



INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

A mobilidade nos grandes centros urbanos: Análise Custo-Benefício das ciclovias em Lisboa

Inês Sofia Gonçalves Abrantes

Mestrado em Economia da Empresa e da Concorrência

Orientador:

Professor Doutor Miguel Atanásio Lopes Carvalho, Professor Auxiliar Convidado, Departamento de Economia, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa

novembro, 2022



BUSINESS
SCHOOL

Departamento de Economia

A mobilidade nos grandes centros urbanos: Análise Custo-Benefício das ciclovias em Lisboa

Inês Sofia Gonçalves Abrantes

Mestrado em Economia da Empresa e da Concorrência

Orientador:

Professor Doutor Miguel Atanásio Lopes Carvalho, Professor
Auxiliar Convidado, Departamento de Economia,
ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa

novembro, 2022

Agradecimentos

Terminado este percurso académico, quero expressar o agradecimento a todos os que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta dissertação de mestrado e que, durante esta etapa da minha vida, demonstraram paciência, compreensão e um apoio incondicional.

Em primeiro lugar, ao meu orientador, Professor Doutor Miguel Atanásio Lopes Carvalho, pela disponibilidade para orientar este trabalho, bem como pelas críticas construtivas tão importantes para mim.

Ao ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, pelo acolhimento nos últimos anos e ao seu corpo docente que se disponibilizou para ensinar, esclarecer e ajudar.

Gostaria também de deixar o meu obrigado a todos os meus amigos, namorado, e colegas, que com a sua sabedoria, motivação e apoio me permitiram que a jornada da elaboração desta dissertação fosse uma grande aventura.

Por fim, o maior agradecimento de todos, à minha família, por acreditarem em mim e estarem sempre disponíveis para ajudar.

Resumo

O setor dos transportes é considerado um dos que emite mais gases poluentes para atmosfera. Em oposição aos tradicionais meios de transporte, a bicicleta pode trazer tanto benefícios ambientais, contribuindo para uma redução das emissões, assim como benefícios económicos e sociais. Desta forma, a criação de ciclovias é uma das soluções apresentadas para enfrentar problemas relacionados com a saúde e bem-estar da população, excesso de tráfego e poluição.

O presente estudo teve como principal objetivo a avaliação dos custos e os benefícios da utilização das ciclovias no concelho Lisboa, para os utilizadores e para a sociedade.

A Análise Custo-Benefício foi o método adotado para procurar dar resposta ao problema de investigação, onde são contabilizados os custos e benefícios da utilização das ciclovias. Esta análise apresenta ser a mais adequada para analisar projetos já existentes, e permite que os benefícios e os custos sejam apresentados na mesma unidade de moeda, possibilitando a comparação de projetos diversos. Os impactos analisados incluem: utilização e manutenção dos veículos, tempo de viagem, saúde da população, construção e manutenção de ciclovias, acidentes rodoviários, e poluição atmosférica.

Os resultados obtidos revelaram que a utilização da ciclovias é viável visto que os benefícios analisados são superiores aos custos. Conclui-se que é de elevada importância o incentivo à utilização das ciclovias de uma forma regular para que haja um retorno efetivo dos investimentos nas ciclovias.

Palavras-chave: Análise Custo-Benefício, Lisboa, Ciclovias, Bicicleta, Impactos, Mobilidade Urbana

Abstract

The transportation sector is considered one of the biggest emitters of pollutant gases. In contrast to the traditional means of transport, the bicycle can bring both environmental benefits, contributing to a reduction of emissions, as well as economic and social benefits. Due to this, the creation of bicycle paths is one of the solutions presented to face problems related to the health and well-being of the population, excess traffic, and pollution.

The main objective of this study is to evaluate the costs and benefits of using bicycle paths in Lisbon, not only regarding the users but also society as a whole.

The cost-benefit analysis was the method used to answer the research problem, where the costs and benefits of bicycle path use are accounted for. This analysis is the most appropriate for existing projects and allows the benefits and costs to be presented in the same unit of currency, allowing the comparison of different projects. The impacts analyzed include the use and maintenance of vehicles, travel time, population health, construction and maintenance of bicycle paths, traffic accidents, and air pollution.

The results revealed that using the bicycle lane is feasible since the benefits analyzed are greater than the costs. It is concluded that it is of high importance to encourage the regular use of bicycle paths to have an effective return on investment.

Keywords: Cost-Benefit Analysis, Lisbon, Cycle Paths, Bicycle, Impacts, Urban Mobility

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract	v
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 CONTEXTO	1
1.2 PRINCIPAL OBJETIVO E QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO	3
1.3 ESTRUTURA DO DOCUMENTO	4
2 REVISÃO DE LITERATURA	6
2.1 ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO	6
2.2 ETAPAS DE UMA ACB	7
2.2.1 <i>Vantagens e limitações da ACB</i>	8
2.3 ALTERNATIVAS À ACB	9
2.3.1 <i>Análise Custo-Eficácia</i>	9
2.3.2 <i>Análise Custo-Utilidade</i>	10
2.3.3 <i>Modelos Multicritério de Apoio Decisão</i>	10
2.4 JUSTIFICAÇÃO DA ESCOLHA DA ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO	11
2.5 ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO APLICADA A CICLOVIAS	12
2.5.1 <i>Apresentação dos impactos: custos e benefícios</i>	12
2.5.2 <i>Exemplos de casos da aplicação da ACB</i>	16
3 METODOLOGIA	18
3.1 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA	18
3.1.1 <i>Apresentação do contexto da análise</i>	18
3.1.2 <i>Análise dos custos e benefícios -Aplicação da metodologia</i>	21
3.1.3 <i>Valorização monetária dos impactos</i>	21
3.1.3.1 <i>Valorização monetária dos impactos nos ciclistas</i>	21
3.1.3.2 <i>Valorização monetária dos impactos na sociedade</i>	27
3.1.4 <i>Resultados</i>	33
3.1.5 <i>Análise de sensibilidade</i>	34

4	CONCLUSÃO	36
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
6	ANEXOS	44

Índice de quadros e figuras

Quadro 1 - Identificação dos impactos considerados no contexto de ACB aplicada a ciclovias	15
Quadro 2 – Total de Vítimas em Portugal e em Lisboa de velocípedes em 2018 e 2019 (elaboração própria com base no relatório ANSR de 2019, Anexo E).	29
Quadro 3 – Valorização monetária dos custos e benefícios e valor atualizado líquido	33
Figura 1 - Rede ciclovias em Lisboa: Seis eixos.	19

Glossário de siglas

ACE – Análise Custo-Eficácia

ACB – Análise Custo-Benefício

ACU – Análise Custo-Utilidade

CEGP – Custo das Emissões de Gases Poluentes

CGEE – Custo dos Gases Efeito de Estufa

CML – Câmara Municipal de Lisboa

CTV – Custo do Tempo de Viagem

CUA – Custo de Utilização do Automóvel

CUB – Custo de Utilização de Bicicleta

HEAT – Health Economic Assessment Tool

Km – Quilómetros

MCDA – Modelo Multicritério de apoio à Decisão

NME – Número de Mortes Evitadas

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONU - Organização das Nações Unidas

PM₂₅ – Matéria particulada com diâmetro aerodinâmico igual ou inferior a 2,5 µm

PM₁₀ – Matéria particulada com diâmetro aerodinâmico igual ou inferior a 10 µm

QALYs – Quality Adjusted Life Years

RMC – Risco de Mortalidade para os Ciclistas

UE - União Europeia

VAL – Valor Atualizado Líquido

VMAR – Valorização Monetário dos Acidentes Rodoviários

VMGEE – Valorização Monetária das Emissões de Gases Efeito de Estufa

VMGPA – Valorização Monetária dos Gases Poluentes Atmosféricos

VMPAT – Valorização Monetária da Poluição Atmosférica

VMPTV - Valorização Monetária da Poupança do Tempo de Viagem

VMS - Valorização Monetária da Saúde

VMUMV – Valorização Monetária da Utilização e Manutenção de Veículos

1 Introdução

1.1 Contexto

A crescente preocupação com a preservação do planeta para as gerações futuras nas últimas décadas, bem como a definição dos objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU¹ (Organização das Nações Unidas), levaram à introdução de diversas leis e mudanças de hábitos da população.

Aliados a estas preocupações e, tendo em conta que a mobilidade nos grandes centros urbanos tem sofrido nos últimos anos grandes alterações, muitos foram os países que olharam para o setor dos transportes como um potencial setor para incentivar a mudança, uma vez que este é um dos setores que emite mais gases poluentes para a atmosfera.

Nesse sentido, as grandes cidades europeias, ao enfrentarem problemas como o excesso de tráfego, a falta de espaço para estacionar, o aumento de problemas de stress na população, entre outros, têm apresentado várias soluções. Estas soluções incluem a criação de ciclovias e o incentivo à utilização de meios de transporte alternativos para deslocações diárias, em alternativa ao automóvel pessoal ou transportes públicos.

Para além disso, diversas cidades europeias demonstram diariamente que a redução da utilização de automóveis particulares é, não só, desejável, como também possível de executar. Cidades como Amesterdão, Barcelona, Bremen, Copenhaga, Edimburgo, Ferrara, Graz e Estrasburgo apostam cada vez mais em incentivos à utilização de transportes públicos, partilha de automóveis, utilização de bicicletas e aplicam medidas restritivas para a utilização de automóveis nos centros urbanos. A mudança acaba por ser gradual e consciente quando existe a perceção de que a utilização excessiva de automóveis individuais nos centros urbanos não acrescenta benefício aos cidadãos (Comissão Europeia, 1999).

Aliado a estes fatores, destaca-se também o aumento dos preços dos combustíveis, a constante ameaça das alterações climáticas, o aumento dos problemas de saúde relacionados com o absentismo e obesidade. Desta forma, optou-se por investir em alternativas aos meios de transporte tradicionais, nomeadamente a utilização de bicicletas.

¹ <https://www.undp.org/sustainable-development-goals>

A bicicleta tem sido, particularmente em toda a Europa, o meio de transporte mais importante na viragem do século XX.

Segundo o Policy Learning Platform on Low-carbon economy - “Cycling Cities”, a bicicleta como substituição dos tradicionais meios de transporte pode trazer benefícios económicos, ambientais e socioeconómicos, sendo que, cada vez mais o objetivo dos governadores das grandes cidades é fomentar a sua utilização tornando as cidades em “Cycling City” (Hunkin & Krell, 2020).

Assim sendo, o incentivo à mudança de paradigma, parte não só da população, mas acima de tudo dos governantes, sendo estes figuras centrais na tomada de decisão quanto à melhoria do estilo de vida das suas cidades.

Posto isto, a utilização de bicicletas e a criação de ciclovias tornou-se uma alternativa sustentável na mobilidade urbana. As vantagens e os efeitos desta utilização apresentam-se como um tema de grande discussão entre os mais variados elementos das sociedades atuais.

Neste sentido, a relevância deste estudo está associada ao aumento dos investimentos ligados à reorganização do território, a um aumento global com preocupações ambientais e à necessidade de análise dos resultados obtidos até à data e na criação de uma base de ajuste e melhoria dos projetos e investimentos futuros em alternativas de mobilidade.

Consequência do interesse nesta temática e da necessidade de atuar nesta vertente, espera-se com a elaboração desta dissertação, identificar os benefícios e os custos das ciclovias na cidade de Lisboa e a eficácia de implementação destas iniciativas, bem como medir o real impacto das mesmas no atenuar de alguns dos problemas com os quais a população se depara na capital.

Analisando em detalhe a cidade de Lisboa como um dos grandes centros urbanos e com um aumento significativo na criação de ciclovias, interessa perceber o verdadeiro benefício das mesmas para a população.

Na capital, a recente implementação de projetos e iniciativas neste âmbito, assim como a escassez de análises e estudos, torna crucial a medição do retorno dos investimentos nas várias áreas de impacto, assim como, a eficácia da metodologia de implementação utilizada.

Em 2001, já consciente da necessidade de mudança de hábitos na população, Portugal começa a implementar os primeiros troços de ciclovias em Lisboa, sendo que, em 2009 é criada uma rede de ciclovias com intuito de ligar alguns espaços verdes da cidade. (Câmara Municipal de Lisboa, 2021).

Em 2015, foi também realizado um investimento de 25 milhões de euros para reabilitar vias de circulação, de forma a implementar ciclovias em Lisboa entre 2015 e 2020. O programa, apelidado de “Pavimentar Lisboa” centrava-se na remodelação de 110km de pavimento e foi uma iniciativa conduzida pela CML (Câmara Municipal de Lisboa).

Contudo, e sendo esta uma área de foco, em 2017 começam a surgir as primeiras verdadeiras “ciclovias utilitárias”, criadas com o objetivo de servir as diversas zonas de serviços da cidade especialmente nas deslocações de curta distância, até 5 km. A cidade de Lisboa tem feito uma aposta crescente numa rede ciclável, começando com 90,5 km de ciclovias (60 km em ciclovia segregada) passando em 2020 para 125,8 km (87,5 km em ciclovia segregada). O aumento de 39% de vias cicláveis demonstra o foco da cidade e respetivos governantes na criação de soluções alternativas de mobilidade, em particular nos centros urbanos. (Câmara Municipal de Lisboa, 2021).

Na capital, 73% das ruas são planas ou apresentam declives inferiores a 5%, concluindo-se que podem ser utilizadas sem grandes entraves. (Câmara Municipal de Lisboa, 2021).

Com o aumento da inovação tecnológica, foram inseridas no mercado as bicicletas e as trotinetes elétricas e também diversos serviços de aluguer de meios de transporte alternativos.

Por fim, o tema em estudo consiste numa análise às ciclovias na cidade de Lisboa e o seu real benefício para toda a população que se desloca nesta cidade.

1.2 Principal objetivo e questão de investigação

De modo a construir uma análise que permita o desenvolvimento de um trabalho de investigação com sucesso, foi definido como objetivo principal a avaliação dos custos e os benefícios da utilização das ciclovias no concelho Lisboa, para os utilizadores e para a sociedade. Aprofundando e compreendendo em detalhe os impactos nas diferentes variáveis económicas e sociais, é possível entender o retorno das iniciativas e adaptar as soluções de mobilidade aos objetivos centrais dos governantes.

Apurar o custo-benefício destas soluções, permite uma clareza de propósito e direção clara, tal como, a construção de uma visão sólida da abordagem dos desafios atuais da mobilidade.

Analisar os modelos de implementação permite uma comparação de eficácia e efetividade das diferentes abordagens ao tema. A par do retorno do investimento, é crítico analisar como é que este será alocado de forma a otimizar recursos e tempo.

Sendo esta uma necessidade premente, é importante garantir soluções ágeis e otimizadas que vão de encontro às necessidades dos habitantes dos centros urbanos.

Em suma, esta dissertação permite a construção de uma análise sólida sobre soluções de mobilidade alternativa (em particular das ciclovias) que sirva de base à construção e/ou otimização de iniciativas e projetos nesta área, numa vertente de Análise Custo-Benefício (ACB).

