



3480

Análises Custo-Benefício

Expansão do Metro do Porto Santo Ovídio/Vila D'Este

TiS

MOVIMENTO INTELIGENTE

Índice de Conteúdos

1. SUMÁRIO EXECUTIVO	1
2. METODOLOGIA E ESTRUTURA DO RELATÓRIO.....	2
3. PROPOSTA E OBJETIVOS DO PROJETO DE EXTENSÃO DA REDE DA MP	4
4. ANÁLISE DE OPÇÕES E CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS.....	5
4.1. Opções iniciais e análise multicritério	5
4.2. Criação de cenários.....	6
4.2.1. Cenário Base (Cenário “do-nothing”)	6
4.2.2. Cenário com Projeto (Cenário “do-something”)	7
5. IMPACTES NA PROCURA	8
5.1. Pressupostos do Modelo.....	8
5.2. Resultados do modelo	9
6. EVOLUÇÃO DA OFERTA.....	11
7. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO	13
7.1. Período de análise	13
7.2. Custos de Investimento	13
7.3. Custos de Exploração.....	15
7.3.1. Tipologia de Custos de Exploração	15
7.3.1.1. Custos de Remuneração do Subconcessionário	15
7.3.1.2. Outros custos de exploração	16
7.3.2. Total de Custos de Exploração	18
7.4. Valor residual	18
7.5. Receitas Operacionais.....	19
7.5.1. Tipologia de Receitas Operacionais	19
7.5.1.1. Receitas de bilhética	19
7.5.1.2. Outras fontes de receita.....	19
7.5.2. Total de Receitas Operacionais	20
7.6. Benefícios Socioeconómicos.....	20
7.6.1. Excedente do Produtor	25
7.6.1.1. Benefícios associados à redução dos custos de operação do transporte público por menor necessidade de oferta	25
7.6.1.2. Benefícios associados à redução dos custos de operação do transporte individual (componente custo não percebido)	26
7.6.1.3. Benefícios associados à redução nos custos de manutenção da rodovia	27
7.6.2. Excedente do Consumidor	28
7.6.2.1. Benefícios associados à redução do tempo de viagem do tráfego desviado	28
7.6.2.2. Benefícios gerados para o tráfego induzido pela nova oferta.....	30
7.6.2.3. Benefícios associados à redução dos custos de operação do transporte individual (componente do custo percebido)	32
7.6.2.4. Benefícios associados à redução dos custos do congestionamento	33
7.6.3. Benefícios para a sociedade associados a externalidades positivas	34



7.6.3.1. Benefícios ambientais, passageiros transferidos do TP e passageiros transferidos do TI ...	34
7.6.3.2. Benefícios decorrentes da menor contribuição para as alterações climáticas	37
7.6.3.3. Benefícios decorrentes de menor poluição sonora	39
7.6.3.4. Benefícios decorrentes de menos veículos em circulação - Acidentes	40
8. FONTES DE FINANCIAMENTO DO PROMOTOR E DO PROJECTO	42
9. ANÁLISE FINANCEIRA	46
9.1. Análises de sustentabilidade financeira	46
9.2. Análises de retorno financeiro	49
9.2.1. Parâmetros Relevantes	49
9.2.2. Indicadores de retorno financeiro	49
9.2.3. Taxa de desconto	49
9.2.4. Resultados	50
10. ANÁLISE ECONÓMICA.....	51
10.1. Correção de preços.....	51
10.2. Parâmetros relevantes.....	52
10.2.1. Valor residual económico	53
10.3. Indicadores de retorno económico	53
10.4. Taxa de desconto	53
10.5. Resultados	53
11. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE E RISCO	55
11.1. Análise de Sensibilidade.....	55
11.2. Análise de Risco Qualitativa	57
11.3. Análise de Risco Quantitativa	63
11.3.1. Variáveis críticas	64
11.3.2. Caracterização das variáveis críticas	64
11.3.3. Simulação de risco	65
11.3.4. Resultados	66
11.3.4.1. Análise financeira na ótica do projeto.....	66
11.3.4.2. Análise financeira na ótica do capital nacional	67
11.3.4.3. Análise económica.....	68
11.3.5. Discussão	69
12. CONCLUSÕES.....	70
13. ANEXOS	72

Índice de Tabelas

Tabela 1: Taxas de inflação consideradas	3
Tabela 2: Evolução de procura no período de <i>ramp up</i>	8
Tabela 3: Evolução da procura (<i>validações anuais</i>)	10
Tabela 4: Esquemas de circulação diária nas linhas de metro da rede atual	11
Tabela 5: Esquema de circulação diária na Linha Amarela	12
Tabela 6: Custos de investimento do projeto de expansão da Linha Amarela (em 10 ³ euros).....	14
Tabela 7: Total de custos de exploração, no total do período de análise (em 10 ³ euros).....	18
Tabela 8: Fatores de conversão de passageiros em validações, por segmento.....	19
Tabela 9: Comissão anual de vendas Andante, 2019 - 2023 (em 10 ³ euros)	20
Tabela 10: Total de receitas operacionais, no total do período de análise (em 10 ³ euros).....	20
Tabela 11: Evolução do PIB <i>per capita</i>	21
Tabela 12: Total de benefícios socioeconómicos, no total do período de análise (em 10 ³ euros)	24
Tabela 13: Evolução da oferta anual de transporte público rodoviário.....	25
Tabela 14: Custo de operação do transporte público corrigidos a preços sombra (10 ³ euros)	26
Tabela 15: Coeficientes de Cálculo dos Custos Operacionais de TI (Euros por km)	27
Tabela 16: Custos de operação não percebidos do TI - excedente do produtor (10 ³ euros)	27
Tabela 17: Custos marginais de infraestrutura rodoviária	28
Tabela 18: Custo de manutenção da rodovia (10 ³ euros)	28
Tabela 19: Ponderações recomendadas e utilizadas na estimativa do tempo total de viagem	29
Tabela 20: Peso das viagens “em serviço” e “fora de serviço” por modo de transporte	30
Tabela 21: Custo do tempo de viagem em transporte público (10 ³ euros).....	30
Tabela 22: Custo do tempo de viagem em transporte individual (10 ³ euros).....	30
Tabela 23: Benefícios do tráfego induzido (10 ³ euros)	32
Tabela 24: Coeficientes de Cálculo dos Custos Operacionais percebidos de TI (Euros por km)	32
Tabela 25: Custos de operação percebidos do TI - excedente do consumidor (10 ³ euros)	33
Tabela 26: Custos marginais de congestionamento rodoviário	34
Tabela 27: Custo do congestionamento (10 ³ euros)	34
Tabela 28: Composição do parque automóvel nacional por cilindrada e tipo de combustível, em 2017	35
Tabela 29: Composição do parque automóvel no distrito do Porto, por antiguidade de matrícula, em 2017.....	35
Tabela 30: Peso relativo da frota de autocarro portuguesa (veículo <i>standard</i>) por norma EURO	35
Tabela 31: Custos das emissões por modo de transporte em Euros/vkm.....	36
Tabela 32: Custos de emissões poluentes do transporte público (10 ³ euros)	36
Tabela 33: Custos de emissões poluentes do transporte individual (10 ³ euros)	36
Tabela 34: Preços sombra do carbono (EUR/t CO ₂ e, preços de 2006)	38
Tabela 35: Custos da contribuição para as alterações climáticas (10 ³ euros)	38
Tabela 36: Custos Unitários do Ruído por modo de Transporte	39
Tabela 37: Custos da poluição sonora (10 ³ euros)	40
Tabela 38: Índices de sinistralidade estimados para Vila Nova de Gaia (valores para 2017)	40



Tabela 39: Custos sociais médios dos acidentes	41
Tabela 40: Custos dos acidentes rodoviários (10^3 euros)	41
Tabela 41: Empréstimos do Estado Português à MP, em milhões de euros	42
Tabela 42: Cálculo do défice de financiamento	44
Tabela 43: Investimento elegível para financiamento proveniente do PO SEUR, em milhares de euros	44
Tabela 44: Cálculo do montante máximo de financiamento (10^3 euros)	45
Tabela 45: Tesouraria e dívida da MP (10^3 euros)	47
Tabela 46: Tesouraria da operação do projeto (10^3 euros)	48
Tabela 47: Retorno do projeto (em 10^3 euros)	50
Tabela 48: Retorno do capital nacional (em 10^3 euros)	50
Tabela 49: Fatores de conversão aplicados aos preços de mercado, para obtenção dos preços sombra	52
Tabela 50: Fatores de conversão dos custos de investimento e exploração ponderados	52
Tabela 51: Resultados da Análise Económica (em 10^3 euros)	54
Tabela 52: Análise de sensibilidade ao VALf(c)	55
Tabela 53: Análise de sensibilidade ao VALf(k)	56
Tabela 54: Análise de sensibilidade ao VALe	56
Tabela 55: Análise de sensibilidade a variações maiores	56
Tabela 56: <i>Switching values</i> das variáveis críticas	57
Tabela 57: Classificação do nível de risco conforme os níveis de probabilidade e severidade	58
Tabela 58: Matriz de avaliação, prevenção e mitigação de riscos	63
Tabela 59: Custos anuais de exploração (em 10^3 euros) - cenário “do-nothing”	72
Tabela 60: Custos anuais de exploração (em 10^3 euros) - cenário “do-something”	75
Tabela 61: Total de receitas operacionais anuais (em 10^3 euros) - cenário “do-nothing”	78
Tabela 62: Total de receitas operacionais anuais (em 10^3 euros) - cenário “do-something”	79
Tabela 63: Benefícios socioeconómicos anuais (em 10^3 euros) - cenário “do-something”	81

Índice de Figuras

Figura 1: Traçado proposto para a expansão da Linha Amarela.....	4
Figura 2: Representação gráfica da "regra do triângulo"	31
Figura 3: Funções densidade de probabilidade das variáveis críticas.....	65
Figura 4: Distribuição de probabilidades do VALf (c)	66
Figura 5: Análise de sensibilidade de risco do VALf (c)	67
Figura 6: Distribuição de probabilidades do VALf (k)	67
Figura 7: Análise de sensibilidade de risco do VALf (k)	68
Figura 8: Distribuição de probabilidades do VALe	68
Figura 9: Análise de sensibilidade de risco do VALe.....	69



1. Sumário Executivo

A Análise Custo-Benefício (ACB) tem por objetivo “contribuir para a avaliação dos grandes projetos, a fim de:

- avaliar se é desejável cofinanciar o grande projeto (de um ponto de vista económico);
- avaliar se é necessário cofinanciar o grande projeto (de um ponto de vista económico).”¹

O presente relatório apresenta os resultados da ACB elaborada para o projeto de expansão da rede do Metro do Porto que contempla a construção de um novo troço de linha entre a estação de Santo Ovídio e o bairro de Vila d’Este, constituindo o prolongamento para sul da atual Linha D ou Linha Amarela.

A análise baseou-se nos dados de custos de investimento e exploração, disponibilizados pela Metro do Porto, e nos resultados do estudo de Procura e de Benefícios Sociais e Ambientais do troço em estudo, seguindo a metodologia da Comissão Europeia para a elaboração de ACB.

Concluiu-se que o projeto produz receitas financeiras superiores aos seus custos em todos os anos da análise com exceção do período compreendido entre 2019 e 2023, no qual a Metro do Porto terá de recorrer a endividamento intercalar de modo a acomodar o desfaseamento temporal entre o investimento e o financiamento a fundo perdido.

Apesar disto, no global do período de análise, o projeto apresenta um retorno financeiro negativo, com um Valor Atualizado Líquido financeiro negativo e uma Taxa Interna de Rentabilidade também negativa. O retorno sobre o capital nacional investido no projeto é, igualmente, negativo.

No entanto, o projeto gera benefícios económicos, sociais e ambientais superiores aos seus custos, produzindo um aumento de bem-estar social que justifica a sua implementação.

A análise de sensibilidade e risco sugere que existe incerteza relativa ao retorno financeiro do projeto, podendo este agravar-se caso os custos de investimento na infraestrutura sejam superiores ao esperado. A mesma análise sugere ainda uma baixa probabilidade de 3,2% do retorno económico do projeto vir a ser negativo, sobretudo no caso de as previsões de procura serem menos favoráveis que as previstas.

¹ Comissão Europeia: Regulamento-de-execução-ue-2015207-da-comissão_anexo-iii.pdf

2. Metodologia e Estrutura do Relatório

A Análise Custo-Benefício (ACB) consiste numa ferramenta analítica de avaliação de uma decisão de investimento, permitindo quantificar a variação no bem-estar atribuível ao mesmo. O objetivo primordial de uma ACB é o de ajudar a uma alocação de recursos mais eficiente, demonstrando a conveniência para a sociedade de uma intervenção particular por comparação com alternativas existentes.

