.

Outro fator para a seleção das linhas T-41 e T-41 R para estudos de campo também se deve ao local por onde as linhas passam, especialmente pelo bairro Parque Aeroporto que de acordo com o Diagnóstico Geral do Município de Macaé (2014) que adotou os dados do Censo de 2010², o Parque Aeroporto possuía 25.657 habitantes, em uma área de 4,15Km², tendo a densidade de 6.183,23 hab./km², ou seja, um dos bairros mais populosos e densos de Macaé.

O Plano de Mobilidade Urbana também apontou:

A linha T41, que atende grande contingente de trabalhadores, funcionários que se destinam às Firms, em Novo Cavaleiros, opera com velocidade de 15 km/h e leva 75 minutos para cumprir o itinerário. Isso mostra a necessidade imediata da reestruturação do sistema viário e da forma de operação das linhas nesse eixo, para aumentar a velocidade média operacional, reduzir o tempo de viagem e melhorar a qualidade da ofertados serviços oferecidos para a população. (PREFEITURA DE MACAÉ, 2015, p.53)

O Quadro 1, a seguir aponta os registros de tempo dos trechos das viagens realizadas.

Linha/Data	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7	Ponto 8	Total
T 41R – dia 04/08 (sex)	12:28 0min	12:32 +4min	12:37 +5min	12:42 +5min	12:53 +11min	-	13:04 +11min	13:14 +10min	46 min
T 41 – dia 07/08 (seg.)	14:23 0min	14:33 +10min	14:49 +16min	14:57 +8min	15:13 +16min	15:23 +10min	15:32 +9min	15:43 +11min	1h20 min
T 41 – dia 10/08 (qui)	09:41 0min	09:45 +4min	09:56 +11min	10:03 +7min	10:17 +14min	10:27 +10min	10:39 +9min	10:50 +11min	1h9min
T 41R – dia 16/08 (qua)	14:05	14:09	14:14	14:19	14:30	-	14:40	14:51	46 min

² Os dados do Censo de 2022 divulgaram informações a partir de 28 de junho de 2023, contudo, alguns dados específicos ainda estão sendo divulgados a medida em que estão sendo apurados, por essa razão não foi possível incluir neste artigo os dados por bairros de Macaé.

	0min	+4min	+5min	+5min	+11min		+10min	+11min	
--	------	-------	-------	-------	--------	--	--------	--------	--

Quadro 1 – Viagens realizadas nas linhas T41 e T41R entre 04/08/2023 a 16/08/2023. Fonte: Elaboração própria (2023).

Antes da sequência, cabem algumas ponderações: A coleta do dia 11/08 da linha T-41 (cujo itinerário se realizou em 1h10min foi descartada do quadro, uma vez que não houve um terceiro registro da linha T-41R). Os registros provavelmente em si não podem refletir o funcionamento das linhas, tampouco do sistema de ônibus. Vale apontar que na viagem do dia 04/08, um ônibus da linha T-41 partiu antes da saída do ônibus T-41R, quase simultaneamente. O ônibus que saiu à frente parou nos pontos para pegar passageiros com maior quantidade e frequência. Outra ressalva, ocorrida no dia 07/08, na linha T-41, durante um trecho dos pontos 1 e 2 houve um bloqueio do trânsito por outro veículo, o que não ocorreu nas demais viagens. Para ter um retrato mais fiel devem-se ter registros de mais viagens, seja através de pesquisas de campo em novas viagens, seja observando dados de GPS disponibilizados, descartando os registros de ocasiões fortuitas como acidentes, por exemplo, que possam incidir nos resultados. Ora apontadas as ressalvas, observam-se as considerações dos registros de campo.

A partir dos dados levantados nas viagens, foi observado que o tempo das viagens varia aproximadamente em 28 minutos entre as linhas T-41 e T-41R (entre o ponto 1 e o ponto 8); apenas o trecho entre os pontos 5 e 6 da linha T-41 (percurso até o terminal e a saída) registrou o intervalo de 10 minutos em duas ocasiões. Outro dado importante que vale apontar diz quanto ao tempo aproximado entre a parada e o prosseguir da viagem. Observando o tempo médio entre os trechos 2 e 3 (1,26 Km), tanto nas linhas T-41 e T-41 R, o tempo apurado foi de 13,5 minutos para a linha T-41 e 5 minutos para a linha T-41R – 8,5 minutos de diferença.