De forma a conseguir dar resposta ao objetivo principal, a dissertação terá por base o desenvolvimento de um modelo que irá permitir realizar uma avaliação socioeconómica relativa à implementação de ciclovias na cidade de Lisboa. Esta análise permite avaliar e contabilizar todos os fatores envolvidos que possam impactar de alguma forma a vida da população. Tendo em conta o objetivo principal da investigação, de uma forma mais aprofundada, esta dissertação centra-se na análise específica da seguinte questão: Os benefícios das ciclovias na cidade de Lisboa são superiores aos custos?

1.3 Estrutura do documento

Esta dissertação é composta por 5 capítulos principais. No primeiro capítulo, introdução, realiza-se uma breve contextualização sobre as mudanças na mobilidade, o aumento das alterações climáticas, a crescente preocupação da população com o bem-estar e um breve enquadramento do tema das ciclovias em Portugal, mais concretamente na cidade de Lisboa (Anexo A). São ainda definidos o principal objetivo e a questão para a realização desta investigação. No segundo capítulo, a revisão da literatura, são levantados os pontos chave de várias análises já realizadas, diferentes metodologias de avaliação de projetos e as suas vantagens e desvantagens. No fim, justifica-se a análise escolhida para esta dissertação e são elencados alguns exemplos de casos de estudo de análises relevantes. No terceiro capítulo, define-se a metodologia que fundamenta a Análise Custo-Benefício realizada na utilização de ciclovias da cidade de Lisboa. No quarto capítulo, procede-se ao desenvolvimento da metodologia ACB e elabora-se a análise aos custos e benefícios, assim como, a sua monitorização, terminando com a discussão dos resultados e algumas recomendações.

No último capítulo, apresentam-se as principais conclusões, as limitações encontradas ao longo da investigação e recomendações e sugestões para futuros trabalhos.

2 Revisão de Literatura

Para que esta investigação apresente resultados eficazes é imprescindível a elaboração da revisão de literatura que reflete os temas e os modelos que a sustentam. Neste capítulo, procura-se fazer uma abordagem a conceitos relevantes, para fundamentar a análise utilizada e a metodologia escolhida.

2.1 Análise Custo-Benefício

A Análise Custo-Benefício remonta ao século XIX, apresentada pela primeira vez pelo engenheiro francês Jules Dupuit, sendo que, através deste método foi possível quantificar a utilidade das obras públicas, o que posteriormente levou à utilização desta análise para vários projetos públicos, desde os transportes, a educação e o ambiente. Nos Estados Unidos da América, em 1939, com a Lei de Controlo de Inundações a Análise Custo-Benefício é estabelecida como política instrumental, passando a exigir-se que os benefícios adquiridos no ciclo de vida de um projeto sejam superiores aos custos estimados (Guess & Farnham, 2000). Foi na década de 50 que se começaram a criar métodos rigorosos que possibilitaram a medição dos custos vs benefícios dos projetos, de forma a entender se estes são exequíveis e compensam o investimento. Durante a década de 60, este conceito passou a ser aplicado em diversos projetos no Reino Unido e nos EUA, nomeadamente no setor dos transportes e da indústria. A partir desta década, foi adotada em diferentes países por todo o mundo (Comissão Europeia, 2014). No entanto, esta análise aos dias de hoje ainda é controversa, na medida em que, existem investigadores que não concordam com a sua utilização na formulação de políticas públicas, já outros defendem a utilização.

A Análise Custo-Benefício é um instrumento económico, que consiste num processo sistemático e analítico em que é efetuada a comparação entre custos e benefícios. Esta ferramenta fornece um conjunto sistemático e formalizado de procedimentos, ajudando na tomada de decisões públicas do ponto de vista da sociedade, sendo aplicada a políticas ou programas que apresentem tipos de produtos não comercializados, como é o exemplo da qualidade ambiental (Hanley & Spash, 1993; Field & Field, 2014).

Segundo Ocneanu e Bucsa (2013), a ACB é um processo sistemático utilizado para calcular e comparar benefícios e custos de um projeto de investimento. Consoante os objetivos estabelecidos o impacto do projeto é avaliado. A Análise Custo-Benefício conta com dois objetivos principais: destacar a oportunidade de um projeto, para que possa ser

implementado desde que o benefício seja maior que o custo e permitir a escolha entre diferentes opções para resolução de um problema, escolhendo o que apresenta mais benefícios que custos.

Ainda para Nurmi e Ahtiainen (2018), a esta metodologia está associado o critério de eficiência de Kaldor-Hicks como um teste hipotético de compensação de ganhos e perdas. Quer isto dizer, perante a escolha de um projeto, os ganhos dos beneficiários são tão grandes, ao ponto de ser teoricamente possível estes compensarem os perdedores, e ficarem ambos a ganhar.

Para estes autores, a métrica de comparação é a valorização monetária, ou seja, procura-se determinar o valor máximo que o consumidor está disposto a pagar para ter o projeto ou valor que estaria disposto a aceitar para o renunciar.

A ACB, de uma forma geral, pode ser aplicada em qualquer fase de um projeto, utiliza-se na avaliação *ex-ante*, para ser possível avaliar se vale a pena cofinanciar um determinado projeto, num conjunto de alternativas (Comissão europeia, 2014). A análise *in media res*, como o nome indica, ocorre a meio do projeto, com o intuito de compreender que passos serão dados no futuro do projeto, se está a correr como projetado, ou se é necessário que existam alterações ao planeado inicialmente (Boardman et al., 2011). Pode também ser utilizado o *ex-post*, para ser avaliado o impacto e/ou o sucesso do projeto realizado (Odeck & Kjekreit, 2019).

Em suma, pode afirmar-se que a ACB surgiu como uma forma de analisar, por parcelas, problemas que devido à sua complexidade não se poderiam estudar sem modelização (Silva, 1973).

2.2 Etapas de uma ACB

A ACB é um processo composto por diferentes etapas relacionadas entre si. Hanley e Spash (1993), defendem que uma Análise Custo-Benefício deve seguir os seguintes passos:

- definir o projeto, os recursos e os envolvidos e quais as fronteiras;
- identificar os impactos da implementação do projeto (positivos e negativos);
- definir os impactos económicos do projeto;
- quantificar fisicamente os impactos relevantes do projeto em termos de custos e benefícios;
- realizar uma avaliação monetária dos efeitos futuros do projeto;
- realizar o desconto do fluxo de custos e benefícios;

- calcular o VAL (Valor Atualizado Líquido);
- realizar uma análise de sensibilidade, de forma a tornar os dados mais robustos, prevendo incertezas que possam surgir depois da execução do projeto.

No fim da análise, deverá existir a quantificação monetária dos benefícios que surgirão, tais como: a definição de certos preços de mercado e ainda o cálculo do valor monetário para os bens que não o possuam (Hanley & Spash, 1993).

Segundo Chen, et al. (2016), para analisar quantitativamente os fluxos monetários nesta metodologia é necessário recorrer ao VAL que permite calcular o valor do retorno do projeto. Isto é, caso o VAL seja positivo, conclui-se que se prevê que os benefícios sejam maiores que os custos, enquanto no caso de VAL negativo, considera-se que o projeto não é viável visto que incorre em custos superiores aos benefícios (Cellini & Kee, 2010).

$$VAL = \sum_{t=0}^n \frac{Cash\ flow_t}{(1+r)^t}$$

r- Taxa de desconto

t- Número de anos do projeto

2.2.1 Vantagens e limitações da ACB

A metodologia em análise apresenta vantagens associadas não só à transparência na realização de análises mais extensas, bem como ao método formal. Nesta análise, destaca-se o facto das externalidades e das distorções nos preços observados serem igualmente considerados (Gauthier & Thibault, 1993). A ACB acrescenta rigor, uma vez que relaciona os inputs e os resultados, clarificando os pressupostos iniciais. A utilização de valores monetários ajuda na comparação de diferentes intervenções num determinado projeto e todos os seus impactos (Diakoulaki & Karangelis, 2007). É fiável, pois permite a elaboração de estudos alargados para a avaliação e equiparação de projetos, tendo em conta diversas conjunturas (EVALSED, 2011).

A ferramenta a que nos referimos, deve a sua utilidade ao facto de integrar os impactos nos grupos de pressão e as externalidades, mas também por dar aso a que o decisor obtenha um conhecimento sólido no que concerne aos custos e benefícios relacionados, dado o extenuante processo identificativo, determinativo e valorativo

destes. Desta feita, promove-se a efetivação de uma decisão que foi fruto de todo um processo de exame e ponderação (Diakoulaki & Karangelis, 2007).

No panorama económico, a obtenção de resultados acerca da viabilidade do projeto (Wang et al., 2003) e a análise dos efeitos sociais, ambientais e económicos que se refletem em sociedade (Vörös, 2018) são conseguidas através da integração de indicadores financeiros que avaliam a robustez do resultado obtido. Esta análise estimula o reconhecimento dos verdadeiros custos e vantagens económicas, mesmo não estando refletidos em moeda.

Por outro lado, também se destacam algumas limitações nesta análise. Primeiramente o grau de subjetividade associado às escolhas e análises realizadas pelos envolvidos, podendo existir pressupostos que poderão alterar os resultados ficando desadequados à realidade (Cellin & Kee, 2010; Vörös, 2018). A par disto, a complexidade associada à monitorização eficiente dos impactos que ocorrem nos diferentes projetos (Williams, 2008). Por outro lado, este tipo de análise pode não ser indicado para projetos de pequenas dimensões, uma vez que a aplicação monetária e de tempo não é eficiente (Vigren & Ljungberg, 2018).

Outra limitação indicada por Choy (2018), é o facto de por vezes os benefícios dos impactos serem contabilizados mais que uma vez, traduzindo-se numa redundância não contabilizada.

Existe ainda um problema persistente da ACB, que é a dificuldade de identificar todo o impacto do projeto, tanto atual como futuro, e atribuir valor monetário a estes, considerando princípios de justiça e de incomensurabilidade de valor (Gössling & Choi, 2015).

2.3 Alternativas à ACB

Além da ACB existem outras análises alternativas que permitem a avaliação de projetos. Salienta-se a Análise Custo-Eficácia (ACE), a Análise Custo-Utilidade (ACU) e Modelos Multicritério de Apoio à Decisão (MCDA).

2.3.1 Análise Custo-Eficácia

A Análise Custo-Eficácia, trata-se de uma metodologia que é mais útil quando é conhecido o resultado que se deseja e determina-se qual, de um conjunto de projetos alternativos atinge o melhor resultado (é utilizada para atingir objetivos específicos). Trata-se de uma análise que gera maior utilidade nos casos em que os principais

resultados são intangíveis ou difíceis de monitorizar. (Cellini & Kee, 2010). A maior dificuldade com a ACE é que não fornece nenhum valor de output. (Cellini & Kee, 2010). Estes autores defendem ainda que a ACB e a ACE são idênticas em relação à metodologia utilizada, no entanto, Russell, et al. (1996), afirma que estas metodologias se completam. Ainda nesta análise, é importante referir que a aplicação só é possível se os projetos forem uniformizados (Vörös, 2018), pois segundo esta metodologia para realizar a comparação entre projetos é indispensável que seja realizado um rácio para cada projeto e que sejam todos os impactos quantificados na mesma unidade de eficácia. Todos os custos têm de estar calculados na mesma moeda e no mesmo período temporal (Cellini & Kee, 2010).

2.3.2 Análise Custo-Utilidade

A Análise Custo-Utilidade é uma metodologia de análise económica usada maioritariamente em projetos relacionados com a saúde, com o bem-estar dos cidadãos, comparando duas ou mais opções entre os custos e os resultados, sendo estes medidos em unidades de utilidade, baseados nas preferências dos grupos de interesse (Richardson, 1994).

É de realçar que existem algumas semelhanças entre a ACE e a ACU, sendo que alguns autores até defendem que a ACU é uma extensão da ACE. Uma vez que, a ACE analisa individualmente os resultados de um projeto, fornecendo informação sobre a eficiência de um tipo de cuidado de saúde e a ACU agrupa os atributos e converte-os numa unidade de utilidade, fornecendo informação sobre a eficiência na alocação dos recursos (Hajkowicz et al., 2008). Apesar disso, nenhuma destas análises oferece a informação completa como a Análise Custo-Benefício (Parkin & Devlin, 2006).

Adicionalmente, o método mais utilizado para medir a utilidade é o Quality Adjusted Life Years (QALYs), que significa Anos de Vida Ajustados pela Qualidade, e capta numa única medida os ganhos em quantidade e qualidade vida através da incorporação tanto da morbilidade (ganhos em qualidade) como a mortalidade (ganhos em quantidade) (Drummond et al., 1997).

2.3.3 Modelos Multicritério de Apoio Decisão

Segundo Aruldoss et al. (2013), a metodologia Multicritério de Apoio à Decisão (MCDA) tem como objetivo ser uma ferramenta de auxílio para decisores e analistas em situações em que haja a necessidade de identificar prioridades tendo como base múltiplos critérios que podem ser quantitativos ou qualitativos e que envolvam duas ou mais alternativas.

Esta abordagem pode ser utilizada como forma de avaliar um projeto já implementado e em execução, ou de um projeto que ainda se vai iniciar. Os processos de MCDA permitem encontrar soluções viáveis para um conjunto de critérios distintos, que podem ter objetivos antagónicos (e.g., maximizar a qualidade vs. minimizar os custos) (Dodgson et al., 2009).

Com base em Kumar, et al. (2017) os multicritérios podem classificar-se em três tipos:

- Modelos diversos: NAIADE;
- Modelo baseado na utilidade: SAW, AHP, MAUT;
- Modelo via prevalência: ELECTRE e PROMETHEE.

O apoio à decisão multicritério inclui três fases distintas, segundo Ensslin, Neto e Noronha (2001), a fase de estruturação, onde é descrita a contextualização do problema com a definição das alternativas e os critérios que permitem uma avaliação do seu impacto. Posteriormente a fase da avaliação é analisada através da influência de cada par de alternativas, com a determinação das taxas de compensação entre cada par de critérios bem como, a validação do modelo e avaliação do seu desempenho global. Por último, na fase de elaboração de recomendações, são elaboradas análises de sensibilidade com vista a validar a robustez do modelo criado, terminando com recomendações/ identificação de oportunidades que poderão levar a uma melhor performance.

2.4 Justificação da escolha da Análise Custo-Benefício

Conforme exposto acima na literatura, a ACB permite que os benefícios e os custos sejam apresentados na mesma unidade de moeda sendo possível, a comparação de projetos diversos.

Desta forma, e tendo em conta que o objetivo desta dissertação é perceber se as ciclovias apresentam um benefício maior que o custo, a análise escolhida para a realização do método foi a Análise Custo-Benefício.

Relativamente aos outros métodos apresentados, a Análise Custo-Eficácia foi excluída, uma vez que não é utilizada para analisar projetos que não se encontrem com a mesma unidade de medida, sendo necessária a criação de diversos indicadores, o que originava numa análise muito extensa. Esta metodologia, a par do supracitado, é também utilizada para analisar projetos com um resultado final concreto.