A ACB de um projeto tem duas componentes essenciais: uma análise financeira e uma análise económica. Enquanto a análise financeira do projeto incide sobre os benefícios e custos imputados ao gestor e ao operador da infraestrutura, a análise económica incide sobre os benefícios e custos gerados para o conjunto da sociedade.

No projeto em estudo, os custos e benefícios gerados têm origem na alteração do comportamento de parte dos atuais “viajantes” em resultado da oferta de transportes proporcionada pela nova extensão do Metro do Porto. Releva, assim, relacionar essas alterações de comportamento com os impactes para a sociedade decorrentes do projeto.

Genericamente, uma ACB divide-se nas seguintes etapas:

- Caracterização dos cenários em análise, nomeadamente o cenário sem projeto (cenário “*do-nothing*”) e do cenário com projeto (cenário “*do-something*”);
- Identificação do horizonte temporal a considerar e monetarização de todos os benefícios e custos financeiros/económicos incrementais do projeto nesse horizonte, sendo estes iguais à diferença entre os benefícios (custos) no cenário com projeto e os benefícios (custos) de um cenário sem projeto. Acresce ainda a consideração do valor residual das infraestruturas, uma vez que se trata de infraestruturas que perduram para lá do horizonte temporal da análise;
- Escolha da Taxa de Desconto adequada;
- Cálculo de indicadores que permitam avaliar a *performance* financeira e económica do projeto, sejam eles o Valor Atual Líquido (VAL), que corresponde à soma dos fluxos financeiros/económicos líquidos atualizados à taxa de desconto apropriada, e a Taxa Interna de Rentabilidade (TIR).

Como principais fontes de informação, esta ACB recorreu:

- Ao plano de custos de investimento e de custos de operação, de manutenção e financeiros disponibilizados pela Metro do Porto relativos à rede existente e ao troço em estudo;
- Aos resultados do estudo de Procura e de Benefícios Sociais e Ambientais do troço em estudo;



- Às atuais recomendações europeias, nomeadamente as da Comissão Europeia (CE) e do Banco Europeu de Investimento (BEI), referenciando-se como fonte prioritária o “*Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects*”, *European Commission (December 2014)*.

Para a atualização de preços foram utilizados os valores da inflação publicados nas Estimativas do Banco de Portugal de Dezembro de 2018, para o período 2018 a 2021, e as estimativas do Banco Central Europeu, *HICP Inflation forecasts*, para o período entre 2022 e 2024. A partir de 2025 considera-se uma taxa de inflação constante igual ao último valor previsto.

Tabela 1: Taxas de inflação consideradas

2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025-2048
1,40%	1,40%	1,50%	1,60%	1,60%	1,70%	1,80%	1,80%

Fonte: Banco de Portugal e Banco Central Europeu

Notas de apoio à leitura do presente relatório:

- Os valores são apresentados a preços constantes de 1 de Janeiro de 2019, salvo indicação em contrário;
- Os valores são apresentados líquidos de impostos.

O relatório encontra-se assim estruturado da seguinte forma:

- O Capítulo 3 faz uma descrição global do projeto de expansão da rede proposto;
- O Capítulo 4 apresenta o racional da escolha do projeto de expansão da rede e os cenários criados para esta ACB;
- O Capítulo 5 apresenta os dados de procura extraídos do modelo de tráfego e utilizados na presente ACB;
- O Capítulo 6 apresenta a evolução de oferta prevista nos dois cenários considerados;
- O Capítulo 7 descreve todos os parâmetros e fatores que foram utilizados nas Análises Financeira e Económica do projeto;
- O Capítulo 8 apresenta as fontes de financiamento do projeto;
- O Capítulo 9 apresenta a Análise Financeira do projeto;
- O Capítulo 10 apresenta a Análise Económica do projeto;
- O Capítulo 11 apresenta a Análise de Sensibilidade e Risco;
- O Capítulo 12 apresenta as conclusões principais da presente ACB.
- O Capítulo 13 contém os Anexos.



3. Proposta e Objetivos do Projeto de Extensão da Rede da MP

O projeto que a Metro do Porto, S.A. pretende estudar em maior pormenor corresponde ao troço **Santo Ovídio - Vila D'Este**, extensão para sul da atual Linha Amarela. Por simplificação, este projeto de troço será apelidado de “expansão da Linha Amarela” no presente relatório.

Figura 1: Traçado proposto para a expansão da Linha Amarela



Fonte: Metro do Porto

Este troço contempla cerca de 3,15 km em via dupla, parte dos quais em túnel, e prevê a construção de três estações, todas elas no concelho de Vila Nova de Gaia:

- **Manuel Leão;**
- **Hospital Santos Silva:** a construir na zona do parque de estacionamento do hospital, atualmente existente, e com acessos de nível e diretos à Rua Conceição Fernandes;
- **Vila d'Este.**

A construção deste troço inclui também um poço de ventilação e emergência, um ramal de desvio para permitir a inversão de veículos e uma ligação a um Parque de Material e Oficinas (PMO) com capacidade para estacionamento de 20 veículos simples, equipado com estação de serviço e máquina de lavar.



4. Análise de Opções e Construção de Cenários

4.1. Opções iniciais e análise multicritério

A opção por estudar em maior pormenor a construção da extensão da Linha Amarela baseou-se numa análise multicritério prévia elaborada pelo CITTA - Centro de Investigação do Território, Transportes e Ambiente, através do Instituto de Construção da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP).

Esta análise consistiu num estudo de avaliação da procura estrutural de várias linhas alternativas para a expansão da rede de Metro do Porto, do qual resultou o relatório final *Avaliação da Procura Estrutural das Linhas Alternativas para Expansão da Rede de Metro do Porto*.

Este trabalho envolveu a modelação da relação entre a procura real verificada na atual rede do Metro do Porto, expressa pelo número de validações em cada uma das suas estações, e as características da envolvente imediata de cada estação, nomeadamente no que se refere aos seguintes indicadores: população residente, emprego, centralidade (distância em quilómetros à estação “Trindade”) e existência de grandes geradores de viagens na área de influência de cada estação. Esta relação serviu de base para estimação da procura potencial de cada nova estação proposta, em número de viagens com e sem transbordo, assim como dos ganhos de procura que cada nova extensão geraria para o resto da rede atual. A quantificação do total dos ganhos permitiu posteriormente compará-los à extensão prevista de cada linha proposta e ao número de novas estações propostas, por forma a encontrar as soluções economicamente mais viáveis.

A lista de linhas e extensões a analisar no relatório preliminar da CITTA foi elaborada pela Metro do Porto, e incluiu:

- A linha “Casa da Música - Devesas”, com cinco novas estações (Faculdade de Letras, Arrábida, Candal, Rotunda e Devesas);
- A linha “Casa da Música - São Bento”, com duas novas estações (Galiza e Hospital de Santo António);
- A linha “Circular”, com cinco novas estações (Avenida 25 de Abril, Praça Francisco Sá Carneiro, Covelo, Constituição e Constituição Poente);
- A linha “Circular - Casa da Música - São Bento” com sete novas estações (Avenida 25 de Abril, Praça Francisco Sá Carneiro, Covelo, Constituição, Constituição Poente, Galiza e Hospital de Santo António);
- A linha “ISMAI - Trofa”, com oito novas estações (Ribela, Muro, Serra, Bougado, Pateiras, Senhora das Dores, Trofa e Paradela);



- A linha “Matosinhos Sul - São Bento”, com onze estações novas (São Salvador, Parque da Cidade, Molhe, Império, Pasteleira, Fluvial, Lordelo, Botânico, Faculdade de Letras, Galiza e Hospital de Santo António);
- A linha “São Mamede”, com oito novas estações (Faculdade de Engenharia, ISCAP, São Mamede, Pedra Verde, Elaine Sanceau, Xana Gusmão, São Gens e Matosinhos Praia);
- A linha “Santo Ovídio - Vila d’Este”, com três novas estações (Escola, Centro Hospitalar VNG e Vila d’Este);
- A linha de “Gondomar”, com seis novas estações (Freixo, Dr. A. Matos, S. Pinheiro, Hospital Escola, São Cosme e Gondomar);
- A “2ª linha da Maia”, com onze novas estações (Enxurreiras, Giesta, São Gemil, Estação, Mosteiro, Arregadas, 5 de Outubro, Músicos, NorteCoop, Lavrador e Chantre).

4.2. Criação de cenários

A presente ACB consiste na comparação da *performance* financeira e económica entre um cenário em que não se realiza o projeto da expansão da Linha Amarela e um cenário em que esse projeto se realiza. Importa, por isso, definir os cenários em estudo.

4.2.1. Cenário Base (Cenário “do-nothing”)

O cenário base, usualmente designado por cenário “do-nothing”, corresponde ao cenário de não prossecução do projeto. Sendo que, no caso do projeto de extensão da Linha Amarela não se vir a realizar, não se preveem investimentos alternativos mais reduzidos com o objetivo de colmatar algumas das falhas de oferta que este projeto visa resolver. O cenário base seguirá o critério *Business as Usual* (BAU), como indicado pelo *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects*, *European Commission (December 2014)*.

O uso deste critério significa que, num cenário de não prossecução do projeto, se assume que a rede e o serviço prestado pelo Metro do Porto e demais operadores, permanecerão tal como existem no presente, gerando um nível de custos, receitas e benefícios que estão em linha com os níveis de operação atuais.

No que refere à evolução da procura neste cenário, utilizam-se três processos distintos, consoante o ano:

- No período inicial de três anos, 2019 a 2021, utiliza-se o resultado de um modelo de estimativa da procura com base no número de dormidas e na venda de combustíveis nos 3 municípios centrais da Área Metropolitana do Porto - Porto, Matosinhos e Vila Nova de Gaia, embora ponderado com o crescimento dependente da evolução do PIB *per capita*, considerando uma elasticidade de 1;



- Nos dois anos seguintes, 2022 e 2023, assume-se que o crescimento da procura depende da evolução do PIB *per capita*, considerando uma elasticidade de 1;
- Nos anos seguintes, de 2024 em diante, assume-se que o crescimento da procura será dependente da evolução do PIB *per capita*, considerando uma elasticidade de 0,7.

Os pressupostos usados na definição do cenário base incluem:

- A rede a considerar será a rede em exploração a 1 de janeiro de 2019, que totaliza 67 kms, repartidos por 6 linhas e 82 estações, das quais 14 são subterrâneas;
- O desempenho do sistema tem evoluído positivamente desde o início da sua exploração comercial (01 de janeiro de 2003), sendo possível identificar uma correlação positiva com a sequência de aberturas do projeto (detalhe da evolução disponível nos sucessivos Relatórios e Contas e de Sustentabilidade da Empresa da Metro do Porto, S.A.);
- O título de viagem intermodal Andante é o único título válido no Sistema de Metro Ligeiro do Porto. Este título é também válido na rede Sociedade de Transportes Coletivos do Porto (STCP), coexistindo com tarifário monomodal, nas linhas de caminho-de-ferro operadas pela CP Porto e ainda em algumas carreiras de operadores privados de autocarro, nomeadamente, Maré, Espírito Santo, Maia Transportes, Valpibus; Empresa de Transporte Gondomarense, MGC, A. Nogueira da Costa, Auto-Viação Pacense e Auto-Viação Landim.

4.2.2. Cenário com Projeto (Cenário “*do-something*”)

O cenário com projeto, usualmente designado por cenário “*do-something*” (por oposição ao anterior), corresponde ao cenário de prossecução do projeto de expansão da Linha Amarela entre Santo Ovídio e Vila D’Este, tal como definido no ponto 3 do presente relatório.



5. Impactes na Procura

Como referido anteriormente, os custos e benefícios gerados pelo projeto têm origem na alteração do comportamento de parte dos atuais “viajantes” em resultado da oferta de transportes proporcionada pela nova extensão do Metro do Porto. Releva, assim, quantificar essas alterações de procura.

5.1. Pressupostos do Modelo

O modelo de tráfego divide a procura conforme a seguinte tipologia de passageiro:

- Procura existente: passageiros que já eram utilizadores da rede do Metro do Porto anteriormente ao projeto, e que se assume que continuarão a sê-lo;
- Procura captada ao transporte público (TP): passageiros já hoje utilizadores de diferentes modos de transporte público (por exemplo, utilizadores de autocarros da STCP) mas que, com o surgimento das novas extensões do Metro do Porto, optam por realizar as suas viagens com recurso a uma destas novas extensões;
- Procura captada ao transporte individual (TI): utilizadores “conquistados” ao TI, isto é, aqueles que hoje utilizam a sua viatura e que passam a fazer as suas deslocações, total ou parcialmente, utilizando o TP em geral, mas no qual se inclui necessariamente o novo troço do Metro do Porto;
- Procura induzida: passageiros que hoje não realizam determinada viagem e que, em resultado do aumento e melhoria da oferta de transportes proporcionados pela nova extensão do Metro do Porto, optam por realizar essa viagem.

A anualização das estimativas de procura ao longo de 26 anos de operação do projeto foi feita de acordo com os pressupostos apresentados em seguida.