Para ter um parâmetro em relação ao tempo de percurso, para chegar a outro ponto de verificação, foi selecionada a linha T-22, que segue do terminal Cehab ³ - ponto 1 até o ponto de ônibus em frente ao estádio Cláudio Moacyr – ponto 4 (3,81 Km), conforme traçado da linha roxa, da Figura 3 abaixo. Fazendo essa mesma verificação através das linhas T-41 e T-41 R o percurso, saindo também do terminal Cehab até chegar no ponto de ônibus em frente ao estádio percorre 4,66 Km – 0,85

³ Terminal provisório, localizado na mesma via do terminal com obras previstas para serem entregues em setembro de 2023. O terminal em obras havia sido interditado anteriormente devido ao precário estado de conservação.

Km de diferença. No dia 27/07/2023 o trecho entre 1-4 foi aferido através das linhas T-22 e A-22, entre 12:24 e 12:30 (6 minutos – Linha T-22). No dia 04/08/2023, o mesmo percurso foi feito entre 10:29 e 10:37 (8 minutos – Linha T-22). No dia 10/08/2023 o mesmo trecho foi feito entre 10:28 e 10:34 (6 minutos – Linha A22); média aproximada de 7 minutos. Para chegar ao mesmo trecho a linha T-41R precisou em média de 16,5 minutos e em média 28 minutos para a linha T-41.



Figura 2 – Percurso das linhas T-41, T-41R, T-22 e A-22 (trecho). Em roxo, trecho entre os pontos 1 e 4 compreendidos como pontos de verificação das linhas T-22 e A-22. Em amarelo, trecho comum percorrido pela linha T-41 e T-41-R. Em vermelho trecho percorrido pela linha T-41 (que passa pelo Terminal Central) e em verde o trecho percorrido pela linha T-41 R, até que se encontrem novamente no ponto 7. Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Google Earth e Moovit (2023).

Busca-se com essas indicações de tempo e percurso notar se há diferença significativa entre as linhas, comparando o itinerário e o tempo de percurso. Pode ser observado que é possível seguir um caminho para chegar a um mesmo local com 25% menos de tempo, apenas adotando outro itinerário. A importância dessa indicação se dá pela sustentação de que é possível adotar caminhos que possam atender ao local destacado, tal como o *Bus Rapid Transit (BRT)* ou o *Bus Rapid System (BRS)*, podendo ser replicado em outros locais da cidade de Macaé, reduzindo direta e indiretamente a emissão de gases do efeito estufa.

6.3.3. Terminais de integração – Terminal Central

Em Macaé existe a possibilidade de fazer a integração entre as linhas de ônibus dentro dos terminais existentes, independentemente do tempo decorrido.

O valor atual da passagem (agosto 2023) é de R\$ 5,20; contudo, as pessoas que residem na cidade e fizeram o cadastro no período de adesão, ao utilizar o cartão validador pagam R\$ 1,00.

Existem atualmente quatro terminais de ônibus em funcionamento – Terminal Parque de Tubos, no extremo próximo à Rio das Ostras, Terminal Central, Terminal Cehab, que está operando em uma estrutura provisória enquanto o local onde havia um terminal previamente está em reforma e o Terminal Lagomar, que fica às margens da Rodovia Amaral Peixoto, na entrada principal do bairro Lagomar, nas proximidades do extremo norte da cidade, oposto à Rio das Ostras.

A linha T41, percorre aproximadamente 915 metros (pontos 5 e 6 – figura 2) cada vez que segue para fazer o trecho até o Terminal Central e dar sequência ao seu itinerário. Dados apurados pela ML Consultoria, de 2014, presentes no Plano de Mobilidade de Macaé, indicavam 5.364 viagens mensais da referida linha, computando assim algo em torno de 4.908,060 metros percorridos somente neste trecho do percurso. Outro dado apurado indicado no Plano de Mobilidade de Macaé apontou que 15,5% do total de passageiros fazia a integração nos terminais (25.714 pessoas).

