



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA E CONTABILIDADE
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

JOANA PINHEIRO BARRETO CAVALCANTE

ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO DE MELHORIAS DA MOBILIDADE URBANA NA
CIDADE DE FORTALEZA

Fortaleza – CE
2022

JOANA PINHEIRO BARRETO CAVALCANTE

ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO DE MELHORIAS DA MOBILIDADE URBANA NA
CIDADE DE FORTALEZA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Ciências Econômicas da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial à
obtenção do título de bacharel em Ciências
Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo E. S. Fontenele

Fortaleza – CE

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C364a Cavalcante, Joana.
Análise Custo-Benefício de melhorias na Mobilidade Urbana de Fortaleza : Análise Custo-Benefício /
Joana Cavalcante. – 2022.
44 f. : 1l.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia,
Administração, Atuária e Contabilidade, Curso de Ciências Econômicas, Fortaleza, 2022.
Orientação: Prof. Dr. Raimundo Eduardo Fontenele.

1. Análise Custo-Benefício. 2. Mobilidade Urbana. 3. Fortaleza . 4. Fortaleza 2040 . I. Título.

CDD 330

JOANA PINHEIRO BARRETO CAVALCANTE

ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO DE MELHORIAS DE MOBILIDADE URBANA NA
CIDADE DE FORTALEZA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Ciências Econômicas da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial à
obtenção do título de bacharel em Ciências
Econômicas.

Aprovada em: 28/06/2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Raimundo Eduardo Silveira Fontenele (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Guilherme Diniz Irfi
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. André Vasconcelos Ferreira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus pais, Arnóbio e Adriana, que nos momentos mais difíceis, é onde encontro abrigo e sabedoria. Eles são meus fiéis companheiros.

AGRDECIMENTOS

Primeiramente à Deus, que me guiou e me iluminou para alcançar esse objetivo.

Aos meus pais, Arnóbio Cavalcante e Adriana Pinheiro, a quem confesso todas as minhas angústias e aflições e pelo esforço em me oferecer uma educação de qualidade.

A minha irmã, Luciana Cavalcante, pelos momentos de descontração.

Aos familiares que de forma direta e indireta contribuíram para a realização desse sonho, em especial ao meu avô Arnaldo (92 anos).

A minha colega de apartamento, Letícia Nobre, que vista minha necessidade de construção do meu trabalho, me auxiliou integralmente nas atividades domésticas da casa.

E, ao meu orientador Prof. Dr. Raimundo Eduardo Silveira Fontenele, pelo conhecimento dispensado, pela enorme paciência e compreensão, nos altos e baixos que existiram no processo de construção desse trabalho. Também, gostaria de agradecer aos professores Dr. Guilherme Irffi e Dr. André Ferreira, que aceitaram meu convite para participação da banca examinadora e realizaram contribuições importantes para esse trabalho.

"Conhecimento é poder" (Francis Bacon 1561-1626)

RESUMO

Fortaleza é a quinta capital mais populosa do Brasil e assim como a maioria das capitais brasileiras, tem enfrentado um crescimento acelerado de habitantes e na frota de automóveis nos últimos anos. Por conta disso, o resultado mais visível tem sido a rápida expansão de congestionamentos do tráfego, acompanhada de suas consequências diretas e indiretas tais como a poluição do ar, danos à saúde da população, perdas econômicas dentre outras. Diante disso, a mobilidade urbana é considerada uma questão fundamental quando se fala em áreas urbanas e qualidade de vida da população para a Agenda 2030 das Nações Unidas e para o Plano Fortaleza 2040. Nesse viés, políticas públicas alinhadas com o objetivo de construir uma mobilidade urbana sustentável do ponto de vista econômico, social e ambiental estão sendo cada vez mais implementadas. Assim sendo, esse estudo realizou uma avaliação dos impactos econômicos da implementação de melhorias no setor de mobilidade urbana em Fortaleza, por meio de uma Análise Custo-Benefício de uma ação dentro do escopo do Plano de Ações Imediatas em Transporte e Trânsito. Para tal utilizou-se das memórias de cálculo trazidas dos dados do Plano Fortaleza 2040. Os resultados revelaram que a implantação de melhorias no transporte coletivo de fortaleza foi elegível no que diz respeito aos impactos sociais benéficos, de acordo com a Análise Custo-Benefício, pois sua razão numérica mostrou que o investimento inicial realizado trouxe retorno compatível.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável. Mobilidade Urbana. cidade de Fortaleza.

Jel Code: R4 - Transportation Economics

ABSTRACT

Fortaleza is the fifth most populous capital in Brazil and, like most Brazilian capitals, it has faced an accelerated growth in the car fleet in recent years. Because of this, the most visible result has been the rapid expansion of traffic congestion, accompanied by its direct and indirect consequences such as air pollution, damage to the health of the population, economic losses, among others. In view of this, urban mobility is considered a fundamental issue when talking about urban areas and the population's quality of life for the United Nations 2030 Agenda and the Fortaleza 2040 Plan. In this bias, public policies aligned with the objective of building mobility sustainable urban planning from an economic, social and environmental point of view are being increasingly implemented. Therefore, this study carried out an evaluation of the economic impacts of the implementation of improvements in the urban mobility sector in Fortaleza, through a cost-benefit analysis of an action within the scope of the Plan of Immediate Actions in Transport and Traffic. For this, the calculation memories brought from the data from the Fortaleza 2040 Plan were used. The results revealed that the implementation of improvements in public transport in Fortaleza is eligible with regard to beneficial social impacts, according to the Cost-Benefit Analysis (CBA), because their numerical ratio reveals that the initial investment made will have a compatible return.

Keywords: Sustainable development. Urban mobility. Fortaleza city.

Jel Code: R4 - Transportation Economics

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.....	18
Figura 2 – Binário Av. Santos Dumond e Av. Dom Luís.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Viagens evitadas pela implementação do sistema de transporte coletivo do Fortaleza 2040, em veículo-km em um dia médio em horário de pico.....	37
Tabela 2 - Acidentes evitados pela implementação do sistema de transporte coletivo do Fortaleza 2040.....	38
Tabela 3 - Número e tempo de viagens em um dia em horário de pico nos cenários inercial e modificador.....	39
Tabela 4 - Resultado da ACB de Mobilidade.....	41

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

ACB - Análise Custo-Benefício

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU - Organização das Nações Unidas

PAITT - Plano de Ações Imediatas em Transporte e Trânsito

TCC - Trabalho de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1 Agenda 2030 da ONU.....	17
2.2 Plano Fortaleza 2040.....	20
2.2.1 Plano de Ações Imediatas de Transporte e Trânsito.....	22
2.3 Mobilidade Urbana.....	24
2.4 Análise Econômica.....	26
2.4.1 Análise Custo-Benefício.....	28
3 METODOLOGIA.....	33
3.1 Benefícios e custos advindos da implantação de linhas de transporte público.....	34
3.2 Memórias de cálculo.....	35
4 RESULTADOS.....	40
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
REFERÊNCIAS.....	44

1 INTRODUÇÃO

O documento “Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável” ou, simplesmente, Agenda 2030 da Organização da Nações Unidas (ONU), é um guia para ações de gestão em todo o mundo, a ser aplicado de forma coletiva com o objetivo de direcionar o planeta para um caminho mais sustentável e resiliente até 2030. A Agenda 2030 reúne 17 objetivos chamados de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e entre os ODS, o número 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) visa tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Os ODS são um aprimoramento dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), também da ONU, que vigoraram até 2015 (ONU, 2022).