Consideração de um período de “*ramp up*”

Assumiu-se um período de *ramp up* de 5 anos e uma progressão do valor de procura em relação ao valor estimado para ano de cruzeiro no decorrer deste período de *ramp up* (Tabela 2).

Tabela 2: Evolução de procura no período de *ramp up*

Ano	Procura considerada/ Procura estimada
1	88,0%
2	92,7%
3	96,3%
4	98,8%
5	100,0%

Fonte: Elaboração Própria



Este efeito de *ramp up* apenas é aplicado aos passageiros que se transferem do transporte individual e ao segmento de viagens induzidas.

Crescimento natural da procura

Tal como no cenário “*do-nothing*”, o crescimento natural da procura é feito de acordo com três métodos, consoante o ano:

- Nos três primeiros anos (2019 a 2021) é baseado no modelo de previsão de validações na rede do Metro do Porto, de acordo com a evolução das variáveis explicativas “dormidas” e “vendas de combustível” referentes aos 3 municípios centrais da AMP (Porto, Matosinhos e Vila Nova de Gaia), embora ponderado com as estimativas de evolução do PIB considerando uma elasticidade de 1, segundo a fórmula: $\Delta Procura = \Delta PIB \text{ per capita}^e$, onde e representa a elasticidade;
- Nos dois anos seguintes (2022 e 2023), assumem-se as estimativas de crescimento do PIB apresentadas no estudo da Comissão Europeia - *The 2018 Ageing Report - Economic and budgetary projections for the 28 EU Member States (2016-2070)*, tendo-se considerado uma elasticidade de 1 face aos valores de crescimento do PIB;
- Nos anos posteriores, usa-se as mesmas estimativas, mas considerando uma elasticidade de 0,7 face aos valores de crescimento do PIB.

5.2. Resultados do modelo

A evolução da procura na rede do Metro do Porto nos cenários “*do-nothing*” e “*do-something*” é a que se apresenta na Tabela 3.



Tabela 3: Evolução da procura (validações anuais)

Ano	Procura existente “do-nothing”	Procura captada ao TI	Procura captada ao TP	Procura induzida	Total
2019	64 700 858	-	-	-	64 700 858
2020	66 372 697	-	-	-	66 372 697
2021	68 260 565	-	-	-	68 260 565
2022	69 337 565	-	-	-	69 337 565
2023	70 416 149	1 019 215	2 855 887	120 496	74 411 747
2024	71 170 222	1 083 773	2 886 470	128 128	75 268 593
2025	71 921 349	1 137 011	2 916 934	134 422	76 109 715
2026	72 669 266	1 177 415	2 947 267	139 199	76 933 147
2027	73 413 706	1 189 477	2 977 460	140 625	77 721 268
2028	74 154 402	1 201 478	3 007 500	142 044	78 505 424
2029	74 891 085	1 213 414	3 037 378	143 455	79 285 332
2030	75 623 486	1 225 281	3 067 082	144 858	80 060 707
2031	76 389 405	1 237 691	3 098 146	146 325	80 871 566
2032	77 189 701	1 250 657	3 130 604	147 858	81 718 820
2033	78 025 275	1 264 195	3 164 492	149 458	82 603 421
2034	78 897 075	1 278 321	3 199 850	151 128	83 526 374
2035	79 806 097	1 293 049	3 236 718	152 870	84 488 733
2036	80 753 386	1 308 397	3 275 137	154 684	85 491 605
2037	81 740 038	1 324 383	3 315 153	156 574	86 536 148
2038	82 767 203	1 341 026	3 356 812	158 542	87 623 583
2039	83 836 088	1 358 344	3 400 163	160 589	88 755 185
2040	84 947 956	1 376 359	3 445 257	162 719	89 932 292
2041	86 074 570	1 394 613	3 490 950	164 877	91 125 010
2042	87 216 126	1 413 109	3 537 248	167 064	92 333 547
2043	88 372 821	1 431 850	3 584 161	169 279	93 558 111
2044	89 544 857	1 450 840	3 631 695	171 524	94 798 917
2045	90 732 437	1 470 082	3 679 860	173 799	96 056 178
2046	91 935 767	1 489 579	3 728 664	176 104	97 330 114
2047	93 155 056	1 509 334	3 778 115	178 440	98 620 945
2048	94 390 516	1 529 351	3 828 222	180 806	99 928 895

6. Evolução da Oferta

Em termos de evolução da oferta, assumiu-se que esta se manteria constante na rede antiga e, consequentemente, no cenário “do-nothing”. No cenário “do-something” a evolução da oferta corresponderá à mesma do cenário “do-nothing”, acrescida da nova oferta no troço de expansão da Linha Amarela.

O número de veículos*km (Vkms) simples e duplos diários a realizar, por dia, no cenário “do-nothing”, corresponde aos Vkms a realizar na rede atual. Estes foram calculados com recurso aos “esquemas de circulação” (número de composições simples e duplas a circular a cada hora) atualmente em vigor em cada uma das linhas da rede, e às distâncias médias percorridas por veículo em cada uma das linhas.

Tabela 4: Esquemas de circulação diária nas linhas de metro da rede atual

Dia	Tipo	Vkms
Linha A		
Útil	Duplos	657
	Simples	2413
Sábado	Simples	3007
Domingo/Feriado	Simples	2694
Linha B		
Útil	Duplos	1277
	Simples	1277
Sábado	Simples	2555
Domingo/Feriado	Simples	2555
Linha C		
Útil	Duplos	667
	Simples	303
Sábado	Simples	606
Domingo/Feriado	Simples	0
Linha D		
Útil	Duplos	2309
	Simples	356
Sábado	Simples	2105
Domingo/Feriado	Simples	1528
Linha E		
Útil	Duplos	0
	Simples	1677
Sábado	Simples	1274
Domingo/Feriado	Simples	1274
Linha F		
Útil	Duplos	284
	Simples	797
Sábado	Simples	689
Domingo/Feriado	Simples	608

Fonte: Metro do Porto

Estes esquemas de circulação diferem entre dias úteis, sábados, domingos e feriados, pelo que o número de Vkms simples e duplos a realizar por ano foi calculado considerando 250 dias úteis por ano, 52 sábados e 63 domingos e feriados. Com a aplicação destes pressupostos, a oferta anual será de 3.569.788 Vkms simples e 1.725.886 Vkms duplos no cenário “do-nothing”.

O número de Vkms simples e duplos diários a realizar, no cenário “do-something”, corresponde ao número de Vkms a realizar na rede atual, acrescidos dos Vkms a realizar no novo troço de expansão da Linha Amarela. Para calcular este incremento de oferta que o novo troço trará para a rede, foi tida em conta a distância do novo troço (3,15 km) e assumiu-se que o esquema de circulação nesse troço será idêntico ao atual esquema de circulação na “antena azul” (troço da Linha Azul compreendido entre a estação Senhora da Hora e Senhor de Matosinhos).



Tabela 5: Esquema de circulação diária na Linha Amarela

Dia	Tipo	Vkm
Novo troço Linha Amarela		
Útil	Duplos	517
	Simples	126
Sábado	Simples	630
Domingo/Feriado	Simples	567

Fonte: Metro do Porto

Considerando-se os mesmos 250 dias úteis por ano, 52 sábados e 63 domingos e feriados, a oferta anual no novo troço será de 99.981 Vkms simples e 129.150 Vkms duplos no cenário “do-something”.

7. Parâmetros de Avaliação

7.1. Período de análise

Para este estudo, considerou-se um período de análise de 30 anos, iniciado em 2019 e terminando em 2048. Este período divide-se da seguinte forma:

- 4 anos de estudos e de construção da infraestrutura: 2019 a 2022;
- 26 anos de operação: 2023 a 2048.

O período de análise financeira assumido baseia-se no período de referência adotado pela Comissão Europeia para a realização de ACB no setor dos transportes (entre 25 e 30 anos). No entanto, considera-se que benefícios sociais e ambientais gerados pelo investimento inicial se fazem sentir por 50 anos, pelo que o diferencial (20 anos) está considerado nas análises económica e financeira através do valor residual.

7.2. Custos de Investimento

Nesta secção apresentam-se os custos de investimento totais que a Metro do Porto terá de suportar no global do período de análise (2019-2048), avaliados a preços constantes de 2019. Dado que, no caso do projeto de extensão da Linha Amarela não se vir a realizar, não se preveem investimentos alternativos mais reduzidos com o objetivo de colmatar algumas das falhas que a nova linha pretende resolver, os custos de investimento apresentados correspondem apenas ao cenário “*do-something*”.

Os custos de investimento considerados neste projeto referem-se aos custos diretos e indiretos relacionados com:

- Estudos, pareceres, projetos e consultoria;
- Terrenos;
- Trabalhos de construção (empreitada);
- Maquinaria e equipamento: aquisição de material circulante, sinalização da linha, sistema integrado de segurança, a empreitada, fiscalização, sistemas de apoio à exploração, equipamentos de rádio, voz e dados e equipamentos de sistemas de bilhética;
- Contingências;
- Publicidade e divulgação;
- Fiscalização;
- Assistência técnica.



Estes custos baseiam-se na informação fornecida pela Metro do Porto, e encontram-se líquidos de IVA. No caso específico do investimento em material circulante foi considerada a aquisição de 8 veículos, a um valor base de 2,8 milhões de euros por veículo, a preços correntes, os quais serão entregues no período 2019 a 2022.

Assume-se que todos os custos de investimento são incorridos entre o ano de início da implementação do projeto (2019) e o primeiro ano de operação dos serviços do Metro do Porto no novo troço construído (2023). A Tabela 6 apresenta o calendário de custos de investimento, líquidos de IVA, a preços constantes de 2019, em milhares de euros.

Tabela 6: Custos de investimento do projeto de expansão da Linha Amarela (em 10³ euros)

	Total	VAL 4%	Construção/Estudos				Construção /Operação
			2019	2020	2021	2022	2023
Sinalética e Informação ao Público	-166	-145	-17	-17	-45	-44	-43
Atualizações do Estudo de Procura e Análise Custo Benefício - TIS	-33	-30	-17	0	0	0	-16
Acompanhamento e Sondagens Arqueológicas	-126	-110	0	-32	-32	-31	-31
Projeto de Execução - GRID/LCW/Amberg	-1 865	-1 777	-1 676	-49	-48	-47	-46
Revisão de Projetos - FASE	-113	-109	-113	0	0	0	0
Estudo de vibrações induzidas por tráfego - FEUP	-12	-12	-12	0	0	0	0
Taxas Agência Portuguesa do Ambiente	-40	-38	-40	0	0	0	0
Laboratório Nacional de Engenharia Civil	-83	-72	0	-21	-21	-21	-20
Consultoria Técnica de Obra	-468	-409	0	-120	-118	-116	-114
BIM - Plataforma Colaborativa	-6	-6	-6	0	0	0	0
Apoio Expropriações	-39	-38	-39	0	0	0	0
Estudos, Pareceres, Projetos e Consultoria	-2 953	-2 746	-1 921	-239	-263	-259	-271
Expropriações	-7 890	-7 586	-7 890	0	0	0	0
Terrenos	-7 890	-7 586	-7 890	0	0	0	0
Empreitada	-87 000	-76 057	0	-21 750	-21 750	-26 100	-17 400
Trabalhos de construção	-87 000	-76 057	0	-21 750	-21 750	-26 100	-17 400
Material Circulante	-21 436	-19 121	-4 427	0	-9 521	-7 488	0
Sinalização Linha	-5 768	-5 238	-1 475	-1 454	-1 431	-1 408	0
Sinalização - Parque de Material e Oficinas	-1 626	-1 447	0	-551	-542	-533	0
Sistema Integrado de Segurança	-94	-81	0	0	-32	-31	-31
Equipamentos - Parque de Material e Oficinas	-1 412	-1 207	0	0	0	-1 412	0
Sistema de Apoio à Exploração - Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA)	-839	-761	0	-423	-416	0	0
Sistema de Apoio à Exploração - Sistemas Centrais	-289	-262	0	-146	-143	0	0
Sistema de Apoio à Exploração - Sistemas Periféricos e Terminais	-480	-435	0	-240	-240	0	0
Rádio Voz e Dados	-300	-262	0	-75	-75	-75	-75
Equipamentos e Sistemas de Bilhética - Máquinas de Venda e Validadores	-400	-370	-133	-133	-133	0	0

	Total	VAL 4%	Construção/Estudos				Construção /Operação
			2019	2020	2021	2022	2023
Maquinaria e equipamento	-32 643	-29 183	-6 036	-3 021	-12 533	-10 948	-106
Contingências	0	0	0	0	0	0	0
Contingências	0	0	0	0	0	0	0
Ajustamento de Preços (Revisão de preços)	-1 494	-1 307	-2	-376	-376	-444	-296
Revisão de Preços	-1 494	-1 307	-2	-376	-376	-444	-296
Produção de vídeo novas linhas novos veículos	-2	-2	-2	0	0	0	0
Informação ao Público (desvios de trânsito, anúncios, placas), divulgação e promoção	-140	-121	-18	-18	-18	-17	-68
Publicidade e Divulgação	-142	-123	-20	-18	-18	-17	-68
Fiscalização	-5 220	-4 563	0	-1 305	-1 305	-1 566	-1 044
Fiscalização	-5220	-4563	0	-1 305	-1 305	-1 566	-1 044
Assistência técnica	0	0	0	0	0	0	0
Assistência técnica	0	0	0	0	0	0	0
Total	-135 848	-120 259	-15 866	-26 333	-35 869	-38 891	-18 889

Fonte: Metro do Porto

O investimento a realizar ao longo do período de referência do projeto tem um valor total de 135,85 milhões de euros, a preços constantes de 2019, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 4%) de aproximadamente **120,26 milhões de euros**.

