

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR UFRJ-MACAÉ
INSTITUTO POLITÉCNICO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ISABELA SALGADO LUTTERBACH

**IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS NA MOBILIDADE
URBANA: Estudo de referência da abertura de um segundo portão na Cidade
Universitária, Macaé, RJ**

Macaé

2023

ISABELA SALGADO LUTTERBACH

IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS NA MOBILIDADE URBANA:
Estudo de referência da abertura de um segundo portão na Cidade Universitária, Macaé,
RJ

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação submetida ao Instituto Politécnico do CM UFRJ-Macaé como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadores:

Profa. D.Sc. Gisele Silva Barbosa

Prof. M.Sc. Conrado Vidotte Plaza

Macaé

2023

CIP - Catalogação na Publicação

L794

Lutterbach, Isabela Salgado

Impactos socioeconômicos e ambientais na mobilidade urbana: estudo de referência da abertura de um segundo portão na Cidade Universitária, Macaé, RJ / Isabela Salgado Lutterbach - Macaé, 2023.

70 f.

Orientador(a): Gisele Silva Barbosa.

Coorientador(a): Conrado Vidotte Plaza.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto Politécnico, Bacharel em Engenharia Civil, 2023.

1. Mobilidade urbana. 2. Mobilidade urbana sustentável.
3. Análise socioeconômica. 4. Externalidades. I. Barbosa, Gisele Silva, orient.
II. Plaza, Conrado Vidotte, coorient. III. Título.

CDD 624

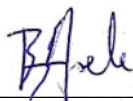
ISABELA SALGADO LUTTERBACH

IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS NA MOBILIDADE URBANA:
Estudo de referência da abertura de um segundo portão na Cidade Universitária, Macaé,
RJ

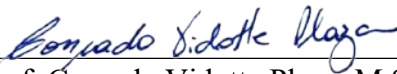
Trabalho de Conclusão de Curso de graduação submetida ao Instituto Politécnico do CM UFRJ-Macaé como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em Macaé, 14 de março de 2023.

BANCA EXAMINADORA:



Profª. Gisele Silva Barbosa, D.Sc.
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ



Prof. Conrado Vidotte Plaza, M.Sc.
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ



Prof. Maurício do Espírito Santo Andrade, D.Sc.
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ



Eng. Fabiano Rosa Lima, Esp.
Esp. em Gestão e Eng. de Trânsito
Coordenador de Trânsito - Prefeitura Municipal de Macaé, RJ

Este trabalho é um agradecimento a
UFRJ, em especial ao Campus de
Macaé, que foi minha segunda casa ao
longo de seis anos e que proporcionou as
melhores experiências da minha vida.

Viva a universidade pública!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que passaram pela minha vida e que de alguma forma trouxeram mudanças e crescimento, consciente ou inconscientemente.

Aos meus pais e ao meu irmão que são a minha fortaleza. Confesso que me faltam palavras, sinto que qualquer declaração é insignificante perante a minha gratidão. Portanto, na tentativa de transmitir o meu sentimento mais lindo, resumo: Eu amo vocês!

Aos meus amigos que tornaram essa jornada muito mais leve e alegre. Que não nos falte motivos para gargalhar e comemorar.

Aos meus professores e orientadores que me conduziram ao sucesso, do jardim de infância à graduação. Tenham a consciência de que mudaram a minha vida. E afirmo, todo o esforço vale(u) a pena! Serei eternamente grata.

E, por último, mas não menos importante, agradeço a Deus. Inúmeras foram as vezes que implorei por ajuda, incontáveis foram as vezes que agradei pelas conquistas, e infinitas foram as bênçãos recebidas. E essa é mais uma graça alcançada!

“A leitura do mundo precede a leitura da
palavra.”

Paulo Freire

RESUMO

A mobilidade urbana e os sistemas de transportes têm papel fundamental no desenvolvimento social, econômico e ambiental de uma região. Porém, apesar de seus benefícios, são fontes de grandes problemas urbanos e insatisfação popular, o que torna o planejamento da mobilidade urbana um desafio para os gestores e demais autoridades públicas que buscam soluções sustentáveis para as dificuldades enfrentadas. Neste contexto, com intuito de otimizar os deslocamentos em uma região estratégica do município de Macaé – RJ, este trabalho teve por objetivo avaliar os impactos na mobilidade no entorno da Cidade Universitária a partir da abertura de um novo acesso. Para avaliar esses impactos foram mapeadas as influências e características da mobilidade na Av. Aluizio da Silva Gomes, exclusivamente sobre os usuários que acessam o Campus, por meio da aplicação de questionários. E, através da análise dos dados obtidos, estimou-se os custos com acidentes, emissões ambientais e custos operacionais e verificou-se a efetividade de abertura de uma segunda entrada na Cidade Universitária, de forma a garantir uma maior integração do Campus com o trânsito, atendendo, principalmente, as necessidades daqueles que acessam o local diariamente. Os resultados alcançados evidenciaram que os impactos socioeconômicos e ambientais a partir da instalação de um novo acesso (cenário proposto) são positivos, ou seja, reduziram as externalidades avaliadas, sendo passível de retornar ganhos reais tanto para a os usuários das vias locais, quanto para o poder público municipal.

Palavras-chave: Mobilidade Urbana; Mobilidade Urbana Sustentável; Externalidades; Análise Socioeconômica.

ABSTRACT

Urban mobility and transportation systems play a fundamental role in the social, economic and environmental development of a region. However, despite their benefits, they are sources of major urban problems and popular dissatisfaction, which makes urban mobility planning a challenge for managers and other public authorities seeking sustainable solutions to the difficulties faced. In this context, in order to optimize the displacements in a strategic region of the city of Macaé - RJ, this work aimed to evaluate the impacts on mobility around the University City from the opening of a new access. To evaluate these impacts, the influences and characteristics of the mobility on Aluizio da Silva Gomes Avenue were mapped, exclusively on the users who access the campus, through the application of questionnaires. And, through the analysis of the data obtained, it was estimated the costs with accidents, environmental emissions and operational costs and it was verified the effectiveness of opening a second entrance to the University City, in order to ensure a greater integration of the Campus with the traffic, meeting, especially, the needs of those who access the site daily. The results achieved showed that the socioeconomic and environmental impacts from the installation of a new access (proposed scenario) are positive, i.e., reduced the externalities evaluated, being likely to return real gains both for the users of local roads, as for the municipal government.

Key words: Urban Mobility; Sustainable Urban Mobility; Externalities; Socioeconomic Analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Placa instalada na Linha Verde indicando a Av. Aluízio da Silva Gomes como sentido obrigatório para carretas e caminhões.....	16
Figura 2 - Rotatória situada na Linha Verde que permite acesso à Av. Aluízio da Silva Gomes.....	18
Figura 3 - Vista área da Cidade Universitária alagada após uma chuva intensa em Macaé.	31
Figura 4 - Mapa aéreo do trecho de estudo com identificação dos sentidos de acesso a Cidade Universitária na Av. Aluízio da Silva Gomes e as principais instalações próximas.	33
Figura 5 - Trânsito na Av. Aluízio da Silva Gomes, próximo do horário de meio dia. .	36
Figura 6 - Representação das principais vias próximas a Cidade Universitária.....	37
Figura 7 - Portão principal de acesso a Cidade Universitária.....	38
Figura 8 - Indicação dos fluxos de trânsito na rotatória da Av. Aluízio da Silva Gomes ao lado da Cidade Universitária e em frente ao Shopping Plaza Macaé.....	38
Figura 9 - Infraestrutura física próxima a Cidade Universitária.....	39
Figura 10 - Trajeto principal de acesso ao Campus para veículos provenientes da região das firmas.....	40
Figura 11 - Trajeto provisório de acesso ao Campus para veículos provenientes da região das firmas.....	40
Figura 12 - Portão provisório de acesso na lateral da Cidade Universitária, durante o dia e durante à noite.....	41
Figura 13 - Mapa de uso e cobertura do solo destacando as regiões próximas a Cidade Universitária.	41
Figura 14 - Mapa de zoneamento destacando as três zonas próximas a Cidade Universitária.	42
Figura 15 - Duração do trajeto entre o Polo <i>Off Shore</i> e a Cidade Universitária pelo portão principal às 8h.....	48
Figura 16 - Duração do trajeto entre o Polo <i>Off Shore</i> e a Cidade Universitária pelo portão principal às 18h.....	49
Figura 17 - Duração do trajeto entre o Polo <i>Off Shore</i> e a Cidade Universitária pelo portão lateral às 8h.....	49
Figura 18 - Duração do trajeto entre o Polo <i>Off Shore</i> e a Cidade Universitária pelo portão lateral às 18h.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição proporcional por turno baseado no funcionamento das instituições.....	48
Tabela 2 - Caracterização da duração das viagens destinadas à Cidade Universitária, comparação entre o acesso principal e secundário.	50
Tabela 3 - Eventos no trânsito associados ao modo automóvel por porte do município.	51
Tabela 4 - Eventos no trânsito associados ao modo motocicleta por porte do município.	52
Tabela 5 - Estimativa do custo anual com acidentes associados ao modo automóvel devido a diferença entre os trajetos.	53
Tabela 6 - Estimativa do custo anual com acidentes associados ao modo motocicleta devido a diferença entre os trajetos.	53
Tabela 7 - Distribuição da frota e autonomia dos automóveis por tipo de combustível.	54
Tabela 8 - Distribuição da frota e autonomia das motocicletas por tipo de combustível.	54
Tabela 9 - Estimativa da redução anual do consumo de combustíveis pelos automóveis.	55
Tabela 10 - Estimativa da redução anual do consumo de combustíveis pelas motocicletas.	55
Tabela 11 - Estimativa de emissão anual de CO2 pelos veículos de transporte individual.	56
Tabela 12 – Estimativa da quantidade de árvores necessárias para neutralizar as emissões de CO2.	57
Tabela 13 - Estimativa do custo anual atribuído ao tempo de viagem dos usuários devido a diferença entre os trajetos.	58
Tabela 14 - Estimativa do custo anual atribuído ao consumo de combustível devido a diferença entre os trajetos.	58

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição relativa dos deslocamentos urbanos motorizados do Rio de Janeiro, em %	22
Gráfico 2 - Evolução do total da frota de veículos nos últimos quinze anos.	23
Gráfico 3 - Percentual por faixa etária dos participantes da pesquisa.	43
Gráfico 4 - Principais ocupações dos entrevistados na Cidade Universitária.	44
Gráfico 5 - Percentuais de residência dos usuários da Cidade Universitária.	44
Gráfico 6 - Percentuais referentes aos modais utilizados pelos usuários da Cidade Universitária.	45
Gráfico 7 - Percentuais referentes à origem de acesso viário feito pelos usuários da Cidade Universitária.	45

LISTA DE SIGLAS

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

ANTP - Associação Nacional de Transportes Públicos

ANTT - Agência Nacional de Transporte Terrestres

DEMOB - Departamento de Projetos de Mobilidade e Serviços Urbanos

DETRAN - Departamento de Trânsito do Estado do Rio de Janeiro

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

DPVAT - Danos pessoais causados por veículos automotores de via terrestre

EIV - Estudo de Impacto de Vizinhança

Firjan - Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro

GEE - Gases de Efeito Estufa

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

OMS - Organização Mundial de Saúde

ONU - Organização das Nações Unidas

PDM - Plano Diretor Metroviário do Rio de Janeiro

PMU - Plano de Mobilidade Urbana

PMUS - Plano de Mobilidade Urbana Sustentável

PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

Pnatrans - Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito

PNMU - Política Nacional de Mobilidade Urbana

SEMOB - Secretaria Nacional de Mobilidade e Serviços Urbanos

SENATRAN - Secretaria Nacional de Trânsito

SIMOB - Sistema de Informações de Mobilidade Urbana

TCU - Tribunal de Contas da União

TRB - *Transportation Research Board*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	15
1.2	JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO	16
1.3	OBJETIVOS	17
1.3.1	Objetivo Geral	17
1.3.2	Objetivos Específicos	18
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1	MOBILIDADE URBANA	20
2.2	MOBILIDADE URBANA NO BRASIL	21
2.3	MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL	25
2.3.1	Impactos Sociais	26
2.3.2	Impactos Ambientais	29
2.3.3	Impactos Econômicos	31
3	METODOLOGIA	33
3.1	INVESTIGAÇÃO E ANÁLISE DA ÁREA DE ESTUDO	33
3.2	COLETA E LEVANTAMENTO DOS DADOS EM CAMPO	34
3.3	ESTUDO DOS IMPACTOS ASSOCIADOS À MOBILIDADE URBANA	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
4.1	INVESTIGAÇÃO E ANÁLISE DA ÁREA DE ESTUDO	36
4.2	COLETA E LEVANTAMENTO DOS DADOS EM CAMPO	42
4.3	ESTUDO DOS IMPACTOS ASSOCIADOS À MOBILIDADE URBANA	46
4.3.1	Impactos Sociais	47
4.3.1.1	Tempo no trânsito	47
4.3.1.2	Acidentes viários	51
4.3.2	Impactos Ambientais	54
4.3.2.1	Consumo de energia	54
4.3.2.2	Emissão de CO ₂	56
4.3.3	Impactos Econômicos	57
4.4	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	59
5	CONCLUSÕES	61
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
	APÊNDICE A	68

1 INTRODUÇÃO

Com uma sociedade cada vez mais dinâmica e globalizada, introduzida em um cenário atual de reestruturação diante de um momento histórico como da Pandemia da *Covid-19*, o mundo se vê em um momento de adaptação e reorganização das suas esferas temáticas, sejam elas políticas, sociais, econômicas e/ou ambientais. Debates importantes voltam ao cerne das discussões após dois anos em que a saúde mundial foi o personagem principal de um enredo caótico e transformador, como, por exemplo, as mudanças climáticas e suas possíveis consequências.

Segundo uma publicação realizada no início do ano de 2020 pelo site Futurity (MACE, 2020), – especializado em divulgações de pesquisas científicas das principais universidades do mundo – naquele momento, a *Covid-19* era vista como uma oportunidade única, um “experimento global”, para os pesquisadores estudarem e analisarem os impactos climáticos de uma crise, como a que se sucedeu, ao meio ambiente.

Os primeiros resultados já indicavam que os efeitos da desaceleração industrial e comercial, influenciada pelos *lockdowns*, trabalho remoto e isolamento social, impactavam diretamente na redução das emissões atmosférica. Com as restrições de circulações, houve uma diminuição considerável no tráfego de veículos que, conseqüentemente, resultou em uma forte redução nos níveis de gases poluentes na atmosfera (GUENTHER, 2020). De acordo com Agrawala *et al.* (2020 apud DUARTE; SILVA; ROCHA, 2021), essa redução na emissão de poluentes de modo tão rápido evidenciou como é possível melhorar a qualidade do ar e atingir níveis menores de poluição. Diante disso, faz-se necessário adotar ações mais conscientes de forma a garantir e manter relações mais sustentáveis com o meio ambiente, sendo esse um dos objetivos da Organização das Nações Unidas (ONU). A ONU estabeleceu como compromisso das Nações “reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar [...]” até 2030 (ONU, 2015).

Para Albuquerque, Campos e Simioni (2020), a pandemia “é um momento de refletirmos sobre a qualidade de vida atual e principalmente sobre o meio ambiente, buscando adquirir novos hábitos e estabelecendo novos costumes nas rotinas diárias que contribuam sobretudo para preservação ambiental” (ALBUQUERQUE; CAMPOS; SIMIONI, 2020, p. 113). E, parte do debate acerca da mobilidade urbana sustentável vai

ao encontro desse pensamento, defendendo a proteção do meio ambiente, sobretudo em função da redução na emissão de poluentes.

Porém, a mobilidade urbana não se sustenta apenas sobre o âmbito ambiental, associados a ela também estão os debates econômicos e sociais que viabilizam e promovem o direito de ir e vir da população. Segundo Carvalho (2016), os sistemas de mobilidade devem apresentar “equilíbrio econômico-financeiro, sob pena de os serviços se degradarem ao longo do tempo e do espaço”, principalmente no que diz respeito ao transporte público (CARVALHO, 2016, p. 20). Além disso, é vital que a mobilidade urbana seja garantidora de acessibilidade universal de forma a assegurar que todos tenham acesso a oportunidades iguais e a serviços básicos.

Neste contexto, buscar mecanismos que reflitam diariamente em uma mobilidade urbana mais sustentável é garantir proteção ambiental, sustentabilidade econômica e justiça social, pressupostos básicos para uma sociedade mais desenvolvida e estável (CARVALHO, 2016). Em consonância a esse assunto, visando a melhoria da mobilidade urbana na cidade de Macaé-RJ, se faz importante a análise da infraestrutura logística no Campus de Macaé da Universidade Federal do Rio de Janeiro, objeto deste estudo.

Os resultados dessa pesquisa demonstraram que mesmo pequenas alterações na mobilidade podem trazer grandes benefícios, principalmente à longo prazo.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A Cidade Universitária, objeto deste estudo, fica localizada no bairro da Glória, na cidade de Macaé, região Norte Fluminense do estado do Rio de Janeiro. Nas redondezas do Campus estão o Instituto Médico Legal (IML), o Shopping Plaza Macaé, uma grande loja de construção civil (C&C) e o Polo *Off Shore*, área onde estão localizadas dezenas de empresas do ramo de petróleo e gás, principal atividade econômica do município. É importante salientar que há mais um empreendimento relevante sendo construído na região, o hospital da Rede D’or, que em breve estará em pleno funcionamento. Já dentro da Cidade Universitária estão alocadas escolas de nível médio e superior, sendo elas: Colégio de Aplicação (Cap), Faculdade Professor Miguel Ângelo da Silva Santos (FeMASS), Universidade Federal Fluminense (UFF), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), e conta também com a presença do prédio da Secretaria Municipal de Educação.