A Análise Custo-Utilidade, é utilizada na avaliação de projetos que coloquem a qualidade de vida como um dos critérios mais importantes a considerar, isto é, projetos

relacionados com a saúde. Tendo em conta, que esta dissertação se enquadra no tema da mobilidade, esta análise não foi aplicada.

Por último, conforme supramencionado esta dissertação tem como propósito a medição dos impactos das ciclovias já existentes, a utilização dos Modelos de Multicritério é rejeitada por se tratar de uma metodologia centrada na comparação e seleção de projetos através da análise *ex ante*.

2.5 Análise Custo-Benefício aplicada a ciclovias

Embora em Portugal ainda existam poucos estudos relativos ao uso de ciclovias, quando estudados diferentes dados obtidos internacionalmente e localmente, conclui-se que os níveis de ciclismo são em certa parte condicionados pela existência de uma rede de ciclovias (INE, 2018). É relevante realçar que o facto de existirem ciclovias, estas não são por si uma garantia de uma maior percentagem de viagens efetuadas com a bicicleta, sendo efetivamente um dos fatores mais importantes no crescimento deste meio de transporte.

Em relação à Análise Custo-Benefício, de acordo com a pesquisa efetuada, ainda existem poucas análises aplicando estas metodologias a ciclovias em Lisboa, comparativamente com as realizadas noutros países do mundo.

2.5.1 Apresentação dos impactos: custos e benefícios

Conforme apresentado, diversos estudos realizados não só pelas grandes cidades Europeias (possuem uma rede ciclável que abrange as áreas metropolitanas), bem como pela Comissão Europeia, enumeram os diversos benefícios tal como os custos relativos à utilização das redes de ciclovias, nomeadamente a utilização de bicicletas.

No artigo publicado pela Comissão Europeia (1999), a utilização da bicicleta como meio de transporte tem benefícios económicos, a redução das despesas com os automóveis e com a saúde ligadas à prática de exercício regular, assim como, à redução dos níveis de stress associados à diminuição do congestionamento. Benefícios políticos, designadamente a procura de alternativas à dependência de energias não renováveis, os sociais (sendo a bicicleta mais acessível a toda a população que permite a redução da exclusão social) e também os ambientais, permitindo a redução das emissões de dióxido de carbono para a atmosfera e a diminuição da poluição sonora.

No que concerne ao European Cyclists' Federation (2018), são destacados diferentes benefícios na saúde pública, no sistema de mobilidade, na sociedade, na economia, no

desenvolvimento tecnológico, nomeadamente com a redução da poluição atmosférica e sonora, poupanças nos combustíveis fósseis, redução da mortalidade, melhorias na saúde mental, redução do absentismo, igualdade de género, igualdade social, melhoria nas acessibilidades e por fim, na diminuição do congestionamento.

Contudo, importa salientar que esta mudança exige um investimento ao nível da construção e manutenção das ciclovias, da construção de pontos de estacionamento e da reorganização e planeamento das cidades, de forma, a permitirem adotar ao seu quotidiano a utilização de meios de transporte alternativos aos automóveis, neste caso a utilização de bicicletas (Comissão Europeia, 1999).

O quadro 1 demonstra através de vários autores a identificação dos diversos impactos para as suas análises às ciclovias.

No artigo em que são analisadas três cidades da Noruega (Sælensminde, 2004), conclui-se que existem altas taxas de benefício vs custo para a construção de redes de ciclovias. O cidadão ao optar por escolher a bicicleta como meio de transporte usufrui de poupanças ao nível do desgaste do automóvel, dos custos de propriedade, de combustível e de estacionamento, tendo em conta o tamanho reduzido em comparativamente ao automóvel.

Um dos focos do estudo realizado por Rabl e Nazelle (2012), centra-se nos benefícios associados à construção de ciclovias, partindo da premissa que estas terão um impacto positivo na vida da população, considerando quatro efeitos: alterações na aptidão física, redução da exposição dos utilizadores à poluição do ar, redução da poluição para a sociedade e redução do risco de acidentes.

Para além do mencionado, se existir um menor número de automóveis a circular isso trará benefícios, sendo estes a redução do trânsito e o aumento da eficiência espacial, isto é, ao implementar as ciclovias irão permitir a organização do trânsito, por se conseguir fazer com que os cidadãos que circulem a pé, passem a circular de bicicleta, quer os que utilizem o automóvel numa mesma avenida (Börjesson & Eliasson, 2012).

No caso do estudo relativo à cidade de Barcelona (Rojas-Rueda et al., 2012) este analisa os impactos na poluição do ar, sinistros rodoviários e prática de exercício físico aquando da substituição de viagens realizadas de carro que passaram a ser feitas de bicicleta.

Relativamente ao artigo de Börjesson e Wee (2015) é efetuada uma análise aos impactos relacionados com a segurança rodoviária, com as mudanças na saúde, no

ambiente, na acessibilidade, e na inclusão social serem abrangidos numa ACB realizada para sustentar políticas de promoção do ciclismo.

Conforme o artigo de Brey, et al. (2017), os custos associados à utilização dos automóveis, contabilizam o aumento do congestionamento, que leva a um impacto negativo no dia a dia de cada automobilista, resultante da fadiga física e psicológica ao nível do stress e cansaço, assim como um aumento da poluição ambiental (com o aumento das emissões de gases poluentes). É considerado custo para os ciclistas a segurança rodoviária, uma vez que a bicicleta é um meio de transporte mais vulnerável devido às suas características, seja através de furtos como de acidentes. É possível verificar pela utilização do automóvel em prol da bicicleta acima descrito, e partindo da ideia de que as ciclovias impactam o comportamento da população e a mudança dos seus hábitos diários, pode provar-se que a substituição do automóvel pela bicicleta, leva a uma diminuição da emissão de gases para a atmosfera, devido ao menor número de automóveis em circulação por se ter optado pela bicicleta como meio de circulação.

Além dos impactos supramencionados, é indicado como benefício a promoção da imagem de marca e o cicloturismo. Ao promover e desenvolver as ciclovias, esta contribui para o reconhecimento cada vez maior, ao nível da consciencialização do impacto ambiental e de tudo o que está associado à necessidade de mudança. Esta nova forma de mobilidade (uso da bicicleta) poderá atrair o turismo, aumentar a atratividade para investir e desenvolver a economia (Gössling & Choi, 2015).

Foram realizados mais alguns estudos, designadamente em Oregon (Gotschi, 2011), no Nebraska (Wang et al., 2005) e em várias zonas da Holanda (de Hartog et al., 2010), é possível concluir que em todos os estudos realizados se observa uma relação positiva para a construção de ciclovias. No entanto, é importante realçar que os estudos referidos anteriormente utilizam metodologias distintas, o que dificulta a comparação dos resultados. Para Lisboa os resultados podem não ser idênticos aos das outras cidades mencionadas, visto que existem diversos fatores a considerar, designadamente a densidade populacional, a altitude, os impactos das construções de ciclovias, o tráfego, entre outros. Utilizar uma bicicleta para viajar numa área urbana, com maior tráfego e numa distância menor tem implicações diferentes do que numa pequena cidade com menos população.

Quadro 1 - Identificação dos impactos considerados no contexto de ACB aplicada a ciclovias

Tipo	Impactos	Autor(es)
Ambientais	Alterações climáticas	Gössling e Choi (2015); Gössling, et al. (2019)
	Poluição do ar	Brey, et al. (2017); European Cyclists' Federation (2018); Gössling e Choi (2015); Gössling, et al. (2019); Rabl & Nazelle (2012); Rojas-Rueda, et al. (2012)
	Poluição sonora	European Cyclists' Federation (2018), Gössling e Choi (2015); Gössling, et al. (2019)
	Qualidade da água e do solo	European Cyclists' Federation (2018); Gössling, et al. (2019)
	Recursos (relacionados com a construção dos veículos)	European Cyclists' Federation (2018); Gössling, et al. (2019)
Económicos	Orçamento familiar	Comissão Europeia (1999)
	Congestionamento	Börjesson e Eliasson (2012); Comissão Europeia (1999); European Cyclists' Federation (2018); Gössling e Choi (2015); Gössling, et al. (2019)
	Saúde (atividade física, absentismo)	Brey, et al. (2017); Börjesson e Eliasson (2012); Börjesson e Wee (2015); Comissão Europeia (1999); European Cyclists' Federation (2018); Gössling e Choi (2015); Gössling, et al. (2019); Rojas-Rueda, et al. (2012)
	Turismo	European Cyclists' Federation (2018); Gössling e Choi (2015); Gössling, et al. (2019)
	Branding	Gössling e Choi (2015); Gössling, et al. (2019)
	Construção de infraestrutura (Construção e manutenção de ciclovias, Construção de postos de estacionamento de bicicletas, reorganização e planeamento das cidades)	Brey, et al. (2017); Comissão Europeia (1999); European Cyclists' Federation (2018); Gössling, et al. (2019)
	Tempo de viagem	Brey, et al. (2017); European Cyclists' Federation (2018); Gössling e Choi (2015); Gössling, et al. (2019)
	Manutenção do veículo	Brey, et al. (2017); Gössling e Choi (2015); Gössling, et al. (2019)
Sociais	Democratização da mobilidade	Comissão Europeia (1999)
	Acessibilidade	Börjesson e Wee (2015); Comissão Europeia (1999); European Cyclists' Federation (2018)
	Igualdade / inclusão social	Börjesson e Wee (2015); European Cyclists' Federation (2018)
	Segurança e conforto	Börjesson e Wee (2015); European Cyclists' Federation (2018); Gössling, et al. (2019)
	Resiliência	European Cyclists' Federation (2018)
	Acidentes rodoviários	Brey, et al. (2017); Gössling, et al. (2019); Rabl & Nazelle (2012); Rojas-Rueda, et al. (2012); Saelensminde (2004)
	Qualidade e esperança média de vida	European Cyclists' Federation (2018); Gössling, et al. (2019)
Políticos	Dependência energética	Comissão Europeia (1999)
	Recursos não renováveis	Comissão Europeia (1999)

2.5.2 Exemplos de casos da aplicação da ACB

Neste subcapítulo, apresenta-se dois estudos realizados onde foi aplicada uma Análise Custo-Benefício, de forma a verificar a viabilidade económica de projetos ou a escolha do projeto mais adequado dentro de diferentes propostas. Pretende-se através destes exemplos, encontrar técnicas utilizadas, e em particular compreender a área de estudo desta dissertação, as ciclovias.

O artigo *“Transport transitions in Copenhagen: Comparing the cost of cars and bicycles”* desenvolvido por Gössling e Choi (2015) permite observar as diferentes características de aplicação da metodologia ACB em projetos de infraestruturas, mais especificamente, o uso de bicicletas, realizando-se uma comparação entre o custo e o benefício da utilização do automóvel vs a bicicleta na cidade de Copenhaga. Foram igualmente comparados e avaliados vários indicadores, nomeadamente os custos de acidentes, o custo do tempo, os ruídos, as alterações climáticas, a saúde da população e a esperança de vida, o tempo de viagem e ainda os efeitos de marca e do turismo. Nesta análise, os impactos são medidos através dos quilómetros que foram percorridos, pelo tempo da viagem e ainda pelo número de acidentes que ocorrem.

Da análise realizada, conclui-se, por um lado, que os custos na utilização do automóvel são superiores ao uso da bicicleta e que, por outro lado, o custo do tempo de viagem e o custo de acidentes são superiores nos ciclistas, comparativamente aos custos nos condutores dos automóveis. Esta análise realizada no período de 2002 a 2012, permitiu concluir que os investimentos em infraestruturas, segurança e na política a favor do uso das bicicletas são economicamente justificados, produzindo uma alta taxa de retorno e um valor total de benefícios sociais por ano de 228 milhões euros.

De forma complementar e em linha com o artigo acima referido, também o artigo *“Is the widespread use of urban land for cycling promotion policies cost effective? A cost-Benefit Analysis of the case of Seville”* de Brey, et al. (2017) expõe uma Análise Custo-Benefício para estimar os retornos económicos e sociais dos investimentos na construção de uma rede de ciclovias, na cidade de Sevilha (Espanha).

A Análise Custo-Benefício tem em conta, a valorização monetária dos impactos nos ciclistas (custos de manutenção dos veículos, no tempo percorrido nas viagens e as mudanças na saúde) e na sociedade (custos de construção e manutenção das ciclovias, acidentes rodoviários, e poluição atmosférica). Após monetarização dos custos e benefícios com economias significativas em tempos de viagem, o uso de veículos e

manutenção da infraestrutura, saúde, acidentes de trânsito e poluição do ar para ciclistas e sociedade como um todo, bem como a realização de uma análise de sensibilidade aos resultados obtidos, foi possível concluir que no período de 2006 a 2032 os investimentos realizados na construção de ciclovias produziu um impacto positivo com um Valor Atualizado Líquido de 557 milhões de euros e uma taxa de retorno do investimento de 130%.

3 Metodologia

Elaborada a revisão bibliográfica e fundamentada a escolha da metodologia da Análise Custo-Benefício, é pertinente seguir os passos identificados de forma a alcançar o objetivo definido.

Segundo Hanley e Spash (1993), em primeiro lugar, deve existir a formulação da moldura de análise, entender a situação atual e, posteriormente é necessário entender e decidir de quem são os custos e para quem são os benefícios. Na maioria dos programas são envolvidos diferentes intervenientes e todos os custos e/ou benefícios afetam um elevado grupo de pessoas, sendo necessário estabelecer limites relativamente aos afetados pelo projeto. O terceiro passo, é analisar e classificar os custos e os benefícios envolvidos no projeto, mesmo que existam alguns que não sejam conhecidos de imediato. Em quarto lugar, o foco é o tempo, neste ponto é fulcral refletir sobre o prazo para a análise e na forma como os custos e benefícios se modificam ao longo do tempo.

No passo cinco, o objetivo é atribuir a todos os custos e benefícios um valor monetário, para que exista uma unidade uniforme de cálculo para todos os elementos. A par disto, deve existir a atualização temporal da unidade de medida onde são realizados os descontos para os fluxos de custos e benefícios. Seguidamente, calcula-se o VAL, que se trata da soma de todos os benefícios e de todos os custos. Com esta métrica, é possível compreender o período de recuperação do investimento realizado. O penúltimo passo, é a elaboração da análise de sensibilidade, que permite avaliar a incerteza relativamente aos resultados que podem surgir no fim do projeto. Para terminar, enumeram-se as conclusões de viabilidade do projeto, e recomenda-se se este deve ou não ser realizado.