7.3. Custos de Exploração

Nesta secção apresentam-se os custos de exploração totais que a Metro do Porto terá de suportar no global do período de análise (2019-2048), avaliados a preços constantes de 2019 e líquidos de IVA.

7.3.1. Tipologia de Custos de Exploração

7.3.1.1. Custos de Remuneração do Subconcessionário

A Metro do Porto subconcessiona o grosso da sua atividade e, como tal, os custos de remuneração do subconcessionário constituem a maior fatia dos seus custos de exploração.

Para o cálculo dos custos com o subconcessionário, assumiu-se que o contrato de subconcessão a vigorar no horizonte das projeções envolvem um esquema de remuneração baseado nos seguintes pressupostos, aplicáveis durante todo o período de análise (valores a preços constantes de 2019):

- Pagamento de uma quantia fixa de 2,69 milhões de euros por mês, antes de impostos, relativos às estações da rede atual, perfazendo um total de 32,3 milhões de euros anuais;
- Pagamento de uma quantia fixa de 49,79 mil euros por mês, antes de impostos, relativos às novas estações da Linha Amarela, perfazendo um total anual de 598 mil de euros anuais;



- Remuneração variável de 67,99 cêntimos por Vkm simples, antes de impostos;
- Remuneração variável de 115,59 cêntimos por Vkm duplo, antes de impostos.
- Custos de pré-operação por colocação de uma nova linha ao serviço no valor de 206 mil euros.

Estes valores correspondem aos do contrato atualmente em vigor.

Assumiram-se igualmente os dados de oferta calculados no ponto 6 deste relatório (número de Vkms a percorrer em cada cenário).

Conforme os pressupostos acima enunciados, no cenário “*do-nothing*”, os custos fixos de remuneração do subconcessionário ascenderão a 32,32 milhões de euros em todos os anos da análise, o que perfaz 969,51 milhões de euros no total dos 30 anos. Os custos variáveis ascenderão a 4,42 milhões de euros anuais em todos os anos da análise, o que perfaz um total de 132,67 milhões de euros no total dos 30 anos.

Os valores anuais dos custos de exploração no cenário “*do-nothing*” são apresentados na Tabela 59 anexo.

No cenário “*do-something*”, os custos fixos de remuneração do subconcessionário, sem IVA, ascenderão a 32,32 milhões de euros anuais na fase de estudos e construção (2019-2022) e 32,92 milhões durante a fase de operação do investimento (2023-2048), o que perfaz um total de 985,05 milhões de euros no total dos 30 anos. Os custos variáveis ascenderão a 4,42 milhões de euros anuais entre os anos 2019 a 2021, da fase de estudos e construção e 4,63 milhões de euros, em 2022, porque são somados os custos de pré-operação. Na fase de operação (2023-2048) os custos variáveis totalizam 4,64 milhões de euros, o que perfaz um total de 138,52 milhões de euros nos 30 anos da análise.

7.3.1.2. Outros custos de exploração

Entre as categorias de custos de exploração que não se incluem no contrato de subconcessão estão alguns dos custos de manutenção, as rubricas de segurança, fiscalização, vigilância incremental e ainda alguns custos associados à bilhética (custos com comissões a pagar ao TIP e custos com a recolha de valores das Máquinas de Venda Automática (MVAs)). Consideram-se custos de manutenção a manutenção da infraestrutura; de energia e catenária, Sistemas de Apoio à Exploração (SAE), sinalização e sistemas auxiliares; e do novo material circulante.

O cálculo dos custos de manutenção excluídos da subconcessão, segurança, fiscalização e vigilância baseou-se na informação que a Metro do Porto tem disponível atualmente.

As oscilações acentuadas dos custos totais de manutenção no cenário “*do-nothing*” são justificadas pela existência de ciclos de substituição. Nomeadamente, estão previstos encargos com a renovação da frota de material circulante a partir de 2034; com a renovação total do sistema *Traffic Management System* (TMS) a cada 10 anos e parcial a cada 5 anos; com a renovação do sistema de sinalização quatro



anos antes do fim de vida; com a atualização do *Automatic Train Protection* (ATP) Embarcado a cada 10 anos; com a renovação do Sistema de Semaforização a cada 15 anos.

Os custos incrementais de manutenção do material circulante são desembolsados apenas a partir de 2023, verificando-se durante o período de garantia (2023-2027) em montantes inferiores aos que se registam depois deste período. Os custos de manutenção do novo material circulante em 2022 são considerados no cenário “*do-nothing*” porque se assume que parte dos veículos a adquirir para a nova extensão entram em operação antes desta estar concluída. Os custos incrementais de manutenção de energia e catenária, SAE e sistemas auxiliares começam a ser pagos no sexto ano de operação (2028).

O cálculo dos custos de bilhética baseou-se no pressuposto de que a Metro do Porto terá de pagar à Transportes Intermodais do Porto (TIP) uma quantia de 1 cêntimo por validação, e 2,5% da receita atribuída à Metro do Porto.

No cenário “*do-nothing*”, os custos de manutenção oscilam durante o período de análise do investimento e perfazem um total de 607,93 milhões de euros. Os custos anuais de segurança, fiscalização e vigilância foram estimados em cerca de 1,09 milhões de euros anuais que resultam em 32,73 milhões no período de análise. Tendo em conta a procura prevista para a rede atual, os custos de bilhética foram estimados em 83,72 milhões de euros no total do período de análise.

Os valores anuais dos custos de exploração no cenário “*do-nothing*” são apresentados na Tabela 59, em anexo. As oscilações acentuadas dos custos totais de manutenção são justificadas pela existência de ciclos de substituição do material de sinalização.

No cenário “*do-something*”, os custos são os mesmos do cenário “*do-nothing*”, para a rede antiga, acrescidos dos custos incrementais da extensão da Linha Amarela.

Os custos incrementais de manutenção a considerar na análise dividem-se em três rubricas principais: Os custos incrementais em manutenção de infraestruturas estão estimados em 3,60 milhões de euros em todo o período de análise; Os custos incrementais de manutenção de energia e catenária, SAE, sinalização e sistemas auxiliares foram estimados em 459 mil euros anuais, a pagar a partir do sexto ano de operação, o que perfaz 9,64 milhões de euros em todo o período de análise, e; Os custos de incrementais de manutenção do material circulante dividem-se entre o período em que vigora a garantia do fornecedor (2023 - 2027) e o período pós garantia (2028-2048). Calculam-se os segundos em função dos quilómetros percorridos, assumidos constantes e gerando custos anuais de 530 mil euros. No total do período de análise prevê-se um montante de 13,54 milhões de euros em custos de manutenção do material circulante.

Os custos incrementais de segurança, fiscalização e vigilância foram estimados em 67 mil euros por ano de operação, o que perfaz 1,74 milhões de euros no total do período de análise.

Tendo em conta a procura prevista para os novos troços, os custos de bilhética (custos com comissões a pagar ao TIP e custos com a recolha de valores das MVAs) foram estimados em 87,58 milhões de euros no total do período de análise, para o cenário “*do-something*”, o que representa um acréscimo incremental dos custos de bilhética na ordem dos 3,86 milhões de euros no total do período.



7.3.2. Total de Custos de Exploração

A Tabela 7 apresenta os custos de exploração, para ambos os cenários, no total do período de análise (2019-2048), em milhares de euros.

Os custos de exploração incorridos ao longo do período de referência do projeto têm um valor total de aproximadamente 1.826,56 milhões de euros no cenário “*do-nothing*”, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 4%) de aproximadamente **1.027,26 milhões de euros**, e de aproximadamente 1.880,33 milhões de euros no cenário “*do-something*”, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 4%) de aproximadamente **1.054,65 milhões de euros**. O acréscimo de custos operacionais incrementais é estimado em 53,77 milhões de euros, o que corresponde a um valor atualizado de **27,39 milhões de euros**.

Tabela 7: Total de custos de exploração, no total do período de análise (em 10³ euros)

	"do-nothing"	"do-something"
Remuneração subconcessão fixa	-969 513	-985 049
Remuneração subconcessão variável	-132 667	-138 522
Total Remuneração Subconcessão	-1 102 180	-1 123 571
Total Manutenção	-607 928	-634 707
Segurança, Fiscalização e Vigilância	-32 732	-34 472
Bilhética	-83 720	-87 580
Total (Somatório)	-1 826 560	-1 880 330
Total (VAL 4%)	-1 027 262	-1 054 650

Fonte: Metro do Porto

Os valores anuais de custos de exploração dos cenários “*do-nothing*” e “*do-something*” são apresentados nas Tabela 59 e Tabela 60, em anexo a este documento.

7.4. Valor residual

Para cálculo do valor residual dos bens de investimento, foi aplicado o método de cálculo do valor atual líquido dos fluxos de tesouraria nos anos de vida útil remanescentes dos investimentos da operação. Os anos de vida remanescentes à operação são computados pela diferença entre o período de referência e a vida útil das infraestruturas e equipamentos que fazem parte do projeto de investimento. Foi considerado para este efeito um *cash-flow* de cruzeiro de 2,06 milhões de euros (o de 2048) e um período de 20 anos de vida útil remanescente.

Estima-se que, no último ano de análise (2048), o valor residual dos bens de investimento seja de 28,00 milhões de euros (preços de 2019) o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 4%) de aproximadamente 8,63 milhões de euros.



7.5. Receitas Operacionais

Nesta secção apresentam-se as receitas operacionais totais que a Metro do Porto obterá no global do período de análise (2019-2048), avaliadas a preços constantes de 2019 e líquidas de IVA.

Para estimativa das receitas operacionais afetas à Metro do Porto, foram consideradas as receitas de bilhética e outras receitas.

7.5.1. Tipologia de Receitas Operacionais

7.5.1.1. Receitas de bilhética

Assumiu-se uma receita média por passageiro, para todo o período de operação, igual à apresentada no Relatório e Contas da Metro do Porto referente ao ano 2018: 77 cêntimos por passageiro validado (em 2018 a Metro do Porto registou, aproximadamente, 62,65 milhões de validações, e obteve uma receita total líquida de IVA de aproximadamente 48,37 milhões de euros).

Para o cenário “*do-nothing*” foram tidas em conta as perspetivas de validações na rede atual, extraídas do modelo de tráfego e apresentadas no ponto 5.2 deste relatório. Os valores de receita anual do cenário “*do-nothing*” são apresentados na Tabela 61 em anexo.

Para o cenário “*do-something*” foram tidos em conta esses mesmos passageiros, acrescidos dos passageiros desviados do transporte individual e público para a Linha Amarela, assim como as perspetivas de novo tráfego induzido. No que se refere aos passageiros desviados do transporte público, são descontados, para efeitos de estimativa de receita, os 10% de passageiros adicionados para contemplar a fraude (ver relatório do estudo de procura).

Na medida em que os valores unitários de receita fornecidos pela Metro do Porto são por validação, é necessário converter o número de passageiros estimados em validações, o que é feito com base nos fatores retirados do modelo de procura apresentados na Tabela 8.

Tabela 8: Fatores de conversão de passageiros em validações, por segmento

	segmento TC	segmento TI	segmento indução
Linha Amarela	1,241	1,178	1,223

Fonte: Cálculos TIS com base em dados da Metro do Porto

O total das receitas de bilheteira nos 30 anos de análise foi, assim, estimado em 1.836,48 milhões de euros no cenário “*do-nothing*”, e em 1.931,88 milhões de euros no cenário “*do-something*”, o que representa um ganho incremental de receitas de bilheteira na ordem dos 95,40 milhares de euros.

7.5.1.2. Outras fontes de receita

Para o cálculo das receitas provenientes do TIP assumiram-se os seguintes pressupostos:



- O TIP terá que pagar à Metro do Porto 2% das vendas em Máquinas de Venda Automática (MVAs) instaladas na rede do Metro do Porto, sendo que este valor está estimado para ambos os cenários: “do-nothing” e “do-something” com os valores apresentados na Tabela 9:

Tabela 9: Comissão anual de vendas Andante, 2019 - 2023 (em 10³ euros)

Ano	2019	2020	2021	2022
Comissão de vendas Andante	809	808	809	813

Fonte: Metro do Porto

- A partir do primeiro ano de operação (2023) assume-se que o valor das vendas em MVAs irá variar diretamente com a taxa anual de crescimento da procura. Consequentemente, as receitas provenientes do TIP totalizam 27,71 e 29,54 milhões de euros em todo o período de análise, nos cenários “do-nothing” e “do-something”, respetivamente. O ganho incremental está calculado em 1,84 mil euros para o total do período.