Portanto, a Cidade Universitária se caracteriza como um local estratégico, onde recebe diariamente centenas de alunos e funcionários que ali estudam e trabalham, além de ser um espaço público de acesso a toda comunidade. Diante desse cenário, fica evidente e comprovado que o tráfego de veículos na região é bastante intenso, ficando ainda mais acentuado, pelo fato da Avenida Aluizio da Silva Gomes ser a única via de acesso tanto ao Campus quanto ao shopping, além de ser o principal acesso ao Polo *Off Shore* para o fluxo de veículos provenientes da região norte/nordeste da cidade.

Outro ponto que deve ser acrescentado à discussão é o fato de a via receber não apenas intenso fluxo de veículos leves, como também um grande volume de veículos pesados, como ônibus, devido à necessidade da população, e caminhões e carretas, principalmente por ser uma via obrigatória para esses tipos de veículos provenientes da Avenida José Alves Machado (Linha Verde) que desejam acessar as empresas situadas no Polo *Off Shore*. Essa realidade torna o trânsito na Av. Aluizio da Silva Gomes muito mais lento e perigoso, deixando vulnerável toda a comunidade que acessa esta via diariamente, de estudantes a trabalhadores, de motorista a pedestres.



Figura 1 - Placa instalada na Linha Verde indicando a Av. Aluizio da Silva Gomes como sentido obrigatório para carretas e caminhões.

FONTE: *Google Maps* (2022).

1.2 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

A justificativa e necessidade de estudo sobre o tema surgiu a partir da vivência cotidiana no local durante a formação acadêmica. Frequentando e necessitando utilizar transportes públicos em horários de pico, foi presenciado na prática as dificuldades do

trânsito na região. Somado a isso, ao analisar a morfologia da área, percebe-se que a região de estudo está localizada bem próxima a áreas futuramente destinadas à expansão urbana.

Esses fatos apenas comprovam que a região é extremamente estratégica para o município, sendo uma das principais vias de acesso a áreas diversificadas com intensa característica para expansão, o que contribui para o aumento do tráfego futuro e, conseqüentemente, maior congestionamento no local. Vale ressaltar que a mobilidade dessa região já vem recebendo atenção da comunidade acadêmica e gestão pública, como pode ser visto na publicação da Barreto (2022) sobre os problemas enfrentados com congestionamentos na Linha Verde.

A mobilidade urbana se torna um desafio em locais como esse em que o tráfego muitas das vezes extrapola a capacidade da via, gerando engarrafamentos longos que impactam diretamente nas esferas ambientais, econômicas e sociais do município, pilares básicos para um crescimento e desenvolvimento sustentável.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é analisar os impactos nas três principais dimensões - ambientais, econômicas e sociais - no que tange a mobilidade urbana, com a proposta de abertura de um segundo portão de acesso à Cidade Universitária. A hipótese da pesquisa é que essa proposta permitiria aos motoristas uma maior facilidade de acesso ao Campus, bem como a redução no tráfego de veículos entre o Shopping Plaza Macaé e a rotatória situada na Linha Verde, além de, conseqüentemente, reduzir a emissão de gases poluentes e tornar a via mais segura aos usuários, sejam pedestres e/ou motoristas.

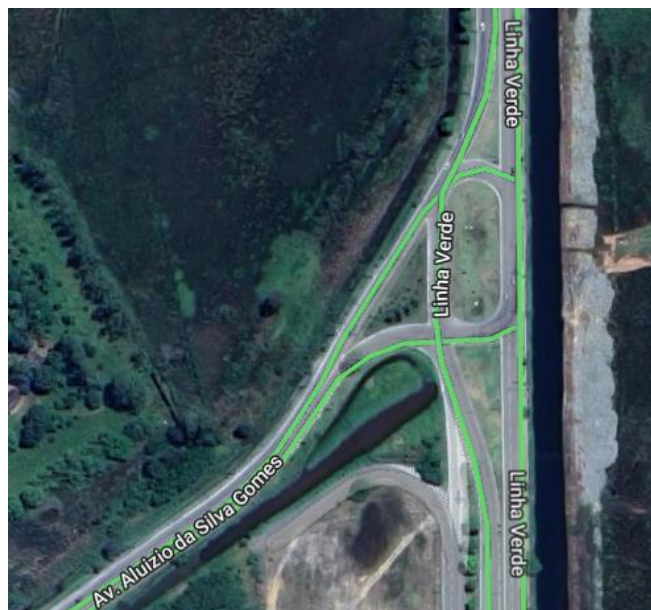


Figura 2 - Rotatória situada na Linha Verde que permite acesso à Av. Aluizio da Silva Gomes.
FONTE: *Google Maps* (2022).

1.3.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral e garantir a efetividade da pesquisa, foram traçados alguns objetivos específicos a fim de balizar o estudo, sendo eles:

- Explorar o conceito de Mobilidade Urbana e seus impactos à luz de definições sustentáveis e de acordo com o cenário atual;
- Diagnosticar o comportamento do tráfego na Av. Aluizio da Silva Gomes, exclusivamente sobre os usuários que acessam as Universidades;
- Analisar, de forma macro, onde estão alocados esses usuários em Macaé e municípios vizinhos e estudar os seus movimentos logísticos;
- Avaliar os impactos positivos gerados com a alteração do fluxo de veículos proposta neste trabalho e os possíveis pontos de conflitos possivelmente acarretados com a mudança.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho foi dividido em tópicos com o intuito de tornar mais claro o entendimento e a abordagem do tema.

A primeira parte expõe uma breve introdução ao assunto, sendo apresentado ao leitor o contexto em que envolve a discussão, as justificativas e motivações para a escolha do tema, além de pontuar os objetivos gerais e específicos para se alcançar o resultado esperado.

No segundo tópico é exposto todo o embasamento teórico no qual se estrutura a pesquisa, sendo apresentadas definições que permeiam o tema, bem como autores e conceitos indispensáveis para análise e fundamentação do estudo.

O terceiro tópico discorre sobre a metodologia utilizada para a construção do trabalho, são apresentadas as etapas percorridas até a sua conclusão e os métodos empregados para alcançar os resultados.

No quarto capítulo está todo o raciocínio lógico utilizado para obtenção dos resultados finais da pesquisa. Nele encontra-se as análises dos dados obtidos através de observações e estudo do local, a execução dos cálculos com as informações obtidas por meio das entrevistas, os diagnósticos realizados com apoio de publicações que são referências dentro da engenharia dos transportes, e também uma breve discussão acerca dos resultados alcançados.

Por fim, o quinto capítulo encerra o trabalho com a conclusão do estudo. Neste último tópico são feitas as considerações finais, verificando se os objetivos determinados inicialmente foram atendidos e se os resultados encontrados estão dentro do que era esperado. Além disso, são apresentadas algumas propostas para trabalhos futuros que têm potencial para enriquecer os estudos sobre o tema e aprimorar os conhecimentos da região de interesse.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A proposta deste capítulo é discutir informações relevantes sobre a mobilidade urbana e elucidar conceitos importantes sobre o tema abordado. Desta forma, serão apresentadas definições bibliográficas que sustentam a tese defendida, dando destaque em especial a mobilidade urbana sustentável.

2.1 MOBILIDADE URBANA

Ao longo da história, as características da mobilidade urbana foram se transformando. Pode-se responsabilizar tais transformações a alguns fatores, como o contexto histórico e a evolução das tecnologias dos transportes. Um exemplo bastante atual desta alteração no contexto social foram os períodos de agravamento da pandemia da *Covid-19*, em que a necessidade de isolamento modificou, mesmo que temporariamente, o cenário da mobilidade nos grandes centros. Um outro fator que influenciou e ainda influencia nessas características é a tecnologia, pois com os avanços tecnológicos os meios de locomoção vão se alterando e se adaptando as novas realidades e necessidades da sociedade, como o surgimento do automóvel, por exemplo. O fato é que a mobilidade urbana tem papel fundamental e impacta diretamente o estilo de vida das pessoas, Santana (2014) vai um pouco além e defende que “a mobilidade urbana tem raízes profundas na dimensão do próprio ser humano e do seu estado evolutivo” (SANTANA, 2014, p. 216).

Porém, um ponto importante para o bom entendimento do assunto é a distinção entre mobilidade urbana e transporte.

Transporte é o movimento de pessoas ou mercadorias com utilização de meios de transporte individual ou coletivo; mobilidade urbana é um atributo do território que diz respeito ao acesso fácil a diferentes áreas de uma cidade; deve ser entendida de uma forma ampla, articulada com a própria forma da cidade, como o resultado de um conjunto de políticas de transporte, de circulação, de acessibilidade e de trânsito, além das demais políticas urbanas; o objetivo maior de uma política de mobilidade urbana seria o de priorizar o cidadão na efetivação de seus anseios e necessidades, melhorando as condições gerais de deslocamento na cidade. (PEREIRA, 2014, p. 74)

Diante disso, pode-se dizer que a mobilidade urbana transcende o conceito de transporte, porém o transporte está intimamente ligado ao conceito de mobilidade urbana. Alinhada a esse pensamento, a ONU em um de seus relatórios enfatiza que “transporte não é uma finalidade em si, mas um meio que permite às pessoas acesso a qualquer necessidade: emprego, mercados e bens, interação social, educação e uma série de outros

serviços que contribuem para vidas saudáveis e plenas” (ONU, 2016 apud MOBILIZE BRASIL, s/d), ou seja, o transporte é um dos mecanismos que garantem a universalização e integração da mobilidade urbana.

A mobilidade urbana está intrinsecamente associada ao uso do solo, pois as atividades presentes na região e a forma como elas são distribuídas interfere diretamente no comportamento dos deslocamentos urbanos. Na região de estudo, os usos institucionais e comerciais são bastante evidentes, porém o uso residencial é escasso. Essa configuração contribui com o aumento do tráfego visto que as distâncias são ampliadas e as viagens pendulares passam a ser feitas com maior frequência com veículos automotivos. A falta de ciclovias e passeios adequados também podem contribuir com o aumento dos congestionamentos.

Outro fator importante a ser observado quando se analisar a mobilidade é a morfologia urbana local. Quarteirões muito longos, vias de fluxo rápido, falta de hierarquia viária, além de declividades excessivas podem contribuir para a maior preferência aos veículos motorizados.

Observa-se que o tema da mobilidade está vinculado à toda vivência urbana e influencia diretamente a qualidade de vida da população.

2.2 MOBILIDADE URBANA NO BRASIL

Se tratando de Brasil, a mobilidade urbana ainda caminha a passos lentos rumo ao desenvolvimento esperado. Ao longo dos anos, o Brasil foi um país que se sustentou sobre políticas que incentivaram o uso de transportes motorizados individuais (GUIMARÃES; PASQUALETTO; DE SOUSA CUNHA, 2021). Já era possível traçar esse futuro a partir da década de 30 do século passado, quando a Constituição de 1934 direcionou seus esforços para a construção de rodovias, substituindo com o passar dos anos boa parte da malha ferroviária existente pelo modal rodoviário (RUBIM; LEITÃO, 2013). Simultaneamente a esse processo, o presidente Juscelino Kubitschek (1956-1961) com a sua política dos “50 anos em 5” concretizou os planos de expansão rodoviária ao estimular a instalação de indústrias automobilísticas no país.

Com o crescimento desenfreado e desordenado nas cidades, na década de 1970 foi a primeira vez que o número de habitantes nas regiões urbanas ultrapassou os que viviam em zonas rurais e, com isso, o acesso e dependência dos meios de transportes motorizados

aumentaram (IBGE, 1960; 1970). Os centros urbanos acompanharam a consolidação das fábricas automotivas e então “as políticas públicas começaram a ser voltadas para o transporte individual em detrimento do coletivo” (NETTO; RAMOS, 2017, p. 63). O gráfico 1 ilustra bem esse movimento de mudança em relação aos meios de transporte:

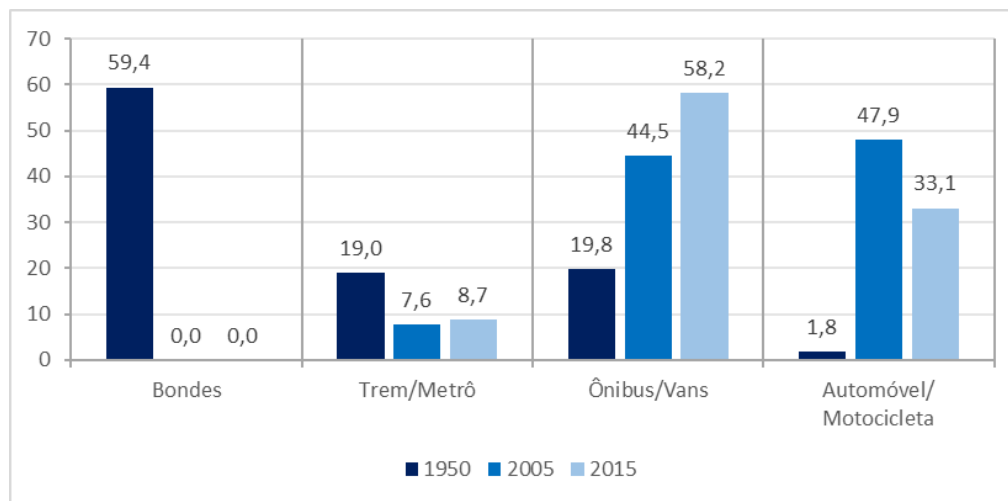


Gráfico 1 - Distribuição relativa dos deslocamentos urbanos motorizados do Rio de Janeiro, em %.
 FONTE: Adaptado de Carvalho (2016) e do PMUS-RJ (2015).

Foi com base nesse novo cenário brasileiro que o termo “Mobilidade Urbana” passou a ser discutido no país. Com a Constituição Federal de 1988 e a democratização do Brasil observou-se a necessidade de um planejamento urbano mais eficiente e robusto nas cidades, portanto foi definido constitucionalmente “que instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, incluindo transportes urbanos, seria uma competência da União” (GUIMARÃES; PASQUALETTO; DE SOUSA CUNHA, 2021).

Com esse novo olhar sobre a política urbana, logo no início do século XXI, foi sancionada a Lei nº 10.257/01, denominada Estatuto das Cidades, que estabeleceu “normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental” (BRASIL, 2001). Um dos instrumentos mais relevantes do Estatuto das Cidades é o Plano Diretor. Esse instrumento deve ser instituído por lei e é obrigatório para municípios com mais de 20 mil habitantes, além de regiões de interesse turístico ou ambiental. O mesmo, estabelece norteamentos para o planejamento urbano do município como um todo e implica sobre os demais instrumentos do Estatuto das Cidades.

No entanto, ao discutir sobre planejamento e gestão urbana é preciso também se aprofundar mais sobre o termo “impacto de vizinhança”. Tal termo é utilizado para descrever os possíveis impactos causados por um empreendimento ao ambiente urbano, independente da área ou atuação. Os impactos podem ser positivos e/ou negativos, sendo,

porém, necessário mapear as consequências provocadas à qualidade de vida da população residente na área e suas proximidades (BRASIL, 2001).

Sendo essencial para garantir o equilíbrio no crescimento das cidades e o desenvolvimento sustentável, o Estudo do Impacto de Vizinhança (EIV) foi mais um instrumento instituído pelo Estatuto das Cidades. Porém, muito além do que um documento burocrático, o relatório tem por objetivo fornecer informações importantes acerca dos impactos causados em diversos âmbitos, como adensamento populacional, uso e ocupação do solo, valorização imobiliária, infraestrutura urbana, geração de tráfego e demanda por transporte público, entre outros.

Foi também nesse mesmo ano de 2001 que foi sancionada a Lei nº 10.233 que determinou a criação da Agência Nacional de Transporte Terrestres (ANTT) e do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

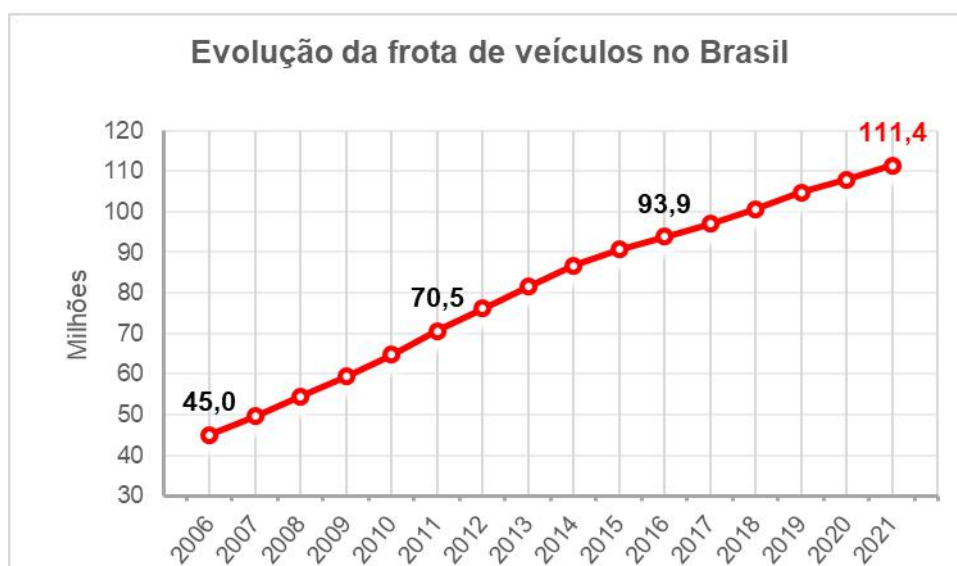


Gráfico 2 - Evolução do total da frota de veículos nos últimos quinze anos.
FONTE: Adaptado de IBGE (2022) e G1 (2011).