3.1 Aplicação da Metodologia

3.1.1 Apresentação do contexto da análise

Desde 2009, que a cidade de Lisboa iniciou a aposta numa rede de ciclovias que até 2016 foram desenhadas maioritariamente para atividades de lazer. Contudo, no final do ano de 2016, a Câmara Municipal de Lisboa, no contexto do projeto “Pavimentar Lisboa”, aprovou um novo orçamento com o objetivo de aumentar a rede ciclável (de 60 quilómetros em 2016 para 150 quilómetros em 2021) de forma a torná-la verdadeiramente utilitária, cruzando áreas com serviços e empresas². (Como Pedala Lisboa, 2021)

² <https://observador.pt/2016/07/31/lisboa-duplica-ciclovias-na-cidade-face-a-aumento-de-utilizadores/>

Neste projeto, foram definidos seis eixos a interligar as grandes áreas de Lisboa, nomeadamente³:

- Eixo Marginal, que liga toda a frente de rio entre Algés e o Oriente;
- Eixo Circular Exterior;
- Eixo Central, que parte do Terreiro do Paço, passando pela Avenida da Liberdade, Avenida da República e Alameda das Linhas de Torres, até à Ameixoeira;
- Eixo Baixa-Aeroporto, que parte também do Terreiro do Paço percorrendo toda a Almirante Reis até ao Areeiro e depois a Avenida Almirante Gago Coutinho até ao aeroporto;
- Eixo Alcântara/Pontinha, que parte de Alcântara, atravessa Campolide em direção à Praça de Espanha, passa a Avenida Lusíada em direção a Carnide até chegar à Pontinha;
- Eixo Panorâmico, que parte de Benfica em direção a Sete Rios, dirigindo-se para a Praça de Espanha, Avenida da República e Praça de Londres, e depois pela Avenida do Brasil e Marechal Gomes da Costa em direção a Braço-de-Prata.

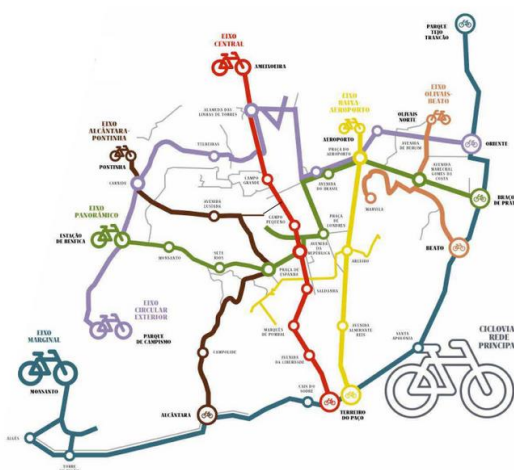


Figura 1 - Rede ciclovias em Lisboa: Seis eixos.

Posto isto, a presente análise terá por base o ano de 2017, ano do início da construção da rede de ciclovias, até ao ano de 2032, com o término das intervenções. Tendo em conta

³<https://www.dn.pt/cidades/ciclovias-do-terreiro-do-paco-a-ameixoeira-e-ao-aeroporto-de-bicicleta-12277984.html>

a informação disponibilizada, o período de avaliação do projeto será de 10 anos. (tendo por base o projeto “MOVE Lisboa - Visão Estratégica para a Mobilidade 2030”⁴).

Por fim, foram identificados três grupos que suportam os custos e usufruem dos benefícios deste projeto. Em primeiro lugar, a Câmara Municipal de Lisboa em conjunto com as Juntas de Freguesia (localizadas nas zonas abrangidas pela rede de ciclovias), têm a responsabilidade de realizar e aceitar os projetos de aumento da rede de ciclovias na cidade de Lisboa, sendo os principais responsáveis pelo suporte dos custos de construção e manutenção das ciclovias. De seguida, a população que reside na zona de Lisboa tem acesso a pelo menos um dos 6 eixos de ciclovia, este grupo irá não só ter acesso a uma alternativa de mobilidade que liga toda a cidade, como também a redução da circulação de automóveis. Por último, a população regular, sendo esta o grupo de pessoas que não residem na zona afeta, mas que utiliza para o seu quotidiano estes percursos, seja para o trabalho, para a escola ou para casa. Esta reorganização da mobilidade terá um grande impacto neste grupo, sendo que não só ciclistas como automobilistas vão ser considerados para a análise, uma vez que podem ser impactados de maneiras distintas com a construção das ciclovias.

Adicionalmente, e de forma a possibilitar a medição dos diversos impactos da construção das ciclovias na cidade de Lisboa, este estudo divide-se em dois tipos de impactos: os impactos que incidem sobre os ciclistas e os impactos que afetam a comunidade como um todo.

Para esta análise, foi necessário apurar o número de ciclistas anuais na cidade de Lisboa. Tendo por base os dados diários do estudo realizado pelo Instituto Superior Técnico (2021), é calculada a média anual do número de utilizadores de vários pontos dispersos pela rede de ciclovias de Lisboa. Considerando que o número de utilizadores anuais⁵ em 2017 foi 2.034.510 ciclistas, em 2018 foi de 3.796.730 ciclistas, em 2019 foi de 4.198.230 ciclistas, em 2020 foi de 5.449.450 ciclistas, em 2021 foi de 5.174.970 ciclistas e em 2022 foi de 7.542.341 ciclistas, para os cálculos do capítulo seguinte, a contabilização de novos ciclistas é dada através da variação entre o número de ciclistas em 2017 e o número de ciclistas em 2022 (5.507.831 novos ciclistas). Assumindo que o final de 2020 e o início do ano de 2021 foram marcados pela pandemia associada ao COVID-19 e pela obrigatoriedade de confinamento, os dados relativos a este período não

⁴https://www.lisboa.pt/fileadmin/cidade_temas/mobilidade/documentos/BrochuraMOVE_2030.pdf

⁵ <https://data.eco-counter.com/public2/?id=100028002>. Presente no Anexo B.

foram considerados, por eventualmente se encontrarem enviesados (Anexo B e Anexo C).

3.1.2 Análise dos custos e benefícios -Aplicação da metodologia

Após a apresentação do contexto da análise, para se estimar os impactos sociais, económicos e ambientais associados à implementação da rede de ciclovias, na secção seguinte, procedeu-se à identificação e monetização dos impactos identificados.

A seleção dos custos e benefícios a analisar e a sua monetização, teve como ponto de partida o estudo de Brey, et al. (2017) e o estudo Gössling e Choi (2015), que partilham como propósito, a realização de uma Análise Custo-Benefício com o objetivo de estimar o retorno sobre o investimento da construção de ciclovias urbanas. Porém, tendo em conta a natureza deste estudo e a disponibilidade de dados para cada uma das variáveis identificadas para a monetização dos custos e benefícios, algumas fórmulas foram adaptadas.

Por outro lado, ao contrário do estudo de Brey, et al. (2017), em que foram recolhidos dados primários através de entrevistas, a presente dissertação teve por base uma recolha de dados secundários provenientes de diversas fontes. As referidas fontes estão identificadas ao longo da secção de monetização dos impactos.

É fulcral que os custos e benefícios sejam atualizados consoante o ano em análise. Para Williams (2008), é notório que o fator tempo tem importância na análise económica, sendo necessária a sua avaliação através de uma taxa que traduza o valor do dinheiro ao longo dos anos. De modo a introduzir o fator de compensação pelo tempo de espera, e respetiva conversão do valor dos custos e benefícios (transpondo-os para um determinado tempo), foi utilizada uma taxa de desconto.

3.1.3 Valorização monetária dos impactos

3.1.3.1 Valorização monetária dos impactos nos ciclistas

Utilização e manutenção dos veículos

Este indicador tem como propósito estimar o impacto que tem nos ciclistas a diferença entre despesas de utilização e manutenção da bicicleta face às despesas de utilização e manutenção do veículo automóvel.

Para o custo de utilização da bicicleta, será necessário calcular o preço médio de cada bicicleta, a sua vida útil e os custos de manutenção, que serão divididos pelo número

anual de dias de trabalho, multiplicados pela média de deslocações realizadas e pela distância média percorrida numa viagem de bicicleta.

Tendo em conta que a análise em questão é no meio urbano, foram pesquisados os preços de bicicletas novas urbanas vendidas na zona de Lisboa, no site BikeMarket que agrega várias marcas e distribuidores. O valor das bicicletas varia entre 139€ e 999,99€, sendo que, para a avaliação do preço médio das bicicletas urbanas, foi feita uma média entre os preços das bicicletas, chegando a um valor médio de referência a utilizar de 518,66€⁶. Em relação à manutenção, e considerando a ausência de informação, em outros sites de bicicletas, foi utilizado o valor de referência praticado na loja Decathlon, que dispõe de um serviço de revisão completa por 60€ anuais⁷(Matos, 2020).

Uma bicicleta tem uma vida útil de cerca de cinco anos de uso diário antes de ser destruída. Essa vida útil pode ser estendida indefinidamente por meio de novos componentes e manutenção (ou instantaneamente reduzida em caso de acidente). Na realidade, as pessoas podem andar de bicicleta muito depois desta ter ultrapassado a vida útil ou também podem guardar a bicicleta por longos períodos de tempo⁸.

Segundo a Comissão Europeia (1999), a distância média percorrida numa viagem de bicicleta é de 3 km⁹ na maioria dos países da União Europeia, e segundo o inquérito do INE (2018), sobre a mobilidade nas áreas metropolitanas do Porto e Lisboa, durante o ano de 2017, em média cada ciclista realizou 2,6 deslocações de bicicleta por dia em Lisboa.

Através dos dados acima referidos, procedeu-se ao cálculo do Custo de Utilização de Bicicleta (CUB) para a média de km das deslocações com origem e destino no município de Lisboa (4,2 km) (INE, 2018).

$$CUB = \frac{\left(\frac{518,66}{5}\right) + 60}{2,6 \times 22 \times 12} \approx 0,2385\text{€/viagem}$$

⁶ <https://bikemarket.pt/pt/anuncios>, consultado a 30 de abril 2022

⁷ https://www.decathlon.pt/p/revisao-completa-bicicleta/_/R-p-X8591959, consultado a 30 de abril de 2022

⁸ <https://bicycles.stackexchange.com/questions/5409/how-long-is-the-life-cycle-of-a-bicycle>

⁹ [Walking and cycling as transport modes \(europa.eu\)](https://www.europa.eu), consultado a 22 de abril de 2022

No respeitante ao custo de utilização do automóvel, será tido em conta os custos da compra do automóvel, a sua utilização durante um ano e a distância média percorrida (em quilómetros).

Em Portugal no ano de 2019, o custo médio mensal de quem possui um automóvel foi de 605€, tendo por base o estudo desenvolvido pela empresa LeasePlan Corporation N.V. (2019) para avaliar os custos de propriedade e utilização do automóvel nos vários países da Europa. O estudo supramencionado avaliou os custos associados a combustível, depreciação, impostos, seguro e manutenção praticados em Portugal (Matos, 2020).

Para calcular o Custo de Utilização do Automóvel (CUA) por cada deslocação com origem e destino na Área Metropolitana de Lisboa, procedeu-se ao seguinte cálculo:

$$CUA = \frac{605 \times 12}{2,6 \times 4,2 \times 22 \times 12} \approx 2,5183\text{€/viagem}$$

A poupança de utilização de bicicleta face às despesas de utilização de um automóvel será obtida pela diferença entre despesas, isto é, cerca de 2,280€/viagem.

Para o cálculo da valorização monetária da utilização e manutenção de veículos (VMUMV) subtraem-se os custos do automóvel com os da bicicleta, o que leva à poupança de utilização de bicicleta face ao automóvel, multiplicando-se pelo número de ciclistas que trocaram o automóvel pela bicicleta, entre 2017 e 2022.

Segundo o estudo realizado pela Câmara Municipal de Lisboa, Como Pedala Lisboa, (2021), na cidade de Lisboa, 29% das viagens de bicicleta eram antigas viagens de automóvel, resultando em 1.597.271 novos ciclistas, no período de 2017 a 2022 (Anexo D).

Esta análise considera que não existe partilha de automóvel, isto é, apenas existe uma pessoa por automóvel.

$VMUMV(1) = (CUA - CUB) \times \text{Número de novos ciclistas que trocaram o automóvel pelo bicicleta}$

$$VMUMV(1) = 2,280\text{€} \times 1.597.271 = 3.641.423\text{€}$$

Tempo de viagem

À priori, uma das grandes distinções entre os vários meios de transporte prende-se com a velocidade. Este é um fator condicionante na vida dos indivíduos, por estar inteiramente relacionado com o tempo que demoram a deslocar-se. No estudo elaborado pelo INE

(2018) sobre a mobilidade das Áreas Metropolitanas do Porto e de Lisboa, foi destacado como principal meio de transporte o automóvel privado devido à sua rapidez. De acordo com o plano projetado pelo IMT (2012), a velocidade média a circular de bicicleta varia entre os 15km/h e os 25 km/h, sendo a justificação pela qual, quanto maior for a distância, maior será o tempo necessário para realizar a viagem, dependendo do tipo de meio de transporte que o indivíduo use para se deslocar.

O sistema público de bicicletas partilhadas de Lisboa – o Gira - aumentou a sua capacidade no final do ano de 2017, o que contribuiu para o aumento do uso das bicicletas como modo de transporte em Lisboa. O sistema de partilha Gira tem dados indicativos sobre a idade da maioria dos seus utilizadores, que compreende as idades entre os 20 e os 35 anos, e em que a metade das viagens indicam uma duração de cerca de 9 minutos ou menos (referente ao ano de 2019), no entanto o tempo médio de viagem é dado em 15 minutos (Como Pedala Lisboa, 2021).

Tendo em consideração uma das áreas mais movimentadas de Lisboa (do Campo Grande até ao Marquês de Pombal), foi feita a contabilização do tempo que demora a bicicleta *versus* o automóvel ao percorrer a distância média de 4,2 km. Para o cálculo do tempo de deslocação desta distância, foi necessário recorrer à ferramenta Google Maps¹⁰ que fornece, para o mesmo trajeto, o tempo de deslocação para as diversas opções de transporte sejam elas de bicicleta, automóvel, a pé ou até mesmo de transportes públicos. Para o tempo de deslocação de automóvel foi tido em conta o período de congestionamento, sendo o tempo de deslocação de 19 minutos, foram adicionados 12 minutos ao tempo de procura de estacionamento (Brey et al., 2017), o que totaliza um tempo de deslocação de automóvel de 31 minutos. Para efetuar o mesmo percurso, o tempo de deslocação de bicicleta foi de 16 minutos, não sendo necessário ter em consideração os fatores do tempo perdido no congestionamento do trânsito e a procura de estacionamento (Fonte própria: Google Maps visitado a 14 de maio de 2022).

¹⁰<https://www.google.pt/maps/dir/Faculdade+de+Ci%C3%AAncias+da+Universidade+de+Lisboa,+Campo+Grande,+Lisboa/Marqu%C3%AAs+de+Pombal,+Pra%C3%A7a+Marqu%C3%AAs+de+Pombal,+1250-096+Lisboa/@38.7416495,-9.1709928,14z/data=!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0xd1932fc1d6c5e9b:0xe04b42461bdb164c!2m2!1d-9.1553804!2d38.7565253!1m5!1m1!1s0xd193377223c84a9:0x3bba35625fa2ed11!2m2!1d-9.1499913!2d38.7252898!3e1>

Para este indicador foi aplicada ao contexto de Portugal a metodologia utilizada no caso de estudo de Sevilha de Brey et al. (2017). Segundo Bickel, et al. (2006), o valor associado ao tempo de lazer em Portugal de um passageiro de automóvel é de 8,77 (euros em 2002) por hora. Uma vez que, não existe neste estudo o valor monetário associado ao tempo de lazer de bicicleta, foi usada a proporção dos valores entre a bicicleta e o automóvel, alcançando um valor de 4,39 euros por hora (Litman & Doherty, 2009).