Olhando para a cidade de Fortaleza, capital do estado do Ceará, sua população residente foi estimada em 2.703.391 habitantes, correspondendo a 29% da população do estado do Ceará estimada em 9.240.580 habitantes (IBGE, 2021). Assim, Fortaleza é a quinta cidade brasileira depois de São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília e Salvador em número de habitantes e, além disso, já está fortemente conurbada com os municípios de Caucaia, Maracanaú e Eusébio, e de certa forma com os municípios de Itaitinga e Aquiraz, formando uma aglomeração que tem forte interação diária, principalmente, em relação à economia e mobilidade.

Em uma cidade com mais de 2,5 milhões de habitantes é necessário ter mobilidade de pessoas, cargas e planejamento urbano integrado, visando reduzir os impactos sociais e ambientais do dia a dia dada a necessidade do ser humano se deslocar geograficamente, seja para o trabalho, educação, saúde, lazer, entre outros. O resultado dessa necessidade, que se transforma na via pública, toma proporções significativas nas grandes aglomerações urbanas.

Recentemente, até abril de 2022, a frota de veículos de Fortaleza estava em 1.204.782 unidades (DETRAN-CE, 2022).

Em resposta a essa situação, a cidade de Fortaleza tem um plano chamado de Plano Fortaleza 2040, entregue à sociedade em dezembro de 2016 com estratégias a serem implementadas no curto, médio e longo prazo, tendo como horizonte o ano 2040. O Plano apresenta investimentos em uma série de projetos, obras e iniciativas relacionadas à mobilidade urbana. Entre esses projetos, podemos destacar a implantação de faixas reservadas para ônibus, o alargamento das faixas, a construção de viadutos, a implantação de infraestruturas ciclo viárias, o sistema de bicicletas compartilhadas, além de ações de curto e médio prazo para melhorar o tráfego de automóveis. (IPLANFOR, 2021).

No entanto, o progresso na implementação do Plano Fortaleza 2040 e na adaptação das políticas municipais aos requisitos da política nacional de mobilidade tem sido lento, de acordo com o texto da Lei nº 12.587/12 - Política Nacional de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012), que prevê o uso de veículos não motorizados sobre os motorizados e os serviços de transporte público coletivo sobre o transporte individual motorizado.

Para que esse planejamento seja plenamente realizado, é necessário entender o cenário existente na área de influência do município, observando vários determinantes para a geração de viagens diárias, com destaque para aquelas que estão concentradas nos horários de pico, porque tais viagens são as principais culpadas da sobrecarga da via e do sistema de transporte público de todas e têm os impactos mais importantes.

Além disso, observa-se que na maioria das vezes o planejamento da movimentação de pessoas e de cargas nas cidades tem sido feito eminentemente sob a abordagem da engenharia, na qual se busca identificar padrões de pessoas e outras informações relacionadas ao sistema de transporte como um todo. Então, certas projeções são feitas e intervenções para cenários futuros são definidas com base nessas informações. Entende-se que esta metodologia tem

limites em termos de minimização dos impactos causados por estas viagens, uma vez que foca, principalmente, nos efeitos e não nas causas destas viagens diárias.

Um exemplo clássico disso é que há uma tendência de projetar melhorias no sistema viário para responder às linhas identificadas, enquanto se entende que em uma abordagem nessa temática se faz necessário primeiro, entender por que essas linhas de desejo se apresentam dessa forma, para, em seguida, identificar possíveis problemas de distorções nesse padrão de deslocamento, para finalmente adotar medidas que permitam otimizar essas jornadas a fim de reduzi-las e tornar a mobilidade sustentável.

É fato que Fortaleza cresce em número de habitantes e automóveis, bem como já enfrenta dificuldade em sua mobilidade com tendência de agravamento em breve. Também é fato que, para enfrentar o problema da mobilidade, Fortaleza precisa de estudos que levem em consideração o conceito de desenvolvimento sustentável "ecologicamente correto, socialmente justo e economicamente viável" e que ofereçam opções para solucionar o problema da mobilidade no presente e para o futuro. Assim, destacando um dos princípios supracitados (economicamente viável), a questão principal que esse Trabalho pretendeu responder foi se existia viabilidade econômica na implantação de linhas de transporte coletivo, de forma pontual, na cidade de Fortaleza, mais precisamente no Binário Av. Santos Dumond e Av. Dom Luís.

Nesse contexto em aderência ao ODS número 11 da Agenda 2030 da ONU e ao Plano Fortaleza 2040, o objetivo desse Trabalho foi realizar uma avaliação dos impactos econômicos da implementação de melhorias no setor de mobilidade urbana em Fortaleza, por meio de Análise Custo-Benefício em uma ação dentro do escopo do Plano de Ações Imediatas em Transporte e Trânsito - PAITT (SABÓIA, 2014). Na sequência, serão tratados os temas Agenda 2030 da ONU, Plano Fortaleza 2040, PAITT, Mobilidade Urbana, Análise Econômica, Análise Custo-Benefício, Metodologia do trabalho etc.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Agenda 2030

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano realizada na cidade de Estocolmo - Suécia, em 1972, concluiu dentre outras coisas, que o meio ambiente e a economia deveriam reforçar-se mutuamente. A Conferência de Estocolmo foi importante porque influenciou o relatório intitulado Nosso Futuro Comum (*Our Common Future*) publicado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), em 1987, também conhecida como a Comissão Brundtland (DIAS, 2017).

O relatório Nosso Futuro Comum resultou na popularização do termo “desenvolvimento sustentável” e a ideia de “desenvolvimento” associado à proteção do meio ambiente, ao crescimento econômico e ao bem-estar social entrou em voga. A definição de desenvolvimento sustentável proposta pela Comissão Brundtland "o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas necessidades" constitui-se em uma das definições mais aceitas e usadas até hoje.

No entanto, foi a partir da Conferência da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) ocorrida na cidade do Rio de Janeiro - Brasil, em 1992, também conhecida como a Cúpula da Terra ou Conferência Rio 92, que o tratamento de questões de desenvolvimento com base na integração de pressupostos ambientais, econômicos e sociais ganhou maior destaque. E, foi durante esse evento que a primeira agenda internacional para o desenvolvimento sustentável surgiu: a Agenda 21.

Com o passar do tempo e o fracasso na implementação da Agenda 21, uma nova agenda teria que ser estabelecida (ONU, 2022). Então, em 25 de setembro de 2015, os Estados-Membros da ONU chegaram a um acordo histórico sobre uma nova agenda para o

desenvolvimento sustentável mundial, com um prazo de quinze anos, a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, intitulada Transformando o Nosso Mundo (*op. cit.*).

Essencialmente, a Agenda 2030 é um plano de ação focado em “5 Ps” (pessoas, planeta, paz, prosperidade e parceria), composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas distribuídas entre os 17 objetivos. A Agenda destina-se a promover o bem-estar social, a prosperidade, a paz e a justiça em um planeta saudável e ambientalmente sustentável, com base no respeito aos direitos humanos e a igualdade de gênero. Pela primeira vez na história, uma agenda de desenvolvimento da ONU é uma agenda para o desenvolvimento sustentável, incorporando de fato as dimensões social, econômica e ambiental de forma holística.

Focando-se nos 17 objetivos, estes abrangem tópicos sobre a pobreza, saúde, nutrição, educação, igualdade de gênero, água potável e saneamento, energia, trabalho e crescimento econômico, infraestrutura, redução das desigualdades, desenvolvimento urbano sustentável, consumo e produção, mudanças climáticas, meio aquático e terrestre, paz, justiça e democracia, e parcerias para a implementação dos ODS (Fig. 1).