A empresa SIT distribui 74 linhas na cidade de Macaé, destas, 52 passam ou partem do Terminal Central. Existe uma grande sobreposição de linhas, conforme é possível observar na Figura 3, estas linhas não necessariamente precisariam passar por esse trecho para cumprir o seu itinerário.

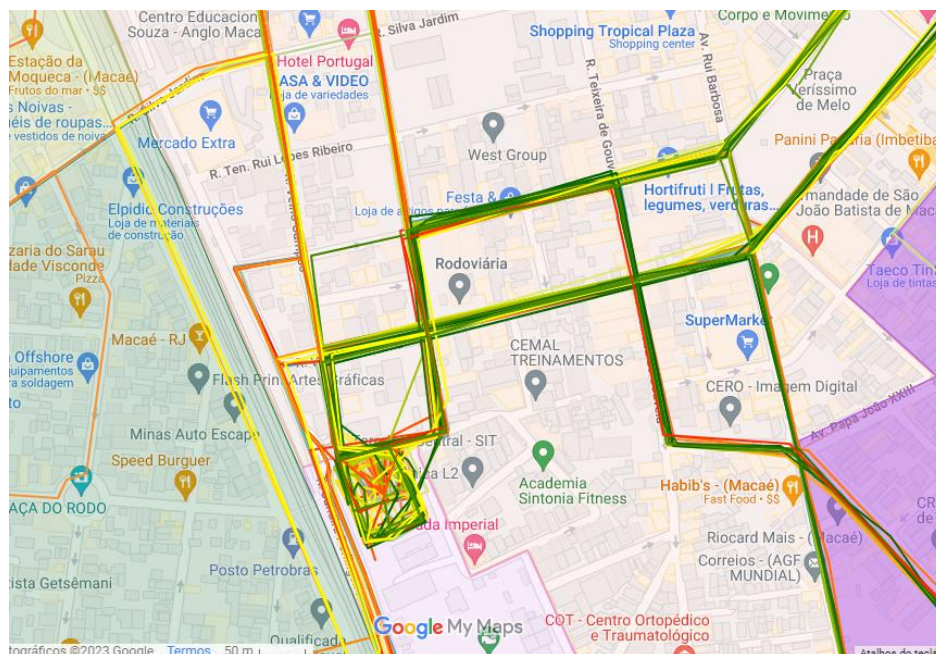


Figura 3 – Fluxo de circulação das linhas de ônibus da cidade de Macaé na região do Terminal Central e do entorno. Fonte: Prefeitura de Macaé(2023).

É possível apontar para duas questões relacionadas à emissão de gases geradores do efeito estufa, uma de forma direta e outra indireta. A questão direta, olhando apenas para a linha .T-41 é que deixariam de ser emitidas 66,27 toneladas⁴ de CO₂e na atmosfera por ano, considerando apenas o trecho compreendido para chegar e sair do Terminal Central, possivelmente isso se aplique à várias das demais linhas. De forma indireta, de repente é possível ter a adesão de mais pessoas usando o sistema de transporte público, abdicando ou diminuindo o uso do automóvel, a partir do momento que o tempo de viagem eventualmente seja reduzido por não ter o itinerário até o Terminal Central, continuando o restante do itinerário, diminuindo então a poluição do ar e da emissão de gases geradores do efeito estufa, sem levar consideração outros aspectos como tais como a construção, manutenção e reforma de terminais, por exemplo.

O montante lançado na atmosfera decorrente da soma do percurso das linhas em Macaé (2014) chegaria 30.659,65 toneladas de carbono equivalente ao ano. Olhando individualmente para o trecho da Linha T-41 o lançamento parece irrelevante ante as emissões totais, todavia, este é apenas um dos dados e de uma linha. Averiguar de forma individual para cada uma das linhas seus itinerários,

⁴ Os números obtidos da estimativa de emissão de toneladas de CO₂e foram obtidos através da planilha disponível pelo Programa Brasileiro GHG Protocol, que foi desenvolvida pelas FGVces e WRI com base nas guias do CHG protocol. Para o cálculo foi considerada a frota de 2014, combustível Diesel.

pensar em ações para otimizá-los, tal como corredores de *BRT*⁵ ou *BRS*⁶, a adoção de cartões para a integração, sem a necessidade do uso de terminais, evitando percursos desnecessários, diminuindo o tempo das viagens, trajetos e conseqüentemente das emissões de gases geradores do efeito estufa são algumas das medidas possíveis de serem implementadas e devem ser estudadas conjuntamente com outras ações para a promoção do transporte ativo e a eficiência do transporte público em detrimento do transporte particular.