A fim de obter o custo do tempo de viagem (CTV) de automóvel face à bicicleta, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$CTV = \left(31 \times \left(\frac{8,77}{60} \right) \right) - \left(16 \times \left(\frac{4,39}{60} \right) \right) = 3,36 \text{ €/km}$$

A valorização monetária da poupança do tempo de viagem (VMPTV) na utilização de bicicleta face ao automóvel para os 4,2 km analisados é de 3,36€.

Este valor terá de ser multiplicado pelo número de novos ciclistas que trocaram o automóvel pela bicicleta de 2017 para 2022 (1.567.271€) (Anexo D).

$$VMPTV(2) = 3,36\text{€} \times \text{Número de novos ciclistas que trocaram o automóvel pelo bicicleta}$$

$$VMTV(2) = 3,36\text{€} \times 1.567.271 = 5.369.759\text{€}$$

Saúde da população

O uso diário das bicicletas promove o aumento da prática de exercício físico, que por sua vez conduz a bons resultados para a saúde, para o aumento da qualidade de vida bem como para a diminuição do sedentarismo. O sedentarismo está ligado à inatividade e à falta de vontade da prática de exercício, o que poderá provocar um agravamento do risco de doenças cardiovasculares, diabetes e perda de massa muscular. Estudos, indicam que, mais de 50% da população não segue os requisitos mínimos aconselhados pela Organização Mundial da Saúde (OMS)¹¹, sobre práticas de exercício físico para redução do risco de mortalidade (Matos, 2020). Segundo Gössling e Choi (2015), o sedentarismo na sociedade pode causar impacto ao nível da necessidade de deixar de trabalhar, na falta de produtividade laboral e no pagamento de pensões por invalidez ou baixas.

¹¹ <https://www.sns.gov.pt/noticias/2017/02/13/prevencao-do-sedentarismo/>, consultado a 23 de abril de 2022

Neste sentido, o cálculo deste impacto terá por base a ferramenta “HEAT”, Health Economic Assessment Tool (World Health Organization (2017), disponibilizada pela Organização Mundial de Saúde (Börjesson & Wee, 2015). A ferramenta supramencionada tem em consideração a diminuição da taxa de mortalidade devido ao aumento da atividade física.

Segundo Cavill, et al. (2007) esta é uma abordagem conservadora, uma vez que apenas considera o exercício físico que advém do uso da bicicleta em termos de mortalidade. Desta forma Gössling e Choi (2015) a proteção contra o risco de mortalidade dos ciclistas representa o benefício de reduzir a mortalidade através da realização de exercício físico pelo uso da bicicleta. Para este cálculo, foi utilizada a fórmula abaixo relativa ao risco de mortalidade para os ciclistas (RMC).

Perante isto, para o cálculo da distância percorrida por cada ciclista por ano em Lisboa é utilizado o número médio de km (4,2 km) percorridos por ciclista, multiplicado por 3 horas (número médio de horas semanais percorridas por cada ciclista) e multiplicado pelas 52 semanas do ano.

Segundo Gössling e Choi (2015), 0,72 indica o risco relativo para todas as causas de morte para os utilizadores regulares de bicicleta entre as idades de 20 a 60 anos comparado com a população em geral. Nesse sentido, para o denominador foi utilizada a distância percorrida em Copenhaga por ciclista por ano é de 1.512 km.

$$RMC = 1 - \frac{4,2 \times 3 \times 52}{1.512} * (1 - 0,72) \approx 0,8787$$

Comparando o descrito na fórmula acima, o risco de mortalidade de ciclistas é de 0,8787. Por outro lado, a proteção contra o risco de mortalidade dos ciclistas corresponde a cerca de 0,121 (1 - 0,8787).

O risco de mortalidade em Portugal na faixa etária dos 20 aos 64 anos (população ativa) foi de 0,37%, calculado através do número médio de mortes anuais entre 2017 e 2021 corresponde a 22.822¹² e o total de população de 6.414.535¹³ desta faixa etária, considerando os dados da PORDATA.

De modo a perceber o número de mortes evitadas (NME) devido à utilização da bicicleta (aumento do exercício físico) é aplicada a seguinte fórmula:

$$NME = 0,00372 \times n^{\circ} \text{ de ciclistas semanal} \times 0,121$$

¹²<https://www.pordata.pt/Portugal/%C3%93bitos+de+residentes+em+Portugal+total+e+por+grupo+et%C3%A1rio-3495>, consultado a 23 de abril de 2022

¹³<https://www.pordata.pt/Municipios/Popula%C3%A7%C3%A3o+residente+total+e+por+grandes+grupos+et%C3%A1rios-390-1925>, consultado a 23 de abril de 2022

$$\text{NME} = 0,00372 \times 19.045 \times 0,121 \approx 8,59$$

Segundo Bickel, et al. (2006), em Portugal o valor monetário por cada “morte evitada” em 2002 foi de 803.000€. Estas “mortes evitadas” foram atualizadas e segundo o relatório anual da Comissão Europeia (2016), em 2010 o valor por “morte evitada” corresponde a 1.505.000€.

Para obter a valorização monetária da saúde (VMS) para os ciclistas, será necessário multiplicar o valor de cada morte evitada pelo valor de mortes “evitadas” (Anexo D).

$$\text{VMS (3)} = \text{Número de "mortes evitadas"} \times \text{Custo por "morte evitada"}$$

$$\text{VMS (3)} = 8,59 \times 1.505.000\text{€} = 20.855.235\text{€}$$

3.1.3.2 Valorização monetária dos impactos na sociedade

Construção e manutenção das ciclovias

Os custos ponderados nesta análise estão relacionados com a criação de ciclovias e a sua respetiva manutenção, sendo que estas despesas estão a cargo da Câmara Municipal de Lisboa juntamente com apoio das Juntas de Freguesia, uma vez que está à sua responsabilidade a proposta e respetiva aprovação de verba.

Sendo estes custos tangíveis para o estudo, será tido em consideração o orçamento para a criação dos 6 eixos aprovados em 2016, bem como o investimento feito em modificação/manutenção das ciclovias existentes até 2022.

O investimento inicial (2016) foi de 2,5 milhões de euros, tendo sido aprovados vários investimentos a partir do ano de 2020, para reestruturação, manutenção e criação de novas ciclovias no valor global de 3 milhões e 300 mil euros até 2030¹⁴ (Anexo D).

No ano de 2022, voltou a surgir um novo investimento de 2.750.347€¹⁵ para a construção de ciclovias intermunicipais, que se prevê estarem prontas até ao final de 2022.

Por fim, tendo em conta a ausência de dados relativos aos custos de manutenção das ciclovias, para efeitos de estimativa, estes custos foram calculados com base no

¹⁴<https://eco.sapo.pt/2021/05/26/governo-da-38-milhoes-para-ciclovias-em-lisboa-e-para-ligar-fundao-a-guarda/>, consultado a 3 de março de 2022

¹⁵EMEL assina contratos de financiamento das novas ciclovias intermunicipais no âmbito do Fundo Ambiental - EMEL (cision.com) consultado a 3 de março de 2022

investimento proposto até 2030 subtraído pelo investimento realizado em 2020 e dividido pelos 8 anos (2022 a 2030) dando um custo de manutenção anual de 68.707€.

Acidentes rodoviários

O uso da bicicleta como veículo de deslocação, suporta um risco maior de acidentes graves comparados com os veículos ligeiros de passageiros ou mesmo com os veículos pesados. Os veículos de duas rodas estão em desvantagem em caso de colisão nomeadamente, pela sua maior exposição a ferimentos, maior instabilidade do veículo e interação próxima de veículos que circulam em velocidades elevadas, comparativamente com os veículos ligeiros que conseguem proteger melhor os ocupantes do seu veículo (DEKRA, 2020)¹⁶.

Posto isto, e de acordo com o estudo realizado por Bickel, et al. (2006), em Portugal o valor monetário por cada morte, ferido grave e ferido ligeiro em 2002 foi de 803.000€, 107.400€ e 7.400€, respetivamente. Estes valores foram atualizados e segundo o relatório anual da Comissão Europeia (2016), em 2010 o custo da morte, ferido grave e ferido ligeiro corresponde a 1.505.000€, 201.100€ e 13.800€, respetivamente.

Recentemente, foram publicados novos resultados relativos ao valor monetário por vítima mortal de acidente rodoviário (3.055.358€), ferido grave (760.927€) e ferido ligeiro (49.953€), no relatório realizado por Silva, et al. (2021), contudo não serão considerados para esta análise.

De forma a chegar à valorização económica dos acidentes rodoviários, e após calculado o custo por tipologia de ferimento, foi necessário apurar o número de vítimas causadas pelo aumento do número de ciclistas. Tendo em conta que, em Portugal, segundo o relatório ANSR (2019), de 2018 para 2019, o número de mortes com velocípedes aumentou de 24 para 26, os feridos graves passaram de 107 para 106 e os feridos ligeiros aumentaram de 1853 para 2104, isto traduz que de um período para o outro, houve um aumento do número de mortes de 2 vítimas, uma diminuição de 1 ferido grave e um aumento de 251 feridos ligeiros.

Considerada a ausência de dados relativos ao número de vítimas de velocípedes na cidade de Lisboa, foi necessário chegar a este valor, através da multiplicação do número total de vítimas com velocípedes em Portugal por 22% (corresponde ao peso de vítimas

¹⁶https://fleetmagazine.pt/wp-content/uploads/2020/12/DEKRA-Road-Safety-Report_2020.pdf

de acidentes rodoviários em Lisboa no total de vítimas de acidentes rodoviários de Portugal continental).

Sumariamente, o número de mortes com velocípedes em Lisboa aumentou de 5 para 6, os feridos graves não sofreram alterações significativas e os feridos ligeiros passaram de 24 para 414. O que se traduz num aumento de número de mortes de 0,42 vítimas, numa diminuição de feridos de -0,34 e um aumento dos feridos ligeiros de 54 (conforme se pode observar no quadro 2).

Quadro 2 – Total de Vítimas em Portugal e em Lisboa de velocípedes em 2018 e 2019 (elaboração própria com base no relatório ANSR de 2019, Anexo E).

Dados	Total de Vítimas		Vítimas mortais		Feridos graves		Feridos ligeiros	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Total de vítimas no concelho de Lisboa	9 842	10 233						
Total de vítimas em Portugal	44 005	45 977						
% de vítimas de Lisboa sobre Portugal continental	22%	22%						
Nº vítimas em Lisboa com velocípedes	444	498	5	6	24	24	414	468
Total de vítimas com velocípedes	1 984	2 236	24	26	107	106	1853	2104
Varição de 2019 vs. 2018				0,42	-	0,34		54

Por falta de dados nos períodos compreendidos entre 2017 e 2022, foi assumida que a variação entre 2018 e 2019 se manteve constante face aos restantes anos.

Finalmente, para chegar à valorização monetária dos acidentes rodoviários (VMAR), basta multiplicar o custo por vítima pela variação de vítimas de cada um dos tipos de ferimento (Anexo D).

$$\begin{aligned} \text{VMAR (5)} = & -((\text{Custo da vítima mortal} \times \text{n}^\circ \text{ de vítimas mortais}) \\ & + (\text{Custo de ferido grave} \times \text{n}^\circ \text{ de feridos graves}) \\ & + (\text{Custo de ferido ligeiros} \times \text{n}^\circ \text{ de feridos ligeiros})) \end{aligned}$$

$$\text{VMAR (5)} = -(1.505.000 \times 0,42 + 201.100 \times (-0,34) + 13.800 \times 54) = -1.305.520\text{€}$$

Tendo em conta que não existem indicadores que permitam fazer uma análise assertiva relativamente ao impacto de custos/ benefícios, em termos de acidentes rodoviários após a construção das ciclovias, tiveram de ser assumidos pressupostos. Apesar de existirem diversas formas de calcular a valorização monetária, todas elas com limitações ao nível de indicadores fiáveis e dentro do espaço temporal em análise, optou-se pela alternativa que permitia garantir uma utilização de indicadores que possibilitem calcular uma aproximação do que é o valor real. Permitir ter o máximo de informação

possível torna-se crítico e fulcral de forma a chegar a uma valorização monetária mais adequada.

Poluição atmosférica

Os efeitos da poluição atmosférica são numerosos e diversificados. Pessoas, animais, e plantas são afetados todos os dias pelos efeitos de poluentes, indiretamente ou diretamente. De forma a proteger a atmosfera ao longo dos anos assiste-se à promoção das entidades mundiais de programas, leis e normas nas mais diversas áreas, energia, ambiente, transportes, indústria entre outros (Özden et al., 2008).

Existem dois tipos de impactos de poluição atmosférica são eles o impacto ambiental devido às emissões de gases poluentes atmosféricos (PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, SO₂) e o impacto nas alterações climáticas devido às emissões de gases com efeito de estufa (CO₂, N₂O, CH₄). Nesta dissertação serão incluídos os dois impactos para o cálculo da valorização monetária da poluição atmosférica.

Considera-se que a poluição atmosférica é um impacto a ser incluído nesta análise dado que os impactos dos gases poluentes e gases efeito de estufa resultantes da utilização do automóvel são bastante significativos para o presente estudo.

No que respeita às emissões de gases poluentes atmosféricos, as partículas inaláveis (PM₁₀ - Matéria particulada com diâmetro aerodinâmico igual ou inferior a 10 µm) são as mais nocivas para a saúde humana por impactar o sistema respiratório. Estas partículas são fruto das emissões dos automóveis, das atividades industriais e também do aquecimento doméstico. Segundo o Portal do Estado do Ambiente em Portugal¹⁷, tem se verificado nos últimos períodos a redução das emissões de poluentes atmosféricos e consequentemente, uma melhoria da qualidade do ar no país. Os níveis medidos nas estações de qualidade do ar das partículas inaláveis têm vindo a decrescer.

Segundo Delft, et al. (2020), o custo social da poluição atmosférica resultante dos gases poluentes atmosféricos na saúde pública na cidade de Lisboa é de 635.590.170€ (Anexo F). Para o cálculo abaixo foram consideradas as seguintes partículas poluentes: ozono (O₃) e partículas de diâmetro igual ou inferior a 10µm (PM₁₀) ou igual ou inferior a 2,5µm (PM_{2,5}), e dióxido de azoto (NO₂).