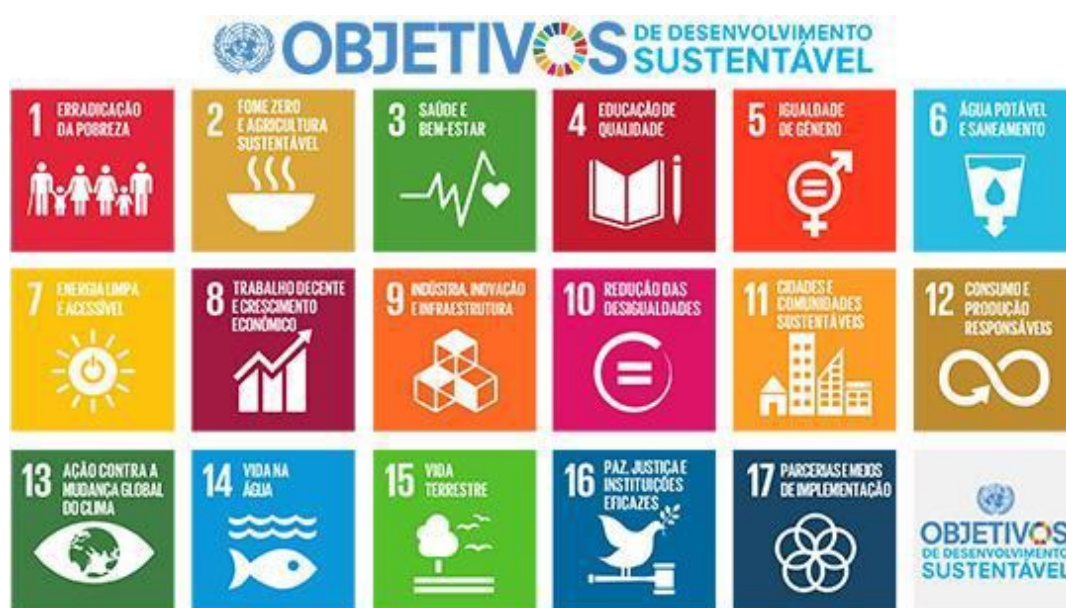


Figura 1 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável constantes na Agenda 2030 da ONU.

Entre os 17 ODS é de interesse desse Trabalho o ODS número 11, qual seja "Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis". No ODS 11 constam 7 metas das quais busca contribuir para a meta 2. A seguir as metas do ODS 11 (ONU, 2022):

1. Até 2030, garantir o acesso de todos a habitação adequada, segura e a preço acessível, e aos serviços básicos, bem como assegurar o melhoramento das favelas;
2. Até 2030, proporcionar o acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível para todos, melhorando a segurança rodoviária por meio da expansão dos transportes públicos, com especial atenção para as necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e idosos;
3. Até 2030, aumentar a urbanização inclusiva e sustentável, e a capacidade para o planejamento e a gestão participativa, integrada e sustentável dos assentamentos humanos, em todos os países;
4. Fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo;
5. Até 2030, reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes e diminuir substancialmente as perdas econômicas diretas causadas por elas em relação ao produto interno bruto global, incluindo os desastres relacionados à água, com o foco em proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade;

6. Até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros;

7. Até 2030, proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, em particular para as mulheres e crianças, pessoas idosas e pessoas com deficiência.

2.2 Plano Fortaleza 2040

A cidade de Fortaleza, capital do estado do Ceará, tem buscado se alinhar à Agenda 2030 da ONU por meio de seu Plano Fortaleza 2040, uma nova forma de planejar a Cidade com cidadania que foi entregue à Cidade em dezembro de 2016 (IPLANFOR, 2021), um ano depois da divulgação da Agenda 2030 pelas Nações Unidas.

A Prefeitura e a sociedade entraram em entendimento sobre um futuro comum para a Cidade e, juntas, apontaram soluções que farão de Fortaleza um lugar bom de morar para todos. O que foi planejado será considerado pelo prefeito e por seus sucessores na hora de decidir o que fazer com o dinheiro público, para esta e as futuras gerações (IPLANFOR, 2021).

O Plano Fortaleza 2040 apresenta seis Eixos que estão sendo implementados paulatinamente no curto, médio e longo prazo com horizonte o ano 2040. Entre os seis Eixos encontra-se o Eixo número (1) que trata da cidade conectada, acessível e justa. Uma cidade conectada, acessível e justa é uma cidade cuja forma urbana permite o acesso dos seus cidadãos aos bens, serviços públicos e oportunidades de emprego e renda, por meio de um sistema de transporte urbano que interconecte diferentes policentralidades, da urbanização do espaço por meio do uso misto, da diversificação de atividades e mesclas sociais, do

fortalecimento de identidades territoriais e da valorização dos espaços públicos (IPLANFOR, 2022).

Uma visão futura para Fortaleza, deseja-se que será uma cidade compacta e acessível, sem dispersão urbana e com distribuição equitativa de atividades econômicas e serviços, com uma proximidade destes com as residências e vida comunitária, melhorando o acesso da população ao trabalho, à escola, aos serviços públicos e reduzindo a necessidade de deslocamentos permanentes e de longa distância, reduzindo a fragmentação da cidade e dos contrastes sociais e urbanos. Ademais, a cidade de Fortaleza contará com uma mobilidade inclusiva e equitativa, combinando a diversificação dos modais, privilegiando o pedestre, incluindo bicicletas, e transporte público de qualidade, (eficiente, seguro e confortável), ampla acessibilidade para pessoas com deficiências, com uma malha viária de qualidade e controle eletrônico, combinando ampliação do metrô com melhoria da frota de ônibus. Sendo uma cidade mais densa e multifuncional, mas permeada de espaços livres e público, proporciona o uso mais racional do espaço e da infraestrutura e, principalmente, a facilidade de acesso gerada pela concentração e diversidade de pessoas e atividades, o que reduz as distâncias, deslocamentos e a dependência de veículos automotores para as atividades diárias, permitindo uma maior diversidade de meios de locomoção e transportes com menor consumo energético (IPLANFOR, 2022).

No rumo ao futuro a cidade já precisa conter a dispersão urbana, criando fronteiras de urbanização, intensificando novos usos nos solos urbanos e perseguindo o objetivo de tornar-se uma cidade mais compacta e acessível por meio do transporte público. Para tanto, precisa articular os diversos tipos de uso do solo, suas misturas e intensidades, de maneira coordenada com os transportes, os centros de emprego, os serviços públicos, os centros de educação e áreas a preservar.

Portanto, acomodar uma população de até 3,6 milhões habitantes na Região Metropolitana de Fortaleza, (municípios de Fortaleza, Caucaia, Maracanaú, Eusébio, Itaitinga e Aquiraz), apoiando com antecipação a gestão dos custos e benefícios do crescimento urbano, adotando critérios de forma compacta a partir de uma rede de áreas de oportunidades integradas por transporte eficiente, certamente, é preciso olhar para a Mobilidade.

2.2.1 Plano de Ações Imediatas de Transporte e Trânsito

Conforme Sabóia (2014), cada vez mais as cidades são acometidas por problemas que resultam em baixa qualidade de vida para sua população. O crescimento desordenado dos centros urbanos tem gerado uma grande queda nos índices de mobilidade e acessibilidade, e o cenário em Fortaleza não é diferente. Entre 2009 e 2013 a taxa de crescimento da frota em Fortaleza foi 12% ao ano, chegando a mais de 900 mil veículos.

Recentemente, até abril de 2022, a frota de veículos de Fortaleza estava em 1.204.782 unidades e com uma relação de 0,37 carros por habitante (DETRAN-CE, 2022), colocando Fortaleza no primeiro lugar no ranking da quantidade de veículos em capitais da região Nordeste (sétimo lugar no Brasil), apesar de não ter a maior população dentre as capitais da região. Assim, a situação se agrava ainda mais, pois as ações de planejamento ao longo dos últimos anos não acompanharam esse crescimento, levando a cidade a um nível crítico no que diz respeito ao tema da mobilidade.

Diante disso, as soluções para os problemas de trânsito e de transporte devem ser pensadas em curto, médio e longo prazo, sempre consonantes com as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei nº 12.587/12).