6.3.4. DOTS relacionado às propostas do Plano de Mobilidade de Macaé

O Desenvolvimento Orientado pelo Transporte (DOTS) é a tradução do acrônimo em inglês TOD – *Transit Oriented Development* organizado pelo Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP).

O DOTS pontua quanto a meios de criar espaços urbanos para acolher pessoas, atividades, edificações e espaços públicos em áreas integradas ao resto da cidade por um transporte público de qualidade e facilmente conectadas por bicicleta ou a pé. O padrão de qualidade DOTS cria métricas através dos objetivos de caminhar, onde se estipulam meios para estimular as pessoas a andar a pé; pedalar, priorizando redes de transporte ativo; conectar, criando redes densas de ruas e caminhos; transporte público, que deve prover acesso a sistemas de transporte coletivo de qualidade, confiáveis e integrados a cidade; misturar, estimulando a mistura de uso de solos, a diversidade demográfica e de renda; adensar, otimizando a densidade de ocupação de forma correspondente à capacidade do transporte coletivo; compactar, para que se reestruture as áreas urbanas para encurtar as viagens casa-trabalho-casa e o mudar, para que se aumente a mobilidade regulamentando o uso de estacionamentos e de vias públicas por veículos individuais motorizados (ITDP, 2017).

⁵ *BRT* – Sigla em inglês para *Bus Rapid Transit* – ônibus de trânsito rápido. Tem como característica a destinação de faixas exclusivas de circulação de ônibus, com estações de embarque e desembarque com processo de pagamento antecipado e outras características que diminuem o tempo de deslocamento.

⁶ *BRS* – Sigla em inglês para *Bus Rapid System* – sistema de ônibus rápido. Destina faixas exclusivas ou preferenciais, por horário e dia da semana para a circulação exclusiva ou preferencial por ônibus, pintadas através de faixas, para as paradas de ônibus convencionais, tendo a premissa de ser mais rápido do que o sistema convencional pela preferência na faixa e por não parar em todos os pontos.

O PlanMob de Macaé, de 2014, trouxe algumas proposições que podem ir ao encontro do que se espera em relação ao DOTS. No aspecto de transporte público propôs-se criar o Sistema Rápido de Transporte (SRT) – que visava criar uma faixa preferencial de ônibus com piso baixo, operado com pagamento pré-pago, pelo trecho de 21 Km entre o Lagomar e Parque de Tubos possuindo 41 estações com uma média de 500 metros de distância entre estas. A proposta não foi executada.

Havia a indicação da implementação do Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) também partindo do Lagomar até o Parque de Tubos, que poderia levar até 400 passageiros, em 4 vagões a uma velocidade média de 30Km/h, contando com trechos de integração entre os modais trem e ônibus. Foram adquiridas duas composições ao custo de R\$ 15 milhões, entretanto nunca houve transporte de passageiros no modal. A gestão municipal vigente informou através do seu portal que um estudo apontou que a implantação do VLT é inviável financeiramente.

Algumas outras proposições relacionadas ao transporte público que podem se relacionar à aplicação DOTS foram apresentadas no plano, contudo, praticamente não houve realizações daquilo que foi proposto. Algumas indicações parecem difíceis de serem avaliadas quanto ao cumprimento ou não uma vez que são apresentadas de forma genérica, sem indicações numéricas como a que diz “Reestruturar o Sistema Integrado de Transporte SIT, mediante a revisão da função de cada serviço, redimensionamento da oferta segundo as características...” não apresentando, contudo, que a frota precisa ser de tantos ônibus, cumprindo tal rota, itinerário, por exemplo. Foi proposto integrar o sistema de transporte coletivo com a rede de ciclovias com a disponibilização de bicicletários nos Terminais, Estações e Pontos de Embarque – recentemente houve um esforço e foram implantados paraciclos em alguns lugares da cidade. Houve pouco avanço quanto à rede cicloviária depois do Plano de Mobilidade de Macaé, cabendo esse avanço principalmente às ciclofaixas.