7.5.2. Total de Receitas Operacionais

A Tabela 10 apresenta as receitas operacionais, para ambos os cenários, no total do período de análise (2019-2048), em milhares de euros.

Tabela 10: Total de receitas operacionais, no total do período de análise (em 10³ euros)

	“do-nothing”	“do-something”
Ganhos de receita de bilheteira	1 836 483	1 931 878
A receber do TIP	27 706	29 541
Total (Somatório)	1 864 188	1 961 420
Total (VAL 4%)	1 037 976	1 087 727

Fonte: Metro do Porto

As receitas operacionais recolhidas ao longo do período de referência do projeto têm um valor total de aproximadamente 1.864,19 milhões de euros no cenário “do-nothing”, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 4%) de aproximadamente **1.037,98 milhões de euros**, e de aproximadamente 1.961,42 milhões de euros no cenário “do-something”, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 4%) de aproximadamente **1.087,73 milhões de euros**.

Os valores anuais de receitas de exploração do cenário “do-something” são apresentados na Tabela 62, em anexo.

7.6. Benefícios Socioeconómicos

A quantificação dos benefícios socioeconómicos associados ao projeto da expansão da Linha Amarela do Metro do Porto, bem como a atualização dos seus valores unitários (valor do tempo, valores de externalidades sociais e ambientais, custos unitários de transporte), seguem as mais atuais referências nacionais ou, à falta destas, as referências europeias, adaptando-as à realidade portuguesa e tomando como referência os documentos:



- *Handbook on Estimation of External Costs in the Transport Sector (IMPACT Deliverable 1), CE Delft, 2008, (Commissioned by EC DG TREN);*
- *Update of the Handbook on External Costs of Transport, Final Report, Ricardo-AEA, Report for the European Commission: DG MOVE, January 2014;*
- *HEATCO, Deliverable 5, 2006;*
- *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects - Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020, December 2014, European Commission.*

Todos os coeficientes são explicitados no decorrer da apresentação dos resultados para cada um dos benefícios sociais e ambientais considerados.

Como recomendado, os valores monetários foram atualizados e ajustados para 2019 considerando a taxa de inflação anual e a evolução do PIB *per capita*, neste caso assumindo uma elasticidade de 0,7 (a fonte utilizada para ambas as variáveis foi o site da PORDATA com base no Instituto Nacional de Estatística (INE)). Posteriormente a 2019, os valores unitários foram ajustados anualmente com as estimativas de crescimento do PIB *per capita* (Tabela 11).

Tabela 11: Evolução do PIB *per capita*

2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
1,80%	1,70%	1,60%	1,58%	1,56%	1,53%	1,51%	1,49%	1,47%	1,44%
2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
1,42%	1,40%	1,45%	1,50%	1,55%	1,60%	1,65%	1,70%	1,75%	1,80%
2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048
1,85%	1,90%	1,90%	1,90%	1,90%	1,90%	1,90%	1,90%	1,90%	1,90%

Fonte: *The 2012 Ageing Report*

A fonte utilizada para esta variável foi “*The 2012 Ageing Report - Economic and budgetary projections for the 27 EU Member States (2010-2060) European Economy 2|2012 (provisional version), European Commission.*”

O mesmo princípio de atualização e ajuste dos valores unitários anuais foi seguido para os demais benefícios de acordo com o seguinte princípio:

- Nos casos em que a bibliografia sugere a consideração de uma elasticidade de 1,0 (benefícios associados a custos ambientais, a acidentes e ao ruído) esta foi utilizada;
- Nos casos em que a bibliografia é omissa assume-se uma abordagem conservadora através da consideração de uma elasticidade de 0,7 (benefícios associados aos custos de manutenção da rodovia);



- No caso do valor do tempo associado ao motivo de viagem “não em trabalho”, tal como recomendado no Guia para a ACB de Projetos de Investimento da CE (2014), assumiu-se uma elasticidade de 0,5 face à evolução do PIB *per capita*;
- No caso dos custos de operação do transporte individual, no que se refere à componente do custo percebido, tal como recomendado no Guia para a ACB de Projetos de Investimento da CE (2014), assumiu-se um valor constante;
- No caso dos benefícios associados a redução de custos dos operadores rodoviários assumiu-se um período de ajuste gradual de 3 anos.

O Guia para a ACB de Projetos de Investimento da CE recomenda a divisão dos diferentes tipos de benefícios socioeconómicos nas categorias que se sistematiza em seguida.

O **excedente do produtor**, que no contexto da presente análise se pode entender como os ganhos líquidos que recaem sobre a Metro do Porto e outras entidades gestoras e operadoras de transportes (o que inclui os utilizadores do transporte individual enquanto “operadores” dos seus próprios veículos) como resultado do projeto em avaliação. No excedente do produtor incluem-se:

- Os benefícios associados ao aumento de receitas de bilheteira geradas pelos novos troços para a Metro do Porto, após subtraídos os custos incrementais associados à operação dos mesmos (corrigidos aos seus preços sombra conforme o ponto 10.1 deste relatório);
- Os benefícios associados à redução dos custos de operação do transporte público rodoviário (corrigidos para preços sombra) por menor necessidade de oferta, após subtraídas as receitas que estes operadores perdem para o metro;
- As poupanças em custos de operação do transporte individual na sua componente não percebida, que inclui os custos suportados pelos passageiros do TI enquanto operadores do seu veículo de transporte individual, tais como os custos com a manutenção, as revisões periódicas, a depreciação do valor do veículo, etc. Estes diferem dos custos de operação percebidos, na medida em que estes últimos são suportados pelos mesmos passageiros do TI mas enquanto utilizadores do transporte;
- A poupança que as entidades públicas/gestoras das estradas têm em custos de manutenção da rodovia, em virtude da sua menor utilização.

O **excedente do consumidor**, que no contexto da presente análise se pode entender como os ganhos líquidos que recaem sobre os utilizadores do transporte como resultado do projeto em avaliação. No excedente do consumidor incluem-se:

- Os ganhos relativos à redução do tempo de viagem dos tipos de tráfego cujo modo de transporte é alterado em consequência do projeto: tráfego captado ao transporte público e tráfego captado ao transporte individual;



- Os ganhos de bem-estar gerados para os passageiros que anteriormente não realizavam qualquer tipo de viagem e que o passam a fazer em virtude das novas extensões da rede (tráfego induzido pelo projeto);
- Os benefícios associados à redução dos custos de operação do transporte individual na sua componente percebida, isto é, os custos suportados pelos passageiros do TI enquanto utilizadores do transporte (tais como o combustível), após subtraídos os novos gastos com bilheteira efetuados por estes novos utilizadores da rede de metro.
- Os benefícios gerados pela redução do congestionamento rodoviário que o projeto proporciona, e que se materializam em reduções no tempo de viagem dos utilizadores da rodovia cujo modo de transporte não se altera após a abertura da nova extensão da rede.

As **externalidades**, que no contexto da presente análise se podem entender como o conjunto de ganhos líquidos gerados pelo projeto e que beneficiam os restantes agentes da sociedade que não estão diretamente ligados ao mesmo enquanto produtores ou consumidores. Este conjunto de benefícios inclui:

- Os benefícios resultantes da redução de emissões de gases poluentes que afetam a saúde da população que reside/frequenta áreas geográficas próximas da infraestrutura de transporte, a produção agrícola, a biodiversidade e que podem até causar danos materiais em edifícios;
- A redução da contribuição para as alterações climáticas que o uso de um transporte mais eficiente a nível energético tem na menor libertação de gases com efeito estufa no local de produção da energia;
- A redução dos custos que a poluição sonora gerada pela utilização da infraestrutura e que afeta as populações que habitam/frequenta áreas geográficas próximas da mesma, sejam estes medidos em termos da melhoria do conforto da população ou mesmo da sua saúde;
- Os benefícios de segurança que a nova infraestrutura trará, como resultado da diminuição do número de acidentes.

A Tabela 12 apresenta os custos e ganhos socioeconómicos produzidos pelo projeto de extensão da Linha Amarela no total do período de análise (2019-2048), para cada cenário e em milhares de euros (preços de 2019). O total de benefícios socioeconómicos gerados pelo projeto corresponde à soma das diferenças entre os cenários “*do-something*” e “*do-nothing*”.

É de realçar que as receitas de bilheteira geradas para a Metro do Porto em consequência da abertura da extensão da Linha Amarela correspondem a um custo para o passageiro, pelo que o seu efeito positivo no excedente do produtor se anula com o efeito negativo no excedente do consumidor. O mesmo se aplica à receita que os operadores de transporte público perderão pela transferência de passageiros para a rede do Metro do Porto: esta perda de receita é um custo para esses operadores mas um ganho para os passageiros. De facto, todo o tipo de receita gerada ou perdida por operadores de transporte é uma simples transferência de recursos entre o operador e o passageiro, não



aumentando o nível de bem-estar na sociedade como um todo. Como tal, e em concordância com as indicações do Guia de ACB de projetos de investimento da CE, todas as receitas/gastos com bilheteira não serão consideradas.

Tabela 12: Total de benefícios socioeconómicos, no total do período de análise (em 10³ euros)

	"do-nothing"	"do-something"	Benefício
Custos operacionais Metro corrigidos a preços sombra	-1 568 731	-1 614 911	46 180
Custos de operação do TP corrigidos a preços sombra	-1 704 813	-1 670 721	-34 092
Custos de operação do não percebidos do TI	-15 450 625	-15 359 186	-91 439
Custos de manutenção da rodovia	-237 602	-236 351	-1 251
Consumo de energia do TP	-3 940	-3 940	0
Consumo de energia do TI	-897 338	-897 338	0
Saldo dos Produtores	-19 863 048	-19 782 447	-80 602
Custos de tempo - tráfego desviado TP	-14 831 198	-14 736 203	-94 995
Custos de tempo - tráfego desviado TI	-25 509 149	-25 480 467	-28 682
Ganhos gerados pelo tráfego induzido	0	3 158	3 158
Custos de operação percebidos do TI	-6 557 192	-6 518 419	-38 773
Custos de congestionamento	-19 000 271	-18 905 067	-95 204
Saldo dos Consumidores	-65 897 809	-65 636 997	-260 812
Custos de emissões TP	-59 475	-58 317	-1 158
Custos de emissões TI	-821 513	-817 772	-3 741
Custos de alterações climáticas	-1 979 056	-1 973 476	-5 580
Custos de acidentes	-1 126 234	-1 121 197	-5 036
Custos de poluição sonora	-1 142 928	-1 137 219	-5 709
Custos de estacionamento	-3 526 326	-3 526 326	0
Saldo das Externalidades	-8 655 532	-8 634 307	-21 225
Total (sum)	-94 416 390	-94 053 751	-362 639
Total (VAL 5%)	-40 683 998	-40 529 106	-154 893

No global do período de análise, todas as entidades que compõem o conjunto de *produtores* e *consumidores* dos vários modos de transporte obtêm uma redução nos seus custos socioeconómicos em virtude do projeto de extensão da Linha Amarela, com exceção da Metro do Porto que vê os seus custos operacionais aumentados em 46,18 milhões de euros. Para além da redução de custos, os utilizadores têm ainda um benefício acrescido de 3,16 milhões de euros relativos aos benefícios gerados pelo tráfego induzido. Em resultado disto, o excedente do produtor regista uma variação positiva de 80,60 milhões de euros, e o excedente do consumidor uma variação positiva de 260,81 milhões de euros. Os benefícios resultantes de externalidades totalizam 21,23 milhões de euros no total do período de análise. Isto perfaz um total de benefícios socioeconómicos líquidos gerados pelo projeto de 362,64 milhões de euros, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 5%) de aproximadamente **154,89 milhões de euros**.

Os valores anuais dos vários benefícios socioeconómicos encontram-se em anexo na Tabela 63.

Em seguida faz-se uma descrição mais detalhada de cada um dos tipos de benefícios socioeconómicos considerados, procedendo-se à sua quantificação.



7.6.1. Excedente do Produtor

7.6.1.1. Benefícios associados à redução dos custos de operação do transporte público por menor necessidade de oferta

Para a avaliação da diminuição dos custos de exploração dos operadores de transporte público rodoviário, considerou-se a redução da produção de transporte resultante da adaptação das carreiras feitas.