Nesse sentido, sem o prejuízo do planejamento de médio e longo prazo (Plano Fortaleza 2040), a cidade de Fortaleza necessita que ações imediatas sejam pensadas para a melhoria de suas condições de trânsito e transporte. Atualmente, essas ações de curto prazo

estão sendo trabalhadas dentro do escopo do PAITT, através da implantação de iniciativas piloto em diversas áreas da cidade tais como: Melhoria de pontos críticos de trânsito, novo modelo de estacionamento rotativo, reformulação de operação e fiscalização de trânsito, redesenho das rotas do transporte público complementar, implantação de sistema de bicicletas compartilhadas dentre outras (SABÓIA, 2014).

Apesar do foco das ações do PAITT serem o trânsito e o transporte, as soluções viárias propostas não relegam outros aspectos urbanos ao segundo plano. As premissas e diretrizes estabelecidas para o processo promovem a equidade no uso do espaço público de circulação e no acesso dos cidadãos ao transporte público coletivo, a melhoria nas condições de mobilidade e acessibilidade, a eficácia e eficiência na circulação urbana e a segurança nos deslocamentos das pessoas.

Dessa forma, o direito fundamental de ir e vir, conforme a Constituição Federal de 1988, está garantido através de um desenho urbano que envolve a requalificação dos passeios com a regularização das vagas de estacionamento existentes, nova arborização, iluminação pública e mobiliário urbano. No entanto, ao escopo do PAITT, cabe a elaboração das análises necessárias para auxiliar a tomada de decisão para essa ação de planejamento – trânsito e transportes – por meio de coleta de dados, simulações de tráfego, análise de cenários e definição junto aos gestores de trânsito e transporte dos projetos de circulação, sinalização, semaforização e redimensionamento da oferta de transporte público (SABÓIA, 2014). Ademais, vale destacar que as análises devam ser acompanhadas de visão econômica, por meio de Análises Custo-Benefício (ACB) para assegurar que a melhor opção seja selecionada. Nesse aspecto, esse TCC contribui para o PAITT mesmo tratando de um estudo pontual, mais especificamente, da implantação do binário da Santos Dumond e Dom Luís (Fig. 2).



Figura 2 -Binário Av. Santos Dumond e Av. Dom Luís.
Fonte: Prefeitura de Fortaleza 2022

2.3 Mobilidade Urbana

Deslocar-se cotidianamente é uma necessidade básica que todos os indivíduos possuem, seja para o trabalho, escola ou para algum afazer pessoal. Entretanto, algumas propriedades do deslocamento tais como, frequência, meio de transporte, motivo, fluidez, segurança e conforto, são determinadas e, muitas vezes, tem suas despesas controladas por atributos familiares, individuais, relativos aos bairros e às cidades em que estão inseridos (RODRIGUES, 2016).

Recentemente, para o Ministério das Cidades, a mobilidade urbana torna-se uma qualidade das cidades que dispõem condições favoráveis de movimentação de pessoas e bens no espaço urbano, abrangendo a utilização de veículos, ruas e a infraestrutura necessária. O conceito não fica somente relacionado apenas ao transporte urbano ou serviços de transporte, entretanto, destaca-se principalmente pela interação e a forma que os deslocamentos acontecem, associados ao funcionamento da cidade (RESENDE, 2014).

Assim, a administração e coordenação da mobilidade urbana demandam estudos detalhados de como as cidades são habitadas pelas pessoas, com o fim de garantir o acesso aos serviços (educação, saúde, emprego, lazer, etc.) e oferecer os mesmos equitativamente (*op. cit.*).

O conceito de mobilidade urbana é definido na legislação nacional por meio da Lei nº 12.587/2012 (BRASIL, 2012) como as circunstâncias nas quais ocorrem os deslocamentos das pessoas e mercadorias no espaço da cidade. Por meio da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU) implementam-se diretrizes para aperfeiçoar as condições de mobilidade nos espaços urbanos.

Para Duarte (2017), a movimentação da população e suas necessidades dependem do arranjo organizacional do território e sua vinculação funcional com as atividades desenvolvidas no espaço urbano. Isso demanda um enfrentamento estratégico nas políticas públicas e nos problemas, considerando-se a existência de diferentes magnitudes de impacto dependendo da classe de renda, sendo mais agravada a situação nas faixas mais pobres, cujas residências estão localizadas nas periferias, onde o acesso a serviço público é mais limitado.

Conforme Mesquita (2014) as movimentações de pessoas e de cargas em uma cidade resultam diretamente da forma como os diversos usos (habitações, comércio, serviços, indústrias, sistema de saúde, áreas de lazer, dentre outros) estão dispostos no território. Dessa forma, para minimizar a intensidade desses deslocamentos deve-se reordenar o uso do solo da cidade, criando diversas centralidades que contenham todos esses usos. Essas centralidades devem ser interligadas através de corredores de urbanização, que possuem alta densidade de ocupação e prioridade efetiva para a circulação do transporte público que, por ter alta demanda, torna o transporte sustentável. Essas condições reduzem as distâncias a serem percorridas pela população e a dependência pelo uso dos transportes motorizados.

Além disso, observa-se que o planejamento da mobilidade urbana requer mais que ações de engenharia de transportes, já que as demandas por deslocamento são oriundas do uso do solo da cidade. Sem essa abordagem essas demandas não podem ser gerenciadas de forma efetiva, e portanto, os problemas não seriam resolvidos de forma plena. Em conjunto com o reordenamento do uso do solo, devem ser ofertadas formas sustentáveis de mobilidade para as

novas linhas de desejo de pessoas e de cargas, para as diversas intensidade de viagens. Em função da demanda definem-se os modos de transporte adequados. Para isso, a malha urbana e viária deverá ser redesenhada, proporcionando uso racional dos espaços públicos, áreas adequadas para a circulação a pé, boa fluidez do transporte coletivo, e garantia da segurança viária.

Para o gerenciamento adequado de todo o sistema de mobilidade, deve ser garantida uma estrutura de gestão municipal que seja capaz de ofertar transporte coletivo com integração física e tarifária entre todos os modos de transporte, de avaliar permanentemente a qualidade da mobilidade urbana, de se articular com outros municípios da região metropolitana, visando planejar de forma integrada as ações de mobilidade nesse âmbito, de garantir acessibilidade universal, e de gerir sistemas de tráfego, incluindo o transporte de cargas e valores. Ao final tem-se como produto um Plano de Mobilidade Urbana que deverá ser pactuado com toda a sociedade, e institucionalizado por meio de uma lei municipal, visando a garantia e continuidade da sua execução. Esse plano será capaz de garantir a redução dos tempos de deslocamentos e das viagens motorizadas, reduzindo, conseqüentemente, a saturação viária, bem como garantir a circulação prioritária dos transportes coletivos, priorizar a circulação a pé e por bicicleta sobre os demais modos, aproximar pessoas e melhorar a qualidade de vida em Fortaleza.

2.4 Análise Econômica

Na análise econômica são englobados nos critérios os propósitos básicos da sociedade como um todo, aspecto esse que já difere de antemão da análise financeira, que se preocupa em estabelecer a viabilidade financeira do projeto e que necessita de dados numéricos bem definidos para a sua aplicação. Assim sendo, afirma-se que, em um âmbito macro, a análise

econômica antecede a financeira quando se busca a aprovação de algum projeto, plano ou política pública.