Algumas das propostas do Plano de Mobilidade que não foram realizadas tangem as informações, como o aplicativo MobiMacaé, cujo a proposta deveria ser orientar usuários do transporte coletivo, população local e visitantes através da utilização de todos os meios físicos de comunicação. Outro ponto relacionado a informações do plano era a proposta de informar em tempo real nos terminais e nas estações de embarque os horários de chegadas dos ônibus e informações sobre

condições de operações, entre outras. Também não prosperou a criação de serviços de Classe Executiva, que colocava a intenção atrair usuários de automóveis.

Alguns aspectos do transporte por ônibus em Macaé avançaram desde a implementação do plano e corroboram para o uso amplo e efetivo do serviço público de transporte. A Lei Municipal 4.097/2015 prevê o desembarque de passageiras do transporte público municipal em qualquer lugar possível (fora do ponto) após as 21h. Também foi aprovada a lei que estendeu o passe social garantindo a gratuidade do transporte público ao acompanhante da pessoa com deficiência, a mesma lei de 2022 garante a gratuidade para pessoas em situação de rua. A lei também pontua quanto à gratuidade para passageiros a partir dos 60 anos que em termos gerais se dá obrigatoriamente por Lei Federal que dita a gratuidade a partir dos 65 anos.

Recentemente também foram entregues 100 novos ônibus que se integram à frota da cidade. Os ônibus entregues possuem ar-condicionado, o que pode por exemplo caminhar para atender a 14% das pessoas entrevistadas pela CNI (2023) que disseram que usariam mais o transporte público se houvesse mais conforto nos veículos. Os ônibus entregues também atendem ao PROCONVE ⁷em sua fase L7⁸.

O plano fez algumas considerações e proposições quanto aos deslocamentos dos pedestres e listou intervenções de reformulações de rotas acessíveis e requalificação de calçadas, destas, apenas a Avenida Rui Barbosa, no trecho conhecido como calçadão passa por intervenções com a modificação do tipo de revestimento do passeio. As obras estão em andamento sendo entregues em etapas. A região reformulada do Museu do Legislativo tem o mesmo padrão de calçamento que está sendo implantado no calçadão, entretanto, apesar de ter sido inaugurado há menos de um ano (15/12/2022) o passeio já apresenta trechos degradados, não consta rampa de acessibilidade ou equivalente e não há piso tátil.

O plano de mobilidade de Macaé apresenta algumas outras considerações alinhadas com o DOTS como a promoção do adensamento das Zonas de Uso Diversificado, priorizando a ocupação dos vazios urbanos já dotados de infraestrutura e o uso misto. Estabelecer parâmetros de vagas de estacionamento no Centro da cidade e nas centralidades urbanas com vistas ao atendimento da demanda e controle da circulação de automóveis nessas áreas.

⁷ PROCONVE – Programa de Controle de Emissões Veiculares do Ministério do Meio Ambiente

⁸ L7 – Estabelece novos limites máximos de emissões de poluentes a partir de 1º de janeiro de 2022.

7. Panorama das demais cidades entre 180 mil a 350 mil habitantes

A análise dos dados coletados pela SEEG Brasil a nível municipal proporcionou a criação de um ranking entre as cidades com maiores e menores emissões de gases do efeito estufa, com enfoque nos setores e subsetores de emissão. Essa análise comparativa visa entender as razões por trás das diferentes emissões entre cidades, especialmente no subsetor de transporte, considerando que as cidades do recorte possuem tamanho populacional semelhante.

É crucial considerar que algumas características intrínsecas de certos lugares podem influenciar nas emissões, podendo refletir em maiores ou menores níveis. Aspectos como conurbação, barreiras geográficas ou contextos metropolitanos podem gerar variações significativas nas emissões. Embora esses fatores sejam válidos, é necessário analisá-los individualmente e com cautela para evitar distorções.

Uma métrica potencial para aferir a redução de emissões, especialmente no transporte, seria a Avaliação Ambiental de Transporte Urbano. No entanto, a aplicação direta dessa métrica traz desafios, pois sua coleta de dados envolve planos, projetos, imagens de satélite e pesquisas de campo que requerem avaliação detalhada.