No cenário “Expansão da Linha Amarela” as adaptações consideradas são, em parte, na rede da STCP, e, em parte, na rede de operadores privados, correspondendo a uma redução de 1,5% dos veículos*km produzidos diariamente pela STCP e a uma redução de 2,5% dos veículos*km produzidos diariamente pelos demais operadores. Assumindo, para ambos, o valor unitário por veículo*km obtido no Relatório e Contas de 2017 da STCP (2,28 €)², estimou-se o valor correspondente à redução de oferta considerada.

Complementarmente, e assumindo que esta redução não tem efeitos imediatos, assumiu-se um amortecimento de 2/3 no primeiro ano e de 1/3 no segundo ano. A partir do terceiro ano a redução de custos de exploração estimada deixa de ser amortecida. A Tabela 13 resume a variação de oferta anual dos operadores de transporte público rodoviário admitida para o período de análise.

Tabela 13: Evolução da oferta anual de transporte público rodoviário

Cenário	2022	2023	2024-2051
“do-nothing”	31 135 215	31 135 215	31 135 215
“Linha Amarela”	30 530 341	30 486 080	30 440 478
amortização da redução dos custos	33%	66%	100%
redução de custos admitida	-0,6%	-1,2%	-1,8%

Considerando a estrutura de custos da STCP e a redução de produção de transporte, estima-se uma redução de custos de exploração com o TP Rodoviário corrigidos a preços sombra de 389 mil euros (ano 1), de 786 mil euros (ano 2) e de 1,20 milhões de euros (ano 3).

No caso do projeto de expansão da Linha Amarela a Vila d’Este, as reduções dos custos de operação do transporte público rodoviário corrigidos a preços sombra acumuladas nos 30 anos do período de análise correspondem a um benefício de 34,09 milhões de euros, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 5%) de **14,63 milhões de euros**.

² Na falta de dados concretos relativos à estrutura de custos dos operadores privados, assumiu-se, como valor de referência, o valor da STCP.

Tabela 14: Custo de operação do transporte público corrigidos a preços sombra (10³ euros)

Cenário	2023	2024	2025	2026	2027
"do-nothing"	65 570	65 570	65 570	65 570	65 570
Linha Amarela	65 181	64 784	64 367	64 354	64 342
Benefício	389	786	1 203	1 215	1 228

Cenário	2028	2033	2038	2043	2048	TOTAL
"do-nothing"	65 570	65 570	65 570	65 570	65 570	1 704 813
Linha Amarela	64 330	64 265	64 186	64 092	63 991	1 670 721
Benefício	1 240	1 335	1 384	1 478	1 578	34 092

7.6.1.2. Benefícios associados à redução dos custos de operação do transporte individual (componente custo não percebido)

O retirar de veículos de circulação traduz-se em economias importantes nos seus custos de utilização. De facto, tipicamente, os automobilistas subestimam muito os custos reais de utilização do veículo, tendendo para contabilizar unicamente o custo do combustível. Estamos perante o que se denomina de **excedente do consumidor**, para cujo cálculo apenas se considera o custo percebido de utilização do veículo.

Contudo, na medida em que o veículo lhes pertence, considera-se que, nesta situação, os automobilistas são simultaneamente produtores do serviço de transporte que os próprios utilizam. Neste enquadramento, também os custos não percebidos devem ser contabilizados enquanto **excedente do produtor**.

Por esta razão, para efeito de estimativa dos benefícios sociais associados à redução do número de veículos em circulação, os custos da sua utilização são divididos em duas partes - custos percebidos (relativos ao consumidor) e custos não percebidos (relativos ao produtor) - os quais incluem os custos com a manutenção, a depreciação do valor do veículo, a poupança associada a uma menor necessidade de revisões periódicas, etc.

Em 2008, o *Department for Transport*, do Reino Unido, lançou uma publicação na qual são apresentadas fórmulas para estimar os custos operacionais de vários tipos de veículos, incluindo o automóvel, em função da velocidade média de circulação³.

Esta metodologia tem ainda a vantagem de analisar, de forma separada, quer os custos percebidos, quer os não percebidos, pelo que se adapta bem ao cálculo deste tipo de benefício.

³ Values of Time and Operating Costs, TAG Unit 3.5.6; December 2008; Department for Transport; Transport Analysis Guidance (TAG)

Atualizando os valores dos coeficientes para os custos operacionais não percebidos recomendados na bibliografia para o ano de referência (2007) e para o primeiro ano de operação (2023) da extensão da Linha Amarela da rede de Metro do Porto obtém-se os valores apresentados na Tabela 15.

Tabela 15: Coeficientes de Cálculo dos Custos Operacionais de TI (Euros por km)

Ano	2007	2023
Custos não percebidos	0,2390	0,3048

As diferenças dos custos de operação do transporte individual (na sua componente de custo não percebido) acumuladas nos 30 anos do período de análise do projeto de extensão da Linha Amarela, correspondem a um benefício total de 91,44 milhões de euros, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 5%) de **38,87 milhões de euros**.

Tabela 16: Custos de operação não percebidos do TI - excedente do produtor (10³ euros)

Cenário	2023	2024	2025	2026	2027
“do-nothing”	443 911	453 470	463 092	472 774	482 510
Linha Amarela	441 551	450 933	460 403	469 960	479 638
Benefício	2 360	2 536	2 689	2 814	2 872

Cenário	2028	2033	2038	2043	2048	TOTAL
“do-nothing”	492 295	545 032	613 293	699 180	797 643	15 450 625
Linha Amarela	489 365	541 789	609 643	695 019	792 896	15 359 186
Benefício	2 930	3 244	3 650	4 161	4 747	91 439

7.6.1.3. Benefícios associados à redução nos custos de manutenção da rodovia

Nos custos associados à rodovia incluem-se as despesas com a manutenção e a reparação de estradas que decorrem do nível de utilização, sendo que, como é natural, os veículos mais pesados apresentam um valor mais elevado. Num cenário em que se verifica, por um lado, transferência de passageiros do transporte individual para o transporte público (Metro do Porto) e, por outro lado, transferência de passageiros do autocarro para o metro, essas transferências traduzem-se num menor volume de veículos em circulação nas estradas, o que gera uma redução dos custos de manutenção.

A obra de referência (*Update of the Handbook on External Costs of Transport, Final Report, Ricardo-AEA, Report for the European Commission: DG MOVE, January 2014*) apresenta valores específicos por país, os quais são definidos por classe de veículo (motorizadas, veículos ligeiros de passageiros, autocarros, ligeiros de mercadorias e vários tipos de veículos pesados) e por tipo de rodovia (não especificado, autoestradas, estradas principais e outras estradas). No caso presente, utilizou-se como referencial o valor correspondente à não especificação de tipo de estrada.

Na Tabela 17 apresenta-se os valores de referência, bem como o valor utilizado para o cálculo dos custos de manutenção da rodovia no caso da área onde se desenvolve o projeto em análise, o qual



assume uma ponderação de 15% de áreas urbanas de baixa densidade e de 85% de áreas urbanas congestionadas.

Tabela 17: Custos marginais de infraestrutura rodoviária

Tipo de veículo	Custo Portugal (€ct/veículo*km 2010)	Custo Portugal (€ct/veículo*km 2023)
Ligeiro de passageiros	0,28	0,36
Autocarro	1,12	1,42

Fonte: Excel annex for Ricardo-AEA et al (2013) "Update of the Handbook on external costs of transport", European Commission - DG MOVE

Com base nos valores estimados de veículos*km que deixam de ser realizados pelos passageiros que se transferem do transporte individual para o Metro do Porto e de redução da oferta de transporte público rodoviário, é possível calcular os benefícios decorrentes de menores custos associados à manutenção da rodovia através da diferença entre os custos a suportar no cenário com projeto e no cenário “*do-nothing*”.

Tabela 18: Custo de manutenção da rodovia (10³ euros)

Cenário	2023	2024	2025	2026	2027
“do-nothing”	6 885	7 029	7 173	7 319	7 465
Linha Amarela	6 851	6 993	7 136	7 279	7 425
Benefício	34	36	38	39	40

Cenário	2028	2033	2038	2043	2048	TOTAL
“do-nothing”	7 612	8 403	9 425	10 710	12 179	237 602
Linha Amarela	7 571	8 358	9 376	10 654	12 116	236 351
Benefício	41	45	50	56	63	1 251

As reduções dos custos de manutenção da rodovia acumuladas nos 30 anos do período de análise correspondem a um benefício de 1,25 milhões euros no cenário com o projeto, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 5%) de **0,54 milhões de euros**.

7.6.2. Excedente do Consumidor

7.6.2.1. Benefícios associados à redução do tempo de viagem do tráfego desviado

As estimativas de benefícios associados aos ganhos de tempo dos viajantes estão diretamente associadas às estimativas de transferência modal. Tendo como base estas estimativas e as distâncias e níveis de velocidade médios admitidos para as várias ligações e para os vários modos, foi possível calcular os ganhos de tempo correspondentes à abertura da expansão da Linha Amarela do Metro do Porto.



Metodologicamente, o processo de avaliação dos ganhos de tempo associados aos utilizadores do TP que passam a usar o Metro do Porto é simples, já que é um resultado direto do modelo de transportes utilizado, o qual fornece o quantitativo de passageiros e de passageiros*hora por sistema de transporte em cada cenário. Comparando estes valores entre os cenários “*do-nothing*” e “*do-something*”, obtém-se o número de passageiros transferidos, bem como os ganhos de tempo registados.

Na medida em que se considera existir uma diferença entre o tempo real de viagem e o tempo de viagem sentido pelo passageiro, a bibliografia de referência sugere que estas várias componentes do tempo de viagem assumam pesos diferentes de modo a refletir o diferente desconforto associado a cada. Desta forma, e seguindo as indicações defendidas no projeto HEATCO, estas componentes têm os valores constantes na tabela seguinte.

Tabela 19: Ponderações recomendadas e utilizadas na estimativa do tempo total de viagem

Componente	Ponderação Recomendada	Ponderação Utilizada
Tempo a bordo do veículo	1,0	1,0
Tempo a andar a pé	2,0	2,0
Tempo de espera	2,5	2,0

Como se verifica, no caso do tempo de espera, assumiu-se uma ponderação menor que a recomendada de modo a manter a coerência face aos mesmos valores que são considerados no modelo de afetação do modelo de transportes.

No caso dos benefícios de tempo para os utilizadores do TI que se transferirão para o Metro do Porto, o processo é semelhante, resultando do processo utilizado para estimar esta transferência. Recorde-se que este processo de comparação de alternativas de viagem em TI e em TP, é feito a um universo restrito de pares origem-destino - aqueles que, caso tivessem de optar pela rede de transporte público utilizariam esta nova extensão da Linha Amarela do Metro do Porto.

No que se refere ao valor do tempo assumido, este corresponde à atualização para o ano inicial de exploração (2023) dos valores recomendados pelo projeto HEATCO⁴: TI - 0,1711 € / minuto; TP - 0,1227 € / minuto.

Esta atualização seguiu a recomendação do Guia para a ACB de Projetos de Investimento da CE (2014), isto é, assumindo elasticidades de 0,7 para o valor do tempo “em serviço” (*work*) e de 0,5 para o valor do tempo “fora de serviço” (*non-work*).

O valor final adotado corresponde à média ponderada dos valores do tempo pelo peso das viagens “em serviço” e “fora de serviço” efetuadas (obtidas através de inquéritos à mobilidade).

⁴ HEATCO, Deliverable 5, 2006.

Tabela 20: Peso das viagens “em serviço” e “fora de serviço” por modo de transporte

Modo	“fora de serviço”	“em serviço”	Valor (2023)
Transporte Público	96,50%	3,50%	0,1227 €/min.
Transporte Individual	95,75%	4,25%	0,1711 €/min.

Fonte: Inquéritos à mobilidade (Porto, Coimbra e Lisboa)

Tabela 21: Custo do tempo de viagem em transporte público (10³ euros)

Cenário	2023	2024	2025	2026	2027
“do-nothing”	442 970	451 281	459 626	468 000	476 400
Linha Amarela	440 133	448 391	456 682	465 003	473 348
Benefício	2 837	2 891	2 944	2 998	3 051

Cenário	2028	2033	2038	2043	2048	TOTAL
“do-nothing”	484 821	529 856	587 352	658 579	738 914	14 831 198
Linha Amarela	481 716	526 462	583 590	654 361	734 181	14 736 203
Benefício	3 105	3 394	3 762	4 218	4 733	94 995

O diferencial dos custos do tempo de viagem em transporte público acumulado nos 30 anos da análise do projeto de extensão da Linha Amarela corresponde a um benefício total de 95,00 milhões de euros, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 5%) de **40,89 milhões de euros**.