Nessa perspectiva, assume-se que a aplicação de métodos de valoração de projetos com implicações sociais e ambientais é um desafio não apenas em termos teóricos, como também empíricos. No viés teórico, tratar questões de cunho humano e ambiental com uma visão econômica produz resultados incongruentes com a realidade, dado seu grau de subjetividade. Já do ponto de vista prático, os métodos propostos pela economia evidenciam várias restrições no que se refere a capacidade de lidar com graves problemas da sociedade, adotando uma visão exclusivamente utilitarista com uma medida escalar única. Ambas as tentativas de aproximação da realidade dos benefícios e custos são passíveis de crítica. Porém, segundo Simon (2005), tendo em vista a incerteza e a complexidade de fenômenos ambientais e sociais no que tange as limitações do conhecimento humano, tomadas decisão com embasamentos menos restritivos produzem resultados satisfatórios em detrimento de resultados ótimos, o que ele postula como objetivo da “Racionalidade Procedural” que busca a satisfação de vários elementos de um modelo, não sua alocação perfeita.

Nessa perspectiva, Rodrigues e Santana (2012) dividem em duas classificações alguns métodos de valoração econômica de bens não materiais. A primeira engloba abordagens de mercado convencional, que fazem uso de preços de mercado ou preços-sombra; funções de produção doméstica ou familiar; métodos de preços hedônicos e métodos experimentais e a segunda subdivide-se em direta e indireta; onde a direta representa a valoração contingente e a indireta se sustenta no método de preços hedônicos, métodos de custos de viagem, método dos custos evitados e método dose-resposta.

Conforme Fontenele (2008) existem duas hipóteses básicas que permitem inferir o real valor que algo promove a sociedade de acordo com a teoria econômica neoclássica, são elas: Os indivíduos são os melhores juízes de suas preferências e essas são os fundamentos da

avaliação dos bens de mercado ou não mercantis expressos por meio de uma racionalidade advinda do valor atribuído pelo uso ou não uso de um recurso. Variáveis não econômicas podem ter impacto nessa mensuração, uma vez que o preciosismo dado a um bem não material pode estar ligado a ética, cultura, política, etc.

Dessa forma, alguns dos métodos supracitados merecem destaque para os fins desse TCC como, por exemplo, o método da avaliação contingente que estima por meio de pesquisas e questionários, preços de bens/serviços não transacionados no mercado convencional (BOCATO JR; CUNHA, 2014). Outro método é o dos preços hedônicos, que utiliza curvas de demanda para bens e serviços, cujos preços podem ser afetados pelas condições espaciais e ambientais alteradas e, por fim, o método dos preços-sombra, que consiste no cálculo da utilidade marginal de relaxar uma constante, em outras palavras, esse valor deve ser derivado de dados indiretos, que não sejam baseados em transações de mercado.

2.4.1 Análise Custo-Benefício

A OCDE, em 2015, publicou um trabalho sobre as tendências globais no tocante às políticas regulatórias, no qual estabelece algumas premissas utilizadas para justificar uma ACB como pertinente para a implementação de qualquer instrumento visando a previsibilidade de seus impactos:

a) A Análise Custo-Benefício é um método de validação dos benefícios líquidos auferidos pela sociedade decorrente do investimento feito para incremento de políticas públicas;

b) *Accountability* se refere a responsabilização de governantes pelas decisões no que tange às políticas públicas;

c) *Transparency* se refere as motivações que devem ser embasadas, esclarecendo as premissas que justifiquem a opção escolhida em detrimento de outras mais viáveis financeiramente ou da sua não realização, tornando o processo transparente;

d) A permissão legal para que governos consigam atingir seus objetivos de longo prazo sem que a mudança de mandato de governantes seja uma barreira para a continuação de determinado projeto, ou seja, uma política de Estado e não de Governo.

Observadas essas premissas, naquela que torna a ACB ideal para a validação de projetos públicos, é importante ressaltar que suas etapas dependem do objetivo a ser alcançado e do setor econômico afetado em questão, sempre vislumbrando a máxima eficiência econômica na alocação de recursos. Assim sendo, de acordo com Hanley e Spash (1993) as etapas de uma ACB são:

1) Definição de projeto ou plano: Nesta etapa é reconhecido o que será avaliado e os agentes envolvidos;

2) Identificação dos impactos do projeto: Quais serão os impactos positivos e negativos do projeto em questão;

3) Definição dos impactos econômicos: Impactos cujos efeitos recaem sobre a economia;

- 4) Quantificação física dos impactos relevantes: Nesta etapa é realizada uma coleta de dados de acordo com o período que será estudado para valorar as variáveis que serão aplicadas na análise;
- 5) Valoração dos efeitos relevantes: Todos os dados devem estar expressos em moeda;
- 6) Desconto dos fluxos de benefícios e custos: Cálculo do valor presente dos custos e benefícios, onde aplica-se uma taxa de desconto;
- 7) Aplicação do Valor Presente Líquido (VPL) e da Taxa Interna de Retorno (TIR): consiste em subtrair os benefícios dos custos, ambos descontados. O VPL e a TIR permitem analisar a viabilidade financeira de projetos ou novos negócios, a partir das estimativas dos investimentos iniciais e retornos futuros (fluxos de caixa);
- 8) Análise de sensibilidade: Avalia-se a sensibilidade do Valor Presente Líquido.

Nesse contexto, a ACB é uma das ferramentas analíticas mais utilizadas na gestão de projetos de cunho social e ambiental, que começa no momento em que são valorados monetariamente os custos e os benefícios de determinado plano, projeto ou política, seguindo as etapas supracitadas.

No que se refere ao cálculo custo-benefício, após o conhecimento das etapas, é hora de tratar de ajuste nos valores estimados, pois é importante notar que os custos e benefícios incrementais não são constatados imediatamente e, sim, acumulados por um período de análise em questão, o que resulta em diferenças temporais que precisam ser encaixadas dentro do cálculo. Para tal, os custos e benefícios futuros têm que ser ajustados a valores menores,

aplicando uma taxa de desconto temporal, para que possam ser comparáveis àqueles do tempo presente. Além disso, é necessário levar em consideração que os valores precisam incorrer a uma taxa de mudanças nos preços no decorrer dos anos, ou seja, taxa de inflação. Em resumo, para realizar o cálculo dois valores são críticos: O VPL e a correção da taxa de inflação, que ajusta o nível de preços em geral.

Conforme Thomas e Callan (2010) para a determinação do VPL é preciso entender que este abarca o custo de oportunidade proveniente da opção de realizar o investimento agora para colher suas benesses no futuro. Dessa forma, temos a seguinte equação:

$$VF = VP + r(VP) = VP(1 + r)$$

onde:

VF = Valor Futuro

VP = Valor Presente

r = taxa de retorno

A equação mostra que o Valor Futuro (VF) é igual ao Valor Presente (VP) mais os custos de oportunidade de não investir o dinheiro na época presente ($r(VP)$). Caso a valoração leve em consideração mais de um período de tempo, então a equação se torna:

$$VF = VP(1 + R)^t$$

onde $t = 0, 1, 2, 3 \dots T$

Para fins dessa análise, onde há interesse em saber qual o valor do dinheiro futuro na época presente, basta que a equação seja invertida para descobrir o valor presente. Dessa forma a equação pode ser reescrita como:

$$VP = VF (1/(1+r))$$

Sendo r a taxa de desconto e o termo $(1/(1 + r))$ é chamado de fator de desconto, se for incluído na análise vários períodos em questão.

$$VP = VF(1/1 + R)^t$$

É importante observar que a medida que t aumenta, o fator de desconto também aumenta, diminuindo o VP. Esse critério é bastante sensível e seu estudo é muitas vezes subjetivo, o que requer uma análise muito detalhada de como determiná-lo, pois, é fator crítico para o cálculo e, conseqüentemente, determinístico para a decisão de prosseguimento ou não de determinado projeto. Muitas vezes esse dado é adquirido do setor privado, mais especificamente, de fundos de investimento, que utilizam uma taxa de risco e projetam de certa forma o custo de oportunidade social. Dessa forma a taxa de desconto utilizada na política pública chama-se taxa de desconto social.