A seguir, o Gráfico 3 apresenta um ranking das dez cidades que mais e menos emitem gases no subsetor de transporte, comparando com o ranking geral de emissões entre as cidades do recorte e sua colocação a nível nacional. É perceptível que o subsetor de transporte tem um impacto direto nas emissões totais das cidades, e Macaé se destaca como a 53ª cidade que mais emite gases no transporte, mas ocupa o 3º lugar em termos de emissões gerais no setor de energia. Um dos aspectos do setor de energia que coloca Macaé entre as maiores emissoras do setor se deve a geração de energia.

RANKING SUBSETOR TRANSPORTES		RANKING SETOR DE ENERGIA	
Itapevi - SP	90	89 (2.157)	Águas Lindas de Goiás-GO
Águas Lindas de Goiás-GO	89	88 (1890)	Alvorada-RS
Maricá-RJ	88	87 (1.765)	Valparaíso de Goiás-GO
Alvorada - RS	87	86 (1.533)	Itapevi-SP
Magé-RJ	86	85 (1.522)	N.Sra. do Socorro-SE
Valparaíso de Goiás-GO	85	84 (1.499)	São José de Ribamar-MA
Paulista-PE	84	83 (1.444)	Santa Luzia-MG
N.Sra. do Socorro-SE	83	82 (1.341)	Maricá-RJ
São José de Ribamar-MA	82	81 (1.332)	Paulista-PE
Santa Luzia - MG	81	80 (1212)	Magé-RJ
Cabo Frio-RJ	80	71 (919)	Cabo Frio-RJ
Macaé-RJ	53	45 (599)	Itajaí - SC
Itajaí-SC	10	41 (574)	Jaragua do Sul - SC
Parauapebas-PA	9	23 (397)	Várzea Grande - MT
Sinop-MT	8	20 (339)	Chapecó - SC
Jaraguá do Sul	7	14 (169)	São José dos Pinhais-PR
Chapecó-SC	6	11 (247)	Parauapebas-PA
Marabá-PA	5	9 (173)	Sinop-MT
Várzea Grande - MT	4	7 (151)	Rondonópolis-MT
Canoas-RS	3	4 (125)	Canoas-RS
Rondonópolis	2	3 (70)	Macaé-RJ
São José dos Pinhais-SC	1	1 (26)	Marabá-PA

Gráfico 3 – Ranking comparativo de emissões de gases geradores do efeito estufa das 10 cidades com menos e mais emissões no subsetor de transporte com as emissões do setor de energia Em parênteses a relação do posicionamento em relação as emissões totais a nível nacional. **Em negrito a cidade de Macaé-RJ (grifo meu).** Quanto mais para o topo, menores emissões e quanto mais para baixo, mais emissões. Fonte: *Elaboração própria a partir de dados da SEEG(2023).*

As linhas azuis do Gráfico 3 são as indicações das dez cidades nacionais que menos emitiram gases do efeito estufa no subsetor de transportes, enquanto as linhas vermelhas as dez cidades mais emitiram; em verde, a indicação da cidade de Macaé. Podemos observar que em geral existe uma correlação no desempenho geral no setor de energia, próximo àquilo que representa o subsetor de transportes.

Esse panorama descrito na tabela acima confirma as observações anteriores, reforçando a influência do transporte nas emissões de gases do efeito estufa nas cidades médias, entretanto, ainda é necessário investigar as causas subjacentes dessas diferenças em emissões entre as cidades.

8. Considerações finais

É crucial empreender ações abrangentes para transformar cidades de médio porte em peças-chave para combater o aquecimento global, mantendo o aumento de temperatura abaixo de 1,5°C. O predomínio cultural do automóvel, incentivado por políticas governamentais e falta de ênfase no transporte público, torna desafiadora a transição para opções mais sustentáveis. A conscientização sobre a necessidade de

desacelerar o aquecimento global contrasta com a relutância em renunciar ao conforto do veículo próprio, sendo essencial repensar as práticas empresariais que condicionam empregos à posse de veículos. Estratégias como bonificações para quem adota o transporte público, aliadas a melhorias na qualidade do serviço, são essenciais. A aplicação de ferramentas de Big Data para avaliação e implementação de melhorias, em conjunto com políticas eficazes como o padrão DOTS, é fundamental para alcançar eficiência nos transportes públicos, promovendo não apenas a substituição de veículos a combustíveis fósseis, mas a real adesão ao transporte público, incluindo alternativas elétricas.