Tabela 22: Custo do tempo de viagem em transporte individual (10³ euros)

Cenário	2023	2024	2025	2026	2027
“do-nothing”	761 584	775 895	790 263	804 684	819 148
Linha Amarela	760 814	775 070	789 391	803 774	818 222
Benefício	769	825	872	910	926

Cenário	2028	2033	2038	2043	2048	TOTAL
“do-nothing”	833 650	911 211	1 010 250	1 132 965	1 271 398	25 509 149
Linha Amarela	832 707	910 181	1 009 108	1 131 684	1 269 960	25 480 467
Benefício	943	1 030	1 142	1 281	1 438	28 682

O diferencial dos custos do tempo de viagem em transporte individual acumulado nos 30 anos da análise do projeto de extensão da Linha Amarela corresponde a um benefício total de 28,68 milhões de euros, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 5%) de **12,29 milhões de euros**.

7.6.2.2. Benefícios gerados para o tráfego induzido pela nova oferta

O tráfego gerado pela nova oferta de transporte, ou “tráfego induzido”, corresponde ao conjunto de passageiros que anteriormente ao projeto não realizava qualquer tipo de viagem, mas os quais a



melhoria das condições de transporte criadas os leva a realizar viagens. Sendo que estes passageiros não se deslocavam no cenário “do-nothing”, o cálculo dos seus benefícios através da simples comparação de custos de tempo antes e depois do projeto não é possível.

Uma prática internacionalmente aceite para a avaliação dos benefícios deste tipo de passageiro é a chamada “regra do triângulo” (RdT, ou, em inglês, “rule of the half”). Esta regra é derivada da teoria económica e dita que o ganho atribuído a um passageiro induzido pode ser estimado através da metade da diferença entre os custos generalizados do transporte iniciais e finais (é assumida uma procura linear, ou seja, uma distribuição uniforme dos utilizadores induzidos entre aqueles que requerem apenas uma motivação marginal para começarem a realizar viagens e aqueles que requerem um benefício igual ao total da variação dos custos de transporte).

A Figura 2 contém uma representação gráfica desta regra. Nela estão representadas simplificações das curvas de procura e oferta (O_1), sendo a situação inicial (e.g. cenário “do-nothing”) representada pelo número de viagens V_1 , com custo generalizado unitário C_1 . Com a alteração da oferta de transportes dá-se a deslocação da curva da oferta (O_2), produzindo uma redução do custo generalizado das viagens para C_2 e um consequente aumento das deslocações totais (V_2). A diferença entre V_2 e V_1 representa a nova procura captada pela nova infraestrutura.

Para os utilizadores já existentes o ganho resultante da introdução das melhorias na acessibilidade é representado pela área do retângulo C_1XZC_2 , que corresponde ao produto da variação nos custos generalizados pelo número de passageiros existentes. O ganho para a procura induzida é representado pela área do triângulo XYZ , que corresponde à metade do produto entre a variação nos custos generalizados e o número de passageiros induzidos pela nova oferta.

Figura 2: Representação gráfica da “regra do triângulo”

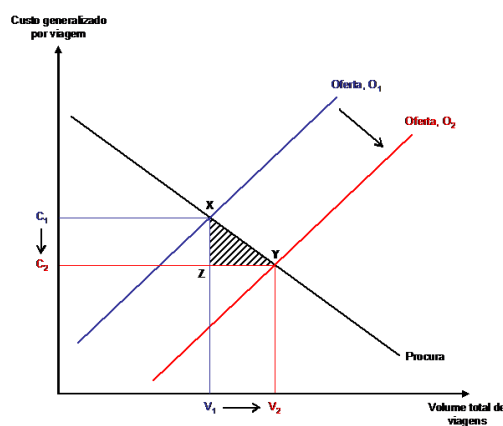


Tabela 23: Benefícios do tráfego induzido (10³ euros)

Ano	2023	2024	2025	2026	2027
Benefício	85	91	96	100	102

Ano	2028	2033	2038	2043	2048	TOTAL
Benefício	104	113	126	141	158	3 158

Os benefícios socioeconómicos gerados para o tráfego induzido nos 30 anos da análise do projeto da extensão da Linha Amarela correspondem à soma dos seus ganhos de bem-estar no total desse período, que totaliza 3,16 milhões de euros, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 5%) de **1,35 milhões de euros**.

7.6.2.3. Benefícios associados à redução dos custos de operação do transporte individual (componente do custo percebido)

O retirar de veículos de circulação traduz-se em economias importantes nos seus custos de utilização, tais como o custo do combustível. Estamos perante o que se denomina de custos de operação *percebidos* do transporte: os custos incorridos pelos passageiros do transporte individual, na sua condição de utilizadores desse transporte (e não de operadores do mesmo).

Mais uma vez usaram-se as fórmulas propostas pela publicação do *Department of Transport* (Reino Unido) para estimar os custos operacionais de vários tipos de veículos, incluindo o automóvel, em função da velocidade média de circulação⁵, atualizando os valores dos coeficientes recomendados na bibliografia para o ano de referência (2019) e para o primeiro ano de operação da nova extensão do Metro do Porto.

Tal como recomendado Guia para a ACB de Projetos de Investimento da CE (2014), os valores relativos aos custos percebidos foram apenas atualizados para 2019, assumindo-se como constantes a partir deste ano.

Tabela 24: Coeficientes de Cálculo dos Custos Operacionais percebidos de TI (Euros por km)

Ano	2007	2023
Custos percebidos	0,1248	0,1502

Na ótica do utilizador do TI, as diferenças dos custos de operação do transporte individual (na sua componente de custo não percebido) acumuladas nos 30 anos do período de análise dos projetos da extensão da Linha Amarela, correspondem a um benefício total de 38,77 milhões de euros, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 5%) de **17,01 milhões de euros**.

⁵ Values of Time and Operating Costs, TAG Unit 3.5.6; December 2008; Department for Transport; Transport Analysis Guidance (TAG)

Tabela 25: Custos de operação percebidos do TI - excedente do consumidor (10^3 euros)

Cenário	2023	2024	2025	2026	2027
"do-nothing"	218 827	221 170	223 504	225 829	228 142
Linha Amarela	217 664	219 933	222 207	224 485	226 784
Benefício	1 163	1 237	1 298	1 344	1 358

Cenário	2028	2033	2038	2043	2048	TOTAL
"do-nothing"	230 444	242 473	257 209	274 629	293 330	6 557 192
Linha Amarela	229 073	241 030	255 679	272 995	291 585	6 518 419
Benefício	1 371	1 443	1 531	1 634	1 746	38 773

7.6.2.4. Benefícios associados à redução dos custos do congestionamento

Ao captar para o transporte público em sítio próprio procura que atualmente utiliza o automóvel e/ou o autocarro, isso traduz-se, na prática, na retirada de veículos de circulação, a qual, por seu turno, contribui para reduzir o congestionamento viário. Isto traduz-se em ganhos de tempo em viagem para o tráfego rodoviário cujo modo de transporte não é alterado pelo projeto.

A obra de referência (*Update of the Handbook on External Costs of Transport, Final Report, Ricardo-AEA, Report for the European Commission: DG MOVE, January 2014*) apresenta valores específicos para os custos de congestionamento por país, os quais são definidos por classe de veículo (veículos ligeiros, autocarros, veículos pesados simples e articulados), por tipo de rodovia (autoestradas, estradas principais e outras estradas), tipo de região (metropolitana, urbana e rural) e grau de congestionamento da via (regime livre, perto da capacidade e acima da capacidade). Adicionalmente, os anexos em Excel deste documento permitem ainda a consideração de um valor de elasticidade, o qual foi assumido como 0,7.

No que se refere à determinação do valor de referência a considerar para os veículos ligeiros e para os autocarros, consideram-se os seguintes pressupostos:

- **Região:** Metropolitana (definida como cidades com mais de 250.000 habitantes, o que se verifica quer no Porto, quer em Vila Nova de Gaia);
- **Tipo de estrada:** 5% de autoestrada, 60% de estradas principais e 35% de outras estradas (estes pesos correspondem a uma abordagem assumidamente conservadora, na medida em que os valores unitários são muito mais elevados nas estradas de menor hierarquia);
- **Grau de congestionamento:** 83% em regime livre (ou seja, 20 horas), 15% em regime perto da capacidade (3,5 horas) e 2% em regime acima da capacidade (0,5 horas).

Na Tabela 26 apresenta-se os valores de referência, bem como o valor utilizado para o cálculo dos custos de congestionamento rodoviário na área onde se desenvolve o projeto em análise.



Tabela 26: Custos marginais de congestionamento rodoviário

Tipo de veículo	Custo Portugal (€ct/veículo*km 2010)	Custo Portugal (€ct/veículo*km 2023)
Ligeiro de passageiros	23,00	29,26
Autocarro	57,51	73,16

Fonte: Excel annex for Ricardo-AEA et al (2013) "Update of the Handbook on external costs of transport", European Commission - DG MOVE

A diferença acumulada dos custos do congestionamento entre dois cenários em análise, no total dos 30 anos do período de análise do projeto da extensão da Linha Amarela do Metro do Porto, corresponde a um benefício de 95,20 milhões de euros, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 5%) de 40,65 milhões de euros.

Tabela 27: Custo do congestionamento (10³ euros)

Cenário	2023	2024	2025	2026	2027
"do-nothing"	548 910	560 495	572 155	583 884	595 676
Linha Amarela	546 365	557 784	569 300	580 911	592 647
Benefício	2 545	2 711	2 854	2 972	3 029

Cenário	2028	2033	2038	2043	2048	TOTAL
"do-nothing"	607 527	671 354	753 888	857 622	976 419	19 000 271
Linha Amarela	604 440	667 960	750 096	853 332	971 560	18 905 067
Benefício	3 087	3 395	3 792	4 290	4 859	95 204

7.6.3. Benefícios para a sociedade associados a externalidades positivas

A transferência de procura do modo rodoviário para o Metro do Porto tem impactes positivos ao nível ambiental (redução na emissão de poluentes, alterações climáticas e poluição sonora) e de segurança (redução nos acidentes).

Com base nos valores estimados de transferência do transporte individual e do transporte público rodoviário (neste caso medidos em passageiros.km) e nos custos unitários que a literatura atribui a cada uma destas externalidades, é possível calcular os benefícios associados às externalidades positivas criadas pelo projeto. Os valores individuais de cada um destes benefícios apresentam-se em seguida.

7.6.3.1. Benefícios ambientais, passageiros transferidos do TP e passageiros transferidos do TI

No caso dos benefícios ambientais associados à transferência de passageiros do TP Rodoviário para a rede do Metro do Porto, estes são, no essencial, constituídos por duas parcelas de sinal contrário:

- Diminuição das emissões por redução das circulações em TP Rodoviário; e



- Aumento das emissões por maior necessidade de energia na rede do Metro do Porto para assegurar os serviços que atraem estes novos passageiros.

Após as primeiras iterações com a JASPERS, concluiu-se que os benefícios associados às poupanças energéticas estariam já incorporados nos custos da concessão do Metro do Porto bem como nos custos de operação dos veículos, pelo que a sua consideração aqui corresponderia a uma dupla contabilização.

Para estimar o benefício decorrente da diminuição das emissões poluentes, utiliza-se como base a variação de veículos*km percorridos em automóvel, autocarro e metro entre o cenário *do-something* e o cenário *do-nothing*, usando a metodologia sugerida na obra de referência (*Update of the Handbook on External Costs of Transport, Final Report, Ricardo-AEA, Report for the European Commission: DG MOVE, January 2014*), a qual apresenta valores de custos marginais externos associados à poluição específicos por país e por modo de transporte.

Para este cálculo assumiram-se os pressupostos apresentados nas Tabela 28 a Tabela 30 e que:

- A área em estudo é 100% urbano;
- As emissões produzidas na rede da Metro do Porto são equivalentes às emissões de um comboio elétrico com várias carruagens.

Tabela 28: Composição do parque automóvel nacional por cilindrada e tipo de combustível, em 2017

Frota Nacional	Global	<1.4l	1.4-2.0l	>2.0l
Diesel	65,7%	60%	30%	10%
Gasolina	34,3%	65%	30%	5%

Fonte: Elaboração própria com base em dados PORDATA (2017)

Tabela 29: Composição do parque automóvel no distrito do Porto, por antiguidade de matrícula, em 2017

Veículos ligeiros (2017)	-1 Ano	1 Ano	2 Anos	3 Anos	4 Anos	Entre 5 a 10 anos	Mais de 10 anos
939 082	4%	4%	3%	3%	2%	23%	62%

Fonte: Autoridade de Supervisão de Seguros e Fundos de Pensões, 2017

Tabela 30: Peso relativo da frota de autocarro portuguesa (veículo *standard*) por norma EURO

Norma	Peso
EURO 0	1%
EURO I	2%
EURO II	4%
EURO III	55%
EURO IV	10%
EURO V	10%
EURO VI	17%

Fonte: Elaboração própria



Com base nestes pressupostos, os valores unitários por vkm obtidos para cada modo de transporte são os que se apresenta na Tabela 31.

Tabela 31: Custos das emissões por modo de transporte em Euros/vkm

Ano	TI	BUS	Metro
2010	0,0093	0,0454	0,0098
2023	0,0117	0,0571	0,0123

Fonte: NEEDS (Preiss et al., 2008), values for low height of release, updated to year 2010 using country-specific nominal GDP per capita (PPP) figures

Aplicando estes valores aos veículos*km em transporte público produzidos em cada cenário, obtém-se os respetivos custos das emissões, os quais se representa na Tabela 32.