Nos últimos quinze anos, entre 2006 e 2021, conforme ilustrado no gráfico 2, o número de veículos mais que dobrou no Brasil. Segundo Rodrigues, Azevedo e Ribeiro (2019) o crescimento ao longo dos anos da frota brasileira pode ser explicado por diversos fatores, como crescimento econômico do país, aumento da renda de boa parcela da população e incentivos fiscais fornecidos pelo governo. Apesar desses fatores refletirem um cenário positivo do ponto de vista econômico, o resultado prático do ritmo acelerado na evolução do número de veículos foi uma crise de mobilidade urbana, principalmente nas grandes cidades.

O Tribunal de Contas da União (TCU), em um de seus relatórios divulgados em 2010, ressaltou que “o problema da mobilidade urbana na maioria das grandes cidades brasileiras deve-se: ao crescimento desordenado dos municípios; à desarticulação entre planejamento urbano e planejamento de transporte; e ao crescente uso do transporte individual motorizado” (Relatório TCU, 2010?). De acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (IBGE, 2015) mais de 80% da população vive em centros urbanos. Grande parte dessa população sofre com problemas habitacionais, falta de infraestrutura urbana, falta de segurança, dificuldade de acesso aos serviços urbanos, insalubridade, dificuldades de deslocamentos intensificados por engarrafamentos, falta de transporte público, entre outros.

Foi nesse contexto de desequilíbrio e colapso iminente da mobilidade urbana nas cidades brasileira que foi instituída, em 2012, a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU). Aprovada pela Lei nº 12.587, a PNMU tem como objetivo:

[...] contribuir para o acesso universal à cidade, o fomento e a concretização das condições que contribuam para a efetivação dos princípios, objetivos e diretrizes da política de desenvolvimento urbano, por meio do planejamento e da gestão democrática do Sistema Nacional de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012).

Com diretrizes para promoção da mobilidade urbana nos municípios, a política determina que todas as cidades que possuem acima de 20 mil habitantes devem apresentar um Plano de Mobilidade Urbana (PMU), caso contrário não serão destinados recursos federais para a melhoria da mobilidade.

Segundo a lei, o PMU deve ser elaborado em conformidade com os princípios fundamentais da PNMU, sendo alguns deles: acessibilidade universal; desenvolvimento sustentável das cidades; equidade no acesso dos cidadãos ao transporte público coletivo; segurança nos deslocamentos das pessoas; equidade no uso do espaço público de circulação, vias e logradouros; e eficiência, eficácia e efetividade na circulação urbana (BRASIL, 2012).

Porém, dez anos após a implementação da lei, ainda há um longo caminho a ser percorrido para efetivação da PNMU.

Segundo um levantamento realizado pela Secretaria Nacional de Mobilidade e Serviços Urbanos (SEMOB) e atualizado em 2023, dos 2.024 municípios obrigados a elaborar e a aprovar Plano de Mobilidade Urbana, apenas 346 (17%) o fizeram. A pesquisa mostrou também que apenas 1.393 (69%) prestaram, ao menos, informações ao

Departamento de Projetos de Mobilidade e Serviços Urbanos (DEMOB). Ainda, de todos os municípios brasileiros, somente 21 que não possuíam obrigatoriedade por lei elaboraram um PMU. Esse resultado é reflexo de gestões públicas falhas, principalmente dos governos municipais, cujo impacto recai sobre a população que sofre diariamente em seus deslocamentos e não contam com uma previsibilidade de ações coordenadas de melhorias futuras para a mobilidade urbana local.

Macaé, município deste estudo, está dentro da parcela dos 17% que elaboraram o Plano de Mobilidade Urbana, entretanto o projeto não foi aprovado por lei e muitas das suas proposições já estão subdimensionadas para a realidade atual (2023) da cidade. Ainda, por não ter virado uma lei municipal, apesar de ter sido um bom diagnóstico para 2015, algumas das suas proposições não foram seguidas e outras já estão desatualizadas.

Elaborado em 2015, o documento declara que o plano:

constitui-se em um importante instrumento orientador das ações em transporte coletivo, individual e não motorizado, que deverão ser conduzidas pela Prefeitura para atender às necessidades atuais e futuras de mobilidade da população e do desenvolvimento urbano sustentável de Macaé (MACAÉ, 2015, p. 10).

Além disso, um dos objetivos diretos definidos pelo PMU-Macaé é promover um crescimento urbano coordenado e sustentável, “com a valorização da qualidade das condições dos deslocamentos e da ampla acessibilidade da população aos bens, serviços e todos os equipamentos urbanos disponíveis na cidade” (MACAÉ, 2015, p. 12).

Nesse sentido, buscar melhorias no trânsito (conforme proposta desta pesquisa) é também proporcionar uma mobilidade mais adequada para todos, o que implica em consequências positivas na vida das pessoas, melhorando as condições urbanas da população no que se refere à mobilidade, conforme instituído pela PNMU.

2.3 MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL

Considerada um marco para a mobilidade urbana e, conseqüentemente, desenvolvimento das cidades, a Política Nacional de Mobilidade Urbana suscitou debates importantes sobre a mobilidade, principalmente sob o viés da Sustentabilidade. Uma vez que, pensar em estratégias para a mobilidade urbana sem se ater ao desenvolvimento sustentável é promover uma política que não tem mais espaço nas mesas de discussões nos dias de hoje.

O desenvolvimento sustentável tem em sua essência um crescimento articulado entre progresso econômico, social e político e à preservação ambiental. Como o próprio nome já diz, desenvolvimento sustentável consiste em um crescimento que tem a capacidade de se manter, de se sustentar, ao longo dos anos, buscando o equilíbrio entre os recursos naturais disponíveis e as demandas da sociedade (GUITARRARA, s/d). Muito além do crescimento quantitativo deve ser o crescimento qualitativo a ser pautado por esse desenvolvimento, conduzido por um estilo de vida ambientalmente responsável e pelo consumo consciente. Visto que “a sustentabilidade se esforça para proteger os recursos naturais e os sistemas ecológicos, enfatiza a conservação ética e as políticas favoráveis a minimizar o consumo de recursos como ar, água e solo” (TRB, 2008 apud COSTA, 2008, p. 9).

Mas afinal, o que significa Mobilidade Urbana Sustentável? Segundo Carvalho (2016), de uma forma ampla, pode-se dizer que “se refere à promoção do equilíbrio entre a satisfação das necessidades humanas com a proteção do ambiente natural” (CARVALHO, 2016, p. 16-17). Somado a esse equilíbrio, há também a necessidade de preservar e sustentar um ambiente de qualidade ao longo dos anos para suprir as demandas das futuras gerações.

Portanto, é vital que sejam realizados desdobramentos políticos e estratégicos, em busca de soluções sustentáveis para cada região urbana, levando em consideração suas características e os interesses da comunidade. Tais políticas devem contestar um modelo de gestão ineficiente a partir de uma visão conjunta das questões: econômicas, sociais e ambientais (CAMPOS, 2006).

É nesse contexto, da demanda urgente em promover melhorias na mobilidade urbana baseada em um desenvolvimento sustentável, da tentativa de garantir um tráfego mais fluido e seguro, e somado a isso, reduzir os impactos ambientais, que surgiu a necessidade da avaliação da demanda de acessos a Cidade Universitária e seus comportamentos na Av. Aluizio da Silva Gomes.

2.3.1 Impactos Sociais

Dentro da dimensão da mobilidade urbana, a sustentabilidade social está associada intimamente a qualidade de vida. Acidentes viários e tempo gasto no trânsito são alguns fatores que impactam diretamente os aspectos sociais da vida urbana. Eles estão

associados muitas vezes a um cenário de insatisfação em relação a mobilidade, visto que influenciam no bem-estar, produtividade e segurança da população.

Segundo a Associação Paulista de Medicina (2022) com base no relatório *Global Status Report on Road Safety*, da Organização Mundial de Saúde (OMS), o Brasil é o terceiro país com mais mortes de trânsito (em números absolutos), sendo a oitava principal causa de morte no país. Em 2018, por meio da Lei nº 13.614, foi criado o Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (Pnatrans) que, como o próprio nome revela, busca reduzir o número de lesões e mortes decorrentes de acidente no trânsito. O Plano destaca que:

Pensar o trânsito representa, no fim das contas, a elaboração de ações e medidas que permitam, de forma segura, a movimentação diária dos milhões de brasileiros que utilizam as vias seja na condição de pedestre, motociclista ou ciclista, seja na condução de veículo de passeio ou na condução profissional de veículos automotores (Pnatrans, 2021, p. 3).

O Sistema de Informações de Mobilidade Urbana da ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos, por meio do Relatório Geral 2018, apresenta dados sobre a segurança no trânsito, bem como os custos relativos aos acidentes. Segundo o estudo, divulgado em 2020, entre os anos de 2014-2018 houve uma queda no indicador de mortes por quilômetros percorridos por modo de transporte, tendo uma redução de 33% em relação aos automóveis e em torno de 25% em outros três modos (motocicleta, a pé e bicicleta). Porém, os números absolutos ainda são altos. Somente em Macaé, em 2021, foram registradas 142 vítimas de acidentes de trânsito, sendo 30 delas, fatais (DETRAN-RJ, 2022).

A OMS classifica os acidentes de trânsito como uma das principais causas de mortes no mundo, tornando-se a principal entre a faixa etária de crianças e jovens, e em virtude desse contexto lançou a iniciativa “Década de Ação pela Segurança no Trânsito 2021-2030”, com a meta de prevenir em 50% as mortes e lesões no trânsito (OPAS/OMS, 2021).

Consciente dessa realidade, Pereira *at al.* (2012) ressaltou que “o trânsito é um dos grandes problemas, onde o acidente acaba sendo uma externalidade negativa na política de planejamento e gestão urbana, trazendo sérios transtornos para a sociedade, na contemporaneidade” (PEREIRA; MORAIS; FERREIRA, 2012, p. 245).

Outro fator de impacto no modo de vida da população é o tempo desperdiçado no trânsito. Os congestionamentos estão presentes na maioria das cidades de médio e grande

porte do Brasil, não é raro ouvir reclamações referentes ao tráfego congestionado em horários de pico em algumas regiões. Lima (2014) considera o congestionamento como “a perda de tempo devido a uma perturbação mútua dos usuários pelo uso da infraestrutura sobrecarregada”, um problema diretamente relacionado ao uso e ocupação do solo (LIMA, 2014, p. 23).

De um modo geral, é comum observar no país um padrão de organização urbana em que nos centros estão concentradas as atividades comerciais, há também alguns polos de empresas, indústrias e comércios, e as moradias estão em regiões mais periféricas, nos bairros residenciais. Essa lógica do ordenamento urbano, muitas vezes decorrente de uma falta de planejamento, com uma distribuição amplamente distanciada, prejudica a mobilidade urbana e potencializa os congestionamentos, uma vez que há um aumento nos números de viagens da população para cumprir os seus compromissos diários.

Muitas vezes essa estruturação urbana também é decorrente de uma lógica imobiliária onde o valor da terra nas áreas centrais é maior e grande parte da população (principalmente a com menor poder aquisitivo) não consegue residir nessas regiões. Ainda, há o deslocamento de residências para áreas afastadas do centro em busca de regiões mais próximas de natureza, estruturando a morfologia urbana principalmente em condomínios fechados. Porém, na maioria desses casos, a infraestrutura viária é melhor desenvolvida, apesar de ser mais voltada para o automóvel individual.

No caso de Macaé, a morfologia urbana explicita essas duas realidades. A população com menor poder aquisitivo se localiza, em maioria, na periferia norte/nordeste da cidade, comumente referida pela população como o ‘outro lado da ponte’, em uma referência a ponte da Rodovia Amaral Peixoto (Barra/Centro) que interliga o centro urbano a esses bairros periféricos. Já a população com maior poder aquisitivo reside em bairros mais centrais e bairros e condomínios afastados, na direção sul/sudoeste.

De acordo com o documento PMU de Macaé (2015), a pesquisa Origem/Destino da cidade constatou que o principal objetivo dos deslocamentos diários é o trabalho, representando 88% do total pesquisado, seguido por lazer, com 4%. Além disso, o estudo verificou que “o tempo médio gasto nas viagens, em dias úteis, foi de até 30 minutos para 62% dos pesquisados e de até 45 minutos para outros 13%”, podendo aumentar em horários de pico em algumas regiões (MACAÉ, 2015, p. 24).

Nesse sentido, é essencial buscar melhorias no trânsito e, por consequência, na mobilidade, em busca de soluções para os congestionamentos urbanos, com a consciência de que qualquer medida a ser tomada deve ter como objetivo principal atender as necessidades da sociedade.

2.3.2 Impactos Ambientais

Sendo um dos grandes problemas enfrentados pela sociedade moderna, as mudanças climáticas atingem todo o mundo e a mobilidade urbana tem um papel importante nesse assunto. De acordo com o Instituto de Políticas de Transportes e Desenvolvimento (IPTD, 2022), os transportes são os principais emissores de gases de efeito estufa (GEE) no setor de energia no país, representando cerca de 46,9% do total. Desse percentual, 92,8% estão associados aos transportes rodoviários. Portanto, sendo uma das principais causas de poluição atmosférica, é inegável a participação do trânsito no aquecimento global.

Com a cultura brasileira arraigada nos meios de transportes individuais, conforme explicado anteriormente, e com as cidades se desenvolvendo de maneira desordenada, há a potencialização das emissões, visto que não há planejamento e nem infraestrutura para o crescimento adequado.

Desenvolver cidades ecologicamente sustentáveis é também garantir o equilíbrio ambiental no processo de urbanização. O conceito de cidades compactas, por exemplo, atravessa a necessidade de promover de forma estratégica a diversificação do uso do solo em uma mesma região, visando diminuir a quantidade e o tempo nos deslocamentos, reduzir os gastos com infraestrutura e democratizar o acesso a serviços e comércios. Entretanto, o município de Macaé não possui essa configuração, longe disso. Silva (2020) destaca que Macaé é em sua gênese dispersa, cujo crescimento, principalmente industrial, deu-se “em áreas muito distantes do tecido urbano consolidado da cidade”. Ele ressalta ainda que “todo esse crescimento representou um encontro brutal entre a natureza e a urbanização, que representou um grau de devastação ambiental assustador” (SILVA, 2020, p. 10).

Esta configuração urbana dispersa amplia ainda mais os impactos gerados ao meio ambiente, ao passo que aumenta a necessidade de viagens urbanas e distâncias percorridas diariamente. Tais impactos podem ser associados a fatores como o consumo de energia, a qualidade do ar e a poluição sonora (CAMPOS, 2006).

No Brasil, com uma frota de mais de 52% de veículos movidos à combustão (IPTD, 2022), o grande vilão acaba sendo os combustíveis fósseis que são responsáveis pela emissão de GEE, o que implica diretamente na qualidade do ar, e os seus efeitos na natureza são sentidos em cascata. Com os altos níveis na emissão de gases poluentes, o efeito estufa se agrava, provocando um desequilíbrio nas temperaturas do planeta e, por consequência, ocorrem desastres naturais em larga escala e com maior frequência.

Segundo dados da 10ª edição do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases do Efeito Estufa (SEEG), divulgados durante a Conferência Mundial do Clima de 2022, o Brasil emitiu, em 2021, 2,42 bilhões de toneladas brutas de CO_{2e} (dióxido de carbono equivalente), uma unidade que engloba todos os gases do efeito estufa, correspondendo a um aumento de 12% em relação ao registrado em 2020 (BROTTERO, 2022).

Os fenômenos climáticos, não coincidentemente, acompanham esse crescimento ficando cada vez mais extremos. José Marengo, climatologista e meteorologista, disse em uma entrevista à BBC News Brasil que "é o aquecimento global que torna o clima muito mais variável [...], existe um aumento de eventos de chuvas extremas, em que o volume de um mês inteiro cai em apenas um ou dois dias" (BBC News Brasil, 2022).

Macaé sofre com os efeitos das chuvas intensas todos os anos. Frequentemente há episódios de chuvas extremas que causam transtornos à cidade e prejuízos aos mais vulneráveis, sendo esse um dos reflexos das mudanças climáticas na cidade. Grande parte da cidade, inclusive vias importantes, está em cotas baixas com relação ao nível do mar. No caso da Av. Aluizio da Silva Gomes, entrada principal da Cidade Universitária, a cota registrada é de 3 metros acima do nível do mar e o terreno logo em frente, inclusive por onde passa um córrego, possui registros com nível de 2 metros (BARBOSA, 2022). Essas cotas tão baixas propiciam problemas ainda maiores em épocas de maior intensidade das chuvas.