Além da implicação oportunística, onde utilizamos uma taxa de desconto para trazer o valor futuro para o VP, precisamos também considerar as oscilações de preços e chamamos esse ajuste de correção inflacionária. Realizadas as correções de custos e benefícios segundo suas diferenças temporais, elas precisam ser comparadas com as outras. Os valores dos custos e benefícios incrementais ajustados no tempo tem o nome de Valor Presente dos Custos (VPC) e Valor Presente dos Benefícios (VPB), respectivamente. Suas medidas são:

$$VPB = \Sigma [b_t / (1+r)^t], \text{ com } b_1 = B_t / (1 + \rho)^t$$

$$VPC = \Sigma [c_t / (1+r)^t], \text{ com } c_1 = C_t / (1 + \rho)^t$$

Onde r é a taxa de desconto social, b_1 os benefícios incrementais reais, B_1 os benefícios incrementais nominais, c_1 os custos incrementais reais e C_1 os custos incrementais nominais

Por fim, é necessário analisarmos a viabilidade comparando o VPB com o VPC, onde o resultado final será baseado em seus valores relativos. Assim, será criada uma relação custo-benefício (VPB/VPC) comparando o resultado a um (1). Caso seja um número maior, prova-se que a opção é viável. Caso seja um número menor que um, esse projeto não vale a pena do ponto de vista financeiro.

3 METODOLOGIA

Considerando que países desenvolvidos europeus e até as cidades mais ricas brasileiras utilizam e incentivam o uso do transporte coletivo, constatou-se que o projeto de implantação de linhas de transporte público, presente no Plano Fortaleza 2040, apresenta uma disrupção no modelo de mobilidade utilizado hoje na cidade de Fortaleza e talvez, seja o mais vantajoso em diversos sentidos. Assim sendo, para os fins desse TCC, será feita uma ACB da implantação de linhas de transporte coletivo na cidade de Fortaleza e para o período 2017 a 2040, utilizando-se para a mensuração de variáveis os dados do Plano Fortaleza 2040.

3.1 Benefícios e custos advindos da implantação de linhas de transporte público

Nessa perspectiva, como primeiro passo para uma ACB, é preciso definir os benefícios auferidos pela sociedade dado o sucesso de determinado projeto e os custos de implantação. Para a ampliação das linhas no transporte coletivo tem-se os seguintes benefícios, retirados do relatório oficial do Plano Fortaleza 2040:

- Redução da poluição atmosférica: Menor quantidade de gases poluentes na atmosfera dada a eficiência energética promovida pelo transporte coletivo;
- Redução de custos na compra de combustíveis: Com uma menor demanda numa outra modalidade viária, tem-se uma redução de compra de combustíveis;
- Custo operacional evitado do transporte individual: Menos veículos individuais nas ruas implicam a economia com aquisição, manutenção e licenciamento;
- Valorização Imobiliária: O solo se torna mais atraente dada uma maior oferta de transporte coletivo na região, promovendo sua valorização;
- Redução no número de acidentes: Com vias menos congestionadas e menor número de veículos, a probabilidade de acidentes também diminui;
- Redução do tempo de viagem: Com menos automóveis em trânsito nas vias, conseqüentemente a ocorrência de congestionamentos é evitada;

- **Créditos de Carbono:** Visto que o transporte coletivo traz a economia de emissão de gases na atmosfera, há prerrogativa para que um mecanismo de crédito de carbono também possa ser desenvolvido.

Para os custos, tem-se o custo de implantação e de manutenção. Nessa análise foi considerado o custo de gestão, zero, pois aproveita a estrutura administrativa do transporte já existente. E, por fim, a ACB aplicada nesse Trabalho que se traduz na implementação de linhas de transporte público, seguiu o preceito de Thomas e Callan (2010).

3.2 Memórias de cálculo

Nas memórias de cálculo, os valores foram retirados do relatório oficial do plano Fortaleza 2040, onde a taxa de desconto utilizada foi de 12%, visto que esse valor é o utilizado pelo Banco Mundial. Nesse estudo considerou-se que 100% da frota de automóveis em Fortaleza fosse composta por veículos novos e, portanto, possuindo consumo mais baixo adotando um viés mais conservador. Também, constatou-se que o consumo médio para carro fosse 12 km/L, de acordo com o Inventário de Emissões elaborado pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Para motocicletas foi considerado 40 km/L de gasolina e para ônibus foi considerado que seu consumo médio energético por passageiro-km fosse seis vezes menor que de um carro.

De acordo com o Plano Fortaleza 2040 estimou-se que um ônibus transporta atualmente em média 34,1 passageiros/veículos e que o consumo específico médio de um ônibus é de 3,25 km por litro de combustível, haja vista a diferença de poder calorífico entre a gasolina comum e o óleo diesel.

Estabelecidos os valores de referência, seguiu-se com a análise referente à expansão do transporte coletivo de Fortaleza, no que concerne aos ganhos referentes a valorização

imobiliária a redução de viagens diárias, de acidentes, de tempo no trânsito e da emissão de carbono na atmosfera.

I. Valorização Imobiliária

Quanto à Valorização Imobiliária e levando em consideração que o plano Fortaleza 2040 visa implementar 200 km de linhas de transporte coletivo, estabeleceu-se um raio de 500 metros de influência do entorno das linhas de transporte coletivo implementadas, o que equivale a aproximadamente a uma área de 58,4 km² do município. O valor do m² em Fortaleza pelo FIPEZAP em junho de 2016 era em média R\$ 5.862,00. Considerou-se uma valorização de 3,0% (taxa mínima entre os vários estudos de valorização imobiliária descritos na literatura Monteiro 2014). Também, utilizou-se a mesma taxa de avanço anual de implementação das linhas de transporte coletivo para dimensionar a valorização imobiliária anual.

II. Viagens Evitadas

Em relação às Viagens Evitadas, entende-se como consequência direta da redução de viagens diárias, que ocorra uma diminuição no consumo de combustível que também propicia algumas outras vantagens depois abordadas. Para essa análise em específico, foram considerados os dados do Plano de Mobilidade de Fortaleza 2040, onde a implementação no transporte coletivo, associada a outras melhorias referentes a mobilidade resultariam em uma diminuição significativa das viagens em veículos-km.

As Viagens Evitadas são calculadas a partir da comparação entre o número de viagens estimadas em um cenário tendencial (como se nada fosse feito) e o cenário modificador (trazido pela implementação do Fortaleza 2040). Nota-se, portanto, uma significativa diminuição de viagens em horários de pico (Tab. 1). Considerou-se ainda que as viagens em

horário de pico representam 8% das viagens do dia, segundo o Plano de Mobilidade Fortaleza 2040 e que os ganhos com eficiência energética do setor de transporte serão de 14% em 2040 (IPLANFOR, 2022).

Tabela 1 - Viagens evitadas pela implementação do sistema de transporte coletivo do Fortaleza 2040, em veículo-km em um dia médio em horário de pico.

	2020	2024	2028	2032	2036	2040
Carro	1.191	35.738	81.552	110.746	102.341	58.736
Moto	5.594	46.664	87.359	143.748	135.843	127.303
Ônibus	339	2.218	1.962	1.708	1.457	1.201
Van	-114	895	1.057	2.215	3.797	4.048
Trem	0	202	202	202	202	202
Metro	0	172	172	172	172	140
Bonde	0	-282	-282	-564	-564	-806

Fonte: Plano Fortaleza 2040 (2016)

III. Acidentes Evitados

No que concerne aos Acidentes Evitados, o que é consequência direta de um menor número de veículos transitando nas vias, o Plano de Mobilidade Fortaleza 2040 estimou a ocorrência de acidentes nos cenários tendencial e modificador, com danos pessoais e com mortes. A diferença entre eles é a redução esperada no número de acidentes trazida pela implementação do Plano (Tab. 2). Os valores entre cada quadriênio foram interpolados linearmente. Por esta projeção, espera-se uma redução de 30% dos acidentes de trânsito com feridos, e 20% dos acidentes fatais, em Fortaleza em 2040.