Para o custo de poluição atmosférica resultante das emissões de gases poluentes atmosféricos, por km de carro em Lisboa anual (CEGP), o valor do custo social total foi

¹⁷<https://rea.apambiente.pt/content/polui%C3%A7%C3%A3o-por-part%C3%ADculas-inal%C3%A1veis>

dividido pela multiplicação entre o número médio de km das deslocações de automóvel diários (9 km) e o número de deslocações diárias de automóvel (313.943 deslocações diárias de carro), sendo este valor atualizado para calcular o resultado anual (INE, 2018).

$$\text{CEGP} = \frac{635.590.170\text{€}}{9 \times 313.943 \times 22 \times 12} = 0,85\text{€/km}$$

De forma a calcular a valorização monetária dos gases poluentes atmosféricos (VMGPA) será necessário multiplicar o custo por quilómetro pelos quilómetros médios, pelas deslocações médias e pelo número de novos ciclistas, conforme apresentado na fórmula abaixo:

$$\text{VMGPA (6.1)} = \text{CEGP} \times \text{n}^\circ \text{ de novos ciclistas que trocaram o automóvel pelo bicicleta} \\ \times \text{deslocações em km médios} \times \text{n}^\circ \text{ médio de deslocações}$$

$$\text{VMGPA (6.1)} = 0,85\text{€} \times 1.597.271 \times 9 \times 2,6 = 31.847.425\text{€}$$

As emissões dos gases com efeito de estufa, nomeadamente com origem nos combustíveis fósseis, têm impactos não somente ambientais, como também sociais e económicos.

Por tal, a preocupação em monitorizar e reduzir esses gases tem vindo a aumentar significativamente, visto que estes afetam a qualidade do ar e consequentemente a saúde pública. O setor dos transportes em Portugal no ano de 2020 foi responsável por 25,8%¹⁸ da emissão total de gases efeito de estufa.

As emissões de dióxido de carbono dos transportes de passageiros variam significativamente mediante o meio de transporte, no entanto é notório que os automóveis são os principais emissores de gases poluentes. Assim sendo, a valorização monetária das emissões de gases efeito de estufa será estimada com o valor monetário da emissão de CO₂ pelos automóveis.

Em conformidade com a UNFCCC¹⁹ na sequência do Protocolo de Kyoto, a criação de um mercado para as emissões CO₂, surgiu um dos mecanismos para reduzir as emissões de CO₂, *Carbon Pricing*. Este mecanismo impõe uma taxa para emitir e/ou oferecer um incentivo para que se emite menos. O sinal criado muda os padrões de

¹⁸www.pordata.pt/Europa/Emissões+de+gases+com+efeito+de+estufa+total+e+por+alguns+sectores+de+emissões+de+gases-1481, consultado a 22 de abril de 2022

¹⁹[About Carbon Pricing | UNFCCC](https://unfccc.int/about-carbon-pricing), consultado a 22 de abril de 2022

consumo e investimento, tornando o desenvolvimento econômico compatível com a proteção do clima (Matos, 2020).

Para realizar o cálculo pretendido é fundamental encontrar o valor de emissões de CO₂ de cada habitante e o valor das emissões dos automóveis em Portugal.

Segundo a PORDATA, em 2017, a emissão de cada habitante foi de 5,2 toneladas de CO₂²⁰, a emissão de cada habitante foi de 5,4 toneladas de CO₂ de origem fóssil e os automóveis de passageiros a gasolina emitiram 170,76 gramas de CO₂ por quilómetro, e os automóveis de passageiros a gasóleo emitiram 171,44 gramas de CO₂ por cada quilómetro (APA, 2017).

Ainda em Portugal e conforme o Tribunal de Contas Europeu (2022), a taxa de carbono chegou a 23,8€/t CO₂, sendo este o valor escolhido para monetizar o CO₂ emitido pelos automóveis que se deslocam na cidade de Lisboa.

Baseado nestes dados, foi calculado o custo dos gases efeito de estufa (CGEE) para a distância média realizada de automóvel 9 quilómetros (INE, 2028) na cidade de Lisboa, consoante o combustível utilizado:

$$CGEE(\text{Gasolina}) = 23,8 \frac{\text{€}}{\text{tCO}_2\text{emitido}} \times \frac{170,76}{10^6} \text{tCO}_2/\text{km} \times 9 \text{ km} \approx 0,036577\text{€/viagem}$$

$$CGEE(\text{Gasóleo}) = 23,8 \frac{\text{€}}{\text{tCO}_2\text{emitido}} \times \frac{171,44}{10^6} \text{tCO}_2/\text{km} \times 9 \text{ km} \approx 0,036722\text{€/viagem}$$

Depois de calculado o custo da poluição do ar, e tendo em conta a pequena diferença entre o custo da gasolina e a do gasóleo, o valor assumido para cada viagem é de 0,037€/viagem. Em contrapartida, tendo em consideração a bicicleta como um veículo que não emite partículas para a atmosfera aquando da sua utilização, nenhum custo de poluição atmosférica será imputado.

Em síntese, este valor foi multiplicado por 9 quilómetros (média de quilómetros das deslocações de automóvel com origem e destino no município de Lisboa) pelas deslocações médias e pelo número de novos ciclistas com o objetivo de calcular a valorização monetária das emissões de gases efeito de estufa (VMGEE) na zona de Lisboa.

²⁰<https://www.pordata.pt/Portugal/Emiss%C3%B5es+de+gases+por+habitante-1256>, consultado a 22 de abril de 2022

VMGEE (6.2) = CGEE × nº de novos ciclistas que trocaram o automóvel pelo bicicleta
 × distância em km médios percorridos de carro × nº médio de deslocações

$$VMGEE (6.2) = 0,037\text{€} \times 1.597.271 \times 9 \times 2,6 = 1.372.543\text{€}$$

A valorização monetária da poluição atmosférica (VMPAT) inclui o valor das emissões de gases poluentes atmosféricos (31.847.425€) e de gases com efeito de estufa (1.372.543€), isto é 33.219.969€ (Anexo D).

3.1.4 Resultados

O quadro 3 apresenta as valorizações monetárias dos diferentes impactos quer para os utilizadores de bicicleta como para a sociedade no que respeita à utilização das bicicletas em prol do automóvel entre o ano de 2017 e 2032 (o quadro abaixo encontra-se no Anexo G).

Quadro 3 – Valorização monetária dos custos e benefícios e valor atualizado líquido

Período temporal	Impactos nos utilizadores de bicicletas			Impactos na comunidade como um todo			Valor Atualizado Líquido
	(1) Utilização e manutenção dos veículos	(2) Tempo de viagem	(3) Saúde da população	(4) Construção e manutenção de infraestruturas	(5) Acidentes rodoviários	(6) Poluição atmosférica	
2016				- 2 500 000 €			- 2 500 000 €
2017 a 2022	3 641 423 €	5 369 759 €	20 855 235 €	- 2 750 347 €	- 1 305 520 €	33 219 969 €	59 030 518 €
2023	3 468 022 €	5 114 056 €	19 862 128 €	- 68 707 €	- 1 243 352 €	31 638 065 €	58 770 212 €
2024	3 302 878 €	4 870 529 €	18 916 313 €	- 68 707 €	- 1 184 145 €	30 131 491 €	55 968 359 €
2025	3 145 598 €	4 638 599 €	18 015 536 €	- 68 707 €	- 1 127 757 €	28 696 658 €	53 299 927 €
2026	2 995 807 €	4 417 714 €	17 157 653 €	- 68 707 €	- 1 074 054 €	27 330 150 €	50 758 564 €
2027	2 853 150 €	4 207 346 €	16 340 622 €	- 68 707 €	- 1 022 909 €	26 028 715 €	48 338 218 €
2028	2 717 286 €	4 006 997 €	15 562 497 €	- 68 707 €	- 974 199 €	24 789 252 €	46 033 126 €
2029	2 587 891 €	3 816 187 €	14 821 426 €	- 68 707 €	- 927 809 €	23 608 812 €	43 837 801 €
2030	2 464 658 €	3 634 464 €	14 115 644 €	- 68 707 €	- 883 627 €	22 484 582 €	41 747 015 €
2031	2 347 294 €	3 461 394 €	13 443 470 €	- 68 707 €	- 841 550 €	21 413 888 €	39 755 790 €
2032	2 235 518 €	3 296 566 €	12 803 305 €	- 68 707 €	- 801 476 €	20 394 179 €	37 859 385 €
							532 898 914 €

Os valores negativos apurados representam um custo enquanto os valores positivos representam um benefício. Ao nível de benefícios, demonstram-se poupanças na utilização e manutenção dos veículos (3.641.423 €), no tempo de viagem (5.369.759€), na melhoria da saúde (20.855.235€) e na diminuição da poluição atmosférica (33.219.969€). Em oposição apresentam-se os custos, construção e manutenção de infraestruturas (-2.750.347€) e os decorrentes dos acidentes rodoviários (-1.305.520€). Os benefícios são maiores que os custos em 59.030.518€. Os resultados agregados foram 532.898.914€, designado por Valor Atualizado Líquido (VAL), que é utilizado para analisar quantitativamente os fluxos monetários num determinado período (Chen et al.,2016). Neste cálculo, utiliza-se a diferença entre a soma total de todos os benefícios e a soma total de todos os custos (custos e benefícios atualizados). Foi usada uma taxa de desconto de 5% seguindo as recomendações da Comissão Europeia (2002).

3.1.5 Análise de sensibilidade

Dada a incerteza de alguns dados contemplados, foi realizada uma análise de sensibilidade que tem por base um estudo que permite compreender a robustez dos resultados. Através da análise abaixo, será possível perceber a variação dos resultados, caso os pressupostos usados não sejam aproximados da realidade.

Posto isto, foram realizadas duas análises de sensibilidade distintas, uma aos impactos e outra à taxa de desconto utilizada.

No que respeita aos impactos, foram selecionados três (utilização e manutenção dos veículos, saúde da população e poluição atmosférica) para testar a robustez da análise. Este teste foi realizado através da diminuição, e aumento, de 10% de um dos indicadores identificados.

A taxa de desconto de capitais utilizada foi 5%, sendo que análise de sensibilidade vai testar os resultados com uma taxa 3% e 7%.

Utilização e manutenção dos veículos

Para o impacto relativo à utilização e manutenção dos veículos, no que respeita à poupança da utilização da bicicleta face às despesas de utilização do automóvel, esta foi novamente calculada tendo em conta uma diminuição e aumento de 10% do valor da poupança inicial.

O valor original considerado de poupança das despesas de bicicleta face ao automóvel foi de 2,280€. Diminuindo 10% o valor da poupança resulta em 2,05€. Pelo contrário, o aumento de 10% incrementa em 0,228€, resultando numa poupança de 2,51€.

Mantendo todos os outros impactos e parâmetros iguais, com a diminuição de 10% verificou-se para o período em análise (2017 a 2032) um VAL positivo de 529.722.962€. Para o aumento de 10%, verificou-se um VAL positivo de 536.074.867€ (Anexo H).

Saúde da população

No cálculo da poupança na saúde do ciclista aquando da utilização de bicicleta em prol do automóvel, o valor associado à proteção contra o risco de mortalidade dos ciclistas é um dos indicadores com alguma variabilidade. Tendo o supracitado em consideração, o valor obtido foi de 0,12%.

Aplicada uma variação negativa e positiva de 10%, foi obtido um valor de proteção de risco de mortalidade nos ciclistas de 0,11 e 0,13, respetivamente.

Mantendo todos os outros impactos e parâmetros iguais, com a diminuição de 10%, verificou-se para o período em análise 2017 a 2032 um VAL positivo de 514.709.532€. Para o aumento de 10%, verificou-se um VAL positivo de 551.088.297€ (Anexo H).

Poluição atmosférica

Para o impacto relativo à poluição atmosférica e, tendo em consideração que a alteração no número de ciclistas pode condicionar o aumento ou diminuição da poluição, o número de ciclistas que trocaram o automóvel pela bicicleta foi de 1.597.271. Tendo isto em conta a diminuição de 10% do número de ciclistas a considerar foi de 1.437.543 e 10% superior foi de 1.756.998.

Mantendo todos os outros impactos e parâmetros iguais, com a diminuição de 10% verificou-se para o período em análise 2017 a 2032 um VAL positivo de 503.925.338€. Para o aumento de 10%, verificou-se um VAL positivo de 561.872.491€ (Anexo H).

Taxa de desconto

Relativamente à análise de sensibilidade realizada para a taxa de desconto foi novamente calculado o valor do impacto das ciclovias utilizando uma taxa de 3% e 7%.

Com a utilização da taxa de desconto de 3%, obtém-se um VAL positivo de 582.846.761€. Ao utilizar uma taxa de desconto de 7% é originado um VAL positivo de 489.766.394€ (Anexo H).

4 Conclusão

Com o panorama que se vive atualmente, a sociedade é obrigada a mudar os seus hábitos e a ponderar as suas escolhas. A ideia de um desenvolvimento sustentável tem-se tornado cada vez mais presente, tanto no âmbito económico como no âmbito social. A urgente atuação que se exige para a proteção do meio ambiente é fulcral de forma a garantir a sua preservação para as futuras gerações. Uma das mudanças realizadas foi no setor dos transportes, facilitou-se o uso de transportes públicos e incentivou-se o uso da bicicleta, através da construção das ciclovias na cidade de Lisboa.

Ao longo deste capítulo, são refletidas as principais conclusões da Análise Custo-Benefício realizada, tendo em conta o objetivo central de avaliar os custos e os benefícios da utilização das ciclovias no concelho de Lisboa, tendo em conta todos os intervenientes (utilizadores e sociedade). É demonstrada também a resposta à questão de investigação: Os benefícios das ciclovias na cidade de Lisboa são superiores aos custos? Por último, destacam-se as principais limitações da investigação e recomendações para o futuro.

Esta investigação permitiu verificar que os benefícios são maiores que os custos e que o investimento apresenta um Valor Atualizado Líquido positivo de 526.844.705€, pelo que se considera que a utilização de ciclovias é viável.

Os impactos analisados incluem: utilização e manutenção dos veículos, tempo de viagem, saúde da população, construção e manutenção de ciclovias, acidentes rodoviários, e poluição atmosférica.

Tendo em consideração que os impactos considerados apresentam um nível de incerteza, e que em grande parte dos impactos de custos/ benefícios tiveram de se assumir pressupostos, foi realizada uma análise de sensibilidade que permite compreender a robustez dos resultados. Esta análise permitiu aplicar uma variação de 10% positiva e 10% negativa a um dos indicadores com maior incerteza para o cálculo dos impactos. Mantendo todos os outros impactos constantes, foi possível observar que mesmo ao aumentar 10% ou diminuir 10% um dos indicadores, o VAL continua a ser positivo, o que permite afirmar que mesmo variando 10% (negativamente ou positivamente) o valor do VAL não se altera significativamente. Adicionalmente, foi realizada uma análise com o mesmo propósito, mas para testar a taxa de desconto, sendo que foi utilizada uma variação de 3% e de 7%. Em ambos os casos, verificou-se que o valor do VAL também não apresentou alteração significativa.

Desta forma, conclui-se que é de elevada importância o incentivo à utilização das ciclovias de uma forma regular e contínua para que haja um retorno efetivo dos investimentos realizados.

Importa destacar que no desenvolvimento da dissertação foram encontradas diversas limitações. Em primeira instância, a dificuldade de contabilizar todos os impactos dos custos e dos benefícios que, em parte se deve à utilização da metodologia da ACB e à falta de recursos para proceder ao cálculo dos impactos. Acrescenta-se também a complexidade de quantificar certos custos como a percepção de segurança, desconforto ou aspetos incomensuráveis como lesões ou até a morte. Contudo, foi ainda necessário utilizar alguns pressupostos, por não existirem dados aplicados à situação em análise e particularmente dados atualizados que possibilitem análise efetiva do período selecionado. Alguns dados com esta limitação são relativos ao volume dos carros, o tempo de tráfego, a poluição atmosférica.