Figura 3 - Vista área da Cidade Universitária alagada após uma chuva intensa em Macaé.
FONTE: Site Clique Diário (2018).

Assim sendo, a organização da mobilidade urbana precisa ser pautada por iniciativas que promovam o equilíbrio no desenvolvimento sustentável, tendo, como um dos objetivos, a governança ambiental, combinando estrategicamente o crescimento urbano com as melhores práticas ambientais orientadas para a infraestrutura e o transporte.

2.3.3 Impactos Econômicos

Do ponto de vista econômico, os impactos de uma mobilidade urbana ineficiente são reflexos da soma dos impactos sociais e ambientais calculados de forma monetizada.

A Federação das Indústrias do Rio de Janeiro (Firjan) realizou um estudo em 2015 com base nos dados da PNAD/IBGE, e apontou que o tempo desperdiçado no trânsito gerou um prejuízo expressivo no valor de 111 bilhões de reais à economia brasileira (em 2012). Importante ressaltar que essa análise está relacionada apenas ao custo de oportunidade, ou seja, o que a sociedade deixou de produzir e os recursos perdidos devido aos congestionamentos nas metrópoles brasileiras, sem considerar gastos com saúde pública e combustíveis (FIRJAN, 2015).

Ainda com base nesse estudo, verificou-se que é a concentração de empregos nas cidades-polos que gera maior impacto à economia, “fazendo com que, na prática, os municípios localizados nas franjas metropolitanas sejam regiões-dormitório” (FIRJAN, 2015, p. 5). Essa é uma realidade bastante observada em Macaé, pois com alta

concentração de empregos e oportunidades, a cidade atrai muitas viagens pendulares. Diariamente, pessoas de municípios vizinhos, como Rio das Ostras, Casimiro de Abreu e Carapebus, deslocam-se para Macaé a fim de realizarem alguma atividade e retornam a sua cidade de origem ao final do dia. Essa dinâmica gera transtornos e impactos diretos à economia.

Outro número importante é o de acidentes viários no país. Com base nos dados do Seguro DPVAT, a Escola Nacional de Seguros revelou que “os acidentes graves ocorridos no trânsito brasileiro em 2017 provocaram impacto econômico de 199 bilhões de reais, ou o correspondente a 3,04% do Produto Interno Bruto (PIB, a soma dos bens e serviços produzidos no país)” (GANDRA, 2018). Entre os fatores de risco associados aos acidentes, a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) destaca a insegurança da infraestrutura viária, e segundo a organização, “medidas como calçadas, ciclovias, pontos de passagem seguros e outras formas de ordenamento do trânsito são fundamentais para reduzir o risco de lesões” (OPAS/OMS, s/d). Sendo uma das principais, senão a principal externalidade negativa do trânsito, os acidentes viários é uma questão de saúde pública, conforme já explorado no tópico 2.3.1, ‘Impactos Sociais’, porém com fortes efeitos financeiros ao sistema econômico brasileiro.

Já os impactos ambientais também produzem reflexos econômicos à sociedade. Como grande contribuidora para emissão de poluentes, a mobilidade urbana gera um custo anual de pouco mais de 23 bilhões de reais associados à poluição atmosférica, em razão da movimentação de pessoas em veículos motorizados. Esse é um dado divulgado no Relatório Geral 2018, pela ANTP (2020) que destaca ainda outra grande consequência do trânsito ao meio ambiente, a emissão de ruídos. Segundo o mesmo relatório, o custo dos impactos causados pela poluição sonora é estimado em 4,6 bilhões de reais anuais. Devido à natureza desses impactos, pode-se confirmar, portanto, que além do ponto de vista econômico, o trânsito pode causar sérios danos à saúde daqueles que estão expostos diariamente.

Logo, conclui-se que o tempo gasto no trânsito, bem como os acidentes viários e a emissão de gases poluentes na atmosfera (entre outros impactos) geram grandes prejuízos econômicos, tanto à sociedade, quanto aos cofres públicos. Dinheiro esse que poderia ser investido em outras demandas públicas, caso houvesse projetos políticos mais comprometidos com a mobilidade sustentável.

3 METODOLOGIA

Neste tópico será abordado e explicado de forma mais aprofundada sobre as etapas para o desenvolvimento da pesquisa e alguns materiais utilizados como apoio para obtenção dos resultados.

O objetivo do trabalho é realizar um estudo de impactos socioeconômicos e ambientais, e o processo para alcançá-lo foi dividido basicamente em três etapas: i) investigação e análise da área de estudo; ii) coleta e levantamento dos dados em campo e; iii) estudo dos impactos associados à mobilidade urbana.

3.1 INVESTIGAÇÃO E ANÁLISE DA ÁREA DE ESTUDO

Para o início do processo de concepção deste trabalho foram analisadas as características da região em que a Cidade Universitária está inserida. Sabendo que a principal e única via de acesso ao Campus é a Av. Aluizio da Silva Gomes, foi preciso verificar quais os fatores que contribuem para a configuração atual do trânsito na avenida (Figura 4).



Figura 4 - Mapa aéreo do trecho de estudo com identificação dos sentidos de acesso a Cidade Universitária na Av. Aluizio da Silva Gomes e as principais instalações próximas.

FONTE: Adaptado de *Google Earth* (2022).

Com esse intuito, foram realizadas observações *in loco* do tráfego e das principais vias que alimentam o trecho examinado da Av. Aluizio da Silva Gomes, compreendendo

assim, os períodos mais críticos do trânsito e a infraestrutura logística existente no local. Além disso, para melhor entendimento e clareza, foram também realizadas análises com apoio de *softwares* geográficos como *Google Maps* e *Google Earth* que permitiram observar, de uma forma ampla, o panorama geral do bairro e seu entorno. Em conjunto com essas ferramentas, os mapas georreferenciados disponibilizados pelo site da Prefeitura Municipal de Macaé auxiliaram na identificação da morfologia da região, em relação aos seus aspectos urbanos e territoriais.

3.2 COLETA E LEVANTAMENTO DOS DADOS EM CAMPO

Após o estudo das características físicas da região, foi preciso diagnosticar o comportamento daqueles que frequentam a Cidade Universitária e como se caracteriza o fluxo de pessoas em relação ao acesso (portão de entrada/saída) do Campus. Nesta fase, elaborou-se um questionário online, por meio do *Google Forms*, com perguntas estratégicas direcionadas para o público que acessa o local frequentemente. Tal questionário foi divulgado entre os usuários da Cidade Universitária (discentes, docentes, técnicos, funcionários públicos e empregados terceirizados etc.), com o intuito de destacar os principais meios de transportes utilizados para deslocamentos em direção ao Campus e as origens dessas viagens.

Deste modo, o questionário visou a obtenção de dados referentes a distribuição modal dos usuários (transporte público, automóvel, motocicleta, bicicleta e “a pé”), além de mapear percentualmente os sentidos de acesso ao Campus (linha verde/cidade universitária ou firmas/cidade universitária). O modelo do questionário está apresentado no Apêndice A.

Para definir o número de entrevistados e a efetividade da amostra, foi utilizado o *software online*, denominado *Raosoft*¹.

Com base no levantamento realizado com apoio das instituições instaladas na Cidade Universitária, o quantitativo total de usuários que frequentam o Polo é de, aproximadamente, 6 mil pessoas. Para esse universo e com um nível de confiança de 95%, a margem de erro da pesquisa ficou em 6,64% para a amostra de 210 respostas. Uma margem de erro aceitável visto que o índice ideal é entre 5 e 10%. Portanto,

¹ Disponível em: <<http://www.raosoft.com/samplesize.html>>.

estatisticamente, esse tamanho de amostra se mostrou suficiente para uma análise representativa e mais precisa.

3.3 ESTUDO DOS IMPACTOS ASSOCIADOS À MOBILIDADE URBANA

Com as informações coletadas, a próxima etapa consistiu em tratar os dados e calcular os impactos gerados dentro da realidade apresentada. Para isso, foram aplicadas noções básicas de engenharia de transportes, com apoio de materiais disponibilizados pela ANTP, por exemplo. Tais documentos divulgam pesquisas e apresentam indicadores fundamentais que servem como termômetro para balizar as decisões relativas à mobilidade urbana e aos transportes no Brasil, sendo, portanto, referências para diversos estudos no país.

Por fim, com todos os resultados e análises concluídas, foi feita uma proposta para promoção da mobilidade urbana na região de estudo, priorizando a sustentabilidade social, ambiental e econômica e evidenciando as diferenças entre os dois cenários.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta etapa são apresentados os resultados obtidos ao longo de todo o processo de execução do estudo, apresentando também as respostas obtidas com o questionário aplicado em campo. As etapas mencionadas na metodologia são discutidas de forma mais aprofundada, sendo elucidadas e esmiuçadas por meio de análises sistêmicas acerca da realidade do local de estudo.

Para melhor organização e entendimento do que é exposto, os tópicos aqui apresentados seguem a mesma composição da metodologia: i) investigação e análise da área de estudo; ii) coleta e levantamento dos dados em campo e; iii) estudo dos impactos associados à mobilidade urbana.

4.1 INVESTIGAÇÃO E ANÁLISE DA ÁREA DE ESTUDO

Conforme já mencionado anteriormente, a Cidade Universitária está localizada em uma área estratégica para o município de Macaé-RJ e recebe dezenas de pessoas diariamente durante todo o dia, visto que no local há universidades atuando em tempo integral.



Figura 5 - Trânsito na Av. Aluizio da Silva Gomes, próximo do horário de meio dia.
FONTE: Autoria própria (2022).

O Campus está restrito à uma única via de acesso, a Av. Aluizio da Silva Gomes, que, por ser também uma via coletora de outras áreas importantes, em horários de pico, geralmente no final da tarde e início da noite, apresenta um trânsito muito lento. Com um

tráfego diverso, recebendo em grande volume de todos os tipos de transportes, a avenida atende diferentes públicos e alimenta setores diversificados, se caracterizando como essencial para a mobilidade urbana da cidade.

A Av. Aluizio da Silva Gomes é responsável por fazer a ligação de outras duas vias igualmente importantes, a Linha Verde (pelo lado leste) e a Av. Prefeito Aristeu Ferreira da Silva (pelo lado oeste, também conhecido e abordado neste estudo como “região das firmas”), ambas situadas nos extremos opostos da Av. Aluizio da Silva Gomes. Na figura 6 é possível observar mais claramente essa configuração, onde a linha na cor amarela representa a Av. Aluizio da Silva Gomes, a linha vermelha corresponde a Av. Prefeito Aristeu Ferreira da Silva e a verde representa a Linha Verde.

Com aproximadamente 1,6 km de extensão, a Av. Aluizio da Silva Gomes é um dos únicos caminhos (em conjunto apenas com a Rodovia Amaral Peixoto) que conecta o Polo de empresas *Off Shore* com as demais áreas urbanas da cidade.



Figura 6 - Representação das principais vias próximas a Cidade Universitária.
FONTE: Adaptado de *Google Earth* (2022).

Conforme as observações realizadas no local, o ponto mais crítico da Av. Aluizio da Silva Gomes é justamente próximo ao Campus e nos extremos da via, e esse agravamento se deve à infraestrutura física presente na área.

No portão da Cidade Universitária, devido a entrada e saída constante de veículos e pedestres, há semáforos em ambos os sentidos que compõe a via, e nesse ponto está localizada também a única faixa de pedestre existente em toda a avenida (Figura 7).

Próximo ao portão também há um ponto de ônibus com baia, destinado aos veículos originários da Linha Verde.



Figura 7 - Portão principal de acesso a Cidade Universitária.
FONTE: Autoria própria (2022).

A via possui sentido duplo em aproximadamente metade do seu trecho (o acesso a Cidade Universitária é neste intervalo), e a outra metade é sentido único, apresentando uma rotatória para desvio lateralmente ao Campus Universitário, conforme mostrado na Figura 8.



Figura 8 - Indicação dos fluxos de trânsito na rotatória da Av. Aluizio da Silva Gomes ao lado da Cidade Universitária e em frente ao Shopping Plaza Macaé.
FONTE: Adaptado de *Google Earth* (2022).

Somado a isso, mais um fator que dificulta o trânsito na região, é o outro ponto de ônibus, no sentido oposto, que não possui baia para parada dos veículos (originários da região das firmas). Conseqüentemente, para realizar o embarque/desembarque de passageiros, os ônibus ocupam uma das pistas da avenida, prejudicando assim o fluxo na via. A entrada/saída de veículos do Shopping Plaza Macaé também está situada próxima a essa região (Figura 9). Além disso, ao longo da avenida não possui nenhuma ciclovia ou ciclofaixa que proporcione conforto e segurança ao ciclista.



Figura 9 - Infraestrutura física próxima a Cidade Universitária.
FONTE: Adaptado de *Google Earth* (2022).

Com essa disposição do trânsito, os veículos provenientes da região das firmas (Av. Prefeito Aristeu Ferreira da Silva) cuja finalidade é chegar ao Campus, precisam cruzar toda a Av. Aluizio da Silva Gomes até a rotatória situada na Linha Verde e realizar o retorno com o propósito de acessar a faixa correta para adentrar ao portão de acesso ao campus, situação melhor demonstrada na figura 10. Alguns motoristas, erroneamente, acessam a Cidade Universitária cruzando a via em frente ao portão, porém esse não é o percurso adequado, além de ser uma ação imprudente, passível de multa e que coloca em risco a vida dos demais motoristas e pedestres.

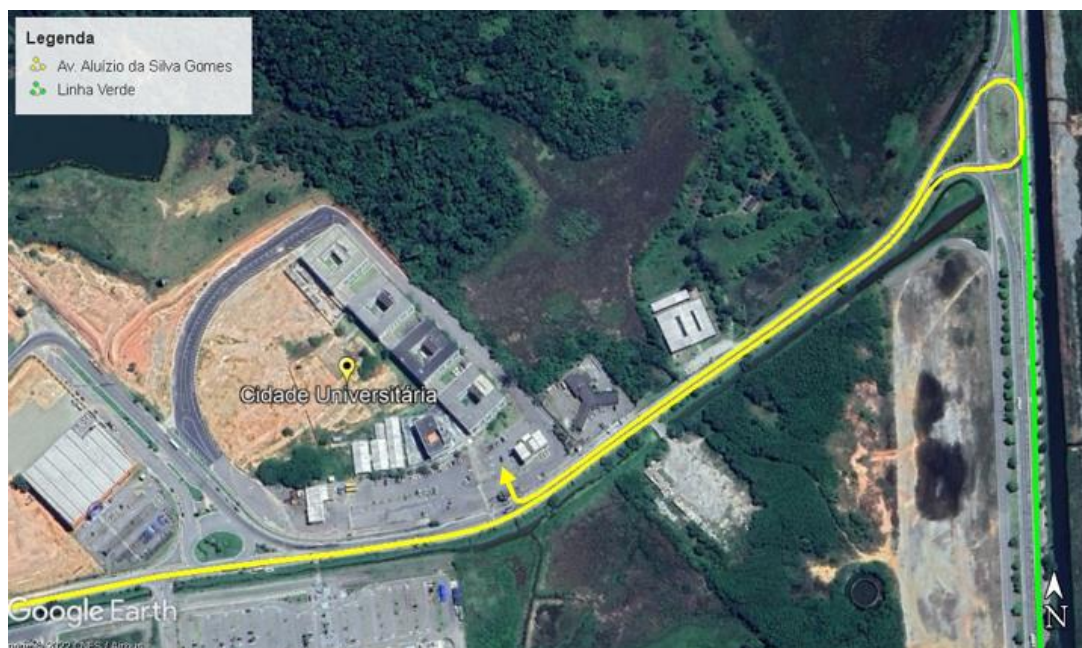


Figura 10 - Trajeto principal de acesso ao Campus para veículos provenientes da região das firmas.
FONTE: Adaptado de *Google Earth* (2022).

Com o propósito de reduzir o tráfego nessa região, a Secretaria de Mobilidade Urbana da Prefeitura de Macaé abriu um portão provisório na lateral da Cidade Universitária para que o acesso de veículos ao Campus fosse distribuído entre as duas entradas, facilitando, assim, o trânsito. Porém, ainda em fase de testes, o portão não possui nenhum tipo de identificação, sinalização, segurança ou estrutura adequada que oficializa o acesso e o torne de conhecimento público.



Figura 11 - Trajeto provisório de acesso ao Campus para veículos provenientes da região das firmas.
FONTE: Adaptado de *Google Earth* (2022).



Figura 12 - Portão provisório de acesso na lateral da Cidade Universitária, durante o dia e durante à noite.
FONTE: Autoria própria (2022).

No tópico “Justificativa e Motivação” foi ressaltado um ponto importante e que merece a devida atenção. De acordo a morfologia da área, percebe-se que a região de estudo está localizada bem próxima a áreas futuramente destinadas à expansão urbana. A figura 13 apresenta o mapa de uso e cobertura do solo e destacada na cor rosa a área urbana, onde fica inserida a Cidade Universitária, porém bem próximo a ela estão também terrenos de campo e vegetação, evidenciados nas cores verde e laranja, respectivamente. Logo, com essa configuração, observa-se que o Campus está no limiar de áreas não consolidadas com tendência de consolidação, e a construção de um hospital confirma essa realidade.