No Brasil, o custo médio na saúde pública para indivíduos em estado grave é de R\$ 627.817,04 e quanto aos danos pessoais essa média é de R\$ 129.110,63 (Brasil, 2022). Para essa ACB foi considerada a média nacional calculada pelo IPEA, corrigida pelo IPCA, para o cálculo do ganho econômico dado o gasto evitado decorrente da redução de acidentes com

danos pessoais e fatais trazidos pela implementação do Plano de Mobilidade do Fortaleza 2040. Danos materiais não foram considerados.

Tabela 2 - Acidentes evitados pela implementação do sistema de transporte coletivo do Fortaleza 2040.

TIPOS	2020	2024	2028	2032	2036	2040
Acidentes com danos pessoais	0	800	1.250	2.000	2.050	2.450
Acidentes fatais	0	20	30	60	50	80

Fonte: Plano Fortaleza 2040 (2016)

IV. Economia na Saúde Pública

Em linha com o que tange a Economia na Saúde Pública, é válido englobar a redução de problemas respiratórios na população vulnerável aos efeitos que os gases poluentes emitidos pelos veículos causam no trato respiratório. Os valores adotados para o cálculo da redução dos gastos com saúde pública trazidos pela redução da emissão de tais poluentes, decorrem de estudos por Brizon (2012). Esse foram: CO: R\$ 0,19/kg; HC: R\$ 1,14/kg; NOx: R\$ 1,12/kg; MP: R\$ 0,91/kg. Para efeito dessa ACB, tais valores foram considerados e corrigidos pelo IPCA.

V. Tempo de Tráfego Evitado

Quanto ao tempo de tráfego evitado, tomou-se por benefício o tempo economizado pelo cidadão em congestionamentos, sendo esses arrefecidos de acordo com o sucesso do plano. Para tal, calculou-se quantos minutos de trânsito serão evitados e valorados pela renda média do Fortalezense, atualmente em R\$ 1.287,63 por mês e projetada para R\$ 2.500,00/mês em 2040, segundo dados do próprio Plano Fortaleza 2040. Os valores da renda média mensal dentro do horizonte de estudo foram interpolados linearmente (Tab. 3).

Tabela 3 - Número e tempo de viagens em um dia em horário de pico nos cenários inercial (representa a tendência se não houver intervenções) e modificador (com intervenções significativas).

	2020	2024	2028	2032	2036	2040
Nº viagens (Centro Inercial)	229.757	244.089	258.959	271.091	286.183	305.634
Nº viagens (Centro Modificador)	229.944	244.784	259.933	276.139	298.599	327.994
Tempo viagem (Inercial), min	30	30	30	30	30	30
Tempo viagem (Modificador), min	30	30	30	25	25	25

Fonte: Plano Fortaleza 2040 (2016)

VI. Créditos de Carbono

Por último, pode-se além dos ganhos supracitados, enaltecer aqui a benesse ambiental promovida pela instalação das linhas, que podem ser financeiramente representadas pelo cálculo dos créditos de carbono produzidos, fruto da redução da emissão de gases na atmosfera. O cálculo pode ser realizado de acordo com o volume evitado de emissão e de coeficientes técnicos de emissão de CO₂ para cada tipo de combustível, extraídos do Plano Energético Fortaleza 2040: (a) Gasolina C (com 25% de etanol anidro): 2,96 tCO₂eq/tep; (b) Óleo diesel C (com 10% de biodiesel): 3,32 tCO₂eq/tep; (c) Eletricidade: 0,52 tCO₂eq/tep.

Observa-se que o Plano de Mobilidade Fortaleza 2040 pode ser capaz de evitar a emissão de mais de 1,7 milhão de toneladas de CO₂ na atmosfera. Considerou-se que uma tonelada de Carbono é comercializada a US\$ 5,50 na bolsa de créditos de carbono (cotação de Julho de 2016).

Para custos do projeto foi considerado um investimento por comprimento linear das linhas de transporte público de R\$ 19.920.000,00 e R\$ 67.000.000,00 por quilômetro implementado para o BRT e Bonde, respectivamente. Estes valores foram orçados no Plano de Mobilidade do Fortaleza 2040.

Para fins de cálculo, o custo de manutenção foi estimado em 4% a.a sobre o investimento realizado e o custo operacional para cada tipo de transporte, contando o combustível em cada um deles, a partir de dados da literatura (10%, metro; 20%, bonde; 30%, trem e ônibus; 40%, vans; 50% ,carro; 60%, moto) conforme Plano Fortaleza 2040 (2016). O custo de gestão para a execução do plano foi negligenciado, já que este está inserido na gestão municipal existente. Os valores de implantação e manutenção são R\$ 1.644.942.374 e R\$ 475.361.626 respectivamente.

4 RESULTADOS

Diante do que foi apresentado na metodologia e nos dados do relatório oficial do Plano Fortaleza 2040, onde diversos projetos foram valorados e avaliados, não foram considerados benefícios indiretos, intangíveis e secundários. Em suma, baseado nos métodos de valoração citados, sendo eles método da avaliação contingente, preços hedônicos e preços-sombra, que visam a obtenção de um resultado satisfatório em detrimento de um resultado ótimo, bem como de acordo com o objetivo da análise procedural, pode-se inferir que a implantação de linhas de transporte coletivo trará R\$ 6,9 bilhões (em valores atuais) de benefícios econômicos para o período 2017 a 2040, e custos de R\$ 2,1 bilhões conforme cálculo feito a partir do VPL, onde os valores dos benefícios futuros foram trazidos a valores presentes, e do TIR, o que apresentou um retorno positivo e um fluxo de caixa favorável do período em questão.

Dessa forma, a relação custo-benefício alcançou 16/5 ou 3,2, onde se traduz na viabilidade econômica do projeto, pois o resultado numérico da razão (VPB/VPC) superou 1, mostrando sua efetividade. Além disso, a valorização imobiliária (R\$ 3,4 bilhões) e os ganhos

econômicos com a redução de acidentes e do tempo de viagens (R\$ 2 bilhões) sinalizaram os maiores benefícios econômicos no futuro (Tab. 4).

Vale ainda destacar que, primeiro, computando apenas os ganhos com o tempo de viagem e com a valorização imobiliária, foi possível superar o valor total dos custos, mostrando que considerando apenas dois dos sete benefícios citados, justifica-se a implementação do Binário Av. Santos Dummond e Av. Dom Luís. E segundo, faz sentido enaltecer que alguns benefícios não foram ponderados nos cálculos, como os indiretos, intangíveis e secundários, o que possibilitou que os resultados obtidos alcancem níveis ainda maiores de impacto social e ambiental, provando que o projeto em questão tem um potencial de retorno que ultrapassa os dados numéricos.

Tabela 4 - Resultado do Binário Santos Dumont - Dom Luis

DISCRIMINAÇÃO	VALORES PRESENTES
TOTAL DOS BENEFÍCIOS (R\$/ANO)	6.867.152.223
Valorização Imobiliária (1)	3.444.640.728
Custo evitado com poluição atmosférica(2)	2.177.291
Custo evitado com acidentes (3)	1.012.608.682
Custo evitado com redução de tempo de viagem (4)	1.039.684.260
Custo evitado com consumo de combustível e energia (5)	650.741.347
Custo operacional evitado (6)	711.978.979
Créditos de carbono (7)	5.320.936
TOTAL DOS CUSTOS (R\$/ano)	2.120.304.000
Consumo de combustível (tep)(8)	-
Consumo de eletricidade (Mwh) (8)	-
Manutenção do Sistema (9)	475.361.626
Custo de gestão do transporte coletivo (10)	-
Investimento de implementação (11)	1.644.942.374
TOTAL DE BENEFÍCIOS - CUSTOS (R\$/ano)	4.746.848.222
RELAÇÃO BENEFÍCIO/CUSTO	3,24

Fonte: Plano Fortaleza 2040.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cidade de Fortaleza e capital do estado do Ceará está crescendo em número de habitantes e automóveis, bem como enfrenta dificuldade em sua mobilidade por falta de planejamento e com tendência de agravamento no futuro. Também é fato que, para enfrentar o problema da mobilidade urbana a cidade de Fortaleza, necessita-se de estudos que levem em consideração o conceito de desenvolvimento sustentável "ecologicamente correto, socialmente justo e economicamente viável" e que ofereçam opções para solucionar o problema da mobilidade no presente e para o futuro. Assim, destacando um dos elementos do conceito supracitado, "economicamente viável", a questão principal que esse Trabalho respondeu foi sobre a viabilidade econômica na implantação de linhas de transporte coletivo, no Binário Avenida Santos Dumond e Avenida Dom Luís, na cidade de Fortaleza.