Referências

ARRHENIUS, Svante. *On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground*. **Philosophical Magazine and Journal of Science**, Londres, v. 41, n. 5, p-237-276, abr 1896. PDF. Disponível em: https://www.rsc.org/images/Arrhenius1896_tcm18-173546.pdf. Acesso em: 06 ago 2023.

ANDRADE, Thompson Almeida; LODDER, Celsius A. **Sistema urbano e cidades médias no Brasil**. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1979. PDF. Versão online. Disponível em: <http://ipea.gov.br>. Acesso em: 10 jul 2023.

BBC NEWS BRASIL. **Círculo Polar Ártico registra calor recorde e preocupa cientistas**. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-53155417>. Acesso em: 06 ago 2023.

BRASIL. Lei 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. **Diário Oficial**: República Federativa do Brasil: Seção 1, Brasília, DF, ano 149, n.3, 4 jan. 2012.

BRASIL. Lei 14.000, de 19 de maio de 2020. Altera da Lei 12.587 que institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. **Diário Oficial**: República Federativa do Brasil: Seção 1, Brasília, DF, ano 158, n.95, 20 mai 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 492, de 20 de dezembro de 2018**. Estabelece as Fases PROCONVE L7 E PROCONVE L8 de exigências do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE para veículos automotores leves novos de uso rodoviário, altera a Resolução CONAMA nº 15/1995 e dá outras providências. *Online*, IBAMA, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/emissoes-e-residuos/emissoes/programa-de-controle-de-emissoes-veiculares->

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil>. Acesso em: 08 jul 2023.

IBGE. **Prévia da população calculada com base nos resultados do Censo Demográfico 2022 até 25 de dezembro de 2022**. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2022/Previa_da_Populacao/RJ_POP2022.pdf. Acesso em: 04 jan 2023.

IPAM Amazonia. **CO₂ equivalente (CO₂e)**. Disponível em: <https://ipam.org.br/glossario/co2-equivalente-co2e/>. Acesso em 12 jul 2023.

IPAM Amazonia. **O que é o efeito estufa?**. Disponível em: <https://ipam.org.br/entenda/o-que-e-o-efeito-estufa/>. Acesso em 06 ago 2023.

IPCC. IPCC Sixth Assessment Report. **Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability**. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>. Acesso em: 10 jul 2023.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Objetivos de desenvolvimento sustentável**. 13. Ação contra a mudança global do clima. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/ods13.html>. Acesso em: 12 ago 2023.

LINHA T- 41. *In* Moovit, 2023. Disponível em: https://moovitapp.com/index/pt-br/transporte_p%C3%BAblico-line-T_41-Maca%C3%A9-5096-1061476-706210-0. Acesso em 23 jul 2023.

LINHA T-41R. *In* Moovit, 2023. Disponível em: https://moovitapp.com/index/pt-br/transporte_p%C3%BAblico-line-T_41R-Maca%C3%A9-5096-1061476-650555-0. Acesso em 23 jul 2023.

LYNAS, Mark *et al.* *Greater than 99% consensus on human caused climate change in the peer-reviewed scientific literature*. **Environmental Reserarch Letters**. Bristol, v.16, n.11, p-1-7, Out. 2021. PDF. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ac2966/pdf>. Acesso em 06 ago 2023.

MACAÉ (RJ). Secretaria de Mobilidade Urbana. **Plano de Mobilidade Urbana de Macaé**. Disponível em: <https://macae.rj.gov.br/midia/uploads/mobilidade.pdf>. Acesso em 21 jul 2023.

MACAÉ (RJ). Secretaria de Mobilidade Urbana. **Relatório gráfico consulta pública transporte público de Macaé**. Disponível em: <https://macae.rj.gov.br/mobilidadeurbana>. Acesso em: 14 jan 2023.

MACAÉ (RJ). Prefeitura de Macaé. **Diagnóstico Geral do Município de Macaé – Revisão do Plano Diretor**. Disponível em:

<https://macae.rj.gov.br/midia/conteudo/arquivos/1429918917.pdf>. Acesso em 23 jul 2023.