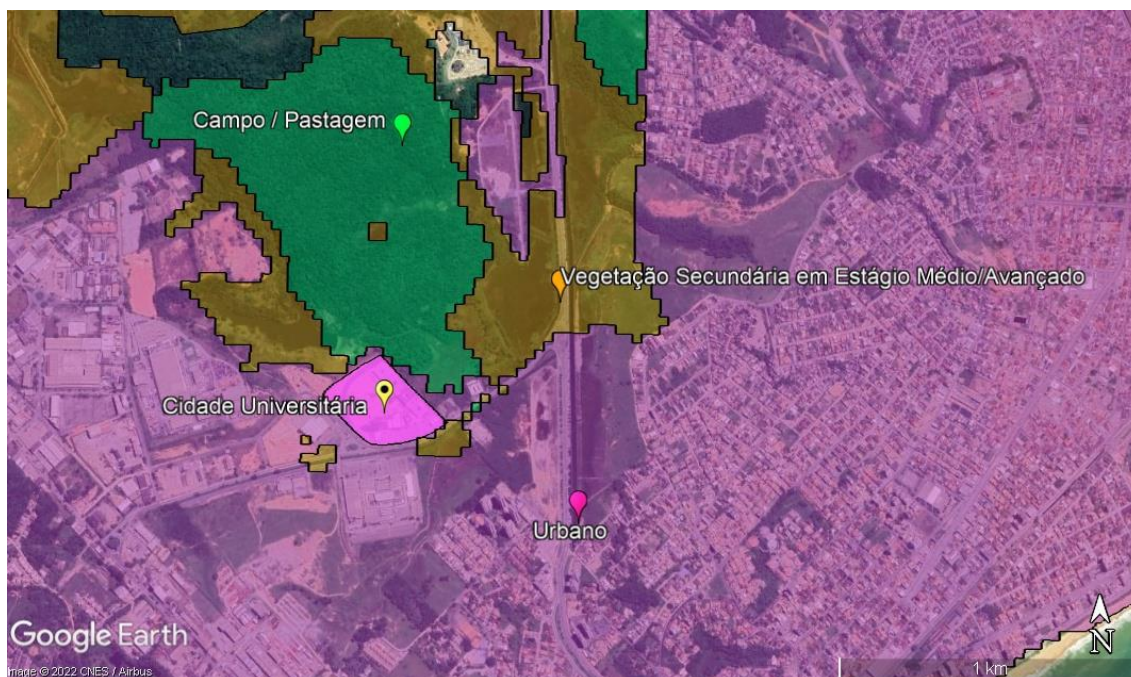


Figura 13 - Mapa de uso e cobertura do solo destacando as regiões próximas a Cidade Universitária.
FONTE: Portal de Dados GeoMacaé e adaptado do *Google Earth* (2022).

Outro ponto importante a ser destacado é sobre o zoneamento urbano, na figura 14 está o mapa de zoneamento na região da Cidade Universitária e da Av. Aluísio da Silva Gomes. Tal região está na divisa de três grandes zonas: zona industrial (destacada na cor rosa), zona de uso diversificado (cor azul) e zona de uso institucional (cor verde). Portanto, apesar de estar inserido na zona industrial, o Campus (cor amarela), bem como a sua única via de acesso, possui influência e coleta o fluxo de pessoas e veículos das três áreas.

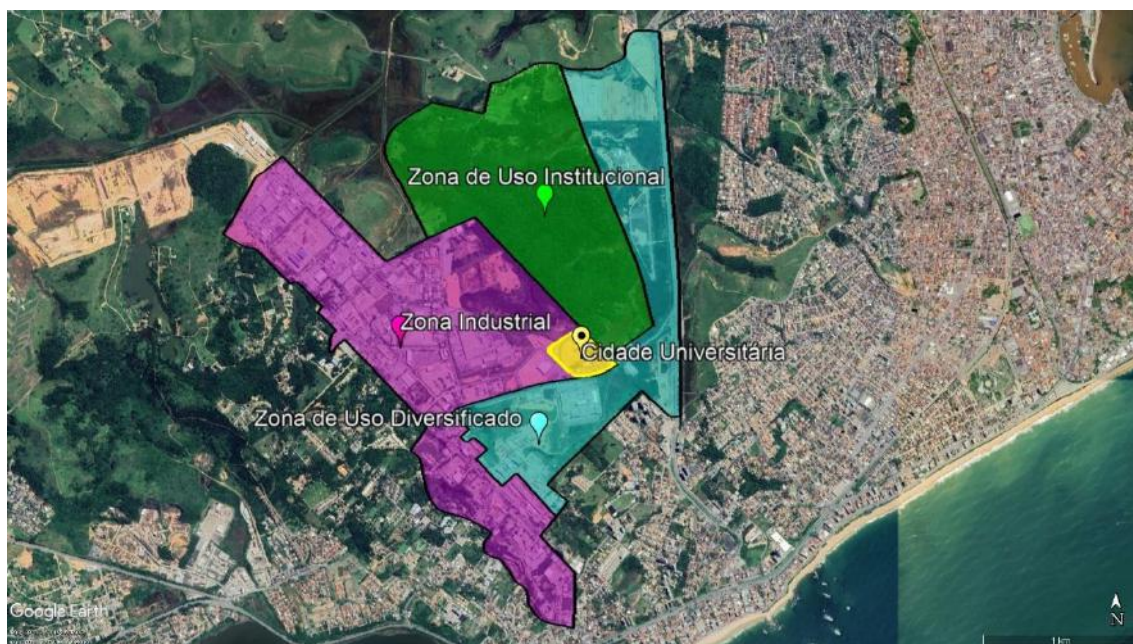


Figura 14 - Mapa de zoneamento destacando as três zonas próximas a Cidade Universitária.
FONTE: Portal de Dados GeoMacaé e adaptado do *Google Earth* (2022).

4.2 COLETA E LEVANTAMENTO DOS DADOS EM CAMPO

Para caracterização do fluxo de acesso a Cidade Universitária foi elaborado um questionário, conforme já explicitado anteriormente. O questionário desenvolvido possuía sete perguntas objetivas com propósito de traçar o perfil do participante (faixa etária, procedência residencial e atividade exercida, bem como instituição relacionada no Campus) e suas preferências no que se refere ao modo de deslocamento para acesso ao Campus.

Foram obtidas 210 respostas ao questionário e como o objetivo da pesquisa era diagnosticar o comportamento dos usuários que acessam o local regularmente, houve a preocupação em garantir que a amostra fosse suficientemente representativa em relação a população, para isso foi utilizado um *software online*, denominado *Raosoft*, para o cálculo amostral, como apresentado na metodologia.

Para que os resultados da pesquisa fossem apresentados de forma mais visual, alguns dados foram tabulados e inseridos em forma de gráfico para melhor compreensão do estudo.

Sobre o perfil dos usuários, a pesquisa apontou que mais de 50% possuem entre 18 e 24 anos, quase 20% com idade entre 25 e 34 anos, 11% entre 35 e 44 anos e os demais com faixa etária menor que 17 anos ou maior que 45 anos. Pode-se constatar que esse resultado foi coerente partindo do pressuposto de que a maior parte dos frequentadores da Cidade Universitária são alunos de ensino superior, uma vez que no local há três instituições desse nível. Conforme a própria pesquisa, 76,2% dos entrevistados são alunos, seguido por docentes, com um percentual equivalente a 12,4%, os funcionários públicos em menor quantidade, 5,7%, e demais atividades em um percentual bem inferior, como mostrado nos gráficos 3 e 4. A pesquisa contou com a participação de integrantes de todas as instituições de ensino, bem como demais estabelecimentos presentes no Polo Universitário.

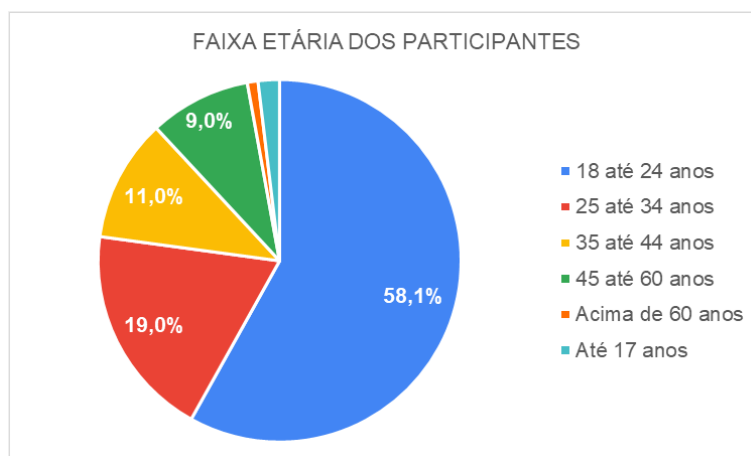


Gráfico 3 - Percentual por faixa etária dos participantes da pesquisa.

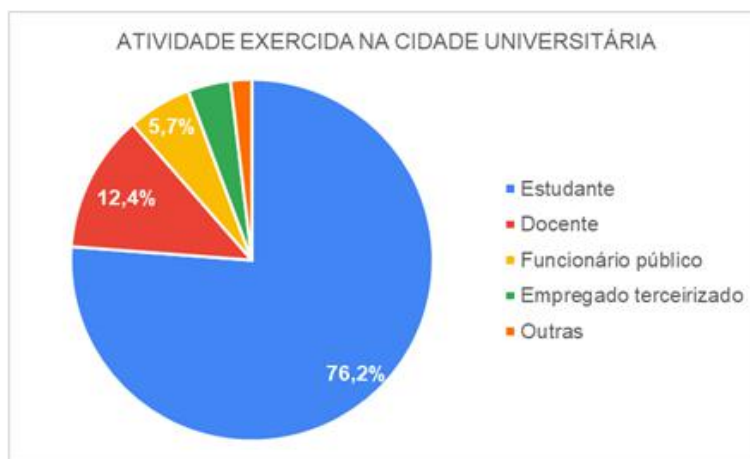


Gráfico 4 - Principais ocupações dos entrevistados na Cidade Universitária.

Outro dado que traça o perfil e é importante para analisar o comportamento modal dos usuários é a cidade em que residem. A pesquisa indicou que 67,6% dos participantes moram em Macaé, 21,4% residem na cidade de Rio das Ostras e os outros 11% em demais municípios da região, como Casimiro de Abreu, Cabo Frio, Carapebus, Campos dos Goytacazes e Barra de São João (Gráfico 5). Esse dado evidencia que aproximadamente 32% do público que acessa o Campus regularmente reside em outra cidade, realizando, portanto, o movimento pendular (que é tão característico na cidade de Macaé por conta dos empregos no setor de petróleo e gás, mas pode-se perceber também que está relacionado à educação).

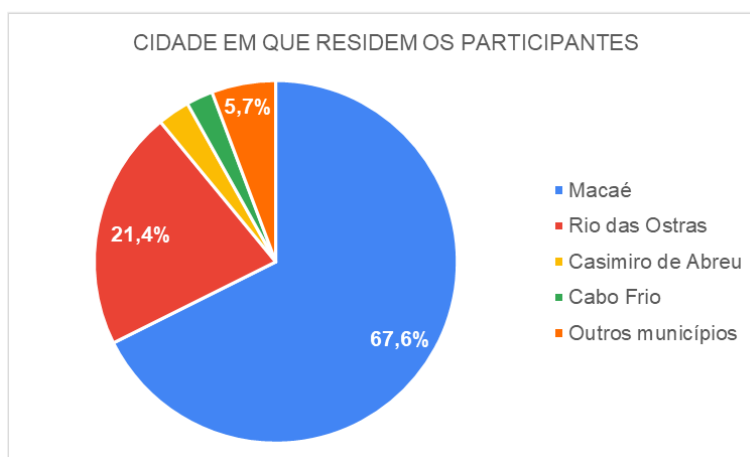


Gráfico 5 - Percentuais de residência dos usuários da Cidade Universitária.

Conforme discutido ao longo de todo o trabalho, no Brasil os veículos motorizados são priorizados nos deslocamentos em detrimento dos modos não motorizados, a mesma situação foi observada na pesquisa com os usuários da Cidade Universitária. A análise do formulário aplicado em relação a divisão modal nos deslocamentos mostrou que o transporte mais utilizado para acessar o Campus é o transporte público (ônibus/van) representando 54,3% do total, seguido pelos automóveis,

com uma parcela significativa de 38,1% entre os entrevistados, a motocicleta ocupa terceiro lugar com 4,8% e, por fim, com 2,8% estão os demais modos, bicicleta e “a pé” (Gráfico 6). Esse resultado referente à distribuição modal é bastante expressivo, pois, é retratado em um universo relativamente pequeno, a realidade acerca da mobilidade urbana em todo o país.

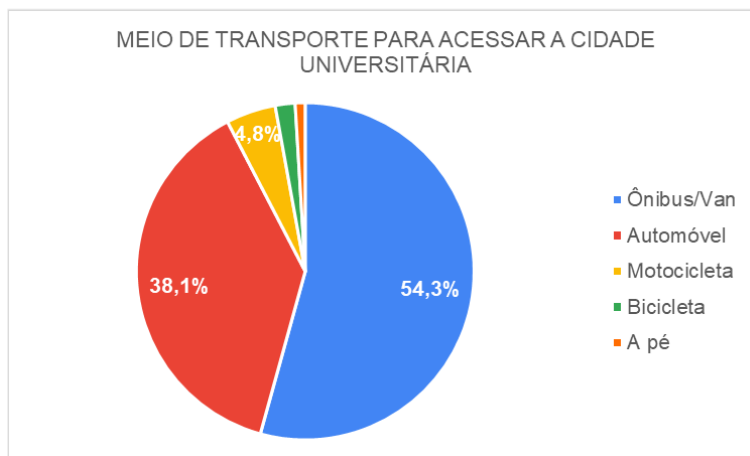


Gráfico 6 - Percentuais referentes aos modais utilizados pelos usuários da Cidade Universitária.

Por fim, um dos resultados mais relevantes para o estudo diz respeito ao trajeto realizado pelos usuários para acessar o Polo. Apesar de possuir apenas uma única via de acesso ao portão de entrada do Campus, a Av. Aluizio da Silva Gomes, o deslocamento pode ser realizado por regiões diferentes (conforme figuras 4 e 6), pela Av. Prefeito Aristeu Ferreira da Silva (firmas) ou por meio da Linha Verde, e esse foi um dos pontos questionado no formulário. Com base nas respostas, pode-se afirmar que os deslocamentos ocorrem de maneira bem distribuída, com uma pequena margem de diferença, a maior parte dos usuários, 53,3%, responderam que realizam o trajeto pela Linha Verde, e 46,7% dos participantes acessam pela região das firmas (Gráfico 7).

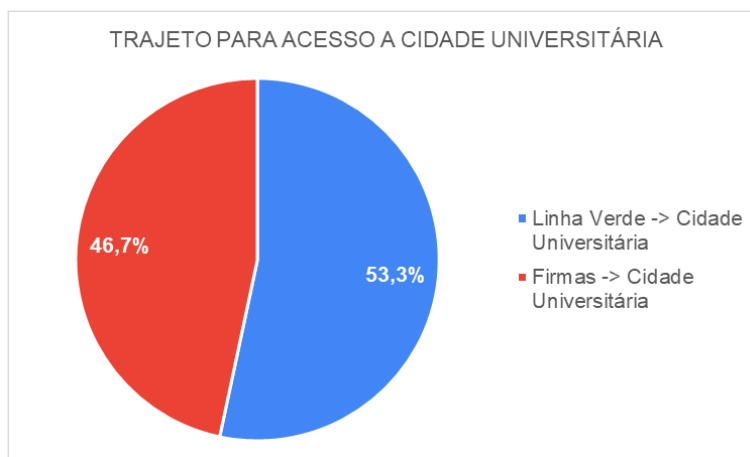


Gráfico 7 - Percentuais referentes à origem de acesso viário feito pelos usuários da Cidade Universitária.

Em posse desses dados foi possível concluir aspectos importantes sobre a mobilidade urbana na região. Ao analisar as respostas, pôde-se perceber que o trajeto até o Campus nem sempre é realizado pela rota mais curta/rápida, com base nos bairros em que residem os participantes, logo, é possível afirmar que alguns fatores podem influenciar essa dinâmica, como trabalho ou demais compromissos. Por exemplo, um dos entrevistados informou que mora no bairro Mirante da Lagoa, em Macaé, dessa forma, o trajeto mais comum e rápido até a Cidade Universitária é pela região das firmas, porém durante a aplicação do questionário ele informou que acessa através da Linha Verde, rota oposta à sua residência. Devido a esses casos, os dados sobre o endereço (bairro) de residência não se mostraram relevantes para o estudo, visto que tais endereços não são indicativos para determinar o sentido de acesso de nenhum usuário.

Os que possuem maior impacto nessa pesquisa, são os usuários que acessam o Polo pela região das firmas utilizando veículos motorizados individuais, como carros e motocicletas. Seriam esses os principais interessados pela abertura de um segundo portão, uma vez que o deslocamento necessário seria reduzido, diminuindo o fluxo no portão principal e o trânsito na região. Das 210 pessoas entrevistadas, 46 informaram que realizam o trajeto pela Av. Prefeito Aristeu Ferreira da Silva utilizando carros ou motocicletas, o equivalente a 21,9% dos entrevistados. Esse é um número significativo, pois indica que mais de um quinto dos frequentadores do Cidade Universitária podem ser beneficiados com a construção e oficialização desse segundo portão de acesso ao Campus.