Foi nesse contexto e em aderência ao ODS número 11 da Agenda 2030 da ONU, Projeto Fortaleza 2040 e PAITT que o objetivo do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado *Análise do custo-benefício de melhorias da mobilidade urbana na cidade de fortaleza* foi traçado, qual seja, realizar uma avaliação dos impactos econômicos da implementação de melhorias no setor de mobilidade urbana em Fortaleza, por meio de ACB em uma ação dentro do escopo do PAITT.

Os resultados de acordo com a ACB aplicada demonstraram que a implantação de melhorias no transporte coletivo de Fortaleza é elegível no que diz respeito aos impactos sociais benéficos, dado que a razão numérica mostrou que o investimento inicial realizado terá retorno compatível, mais precisamente, o retorno será 3,2 vezes maior que o investimento, de acordo com os cálculos feitos a partir do VPL e do TIR. Portanto, a Análise Custo-Benefício aplicada na implantação de linhas de transporte coletivo na cidade de

Fortaleza permitiu apontar por sua viabilidade econômica e enaltecer os ganhos sociais e ambientais advindos desse instrumento.

Além disso, olhando em uma perspectiva mais ampla, foi possível presumir que os projetos previstos no Plano Fortaleza 2040 e PAITT possuem potencial de investimento e de aproximar a cidade de Fortaleza às premissas trazidas pela Agenda 2030 da ONU, tornando a cidade mais justa e sustentável como tantas outras cidades existentes nos Estados Unidos, Europa, Japão dentre outras.

Nessa direção, os Projetos em andamento a partir do Projeto Fortaleza 2040 e PAITT que supostamente estão alinhados ao pensamento de cidade sustentável, oferecem oportunidades para o desenvolvimento de pesquisas nessa temática, bem como possibilidades para testar a mesma abordagem econômica aqui trabalhada. No PAITT, por exemplo, são factíveis na revisão da circulação de algumas vias, no reordenamento do sistema de estacionamento rotativo, no redesenho de rotas de transporte público, na implantação do sistema de bicicletas compartilhadas, implantação dos corredores de BRT, intervenções de melhoria da malha viária (como túneis, alargamento de vias) etc. (SABÓIA, 2016).

Vale ainda destacar, que a primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente realizada em 1972, concluiu dentre outras coisas que o meio ambiente e a economia deveriam reforçar-se mutuamente. Essa Conferência influenciou o relatório "Nosso Futuro Comum" publicado em 1987, que popularizou o termo “desenvolvimento sustentável” e a ideia de “desenvolvimento” associado à proteção do meio ambiente, ao crescimento econômico e ao bem-estar social. Com o passar do tempo outros documentos importantes foram publicados nessa linha até chegar, em 2015, ao documento “Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável” ou, simplesmente, Agenda 2030 da ONU

Na Agenda 2030 da ONU a mobilidade urbana em cidades de grande porte é uma questão fundamental quando se discute a temática "cidade sustentável", ou seja, uma cidade capaz de atender aos objetivos sociais, ambientais, políticos e culturais, bem como aos objetivos econômicos e físicos de seus cidadãos (LEITE, 2012). Fortaleza é uma cidade de grande porte e precisa promover o bem-estar social, a prosperidade, a paz e a justiça em um planeta saudável e ambientalmente sustentável, com base no respeito aos direitos humanos e a igualdade de gênero, incorporar de fato as dimensões social, econômica e ambiental de forma holística.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; revoga dispositivos dos Decretos-Leis nºs 3.326, de 3 de junho de 1941, e 5.405, de 13 de abril de 1943, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e das Leis nºs 5.917, de 10 de setembro de 1973, e 6.261, de 14 de novembro de 1975; e dá outras providências.

BOCATO JR, M.S.F.; CUNHA, A.C. Aplicação do Método de Avaliação Contingente (MAC) para a Estimativa do Valor de Uso da Área de Proteção Ambiental da Fazendinha-APAFAZ, Macapá-AP, Amazônia-Brasil. **Revista de Geografia, Meio Ambiente e Ensino**, v. 4, n. 1, p. 35-48, 2014.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portal do Transito**. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br>>. Acesso em: 29 de jun. 2022.

DETRAN-CE. **Veículo por município - até abril / 2022**. Disponível em: <<https://www.detran.ce.gov.br/uploads/2022/05/02FrotaporMunicipiosAbril2022.pdf>>.

Acesso em: 29 de jan. 2022.

DIAS, E.S. Os (des) encontros internacionais sobre meio ambiente: da conferência de Estocolmo à Rio+20 - expectativas e contradições. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 39, p. 06-33, 2017.

FONTENELE, R. E. S. Análise crítica da valoração monetária do meio ambiente nos métodos neoclássicos de avaliação econômica de projetos. **RAC**, v. 2, p. 1-15, 2008.

HANLEY, N.; SPLASH, C.L. **Cost - Benefit Analysis and the Environment**. Books, Edward Elgar Publishing, number 205, 1993.

IBGE. **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2021**. Diretoria de Pesquisas - DPE - Coordenação de População e Indicadores Sociais - COPIS. 119 p.

IPLANFOR. **Plano Fortaleza 2040**. Volume 1 - Disponível em: <<https://fortaleza2040.fortaleza.ce.gov.br/site/fortaleza-2040/publicacoes-do-projeto>>. Acesso em 10 dez. 2021.

IPLANFOR. **Cidade Conectada, Acessível e Justa**. Volume 3 Disponível em: <<https://fortaleza2040.fortaleza.ce.gov.br/site/fortaleza-2040/publicacoes-do-projeto>>. Acesso em 10 fev. 2022.

LEITE, C. **Cidades inteligentes, cidade sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

MESQUITA, S. Plano de mobilidade de Fortaleza: um subproduto do Projeto Fortaleza 2040. **Edições IPLANFOR**, Fortaleza, v. 1, n. 1, 56-57, 2014.

ONU. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<https://sdgs.un.org>>. Acesso em: 27 de jan. 2022.

RODRIGUES, J.M. Mobilidade urbana no Brasil: crise e desafios para as políticas públicas. **R. TCEMG**, Belo Horizonte, v. 34, n. 3, p. 80-93, 2016.

RODRIGUES, W.; SANTANA, W. C. Análise econômica de sistemas de gestão de resíduos sólidos urbanos: o caso da coleta de lixo seletiva em Palmas, TO. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 4, n. 2, p. 299-312, 2012.

SABÓIA, L.A.A. PAIIT: Plano de ações imediatas de transporte e trânsito. **Edições IPLANFOR**, Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 50-55, 2014.

SIMON, H.A. Rationality as Process and as Product of Thought. **American Economic Review**, v. 68, n. p. 1-16, 1978

THOMAS, J.M.; CALLAN, S. **Economia ambiental aplicações, políticas e teoria**. Cengage Learning, São Paulo, 2010. 544 p.