MACAÉ (RJ). Prefeitura de Macaé. Portal de Dados GeoMacaé. **Linhas de ônibus**. Disponível em: [https:// https://macae.rj.gov.br/geomacae/conteudo/titulo/linhas-de-nibus](https://macae.rj.gov.br/geomacae/conteudo/titulo/linhas-de-nibus). Acesso em 03 ago 2023.

MACAÉ (RJ). **Lei 4097/2015**. Dispõe sobre o desembarque de passageiras do transporte público municipal em qualquer lugar possível após 21 horas. Disponível em: <https://cmmacae.rj.gov.br/legislacao/lei-no-4-097-2015-2/>. Acesso em 12 ago 2023.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (Brasil); Secretaria Nacional de Transporte e Mobilidade Urbana – SeMob. **PlanMob** - Caderno de referência para elaboração de plano de mobilidade urbana. Disponível em: <http://planodiretor.mprs.mp.br/arquivos/planmob.pdf>. Acesso em 21 jul 2023.

MONTANER, Josep Maria; MUXÍ, Zaida. **Política e arquitetura** por um urbanismo do comum e ecofeminista. Tradução Júlia Urrutia. São Paulo: Olhares, 2021, 352p.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Análise das emissões de gases do efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil 1970-2021**. SEEG Brasil. Disponível em: <https://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2023/03/SEEG-10-anos-v4.pdf>. Acesso em 12 jul 2023.

NAÇÕES UNIDAS. Brasil. **Acordo de Paris sobre o Clima**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/88191-acordo-de-paris-sobre-o-clima>. Acesso em 30 jul 2023.

NAÇÕES UNIDAS. **COP26 é encerrada e texto final dita os compromissos dos próximos 30 anos**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/158590-cop26-%C3%A9-encerrada-e-texto-final-dita-os-compromissos-dos-pr%C3%B3ximos-30-anos>. Acesso em 30 jul 2023.

NUFFER, Elis Regina. Aprovada lei que amplia a gratuidade no transporte coletivo público. **Prefeitura de Macaé**, 3 jan 2023. Acesso em: <https://www.macae.rj.gov.br/noticias/leitura/noticia/aprovada-lei-que-amplia-a-gratuidade-no-transporte-coletivo-publico>. Acesso em 12 ago 2023.

OLIVEIRA, Gabriel Tenenbaum de. Redução de emissões de dióxido de carbono com a implementação do BRT Transoeste na cidade do Rio de Janeiro. **Rede Ibero-Americana de Estudo em Pólos Geradores de Viagens**. 2014. Trabalho apresentado ao 28º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Curitiba, 2014.

PUBLIC TRANSPORT MODE SELECTION. ITDP, 2023. Disponível em: <https://go.itdp.org>

RESEARCHGATE. **Conflitos socioambientais motivados por ocupação de manguezais e restingas para fins habitacionais no espaço urbano de Macaé, RJ.** Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/273610775_Conflitos_socioambientais_motivados_por_ocupacao_de_manguezais_e_restingas_para_fins_habitacionais_no_espaco_urbano_de_Macaee_RJ_DOI1050071807-13842010v7n1p242/figures?lo=1. Acesso em 27 ago 2023.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira.** São Paulo: Hucitec, 1993.

SOARES, B.R. (2012). Repensando as cidades médias brasileiras no contexto da globalização. **Formação.** Online. 1(6). Disponível em: <https://doi.org/10.33081/formacao.v1i6.1167>. Acesso em 10 jul 2023.

TECCOM. **O que é diesel e biodiesel e qual a diferença entre eles?**. Disponível em: <https://teccom10.com.br/o-que-e-diesel-e-biodiesel-e-qual-e-a-diferenca-entre-eles/#:~:text=Enquanto%20o%20Diesel%20ou%20gas%C3%B3leo,%C3%B3leos%20vegetais%20e%20gorduras%20animais>. Acesso em 11 ago 2023.

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs. **Population division (2019). World urbanization prospects: The 2018 revision.** Disponível em: <https://www.un.org/development/desa/>. Acesso em 12 jul 2023.

UN HABITAT. World cities report 2022. **Envisaging the future of the cities.** Disponível em: <https://unhabitat.org/wcr/> Acesso em: 10 jul 2023.