4.3 ESTUDO DOS IMPACTOS ASSOCIADOS À MOBILIDADE URBANA

Após observar as características da Av. Aluizio da Silva Gomes e identificar os fatores que dificultam o trânsito próximo a Cidade Universitária, além de mapear o comportamento e divisão modal dos deslocamentos ao Polo, foi possível concluir que a abertura oficial de um segundo portão de acesso na lateral do Campus pode sim trazer benefícios para o tráfego de veículos na região, além de proporcionar uma mobilidade urbana mais sustentável.

Portanto, com o propósito de quantificar a dimensão dos impactos proporcionados com esse segundo portão, foi preciso realizar uma análise mais detalhada sobre alguns deles. Porém, cabe fazer uma observação: realizar um levantamento sobre as externalidades negativas do trânsito é um desafio, visto que são muitos os fatores que

influenciam o cenário real. Em seu relatório metodológico do Sistema de Informações da Mobilidade Urbana, a ANTP (2018) ressalta justamente essa dificuldade ao mencionar que “parte dos impactos é subjetivo e os custos tangíveis muitas vezes são intrínsecos a outras causas, ou necessitam de apuração e compilação de vasta quantidade de dados e informações nem sempre disponíveis para permitir quantificações e cálculos de custos” (ANTP, 2018, p. 13). Desta forma, os resultados apresentados são estimativas realizadas por meio de dados reais, e mesmo diante de algumas limitações, tais informações podem demonstrar consequências concretas para a mobilidade urbana e, conseqüentemente, para a gestão pública.

4.3.1 Impactos Sociais

Como já discutido, dentre os impactos gerados, o tempo gasto nos deslocamentos e os acidentes viários são externalidade negativas do trânsito que afetam a mobilidade urbana e o modo de vida da população. Portanto, tais impactos foram analisados diante da proposta desse estudo.

A abertura de um portão lateral na Cidade Universitária modificaria o fluxo na região, pois parte-se da hipótese de que todos os usuários que acessam as instalações do Campus, utilizando veículos individuais pela região das firmas, optariam por realizar o trajeto mais curto com destino a entrada. O resultado da análise das respostas do questionário indicou que 21,9% dos frequentadores do Polo se enquadram nessa situação, em número absoluto, esse valor representa 1.314 pessoas (das 6.000 que o campus atende). Importante ressaltar que essa foi a quantidade empregada nos cálculos para projeção dos impactos, considerando acessos diários. É possível que haja alguns desvios em relação ao efetivo real, visto que as frequências nos deslocamentos podem variar, porém esse é um dado que não é possível mensurar.

4.3.1.1 Tempo no trânsito

Primeiramente, para calcular a redução no tempo dos deslocamentos, foram realizadas algumas considerações a respeito dos horários de acesso ao Campus, visto que essa informação não foi abordada nas entrevistas. Como os horários de funcionamento das instituições são diferentes, algumas funcionando em período integral e outras em horários específicos, foi realizada uma distribuição proporcional por turno de acordo com as particularidades de cada instituição e a quantidade de usuários, conforme tabela 1.

Tabela 1 - Distribuição proporcional por turno baseado no funcionamento das instituições.

Instituição	Manhã	Tarde/Noite
CM/UFRJ	23,4%	23,4%
ICM/UFF	11,5%	11,5%
FeMASS	N/A ²	21,6%
CAp	4,9%	N/A
Outros	3,7%	N/A
Total	43,5%	56,5%

Com isso, foram estabelecidos dois turnos para o estudo: manhã e tarde/noite. Para cada turno determinou-se o horário considerado mais crítico para o trânsito, sendo às 8h (manhã) e às 18h (tarde).

De acordo com o *Google Maps*, no horário das 8h, são necessários de 4 a 8 minutos para cruzar a Av. Aluizio da Silva Gomes até o portão principal da Cidade Universitária, e no horário de pico da tarde, às 18h são necessários de 6 a 16 minutos, totalizando 2,4 km partindo da Av. Prefeito Aristeu Ferreira da Silva, conforme demonstrado nas figuras 15 e 16.

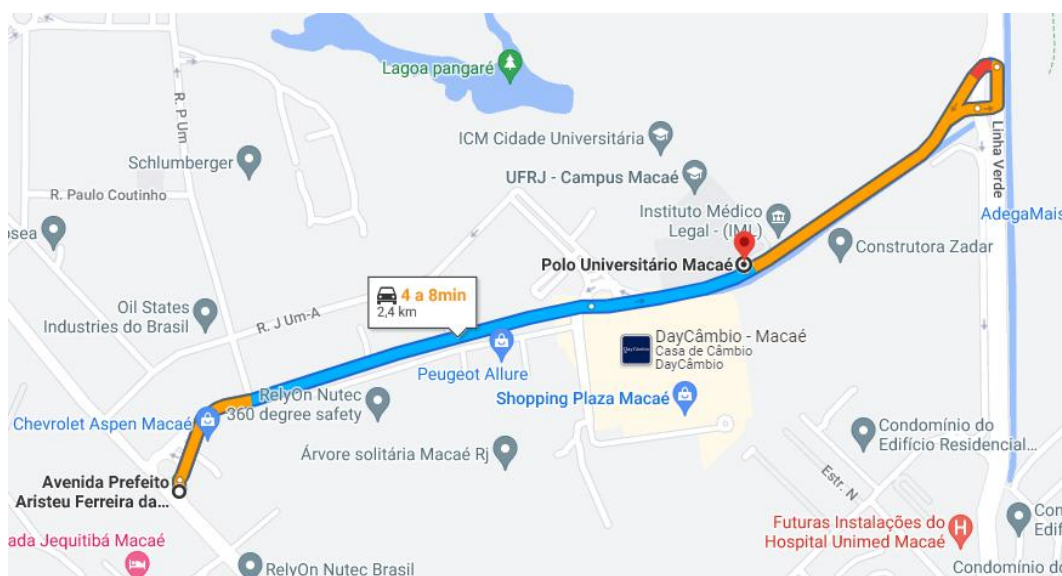


Figura 15 - Duração do trajeto entre o Polo *Off Shore* e a Cidade Universitária pelo portão principal às 8h.
 FONTE: *Google Maps* (2023).

² Não aplicável.

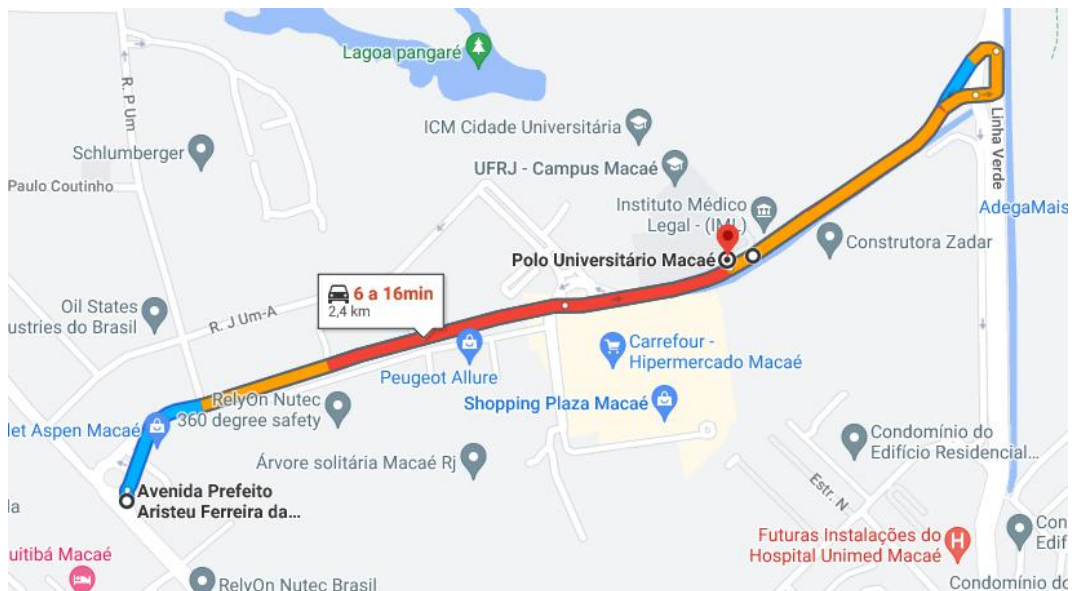


Figura 16 - Duração do trajeto entre o Polo *Off Shore* e a Cidade Universitária pelo portão principal às 18h.

FONTE: Google Maps (2023).

Se a entrada for realizada pelo segundo acesso, o portão lateral, nas mesmas condições, partindo do mesmo local no exato horário, o tempo de deslocamento diminuiu para 2 minutos às 8h, e fica entre 3 e 8 minutos às 18h, totalizando 1,1 km de deslocamento, conforme figuras 17 e 18. Uma redução considerável na distância e na duração da viagem em ambos os turnos.

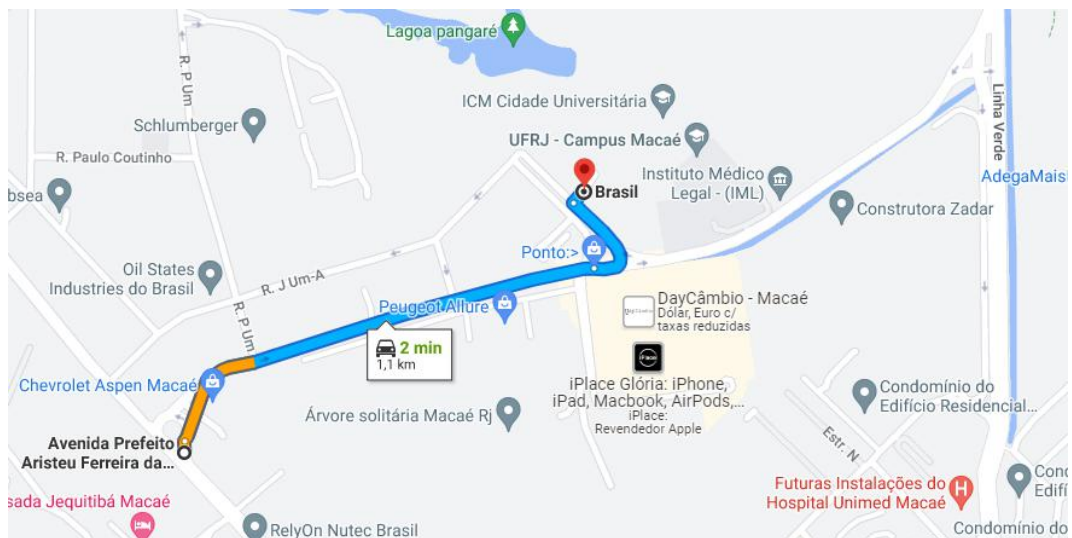


Figura 17 - Duração do trajeto entre o Polo *Off Shore* e a Cidade Universitária pelo portão lateral às 8h.

FONTE: Google Maps (2023).

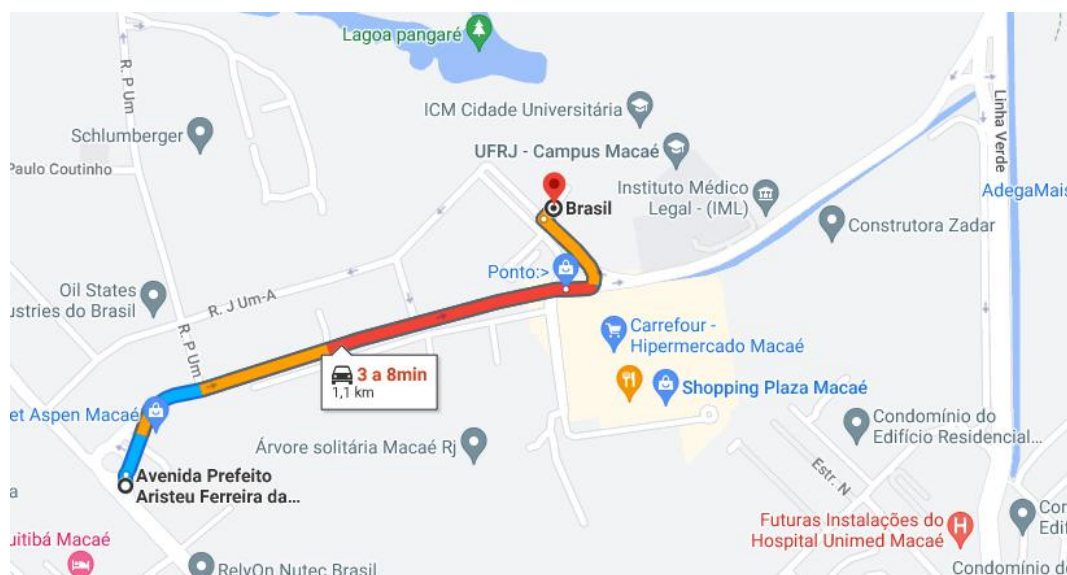


Figura 18 - Duração do trajeto entre o Polo *Off Shore* e a Cidade Universitária pelo portão lateral às 18h.
 FONTE: *Google Maps* (2023).

Para efeito de cálculo, foram definidos os piores cenários em relação ao tempo de deslocamento determinado pelo *Google Maps*, ou seja, a maior duração de todos os trajetos. A partir desses números, e com o percentual de distribuição dos acessos por turno, foi ponderada uma média do tempo gasto por cada rota (portão principal e portão lateral) e, assim, calculado o tempo total das viagens.

Os valores dos impactos são apresentados com base em uma estimativa anual e levando em consideração apenas o trajeto para acessar o Campus, visto que para deixá-lo a diferença é muito menor e pode ser desconsiderada.

Tabela 2 - Caracterização da duração das viagens destinadas à Cidade Universitária, comparação entre o acesso principal e secundário.

Indicadores	Quantidade	
Nº de viagens diárias	1.314	
Dias úteis no ano	251	
Nº de viagens anual	329.814	
Duração	Portão principal	Portão lateral
Uma viagem - 8h da manhã	8 min	2 min
Uma viagem - 18h da tarde	16 min	8 min
Uma viagem - Média	13 min	5 min
Total das viagens anuais	68.836 h	29.639 h

A tabela 2 apresenta um breve resumo dos cálculos realizados. Como é possível observar, a redução entre os dois trajetos é de 57%, aproximadamente, porém esse valor em número absoluto representa 39.197 horas. Isto significa que, ao acessar a Cidade

Universitária pelo portão lateral há uma redução de 39.197 horas desperdiçadas por ano no trânsito pelos usuários do Campus, o que equivale a, aproximadamente, 30 horas economizadas anualmente por cada usuário que acessa o Polo via Av. Prefeito Aristeu Ferreira da Silva. A mudança no trajeto também reflete no trânsito global da Av. Aluizio da Silva Gomes, uma vez que gera um impacto positivo com a redução do fluxo, justamente na altura em que a via é reduzida a uma única pista de rolamento, impactando, assim, as demais viagens realizadas na região (ver, por exemplo, BARRETO, 2022).

4.3.1.2 Acidentes viários

O relatório geral do Sistema de Informações de Mobilidade Urbana (SIMOB) produzido anualmente pela ANTP serve de referência para diversos estudos no país relativos à mobilidade urbana no Brasil ao apresentar indicadores relevantes sobre o tema. Dentre os indicadores está a “Segurança do Trânsito”, com estatísticas sobre os acidentes de trânsito, total de vítimas e mortes, bem como os custos com as ocorrências.

Portanto, os dados divulgados nesse relatório, combinados com as informações coletadas por meio do questionário, foram utilizados como base para calcular os impactos referentes aos acidentes viários.

A projeção dos impactos foi baseada nos números informados nas tabelas 3 e 4, relativas, respectivamente, ao modal automóvel e ao modal motocicleta, levando em consideração a faixa de população em que a cidade de Macaé se enquadra. Segundo o IBGE (2022), Macaé possui uma população estimada de 262.692 pessoas, sendo assim os valores utilizados são correspondentes a cidades que possuem entre 250 e 500 mil habitantes.

Tabela 3 - Eventos no trânsito associados ao modo automóvel por porte do município.
FONTE: Adaptado de ANTP (2018).

Faixa de população (habitantes)	Total de vítimas	Total de mortes	Custo com acidentes ¹ (bilhões de reais)	Vítimas/milhão de km	Mortes/milhão de km	Mortes/100.000 habitantes
Mais de 1 milhão	22.207	805	4,3	0,57	0,02	1,76
De 500 mil a 1 milhão	15.444	546	2,9	1,22	0,04	2,84
De 250 a 500 mil	26.254	878	4,7	1,99	0,07	3,84
De 100 a 250 mil	44.464	1.539	8,2	2,81	0,10	4,95
De 60 a 100 mil	30.175	1.062	5,5	5,16	0,18	6,36
Total	138.544	4.830	25,6	1,60	0,06	3,56

1. Valores de dezembro de 2018.

Tabela 4 - Eventos no trânsito associados ao modo motocicleta por porte do município.
 FONTE: Adaptado de ANTP (2018).