Para além do supracitado, a utilização de valores de estudos cujos resultados poderão já não coincidir com a atualidade, em virtude do valor estipulado para todos os anos, mantém-se igual sem considerar possíveis variações.

Relativamente à escolha dos indicadores presentes na dissertação, esta adveio do facto de terem sido os mais mencionados pelos autores e os que se encontravam no estudo de Sevilha. Contudo, sabendo que análises deste tipo são limitadas pelo reduzido número de indicadores utilizados (podendo desta forma induzir a desvios nos resultados), é aconselhável a inclusão do maior número de impactos em análises semelhantes.

No que respeita às futuras recomendações, uma delas é reavaliar o investimento das ciclovias para validar se a rentabilidade continua a aumentar, estagna ou até se reduz. Outra recomendação, seria a criação de políticas de incentivo à utilização de bicicletas e planos para instruir a sociedade no sentido de aumentar o número de ciclistas e frequência de utilização das ciclovias. Para além destes, é pertinente que sejam realizados e desenvolvidos relatórios e bases de dados que permitam uma monitorização dos dados relativos aos diferentes impactos das ciclovias.

Tendo em conta a escassez de dados identificada anteriormente, considera-se bastante importante a recolha e disponibilização de informação relativa aos mesmos. Através de bases de dados ou relatórios atualizados de forma regular, permite-se a monitorização futura dos dados relativos aos diferentes impactos nas ciclovias. Seria particularmente interessante definir, no futuro, indicadores para facilitar a monitorização, e garantir a

precisão da informação. Esta informação poderia ser bastante benéfica para facilitar a tomada de decisão de investimento futuro em ciclovias.

5 Referências bibliográficas

- APA. (2017). Estimativas De População Exposta A Ruído Ambiente Em Portugal Continental, 1–9.
- ANSR. (2019). Relatório Anual de Segurança Rodoviária: 2019, 99–138.
- Aruldoss, M., Lakshmi, T. M., & Venkatesan, V. P. (2013). A survey on multi criteria decision making methods and its applications. *American Journal of Information Systems*, 1(1), 31-43.
- Bickel, P., Friedrich, R., Burgess, A., Fagiani, P., Hunt, A., De Jong, G., Laird, J., Lieb, C., Lindberg, G., Mackie, P., Navrud, S., Odgaard, T., Ricci, A., Shires, J., Tavasszy, L. (2006). *Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment*. HEATCO. Deliverable 5. Proposal for Harmonised Guidelines. European Commission, Directorate General Energy and Transport, Brussels.
- Boardman, A. A., Greenberg, D. H., Vining, A. R., and Weimer, D. L. Cost. (2011). *Cost Benefit Analysis: Concepts and Practice*. Boston: Prentice Hall, 4th ed.
- Börjesson, M., & Eliasson, J. (2012). The value of time and external benefits in bicycle appraisal. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46(4), 673–683.
- Van Wee, B., & Börjesson, M. (2015). How to make CBA more suitable for evaluating cycling policies. *Transport policy*, 44, 117-124.
- Brey, R., Castillo-Manzano, J. I., Castro-Nuño, M., López-Valpuesta, L., Marchena-Gómez, M., & Sánchez-Braza, A. (2017). Is the widespread use of urban land for cycling promotion policies cost effective? A Cost-Benefit Analysis of the case of Seville. *Land Use Policy*, 63, 130–139.
- Câmara Municipal de Lisboa. (junho de 2021). *Como Pedala Lisboa: Rumo a uma cidade mais sustentável*. Obtido em 15 de outubro de 2021 de: <https://www.lisboa.pt/cidade/mobilidade/meios/bicicleta>
- Cavill, N., Kahlmeier, S., Rutter, H., Racioppi, F., & Oja, P. (2007). *Economic assessment of transport infrastructure and policies: methodological guidance on the economic appraisal of health effects related to walking and cycling* (No. EUR/06/5068072). Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.
- Cellini, S. R., & Kee, J. E. (2010). Cost-effectiveness and cost-benefit analysis. Em *Handbook of Practical Program Evaluation* (pp. 493–530).

- Chen, Z. C., Wang, F., & Feng, Q. (2016). Cost-benefit evaluation for building intelligent systems with special consideration on intangible benefits and energy consumption. *Energy and Buildings*, 128, 484–490.
- Choy, Y. K. (2018). Cost-benefit Analysis, Values, Wellbeing and Ethics: An Indigenous Worldview Analysis. *Ecological Economics*, 145, 1–9.
- Comissão Europeia. (1999). *cycling: the way ahead for towns and cities*. Obtido em 22 de outubro de 2021 de: https://road-safety.transport.ec.europa.eu/sites/default/files/erso-country-overview-2017-portugal_en.pdf
- Comissão Europeia. (2014). Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects: Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020. Publications Office of the European Union. Obtido em 20 de Novembro de 2021 de: https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/cba_guide.pdf
- Comissão Europeia. (2016). *Road Safety Country Overview - Portugal*.
- De Hartog, J. J., Boogaard, H., Nijland, H., & Hoek, G. (2010). Do the health benefits of cycling outweigh the risks?. *Environmental health perspectives*, 118(8), 1109-1116.
- DEKRA. (2020). Relatório De Segurança Rodoviária 2020- Mobilidade Sobre Duas rodas- Passos para a concretização da Visão Zero. Obtido em 18 de março de 2022 de: https://fleetmagazine.pt/wp-content/uploads/2020/12/DEKRA-Road-Safety-Report_2020.pdf
- Delft, C. E. (2020). Health costs of air pollution in European cities and the linkage with transport. Disponível em : <https://cleanair4health.eu/wp-content/uploads/sites/2/2020/10/final-health-costs-of-air-pollution-in-european-cities-and-the-linkage-with-transport-c.pdf>
- Diakoulaki, D., & Karangelis, F. (2007). Multi-criteria decision analysis and cost-benefit analysis of alternative scenarios for the power generation sector in Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11(4), 716–727.
- Dodgson, J., Spackman, M., Pearman, A. & Phillips, L. (2009). Multi-criteria analysis: A manual. London: Department of the Environment Transport and the Regions.
- Drummond, M. F.; O'Brien, B. J., Stoddart, G. L. & Torrance, G. W. (1997). Methods for the Economic Evaluation of Health Care Programmes, Oxford Medical Publications, *Oxford University Press*, 2.a ed, Oxford.
- Ensslin, L., Neto, G. M., & Noronha, S. M. (2001). Apoio a Decisão – Metodologias para Estruturação de Problemas e Avaliação Multicritérios de Alternativas.

- European Cyclists' Federation. (2018). *The benefits of cycling*. Obtido em 22 de outubro de 2021. <http://business.turismodeportugal.pt/SiteCollectionDocuments/portuguese-trails/the-benefits-of-cycling.pdf>
- EVALSED. (2011). A avaliação do Desenvolvimento Socioeconómico, MANUAL TÉCNICO II: Métodos e técnicas Instrumentos de Enquadramento das Conclusões da Avaliação: Análise Custo-Benefício. Manuais Técnicos Do EVALSED, 1–15.
- Field & Field (2014) Introdução à Economia do Meio-Ambiente, McGrawHill (cap. 6 a 8).
- Gauthier, G., Thibault, M. (1993). L'analyse coûts-avantages, défis et controverses, HECCEAI. Economica.
- Gössling, S., & Choi, A. S. (2015). Transport transitions in Copenhagen: Comparing the cost of cars and bicycles. *Ecological Economics*, 113, 106–113.
- Gotschi, T. (2011). Costs and benefits of bicycling investments in Portland, Oregon. *Journal of Physical Activity and Health*, 8(s1), S49-S58.
- Guess, George M., & Farnham, Paul G.(2000). Cases in Public Policy Analysis. *Washington, DC: Georgetown University Press*. pp. 304–308. ISBN 0-87840-768-5.
- Hajkowicz, S., Spencer, R., Higgins, A., & Marinoni, O. (2008). Evaluating water quality investments using cost utility analysis. *Journal of Environmental Management*, 88(4), 1601–1610.
- Hanley, N., & Spash, C. (1993). *Cost-Benefit Analysis and the Environment*. Edward Elgar Publishing.
- Hunkin, S., & Krell, K. (2020). Cycling Cities: Policy Brief from the Policy Learning Platform on Low-carbon economy. *Interreg Europe*. https://www.interregeurope.eu/sites/default/files/inline/Policy_brief_Cycling_cities.pdf
- IMT. (2012). Ciclando - Plano de Promoção da Bicicleta e Outros Modos Suaves.
- INE. (2018). Mobilidade e funcionalidade do território nas Áreas Metropolitanas do Porto e Lisboa 2017, 1– 203.
- Instituto Superior Técnico. (2021). Relatório Preliminar –Projeto: CML-Ativos: Monitorização e Avaliação do Impacte Socioeconómico de Modos Alternativos de Mobilidade.
- Jornal Diário de Notícias. (junho de 2020). “Ciclovias. Do Terreiro do Paço à Ameixoeira e ao aeroporto de bicicleta”. Obtido em 16 de dezembro de 2021 de: <https://www.dn.pt/cidades/ciclovias-do-terreiro-do-paco-a-ameixoeira-e-ao-aeroporto-de-bicicleta-12277984.html>

- Jornal Observador. (julho de 2016). “Lisboa duplica ciclovias na cidade face a aumento de utilizadores”. Obtido em 16 de dezembro de 2021 de: <https://observador.pt/2016/07/31/lisboa-duplica-ciclovias-na-cidade-face-a-aumento-de-utilizadores/>
- Kumar, A., Sah, B., Singh, A. R., Deng, Y., He, X., Kumar, P., & Bansal, R. C. (2017). A review of multi criteria decision making (MCDM) towards sustainable renewable energy development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69, 596–609.
- LeasePlan Corporation N.V. (2019). Car Cost Index
- Litman, T. (2009). Transportation cost and benefit analysis. *Victoria Transport Policy Institute*, 31, 1-19.
- Matos, C. (2020). *Análise Custo-Benefício associada a Ciclovias: Caso de Estudo do troço da Av. Cidade de Praga*. [Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico]. <https://catalogo-ist.biblioteca.ulisboa.pt/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=1631183>
- Nurmi, V., & Ahtainen, H. (2018). Distributional Weights in Environmental Valuation and Cost-benefit Analysis: Theory and Practice. *Ecological Economics*, 150, 217–228.
- Oceanu, L., & Bucsa, R. C. (2013). The Role of Financial Analysis in Cost Benefit Analysis. *Economy Transdisciplinarity Cognition*, 16 (2), pp. 114-123.
- Odeck, J., & Kjerkreit, A. (2019). The accuracy of benefit-cost analyses (BCAs) in transportation: An ex-post evaluation of road projects. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 120, 277–294.
- Özden, Ö., Döğeroğlu, T., & Kara, S. (2008). Assessment of ambient air quality in Eskişehir, Turkey. *Environment International*, 34(5), 678-687.
- Parkin, D., & Devlin, N. (2006). Is there a case for using visual analogue scale valuations in cost-utility analysis? *Health Economics*, 15(7), 653–664.
- Richardson, J. (1994). Cost Utility Analysis: What should be measured?. *Social Science & Medicine*, 39(1), 7– 21.
- Rojas-Rueda, D., de Nazelle, A., Teixidó, O., & Nieuwenhuijsen, M. J. (2012). Replacing car trips by increasing bike and public transport in the greater Barcelona metropolitan area: a health impact assessment study. *Environment international*, 49, 100-109.
- Rabl, A., & De Nazelle, A. (2012). Benefits of shift from car to active transport. *Transport policy*, 19(1), 121-131.

- Sælensminde, K. (2004). Cost–benefit analyses of walking and cycling track networks taking into account insecurity, health effects and external costs of motorized traffic. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 38(8), 593–606.
- Silva, C. M. P. D., Bravo, J. M., & Gonçalves, J. M. (2021). Impacto Económico e Social da Sinistralidade Rodoviária em Portugal.
- Silva, M. (1973). Análise Sistémica. Modelização Social e Planificação. *Análise Social* nº38 Lisboa: Gabinete de investigações sociais, Vol. X 2º.
- Tribunal de Contas Europeu. (2022). *Tributação da energia, tarifação do dióxido de carbono e subvenções ao setor da energia*. Obtido: https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/RW22_01/RW_Energy_taxation_PT.pdf
- Vigren, A., & Ljungberg, A. (2018). Public Transport Authorities' use of Cost-Benefit Analysis in practice. *Research in Transportation Economics*, 69, 560–567.
- Vörös, T. (2018). Methodological Challenges in Cost-Benefit Analysis. *Public Finance Quarterly*, 63(3), 402–423.
- Wang, G., Macera, C. A., Scudder-Soucie, B., Schmid, T., Pratt, M., & Buchner, D. (2005). A cost-benefit analysis of physical activity using bike/pedestrian trails. *Health promotion practice*, 6(2), 174-179.
- Wang, S. J., Middleton, B., Prosser, L. A., Bardon, C. G., Spurr, C. D., Carchidi, P. J., ... & Bates, D. W. (2003). A cost-benefit analysis of electronic medical records in primary care. *The American journal of medicine*, 114(5), 397-403.
- Williams, B. (2008). Cost-benefit analysis. *Economic and Labour Market Review*, 2(12), 67–70.
- World Health Organization. (2017). *Health economic assessment tool (HEAT) for walking and for cycling - Methods and user guide on physical activity, air pollution, injuries and carbon impact assessments*. Obtido em 15 de outubro de 2021 de: https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0010/352963/Heat.pdf