Faixa de população (habitantes)	Total de vítimas	Total de mortes	Custo com acidentes ¹ (bilhões de reais)	Vítimas/milhão de km	Mortes/milhão de km	Mortes/100.000 habitantes
Mais de 1 milhão	50.589	1.979	10,2	8,30	0,32	4,33
De 500 mil a 1 milhão	35.888	1.409	7,2	9,94	0,39	7,32
De 250 a 500 mil	50.648	1.915	9,9	12,94	0,49	8,39
De 100 a 250 mil	65.865	2.434	12,7	12,75	0,47	7,83
De 60 a 100 mil	41.075	1.647	8,3	15,49	0,62	9,85
Total	244.065	9.385	48,4	11,39	0,44	6,92

1. Valores de dezembro de 2018.

Inicialmente, foi preciso determinar quantos quilômetros seriam reduzidos com a mudança proposta. Conforme mostrado no tópico anterior, um trajeto realizado pelo portão principal possui 2,4 km, o mesmo trajeto realizado pelo portão lateral possui 1,1 km, desse modo a redução seria de 1,3 km no deslocamento até a Cidade Universitária.

Em posse desse valor foi feita uma projeção de vítimas e mortes potencialmente causadas pelos eventos no trânsito se o percurso fosse realizado pelo trajeto original, ou seja, os eventos ocorridos nesse 1,3 km de diferença. Para isso, foi preciso dividir os cálculos para os dois modais, automóvel e motocicleta, uma vez que os valores não são iguais entre eles.

Além disso, foram determinados os custos gerados pelos possíveis acidentes. O resultado foi obtido após medir o custo unitário dos acidentes, determinado pela razão entre o custo total e o número de vítimas e mortes, conforme equação abaixo.

$$C_{\text{unitário}} = \frac{C_{\text{total}}}{N_{\text{vítimas+mortes}}}$$

E, a partir desse valor, calculou-se o impacto econômico com a redução do trajeto, especificado nas tabelas 5 e 6.

Tabela 5 - Estimativa do custo anual com acidentes associados ao modo automóvel devido a diferença entre os trajetos.

Automóvel	
Indicadores	Quantidade
Nº de viagens diárias	1.142
Dias úteis no ano	251
Quant. de km reduzidos por viagem	1,3
Total de km reduzidos no ano	372.635
Total de vítimas por ano	0,74
Total de mortes por ano	0,03
Custo com acidentes por ano	R\$ 132.973,91

Tabela 6 - Estimativa do custo anual com acidentes associados ao modo motocicleta devido a diferença entre os trajetos.

Motocicleta	
Indicadores	Quantidade
Nº de viagens diárias	171
Dias úteis no ano	251
Quant. de km reduzidos por viagem	1,3
Total de km reduzidos no ano	55.797
Total de vítimas por ano	0,72
Total de mortes por ano	0,03
Custo com acidentes por ano	R\$ 141.138,09

Os números encontrados indicam que a mudança no trajeto provoca uma redução considerável, visto a pequena extensão percorrida no trecho em estudo, tanto no número de vítimas quanto nos custos associados aos acidentes. A redução é de aproximadamente 0,7 vítimas ao ano por meio de transporte. Apesar de aparentemente ser um número inexpressivo, esse valor equivale a redução de duas vítimas de trânsito a cada um ano e meio, o que aponta um impacto importante na segurança da população.

Economicamente, os acidentes também apresentaram resultados significativos. Em um ano a redução nos custos seria de R\$ 274.112,00. A metodologia do SIMOB/ANTP considera que o impacto econômico pelo dano à vida está associado aos custos diretos por vítima de acidente (como atendimento médico-hospitalar, processos judiciais, resgate, remoção de veículos, entre outros) e aos custos indiretos adotados como “disposição a pagar” pela redução de mortes no trânsito, [...] valor que representa os investimentos que as pessoas concordam que o governo faça para reduzir as mortes no trânsito” (ANTP, 2020, p. 22). Assim sendo, tais efeitos financeiros estariam relacionados

tanto ao poder público, quanto à população que utiliza a Av. Aluísio da Silva Gomes, causando impacto em todas as partes envolvidas.

4.3.2 Impactos Ambientais

Os impactos provocados ao meio ambiente, e neste tópico analisados, estão relacionados ao consumo de energia e emissão de CO₂. No tópico anterior foi apresentada a distância total reduzida decorrente da alteração no fluxo devido ao portão lateral. O trajeto pelo acesso secundário é 1,3 km menor do que o acesso pelo portão principal, isso equivale a uma redução de 428.432 km por ano entre carros e motos.

A energia e a emissão são diretamente proporcionais à distância percorrida, já que estão ligados ao consumo de combustível. Logo, ao se reduzir o deslocamento, reduz-se também os impactos gerados.

4.3.2.1 Consumo de energia

O consumo de energia varia de acordo com a autonomia de cada veículos a depender do tipo de combustível utilizado. Com o propósito de quantificar os benefícios gerados pela alteração do trajeto, foi realizada uma estimativa da distribuição da frota de Macaé por tipo de combustível, através dos dados disponibilizados pela Secretaria Nacional de Trânsito (Senatran, 2022)³. Para essa análise foram utilizados os combustíveis mais comuns, Gasolina C (com adição de etanol anidro na composição) e Etanol, porém considerando os veículos nos modelos convencionais e flex.

Tabela 7 - Distribuição da frota e autonomia dos automóveis por tipo de combustível.

Tipo de Combustível	% da Frota	Autonomia automóvel (km/L)
Gasolina C	52,7%	10,84
Etanol Hidratado	3,7%	7,45
Flex Gasolina	21,8%	11,39
Flex Etanol	21,8%	7,55

Tabela 8 - Distribuição da frota e autonomia das motocicletas por tipo de combustível.

Tipo de Combustível	% da Frota	Autonomia motocicleta (km/L)
Gasolina C	54,8%	40,00
Flex Gasolina	22,6%	40,00
Flex Etanol	22,6%	25,00

³ Dados referente à frota por município em dezembro de 2022.

A autonomia dos automóveis por tipo de combustível, considerada na tabela 7, baseou-se nos resultados divulgados em um dos relatórios do Plano Diretor Metroviário do Rio de Janeiro (PDM, 2017, p. 392). Já as informações sobre a autonomia das motocicletas (tabela 8) foram obtidas através do 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários (2011, p. 48).

Assim, o consumo de combustível é resultado do cálculo entre a distribuição da frota no município, a autonomia dos veículos por tipo de combustível e a quantidade de quilômetros reduzidos com a instalação do segundo portão.

Tabela 9 - Estimativa da redução anual do consumo de combustíveis pelos automóveis.

Indicador	Quantidade
Total de km reduzidos no ano	372.635
Tipo de Combustível	Consumo anual (L)
Gasolina C	18.116,09
Etanol Hidratado	1.850,67
Flex Gasolina	7.132,08
Flex Etanol	10.759,52

Tabela 10 - Estimativa da redução anual do consumo de combustíveis pelas motocicletas.

Indicadores	Quantidade
Total de km reduzidos no ano	55.797
Tipo de Combustível	Consumo anual (L)
Gasolina C	764,16
Flex Gasolina	315,39
Flex Etanol	504,62

Desta forma, a estimativa de redução anual do consumo de combustíveis aproxima-se de 40.000 litros com a alteração do acesso pelo portão principal para o acesso secundário. Ou seja, com a mudança no trajeto os usuários reduzem por ano o equivalente a 29,3 TEP⁴ (Toneladas Equivalentes de Petróleo) em seus deslocamentos.

⁴ “Unidade de energia utilizada na comparação do poder calorífero de diferentes formas de energia com o petróleo. Uma TEP corresponde à energia que se pode obter a partir de uma tonelada de petróleo padrão.” (MEGAWHAT, s/d)

1 metro cúbico (m³) de gasolina = 0,86 tep

1 metro cúbico (m³) de bioetanol = 0,51 tep

4.3.2.2 Emissão de CO₂

Os impactos ocasionados pela emissão de CO₂ (dióxido de carbono⁵) proveniente da queima dos combustíveis fósseis são grandes, como discorrido ao longo da revisão bibliográfica. Portanto, o intuito deste tópico é apresentar a variação da quantidade de CO₂ emitida sem e com implantação da entrada lateral, ou seja, o quanto de emissão que é possível economizar com a proposta defendida neste trabalho.

O levantamento realizado pelo Plano Diretor Metroviário do Rio de Janeiro (2017, p. 392), sobre a estimativa de emissões por quilômetro dos veículos de transporte individual, concluiu que o fator de emissão médio entre todos os tipos de combustível é de 0,2 quilogramas de CO₂ a cada quilômetro rodado. Com isso, como são 428.432 km reduzidos por ano com a proposta de alteração do fluxo, o impacto na redução de CO₂ seria de 85,7 toneladas.

Tabela 11 - Estimativa de emissão anual de CO₂ pelos veículos de transporte individual.

Indicador	Quantidade
Km reduzidos / ano	428.431,90
Kg CO ₂ / Km Rodado	0,2
Kg CO ₂ / ano	85.686,38

Conforme a Fundação SOS Mata Atlântica (2013), um estudo realizado em parceria com a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), e o Instituto Totum, estima-se que cada árvore da mata atlântica absorve 163 kg de gás carbônico (CO₂) equivalente da atmosfera ao longo de seus primeiros 20 anos. O estudo observou ao longo de 11 anos (2000 a 2011) o sequestro de gás carbônico em duas áreas de plantio de árvores. Uma das áreas de plantio (do projeto Clickarvore) retirou da atmosfera em torno de 7,27 kg de CO₂ e por árvore plantada por ano. Já a área do projeto Florestas do Futuro sequestrou o equivalente a 10,11 kg de CO₂ e anualmente por árvore. A diferença de absorção é devida a alguns fatores diferentes, como clima, solo e espécie entre as áreas dos projetos.

Ao associar a estimativa de redução de CO₂ e os dados apresentados sobre a captura de gás carbônico equivalente obteve-se a quantidade de árvores necessárias para neutralizar as emissões dos veículos caso não houvesse a entrada secundária na Cidade Universitária. Como o estudo realizado pela ESALQ mostrou uma variação entre as áreas

⁵ Também conhecido como gás carbônico.

de plantio, foi calculada uma média entre a maior captação e menor captação, que resultou em 8,69 kg de captura de gás carbônico por árvore anualmente. Tendo em vista que o impacto na emissão de CO₂ sem a implantação do segundo portão é um pouco menor que 86 toneladas, estima-se que seriam necessárias 9.860 árvores apenas para neutralizar a emissão de CO₂ provocadas pelos veículos ao longo de um ano devido ao deslocamento mais longo.

Tabela 12 – Estimativa da quantidade de árvores necessárias para neutralizar as emissões de CO₂.

Indicador	Quantidade
Kg CO ₂ / ano	85.686,38
Kg CO ₂ / árvore / ano	8,69
Neutralização / ano	9.860

4.3.3 Impactos Econômicos

As externalidades negativas geradas pelo trânsito causam impactos econômicos diretos e indiretos à sociedade. Os prejuízos podem estar atrelados a diversos fatores como: consumo de combustível, custo de oportunidade, mobilidade urbana, campanhas de conscientização, depreciação do veículo, atendimento hospitalar, entre outros. Alguns desses prejuízos serão abordados neste tópico com a perspectiva dos impactos financeiros provocados ao se manter todo fluxo de veículos pelo portão principal do Campus. Ou seja, os valores apresentados também podem ser entendidos como benefícios gerados com a implantação do acesso lateral, uma vez que os deslocamentos seriam reduzidos.

Conforme já debatido, apenas com acidentes viários os benefícios anuais com a redução nos deslocamentos seriam de R\$ 274.112,00. Da mesma forma, o tempo desperdiçado no trânsito também afeta a economia. Os cálculos indicaram que com a alteração do trajeto seriam reduzidas 39.197 horas no trânsito. Esse número representa as horas perdidas que deixariam de ser investidas em outras atividades pelos usuários, por necessitarem utilizar o transporte para deslocar-se. Portanto, o custo do tempo perdido no trânsito está relacionado ao custo de oportunidade, visto que esse tempo poderia ser destinado ao trabalho ou ao lazer.

Os cálculos para estimativa desse custo foram realizados com base na média do rendimento mensal do estado do Rio de Janeiro disponibilizada pelo IBGE (2021). Importante ressaltar que a escolha do dado referente ao estado, e não ao município de Macaé, deu-se pelo fato de que o rendimento declarado pelo Instituto Brasileiro para o

município não reflete a realidade da maior parte da população macaense, ocupando o primeiro lugar no ranking de maior rendimento do país.

Tabela 13 - Estimativa do custo anual atribuído ao tempo de viagem dos usuários devido a diferença entre os trajetos.

Indicador	Quantidade
Tempo reduzido nos deslocamentos por ano	39.197 h
Rendimento nominal mensal domiciliar per capita	R\$ 1.724,00
Valor hora trabalhada	R\$ 7,84
Custo anual	R\$ 307.304,48

O custo atribuído ao tempo foi estimado considerando o valor hora trabalhada tendo o rendimento como base. Portanto, tendo em vista que o tempo desperdiçado poderia ser empregado no trabalho ou aproveitado para conquistar uma renda extra, o impacto estimado gerado na economia da cidade giraria entorno de 307 mil reais ao ano.

O consumo de energia é outro custo financeiro direto atribuído ao gasto com combustíveis fósseis. A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis do Brasil (ANP) divulga semanalmente o preço médio de revenda dos combustíveis em municípios estratégicos e esse dado foi utilizado para prever o impacto econômico relativo ao consumo anual.

Tabela 14 - Estimativa do custo anual atribuído ao consumo de combustível devido a diferença entre os trajetos.

Tipo de Combustível	Consumo anual (L)	Preço médio/litro⁶	Custo total
Gasolina C	26.327,71	R\$ 5,56	R\$ 146.382,09
Etanol Hidratado	13.114,80	R\$ 4,68	R\$ 61.377,27

A tabela 14 é derivada das tabelas 9 e 10, nela foram compilados os dados de consumo e inserido o preço médio do litro de cada combustível conforme divulgado pela ANP. Como os preços da cidade de Macaé não são publicados, foi utilizado o levantamento de preço da cidade mais próxima, Campos dos Goytacazes – RJ, que está localizada também na região Norte Fluminense e que apresentou preços semelhantes aos observados nos postos de combustíveis macaenses. Sendo assim, o custo total com a redução no consumo de combustível devido a mudança na rota seria de R\$ 207.759,36 anualmente.

⁶ Preço médio do litro de combustível entre os dias 22/01/2023 e 28/01/2023, relativo à cidade de Campos dos Goytacazes – RJ.

Além desses impactos contabilizados, outros também possuem potencial de impactar economicamente à população, gerando custos particulares aos usuários e ao poder público. Porém, alguns desses custos são mais difíceis de serem avaliados por necessitarem de dados mais complexos, nem sempre disponíveis para consulta. É o caso, por exemplo, da poluição causada pela emissão de gases poluentes. Para calcular os seus efeitos na economia é preciso debruçar-se sobre questões que vão desde captura e neutralização dos gases até problemas de saúde pública gerados pela exposição a eles.

Há também o impacto de vizinhança, dado que uma alteração no fluxo de uma via reflete nas demais que alimentam e/ou são alimentadas por ela. Portanto, há também o custo relacionado à mobilidade urbana da comunidade ao entorno e dos demais usuários da Av. Aluizio da Silva Gomes, não apenas aos frequentadores da Cidade Universitária.

4.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Apresentados todos os resultados alcançados com esta pesquisa, conclui-se que alterações relativamente simples na mobilidade urbana, como é o caso desta proposta, com a redução de apenas 1,3 km por viagem, provocam grandes efeitos na rotina diária da população, além de proporcionar melhores condições na qualidade de vida daqueles que necessitam se deslocar utilizando meios de transportes motorizados.

A abertura de um segundo acesso não beneficia exclusivamente aqueles cujo deslocamento até o Campus é realizado pela região firmas, mas toda a comunidade que frequenta a região diariamente. Bem como os bairros vizinhos, por promover melhoria no fluxo e, conseqüentemente, impactos positivos nos tráfegos adjacentes. Com a implantação de um hospital na região, há também a necessidade de que o trânsito se apresente de forma mais fluida, devido às demandas urgentes que esse tipo de empreendimento exige, principalmente relacionadas à mobilidade, é imprescindível que o acesso seja rápido, fácil e seguro.

O acréscimo de mais um portão permite que os usuários e os não usuários da Cidade Universitária sintam os efeitos na redução do tráfego, no bem-estar dos indivíduos e na segurança da população. E, para isso, é necessário que seja oficializado como portão de acesso a entrada lateral do Campus, bem como é fundamental que sejam realizadas as devidas instalações estruturais do portal para reconhecimento por parte da população e, principalmente, daqueles que desconhecem o local.

Para garantir a segurança patrimonial é preciso que sejam destinados vigilantes com a propósito de assegurar a integridade das pessoas e do patrimônio público presente no local, e se torna importante também, garantir uma iluminação adequada para melhorar a visibilidade. Além disso, é imprescindível para segurança da via que sejam instaladas placas indicativas e placas de sinalização para orientação dos motoristas e pedestres sobre o novo acesso.

Portanto, ainda que a abertura do acesso secundário esteja em fase de teste, as observações empíricas e os conhecimentos teóricos apresentados neste estudo comprovam a eficácia do portão provisório, ocasionando reflexos positivos para o trânsito e, conseqüentemente, para a mobilidade urbana do município.

5 CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi verificar os impactos socioeconômicos e ambientais possivelmente gerados a partir da abertura de um segundo acesso à Cidade Universitária, localizada na Av. Aluizio da Silva Gomes, no município de Macaé - RJ. Neste contexto, com intuito de otimizar os deslocamentos na região, a proposta visa uma reorganização no fluxo de veículos que acessam o local, principalmente aqueles provenientes da região das firmas.

Os automóveis e motocicletas foram os focos principais do estudo, uma vez que seriam os grupos afetados e os maiores impactos gerados na mobilidade urbana estão relacionados aos veículos individuais motorizados. A pesquisa realizada em campo mostrou que aproximadamente um quinto dos usuários do Campus seriam impactados com a mudança proposta, além das repercussões indiretas no fluxo geral da via.

Na elaboração do trabalho houve a preocupação de, além de sugerir uma proposta factível, que os ganhos fossem positivos, mas também sustentáveis. Estruturado em partes, de forma a distinguir nitidamente as esferas temáticas abordadas, o trabalho trouxe à luz debates importantes acerca da mobilidade urbana sustentável. Em vista disso, o desenvolvimento do estudo foi conduzido sob a ótica dos três pilares fundamentais da sustentabilidade: social, ambiental e econômico.

A metodologia aplicada no estudo consistiu em três grandes fases: i) investigação e análise da área de estudo; ii) coleta e levantamento dos dados em campo e; iii) estudo dos impactos associados à mobilidade urbana. Em cada uma dessas etapas foi-se construindo um cenário favorável à proposta pré-estabelecida, ao longo do processo as informações que foram sendo obtidas mostravam que os benefícios eram reais, tendo em vista a realidade do local.

De acordo com os dados coletados pelo questionário foi possível dimensionar com maior precisão os impactos socioeconômicos e ambientais alcançados a partir da abertura do novo acesso. Para os cálculos foram modelados dois cenários: acesso exclusivo pelo portão principal; e cenário proposto, com a implantação do acesso secundário. Verificou-se as informações e os resultados para cada configuração e, posteriormente, simulou-se os impactos a partir da diferença obtida entre eles.

Os resultados finais do estudo revelaram que o segundo acesso é eficaz e promove melhorias no trânsito de maneira geral, e embora já exista atualmente uma abertura na

lateral do Campus, ela não se mostra eficiente e nem se configura oficialmente como um portão de acesso.

Vale ressaltar que durante o estudo não foi identificado nenhuma limitação e/ou pontos de conflitos que poderiam prejudicar a logística dos transportes na região, como também não se faz necessária nenhuma intervenção na infraestrutura da via para que a proposta seja aplicada. Porém, conforme já debatido anteriormente, é preciso que algumas ações sejam tomadas para oficialização do acesso, como identificação, sinalização e instalações apropriadas de forma a oferecer o mínimo de segurança aos frequentadores do local.

Portanto, diante da comprovação de que o acesso secundário influencia positivamente no tráfego de veículos, a proposta deste trabalho se mostrou consistente e viável, com projeções positivas e sustentáveis na mobilidade urbana de Macaé.

Ao longo da realização deste trabalho, algumas sugestões para outros projetos foram levantadas, como um estudo dos impactos causados no tráfego da Av. Aluizio da Silva Gomes em relação ao acesso da Cidade Universitária, ou seja, o quanto o acesso secundário impacta no fluxo global da avenida, por meio de modelagem matemática e simulação computacional, por exemplo. Outra sugestão é analisar os impactos relacionados a outras externalidades, como ruído, por exemplo; e de que forma tais impactos influenciam os empreendimentos da região, como o novo hospital. Observou-se também que há espaço para aprofundar uma análise em relação a própria avenida, no que diz respeito a medidas moderadoras de tráfego (*traffic calming*) e aplicação do conceito de ruas completas, principalmente por ser uma das vias mais importantes do município.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, Aline Costa de; CAMPOS, Nadine Lessa Figueredo; SIMIONI, Fernanda Cavatti. COVID-19: breve análise dos impactos ambientais causados pela pandemia. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 13, n. 30, 2020.

ANTP – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Públicos – Simob/ANTP. **Relatório geral 2018**. São Paulo, 2020. Disponível em: <http://files.antp.org.br/simob/sistema-de-informacoes-da-mobilidade--simob--2018.pdf>. Acesso em: 01 de dezembro de 2022.

ANTP – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Públicos – Simob/ANTP. **Nova metodologia adotada para o Simob/ANTP**. São Paulo, 2018. Disponível em: <http://files.antp.org.br/simob/simob-metodologia-v11.pdf>. Acesso em: 01 de dezembro de 2022.

BARBOSA, Gisele Silva. **Notas de aula de Topografia**. Instituto Politécnico da URJ, Engenharia Civil - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2022.

BARRETO, Mariana Jagl de Pinho. **ESTUDO DE MELHORIA EM INTERSEÇÃO PARA OPERAÇÃO MULTIMODAL: Estudo de caso da interseção da Av. Aluizio da Silva Gomes e Linha Verde**. Monografia (bacharelado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro Multidisciplinar UFRJ-Macaé. Macaé, 2022.

BRASIL é o terceiro país com mais mortes de trânsito. **Associação Paulista de Medicina**, 2022. Disponível em: <https://www.apm.org.br/ultimas-noticias/brasil-e-o-terceiro-pais-com-mais-mortes-de-transito/>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2023.

BRASIL. Lei Nacional n.º 10.233, de 05 de junho de 2001. **Dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte, a Agência Nacional de Transportes Terrestres, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários e o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, e dá outras providências**. Brasília, 2001.

BRASIL. Lei Nacional n.º 10.257, de 10 de julho de 2001. **Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências**. Brasília, 2001.

BRASIL. Lei n.º 12.587, de 03 de janeiro de 2012. **Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade**. Brasília, 2012.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. **Pnatrans**. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/pnatrans>. Acesso em: 20 de setembro de 2022.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. Secretaria Nacional de Trânsito. **Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito 2021 – 2030**. Brasília, 2021.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. Secretaria Nacional de Trânsito. **Frota de Veículos - 2022**. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/frota-de-veiculos-2022>. Acesso em: 18 de janeiro de 2023.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Levantamento de Preços de Combustíveis (últimas semanas pesquisadas)**. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/precos-e-defesa-da-concorrencia/precos/levantamento-de-precos-de-combustiveis-ultimas-semanas-pesquisadas>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2023.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Levantamento sobre a situação dos Planos de Mobilidade Urbana**. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/mobilidade-e-servicos-urbanos/planejamento-da-mobilidade-urbana/levantamento-sobre-a-situacao-dos-planos-de-mobilidade-urbana>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. **1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários**. Brasília, 2011.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Mobilidade Urbana**. Brasília, 2010?. Disponível em:

https://portal.tcu.gov.br/tcu/paginas/contas_governo/contas_2010/fichas/Ficha%205.2_color.pdf. Acesso em: 04 de outubro de 2022.

BROTERO, Mathias. Brasil tem maior taxa de emissão de gases do efeito estufa dos últimos 19 anos. 2022. **CNN Brasil**, 01 de nov. de 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/brasil-tem-maior-taxa-de-emissao-de-gases-do-efeito-estufa-dos-ultimos-19-anos/>. Acesso em: 20 de dezembro de 2022.

CADA árvore da mata atlântica chega a tirar 163 kg de gás carbônico da atmosfera. **SOS Mata Atlântica**, 15 de fev. de 2013. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/noticias/cada-arvore-da-mata-atlantica-chega-a-retirar-163-kg-de-gas-carbonico-da-atmosfera/>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2023.

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

CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. Texto para Discussão. Mobilidade Urbana Sustentável: Conceitos, Tendências e Reflexões. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2016.

CHUVAS: Prefeitura de Macaé decreta estado de calamidade e suspende as aulas. **Clique Diário**, 08 de nov. de 2018. Disponível em: <https://cliquediario.com.br/cidades/chuvas-prefeitura-de-macae-decreta-estado-de-calamidade-e-suspende-as-aulas>. Acesso em: 21 de dezembro de 2022.

COSTA, Marcela da Silva. **Um índice de mobilidade urbana sustentável**. Escola de Engenharia de São Carlos-USP. São Carlos, 2008.

DUARTE, Renata Lopes; SILVA, Cláudio Paiva; ROCHA, César Henrique Barra. Os efeitos do isolamento social e da pandemia de COVID-19 na qualidade do ar ao redor do mundo. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 17, n. 2, 2021.

FIRJAN - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Publicações Sistema Firjan. Pesquisas e estudos socioeconômicos. **O Custo dos deslocamentos nas principais áreas urbanas do Brasil**. Rio de Janeiro, 2015.

Disponível em: <https://blogpontodeonibus.files.wordpress.com/2015/09/adamo-custo-deslocamentos-nas-regioes-metropolitanas.pdf>. Acesso em: 10 de novembro de 2022.

GANDRA, Alana. Acidentes no trânsito têm impacto de R\$ 199 bi na economia. **Agência Brasil**, Rio de Janeiro, 14 de mai. de 2018. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-05/acidentes-no-transito-tem-impacto-de-r-199-bi-na-economia>. Acesso em: 10 de novembro de 2022.

GOOGLE. **Google Earth website**. <https://www.google.com.br/earth>, 2022.

GOOGLE. **Google Maps website**. <https://www.google.com.br/maps>, 2022.

GUENTHER, Mariana. Como será o amanhã? O mundo pós-pandemia. **Revista Brasileira De Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 15, n. 4, p. 31-44, 2020.

GUIMARÃES, Bruna Rodrigues; PASQUALETTO, Antônio; DE SOUSA CUNHA, Júlia Pereira. A vital necessidade da mobilidade urbana nas cidades brasileiras. **Revista GeoSertões**, v. 6, n. 11, p. 65-88, 2021.

GUITARRARA, Paloma. Desenvolvimento sustentável. **Brasil Escola**, s/d. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/desenvolvimento-sustentavel.htm>. Acesso em 06 de fevereiro de 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico Brasileiro de 1960, 1970, 2010, 2021 e 2022**. Rio de Janeiro, 2021.

LIMA, Mateus Fonseca. **Externalidades do transporte e a mobilidade urbana do Distrito Federal**. Monografia (bacharelado) – Universidade de Brasília, Departamento de Economia. Brasília, 2014.

MACE, Mikayla. Covid-19 is a ‘global experiment’ for the environment. **Futurity**, 24 abr. 2020. Disponível em: <https://www.futurity.org/covid-19-pandemic-environment-2347422-2/>. Acesso em: 07 de maio de 2022.

MOBILIDADE urbana e justiça climática: entenda como se relacionam. **Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento**, 2022. Disponível em: <https://itdpbrasil.org/mobilidade-urbana-e-justica-climatica-entenda-como-se-relacionam/#>. Acesso em: 20 de dezembro de 2022.

MOBILIZANDO o Transporte Sustentável pelo Desenvolvimento. **Mobilize Brasil**, s/d. Disponível em: <https://www.mobilize.org.br/estudos/281/mobilizando-o-transporte-sustentavel-pelo-desenvolvimento.html>. Acesso em: 30 de setembro de 2022.

MOREIRA, Ardilhes. Frota de veículos cresce 119% em dez anos no Brasil, aponta Denatran. **G1**, São Paulo, 13 de fev. de 2011. Disponível em: <https://g1.globo.com/carros/noticia/2011/02/frota-de-veiculos-cresce-119-em-dez-anos-no-brasil-aponta-denatran.html>. Acesso em: 07 de novembro de 2022.

NETTO, Nelson Avella; RAMOS, Heidy Rodriguez. Estudo da Mobilidade Urbana no contexto brasileiro. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 6, n. 2, p. 59-72, 2017.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. **Nações Unidas Brasil**, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11>. Acesso em: 19 de maio de 2022.

OPAS - ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OMS). OMS lança Década de Ação pela Segurança no Trânsito 2021-2030. **Opas/OMS**, 2021. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/28-10-2021-oms-lanca-decada-acao-pela-seguranca-no-transito-2021-2030>. Acesso em: 01 de dezembro de 2022.

OPAS - ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OMS). Segurança no Trânsito. **Opas/OMS**, s/d. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/topicos/seguranca-no-transito>. Acesso em: 10 de novembro de 2022.

PEREIRA, Elson Manoel. Cidade, urbanismo e mobilidade urbana. **Geosul**, v. 29, p. 73-92, 2014.

PEREIRA, Luiz Andrei G.; MORAIS, Sandra Dalvi Q.; FERREIRA, William Rodrigues. A Geografia dos Transportes na organização do espaço urbano: mobilidade e acidentes de trânsito. **Caminhos de Geografia, Uberlândia**, v. 13, n. 42, 2012.

POPULAÇÃO rural e urbana. **IBGEeduca**, 2015. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>. Acesso em: 12 de novembro de 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MACAÉ. **Portal de Dados GeoMacaé**, s/d. Mapas e Imagens. Disponível em: <https://macae.rj.gov.br/geomacae/conteudo/titulo/mapas-e-imagens>. Acesso em: 20 de novembro de 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MACAÉ. Secretaria de Mobilidade Urbana. **Plano de Mobilidade Urbana de Macaé**. Macaé, 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO. Secretaria Municipal de Transportes. **Plano de Mobilidade Urbana Sustentável da Cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO. Secretaria Municipal de Transportes. **Plano Diretor Metroviário (Relatório técnico 3)**. Rio de Janeiro, 2013.

RIO DE JANEIRO (Estado). Departamento de Trânsito do Estado do Rio de Janeiro. **Anuário Estatístico 2022**. Rio de Janeiro, 2022.

RODRIGUES, Juciano Martins; AZEVEDO, Sérgio de; RIBEIRO, Luiz Cesar de Queiroz. **Mapa da motorização individual no Brasil: relatório 2019**. Rio de Janeiro, 2019.

RUBIM, Barbara; LEITÃO, Sérgio. O plano de mobilidade urbana e o futuro das cidades. **Estudos avançados**, v. 27, p. 55-66, 2013.

SANTANA, Joseval Melo. Mobilidade urbana e a pobreza da cidadania. **Revista Ambivalências**, v. 2, n. 4, p. 214-229, 2014.

SILVA, Oséias Teixeira da. A relação entre economia e natureza no capitalismo: uma discussão a partir da urbanização da cidade de Macaé-RJ. **Espaço e Economia. Revista brasileira de geografia econômica**, n. 20, 2020.

TONELADA equivalente de petróleo (tep). **Goldenergy**, s/d. Disponível em: <https://goldenergy.pt/glossario/toneladas-equivalentes-petroleo-tep>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2023.

TONELADA equivalente de petróleo. **MegaWhat**, s/d. Disponível em: <https://megawhat.energy/verbetes/411/tonelada-equivalente-de-petroleo>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2023.

VERÃO de extremos: por que Brasil vive picos de chuvas e calor em 2022. **BBC News Brasil**, 06 de fev. de 2022. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-60213638>. Acesso em: 20 de dezembro de 2022.

APÊNDICE A

Pesquisa de caracterização do fluxo de acesso à Cidade Universitária

Sou aluna de Engenharia Civil na Universidade Federal do Rio de Janeiro e estou realizando um estudo de infraestrutura logística próximo a uma região estratégica do município de Macaé – RJ, avaliando as influências e características da mobilidade urbana na Av. Aluizio da Silva Gomes. O objetivo dessa pesquisa é levantar dados que auxiliem na análise dos impactos socioeconômicos e ambientais da abertura de uma segunda entrada na Cidade Universitária. Para isso foi elaborado esse questionário com perguntas estratégicas direcionadas para o público que acessa o local frequentemente.

Caso faça parte desse público e/ou conheça alguém que se enquadra, gostaria que ajudasse na pesquisa respondendo esse breve questionário e/ou divulgando para os frequentadores do campus.

Tempo estimado para resposta: **1 min**

Fique tranquilo(a), essa pesquisa é totalmente anônima.

***Obrigatório**

1. Qual a sua faixa etária? *

Marcar apenas uma oval.

- Até 17 anos
- 18 até 24 anos
- 25 até 34 anos
- 35 até 44 anos
- 45 até 60 anos
- Acima de 60 anos

2. Em qual cidade reside atualmente? *

Marcar apenas uma oval.

- Macaé
- Rio das Ostras
- Outro: _____

3. Qual o nome do bairro onde mora? *

4. Qual o principal meio de transporte que você utiliza para acessar à Cidade Universitária? *

Marcar apenas uma oval.

- Ônibus/Van (Transporte público)
- Automóvel
- Motocicleta
- Bicicleta
- A pé

5. Qual função exerce na Cidade Universitária? *

Marcar apenas uma oval.

- Estudante
- Docente
- Funcionário público
- Empregado terceirizado
- Outras

6. Qual dessas instituições você faz parte ou presta serviço? *

Marcar apenas uma oval.

- CAp - Colégio de Aplicação de Macaé
- FeMASS - Faculdade Professor Miguel Ângelo da Silva Santos
- UFF - Universidade Federal Fluminense
- UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro
- Outro: _____

7. Com base na imagem abaixo, por qual região (sentido) geralmente acessa a Cidade Universitária? *

Seja por conta do trabalho, da localização de residência, da rota de ônibus...



Marcar apenas uma oval.

- Firmas -> Cidade Universitária
- Linha Verde -> Cidade Universitária