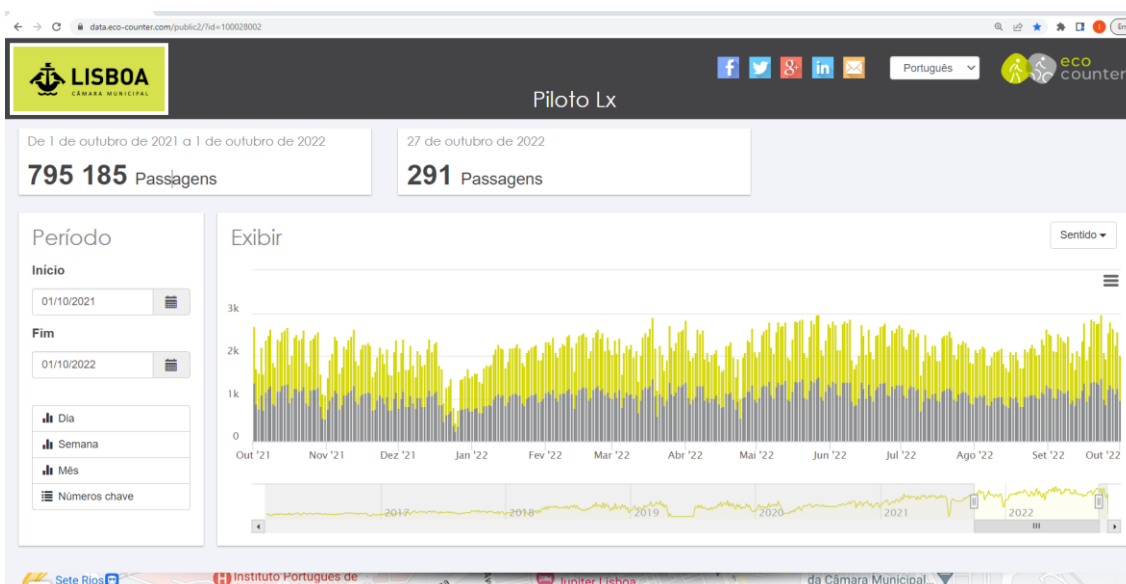
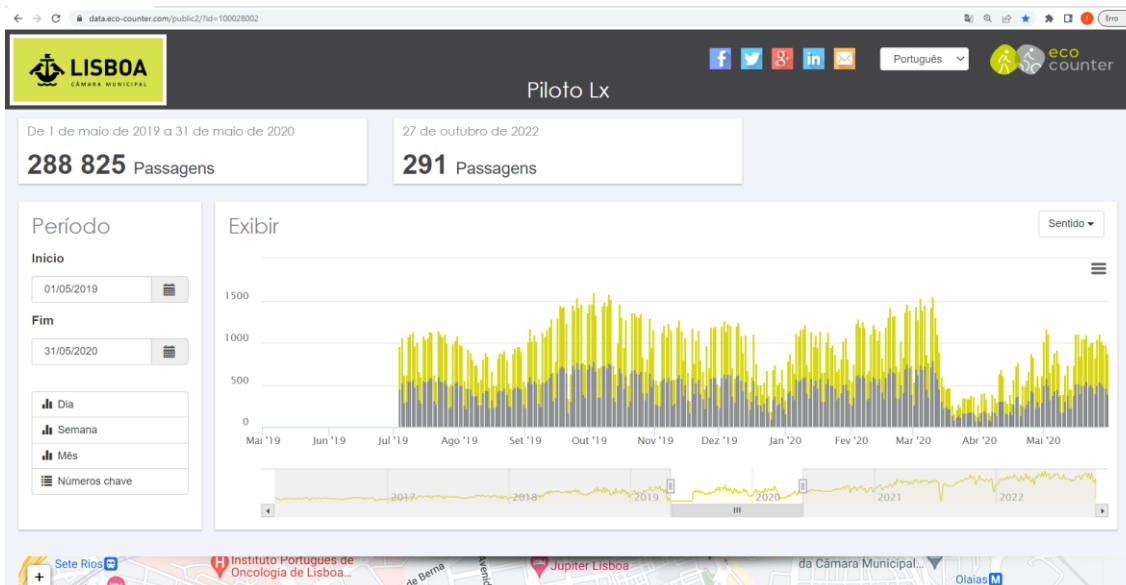
6 Anexos

Anexo A – Rede de ciclovias presentes em Lisboa. Fonte: <https://www.ciclovias.pt/?lat=38.74384&lng=-9.19779&z=13&m=d&l=1>



Anexo B – Cálculo do número de ciclistas (2017 a 2022). Fonte: <https://data.eco-counter.com/public2/?id=100028002>





Anexo C – Cálculo do número de ciclistas

Ano	Nº de ciclistas diário Hora de Ponta	Nº ciclistas anual	% de automóveis substituídos por bicicletas	Substituíram o automóvel pela bicicleta
2017 maio	2 787	2 034 510		590 008
2018 maio	5 201	3 796 730		1 101 052
2019 maio	5 751	4 198 230		1 217 487
2020 outubro	7 465	5 449 450	29%	1 580 341
2021 maio	7 089	5 174 970		1 500 741
2022 maio	9 000	7 542 341		2 187 279
2017 vs 2022	6 213	5 507 831		1 597 271

Anexo D – Cálculo da valorização monetária dos 6 impactos selecionados

Indicador	Dados	Análise de sensibilidade	
(1) Utilização e manutenção dos veículos		10% abaixo	10% acima
Preço médio de cada bicicleta	519		
Vida útil de uma bicicleta	5		
Valor da revisão da bicicleta	60		
Média de km das deslocações de bicicleta com origem e destino no município de Lisboa	4,2		
Dias úteis	22		
Média de deslocações que cada pessoa realizou de bicicleta por dia em Lisboa	2,6		
CUB (Custo de Utilização de Bicicleta)	€ 0,2385		
Custo médio mensal de possuir um automóvel	605		
Meses anuais	12		
CUA (Custo de Utilização do Automóvel)	€ 2,5183		
Nº de novos ciclistas que substituíram o carro pela bicicleta	1 597 271		
Poupança de utilização de bicicleta face às despesas de utilização de um automóvel	€ 2,280	2,05 €	2,51 €
VMUMV (Valorização monetária da utilização e manutenção de veículos)	3 641 423 €	3 277 280 €	4 005 565 €

Indicador	Dados	Análise de sensibilidade	
(2) Tempo de viagem		10% abaixo	10% acima
Tempo de viagem a percorrer 4,2 km de automóvel (minutos)	19		
Tempo de procura de estacionamento (minutos)	12		
Tempo de viagem a percorrer 4,2 km de bicicleta (minutos)	16		
Valorização monetária da poupança no tempo de lazer para o automóvel	8,77		
Valorização monetária da poupança do tempo de lazer para a bicicleta	4,39		
CTV (Custo do tempo de viagem)	3,36 €	3,03 €	3,70 €
Nº de novos ciclistas que substituíram o carro pela bicicleta	1 597 271		
VMPTV (Valorização monetária da poupança do tempo de viagem)	5 369 759 €	4 832 783 €	5 906 735 €

Impacto	Dados	Análise de sensibilidade	
(3) Saúde da população		10% abaixo	10% acima
Tempo horas por semana	3		
Média de km das deslocações de bicicleta com origem e destino no município de Lisboa	4,2		
Risco relativo para todas as causas de morte para todos os utilizadores regulares de bicicleta entre as idades de 20 a 60 anos	0,72		
Distância percorrida em Copenhaga por ciclista por ano	1512		
Valor por minuto	52,00		
Risco de mortalidade de ciclistas para os ciclistas habituais	0,8787		
Proteção contra os riscos de mortalidade para os ciclistas habituais	0,12	0,11	0,13
Número de mortes	23 850		
Total da população	6 414 535		
Risco de mortalidade	0,379%	0,003	0,004
Valor de morte evitada	1 505 000		
VMS (Valorização monetária da saúde)	20 855 235 €	18 769 711 €	22 940 758 €

Indicador	Dados
(4) Construção e manutenção das ciclovias	
Investimento em 2016	- 2 500 000
Investimento 2020 (informação EMEL)	- 2 750 347
Investimento 2020 a 2030	3 300 000
Construção e manutenção	- 68 707

Indicador	Dados
(5) Acidentes rodoviários	
Número de feridos ligeiros	54
Número de feridos graves	- 0
Número de vítimas mortais	0
Custo médio incorrido por cada ferido ligeiro	13 800
Custo médio incorrido por cada ferido grave	201 100
Custo médio incorrido por cada vítima mortal	1 505 000

VMAR (Valorização monetário dos acidentes rodoviários) - 1 305 520 €

Indicador	Dados	Análise de sensibilidade	
		10% abaixo	10% acima
(6.1) Poluição atmosférica			
Média de km das deslocações de bicicleta com origem e destino no município de Lisboa	4,2		
Média de km das deslocações de automóvel com origem e destino no município de Lisboa	9,00		
Nº de deslocações/dia de automóvel de passageiros em Lisboa	313 943		
Deslocações médias na cidade de Lisboa	2,6		
Custo da poluição do ar em Lisboa	635 590 170		
CEGP (Custo das emissões de gases poluentes atmosféricos)	0,85	0,77 €	0,94 €
Nº de novos ciclistas que substituíram o carro pela bicicleta	1 597 271	1 437 544	1 756 998
VMGPA (valorização monetária dos gases poluentes atmosféricos)	31 847 425 €	28 662 683 €	35 032 168 €
(6.2) Poluição do ar			
Média de km das deslocações de bicicleta com origem e destino no município de Lisboa	9		
Emissões por quilómetro com automóveis de passageiros a gasolina	170,76		
Emissões por quilómetro com automóveis de passageiros a gásóleo	171,44		
Taxa de carbono (€/t CO2)	23,80		
CGEE (Gasolina)	€ 0,036577	0,03 €	0,04 €
CGEE (Gásóleo)	€ 0,036722	0,03 €	0,04 €
CGEE (Custo dos gases efeito de estufa)	€ 0,037	0,03 €	0,04 €
Nº de novos ciclistas que substituíram o carro pela bicicleta	1 597 271	1 437 544	1 756 998
VMGEE (Valorização monetária das emissões de gases efeito de estufa)	1 372 543 €	1 235 289 €	1 509 798 €
VMPAT (Valorização monetária da poluição atmosférica)	33 219 969 €	29 897 972 €	36 541 966 €

Anexo E – Acidentes rodoviários

Tabela 18: Veículos intervenientes em acidentes segundo a categoria, por natureza do acidente

		Atropelamento		Colisão		Despiste		Total Veículos (V)		Veículos em Circulação 2019	V/1000 Vci 2019
		2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019		
Veículo Leigo	Passageiros	3 859	3 831	24 618	25 916	6 198	6 166	34 675	35 913		
	Mercadorias	819	790	5 044	5 337	1 319	1 321	7 182	7 448		
	Outros	45	35	278	310	75	88	398	433		
	N.D.	95	103	41	29	11	8	147	140		
	Total	4 818	4 759	29 981	31 592	7 603	7 583	42 402	43 934	6 568 716	6.69
Veículo Pesado	Passageiros	92	102	339	337	29	24	460	463		
	Mercadorias	48	47	674	574	117	128	839	749		
	Outros	16	18	251	312	58	74	325	404		
	N.D.	1	3	0	1	0	0	1	4		
	Total	157	170	1 264	1 224	204	226	1 625	1 620	147 109	11.01
Velocípedes		104	132	1 379	1 563	573	649	1 735	1 794		
Ciclomotores		45	69	1 399	1 327	1 046	982	2 490	2 378	264 005	9.01
Motociclos		172	217	3 705	4 345	2 134	2 539	6 011	7 101	396 934	17.89
Outros		71	56	320	292	305	318	1 017	1 216		
N.D.		99	99	90	146	2	11	191	256		
Total		5 466	5 502	38 138	40 489	11 867	12 308	55 471	58 299	7 376 764	

* Valor total de veículos em circulação independente da categoria de veículo. Fonte: ASF.

Tabela 21: Vítimas segundo a categoria do veículo

	VM		FG		FL		Total de Vítimas		VM/100 Vítimas		FG/100 Vítimas	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Peões	156	134	388	409	5 108	5 180	5 652	5 723	3	2	7	7
Veic. Ligeiros	294	282	895	918	25 116	25 826	26 305	27 026	1	1	3	3
Veic. Pesados	11	8	32	30	672	559	715	597	2	1	4	5
Velocípedes	24	26	107	106	1 853	2 104	1 984	2 236	1	1	5	5
Ciclomotores	40	34	141	138	2 384	2 274	2 565	2 446	2	1	5	6
Motociclos	105	116	369	498	5 725	6 736	6 199	7 350	2	2	6	7
Outros	45	26	63	68	474	496	582	590	8	4	11	12
N.D.	0	0	0	1	3	8	3	9	0	0	0	11
Total	675	626	1 995	2 168	41 335	43 183	44 005	45 977	2	1	5	5

* Condutores e Passageiros

N.D. = Não Identificado

Anexo F – Custo social da poluição do ar

Portugal

City	Total annual damage	Per capita damage	Damage as % of GDP	PM2.5 2018 (µg/m3/year)	PM10 2018 (µg/m3/year)	NO2 2018 (µg/m3/year)	O3 2018 (µg/m3/year)	Population (in year)	GDP per capita (PPP)	Footnotes
Coimbra	€ 85.8 mln	€ 598	3.0%	9.10	14.61	14.37	9.36	143589 (2011)	€ 20,000	b
Faro	€ 50.1 mln	€ 775	3.4%	11.26	18.09	10.24	22.56	64600 (2011)	€ 23,000	b
Funchal	€ 67.6 mln	€ 603	2.6%	4.75	18.53	36.11	15.57	111990 (2011)	€ 23,000	
Lisboa	€ 635.6 mln	€ 1,159	3.9%	12.34	20.56	23.75	11.35	548422 (2011)	€ 30,000	ac
Porto	€ 226.1 mln	€ 950	4.5%	10.98	17.64	56.15	6.41	238046 (2011)	€ 21,000	abc
Setúbal	€ 115.6 mln	€ 954	4.1%	14.44	23.18	14.13	14.71	121257 (2011)	€ 23,000	abc
Sintra	€ 236.1 mln	€ 625	2.7%	8.38	18.17	12.81	15.23	377680 (2011)	€ 23,000	

Footnotes:

- a) Average PM10 emissions from EEA have been adjusted for reported figures in Urban Audit data (Eurostat)
- b) Average PM2.5 emissions have been imputed using an average factor of PM2.5/PM10
- c) Average NO2 emissions from EEA have been adjusted for reported figures in Urban Audit data (Eurostat)

Anexo G – Valorização monetária dos custos e benefícios e valor atualizado líquido

Período temporal	Impactos nos utilizadores de bicicletas			Impactos na comunidade como um todo			Valor Atualizado Líquido
	(1) Utilização e manutenção dos veículos	(2) Tempo de viagem	(3) Saúde da população	(4) Construção e manutenção de infraestruturas	(5) Acidentes rodoviários	(6) Poluição atmosférica	
2016				2 500 000 €			2 500 000 €
2017 a 2022	3 641 423 €	5 369 759 €	20 855 235 €	-	1 305 520 €	33 219 969 €	59 030 518 €
2023	3 468 022 €	5 114 056 €	19 862 128 €	-	1 243 352 €	31 638 065 €	58 770 212 €
2024	3 302 878 €	4 870 529 €	18 916 313 €	-	1 184 145 €	30 131 491 €	55 968 359 €
2025	3 145 598 €	4 638 599 €	18 015 536 €	-	1 127 757 €	28 696 658 €	53 299 927 €
2026	2 995 807 €	4 417 714 €	17 157 653 €	-	1 074 054 €	27 330 150 €	50 758 564 €
2027	2 853 150 €	4 207 346 €	16 340 622 €	-	1 022 909 €	26 028 715 €	48 338 218 €
2028	2 717 286 €	4 006 997 €	15 562 497 €	-	974 199 €	24 789 252 €	46 033 126 €
2029	2 587 891 €	3 816 187 €	14 821 426 €	-	927 809 €	23 608 812 €	43 837 801 €
2030	2 464 658 €	3 634 464 €	14 115 644 €	-	883 627 €	22 484 582 €	41 747 015 €
2031	2 347 294 €	3 461 394 €	13 443 470 €	-	841 550 €	21 413 888 €	39 755 790 €
2032	2 235 518 €	3 296 566 €	12 803 305 €	-	801 476 €	20 394 179 €	37 859 385 €
							532 898 914 €