Tabela 32: Custos de emissões poluentes do transporte público (10³ euros)

Cenário	2023	2024	2025	2026	2027
"do-nothing"	1 863	1 892	1 920	1 949	1 978
Linha Amarela	1 827	1 855	1 883	1 911	1 939
Benefício	36	37	37	38	38

Cenário	2028	2033	2038	2043	2048	TOTAL
"do-nothing"	2 006	2 157	2 347	2 577	2 832	59 475
Linha Amarela	1 967	2 115	2 301	2 527	2 777	58 317
Benefício	39	42	46	50	55	1 158

As diferenças acumuladas dos custos estimados de **emissões poluentes do transporte público** nos 30 anos da análise do projeto da extensão da Linha Amarela do Metro do Porto correspondem a um benefício de 1,16 milhões de euros, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 5%) de **503 mil euros**.

Os custos das emissões poluentes produzidas em cada cenário pelo transporte individual são os que se representa na Tabela 33.

Tabela 33: Custos de emissões poluentes do transporte individual (10³ euros)

Cenário	2023	2024	2025	2026	2027
"do-nothing"	22 083	22 662	23 247	23 838	24 436
Linha Amarela	21 993	22 564	23 143	23 729	24 324
Benefício	90	98	104	109	112

Cenário	2028	2033	2038	2043	2048	TOTAL
"do-nothing"	25 039	28 332	32 697	38 338	44 989	821 513
Linha Amarela	24 924	28 202	32 547	38 162	44 783	817 772
Benefício	115	130	150	176	206	3 741

As diferenças acumuladas dos custos de **emissões poluentes do transporte individual** nos 30 anos de análise do mesmo projeto, correspondem a um benefício de 3,74 milhões de euros, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 5%) de **1,57 milhões de euros**.

7.6.3.2. Benefícios decorrentes da menor contribuição para as alterações climáticas

O sector dos transportes é o principal responsável pelas emissões com repercussão ao nível das alterações climáticas. Vários estudos internacionais que se centraram nesta temática conseguiram mesmo estabelecer um valor que traduz a contribuição de cada modo de transporte para as alterações climáticas a nível global, nomeadamente, automóveis, motociclos, autocarros, comboios e aviões.

Ao captar passageiros que no presente utilizam o transporte individual ou o transporte público rodoviário, o Metro do Porto irá retirar veículos de circulação e, desta forma, reduzir a contribuição do sector dos transportes para as alterações climáticas.

Para estimar o benefício decorrente de uma menor contribuição para as alterações climáticas, após uma abordagem inicial em que se utilizou a metodologia preconizada na obra de referência (*Update of the Handbook on External Costs of Transport, Final Report, Ricardo-AEA, Report for the European Commission: DG MOVE, January 2014*), e seguindo a indicação da JASPERS, optou-se por tirar partido do cálculo das emissões de CO₂e feito de acordo com as indicações do POSEUR relativas ao cálculo dos indicadores de realização e resultado, mais concretamente o indicador **O.04.05.01.C - Diminuição anual estimada das emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE)**.

Para este cálculo assumiu-se integralmente os fatores de emissão implícitos constantes do Anexo 3 do POSEUR, bem como o potencial de aquecimento global do CO₂, CH₄ e N₂O (tal como sugerido pelo POSEUR), complementados ainda com os pesos relativos de cada tipo de combustível na frota nacional indicados no Anexo 2 do POSEUR.

Através da aplicação da metodologia referida, estima-se que a transferência de passageiros dos modos rodoviários para um modo elétrico permitirá **evitar a emissão de 2.289 ton de CO₂equivalente (CO₂e) no 1º ano de operação**. No total do período de análise, as emissões evitadas ascenderão a **74.897 ton CO₂e**.

Através da aplicação da metodologia referida, estima-se que a transferência de passageiros dos modos rodoviários para um modo elétrico permitirá evitar a emissão de 74.897 ton de CO₂equivalente (CO₂e).

Com base neste valor de emissões de CO₂e, e seguindo a sugestão da JASPERS, o cálculo dos custos foi feito considerando o valor sombra do carbono relativo ao cenário central e correspondentes adicionais anuais, os quais se apresenta na Tabela 34.



Tabela 34: Preços sombra do carbono (EUR/t CO₂e, preços de 2006)

Cenário	Valor de emissões 2010	Adicional anual 2011 a 2030	Adicional anual 2031 a 2040	Adicional anual 2041 a 2050
Alto	40	2	4	8
Central	25	1	2	4
Baixo	10	0,5	1	2
Inflação em Portugal 2006-2019 = 1,211 (baseada em dados do INE)				
Valor no ano de referência (2019)	30,27	1,21	2,42	4,84

Fonte: Climate Change and Major Projects, EC, 2016

A atualização do valor para o ano de referência (2019) foi feita tendo em atenção a taxa de inflação registada anualmente em Portugal entre 2006 e 2019, de acordo com os dados disponibilizados pelo INE, o que corresponde à utilização de um fator de 1,211.

Desta forma, o valor para o ano referência (2019) foi obtido de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{Valor de 2019} = 30,27 + 9 * 1,21 = 41,2 \text{ Euro/tCO}_2\text{e}$$

Os valores para os anos seguintes foram obtidos somando os adicionais anuais correspondentes a cada ano do período de análise.

Aplicando estes valores às toneladas de CO₂e anuais produzidas em cada cenário pelo sistema de transportes, obtém-se os respetivos custos das emissões, que se sistematizam na Tabela 35.

Tabela 35: Custos da contribuição para as alterações climáticas (10³ euros)

Cenário	2023	2024	2025	2026	2027
“do-nothing”	40 875	42 400	43 946	45 513	47 101
Linha Amarela	40 770	42 286	43 824	45 384	46 967
Benefício	105	114	122	129	133

Cenário	2028	2033	2038	2043	2048	TOTAL
“do-nothing”	48 709	60 786	77 124	103 946	139 862	1 979 056
Linha Amarela	48 571	60 614	76 906	103 652	139 467	1 973 476
Benefício	138	172	218	294	396	5 580

As diferenças entre os custos da contribuição para as alterações climáticas de cada cenário acumuladas ao longo dos 30 anos do período de análise correspondem a um benefício com um valor total aproximado de 5,58 milhões de euros, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 5%) de 2,21 milhões de euros.

7.6.3.3. Benefícios decorrentes de menor poluição sonora

A metodologia de estimativa destes benefícios baseia-se nas transferências modais associadas aos novos projetos do Metro do Porto:

- Veículos.km que deixam de ser percorridos em transporte individual;
- Veículos.km que deixam de ser percorridos em autocarro;
- Veículos.km adicionais percorridos pelo Metro do Porto correspondentes aos novos serviços.

A obra de referência (*Update of the Handbook on External Costs of Transport, Final Report, Ricardo-AEA, Report for the European Commission: DG MOVE, January 2014*) apresenta valores específicos para os custos da poluição sonora por país, os quais são definidos por modo de transporte veículo (no caso presente: veículos ligeiros e autocarros), por tipo de área (urbana, suburbana e rural) e tipo de tráfego (denso ou ligeiro) e ainda altura do dia (dia e noite). Adicionalmente, os anexos em Excel deste documento permitem ainda a consideração de um valor de elasticidade, o qual foi assumido como 0,7.

No que se refere à determinação do valor de referência a considerar para os veículos ligeiros e para os autocarros, consideram-se os seguintes pressupostos:

- **Modo de transporte:** para além do autocarro e do automóvel, assume-se que, para este efeito, o Metro do Porto terá custos equivalentes aos do autocarro quando circula à superfície;
- **Área:** Urbana (definida como áreas com 3.000 habitantes por km de rodovia), assumida a 85%; e suburbana (área com 700 habitantes por km de rodovia) assumida a 15%;
- **Tipo de tráfego:** 30% de tráfego denso e 70% de tráfego ligeiro durante o dia, e 100% de tráfego ligeiro durante a noite;
- **Altura do dia:** 97,5% de dia e 2,5% de noite.

Os coeficientes de cálculo dos custos associados ao ruído considerados para a quantificação dos benefícios decorrentes da emissão de ruído são os apresentados na tabela seguinte.

Tabela 36: Custos Unitários do Ruído por modo de Transporte

Modo de transporte	Custos do Ruído por Modo (Euro/1000 vkm - 2010)	Custos do Ruído por Modo (Euro/1000 vkm - 2023)
Automóvel	13,22	16,12
Autocarro	71,18	86,16
Ferrovias Ligeiras (2/6 à superfície)	23,73	28,72

Fonte: Update of the Handbook on External Costs of Transport, Final Report, Ricardo-AEA, Report for the European Commission: DG MOVE, January 2014



As diferenças entre os custos da poluição sonora entre os dois cenários ao longo dos 30 anos de análise, correspondem a um total de benefícios associados à diminuição da poluição sonora com um valor total aproximado de 5,71 milhões de euros de benefícios para a sociedade, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 5%) de **2,44 milhões de euros**.

Tabela 37: Custos da poluição sonora (10³ euros)

Cenário	2023	2024	2025	2026	2027
"do-nothing"	33 210	33 897	34 587	35 281	35 979
Linha Amarela	33 057	33 733	34 415	35 102	35 797
Benefício	154	164	172	179	182

Cenário	2028	2033	2038	2043	2048	TOTAL
"do-nothing"	36 680	40 455	45 329	51 449	58 450	1 142 928
Linha Amarela	36 495	40 251	45 102	51 193	58 160	1 137 219
Benefício	186	204	227	257	290	5 709

7.6.3.4. Benefícios decorrentes de menos veículos em circulação - Acidentes

A metodologia de estimativa destes benefícios baseia-se nas transferências modais associadas aos novos troços do Metro do Porto, medidas em veículos.km que deixam de ser percorridos na rodovia.

A metodologia de cálculo destes benefícios passa pelo estimar os impactes em termos da redução de vítimas de acidentes rodoviários decorrentes da redução dos veículos em circulação. Para tal usaram-se os dados disponíveis mais recentes relativos à sinistralidade rodoviária no concelho onde se desenvolve a extensão em estudo: Vila Nova de Gaia.

Complementarmente, de modo a determinar os índices de sinistralidade por veículo.km estimou-se os veículos.km anuais percorridos neste concelho com base nas vendas de combustível por município.

Tabela 38: Índices de sinistralidade estimados para Vila Nova de Gaia (valores para 2017)

Tipo de vítima	Acidentes em Vila Nova de Gaia (por 100.000 veículos.km)
Com mortos	0,000300
Com feridos graves	0,001201
Com feridos ligeiros	0,044942

Fonte: ANSR 2017 - Distrito do Porto

Com base nestes índices de sinistralidade estimou-se os custos sociais médios da sinistralidade rodoviária nos dois cenários: sem e com os projetos em estudo, tomando por referencial os valores apresentados na obra de referência (*Update of the Handbook on External Costs of Transport, Final Report, Ricardo-AEA, Report for the European Commission: DG MOVE, January 2014*), os quais se lista na tabela seguinte.



Tabela 39: Custos sociais médios dos acidentes

	Morto	Ferido grave	Ferido ligeiro
Portugal (2010)	1 505 000 €	201 100 €	13 800 €
Portugal (2023)	1 802 153 €	240 806 €	16 525 €

Fonte: RICARDO AEA- Handbook in external costs of transport 2014

A diferença acumulada nos 30 anos de análise entre os custos dos acidentes rodoviários nos dois cenários, correspondem a um benefício social associados à diminuição do número de acidentes rodoviários com um valor total de cerca de 5,04 milhões de euros, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 5%) de **2,15 milhões de euros**.

Tabela 40: Custos dos acidentes rodoviários (10³ euros)

Cenário	2023	2024	2025	2026	2027
<i>“do-nothing”</i>	32 431	33 123	33 821	34 522	35 227
Linha Amarela	32 299	32 982	33 671	34 366	35 068
Benefício	132	141	149	156	159

Cenário	2028	2033	2038	2043	2048	TOTAL
<i>“do-nothing”</i>	35 936	39 755	44 697	50 912	58 034	1 126 234
Linha Amarela	35 774	39 576	44 496	50 684	57 774	1 121 197
Benefício	162	179	201	228	260	5 036



8. Fontes de Financiamento do Promotor e do Projecto

À Metro do Porto, S.A. (MP), promotor do projeto e beneficiário do cofinanciamento, foi atribuída em 1993 a concessão da construção e exploração do Sistema de Metro Ligeiro da Área Metropolitana do Porto (SMLAMP), por um período de 50 anos com início em 1998. A MP, inicialmente detida em 40% pelo Estado Português, é, desde 2008, detida a 60% (direta e indiretamente) por ele. Nos termos das Bases da Concessão (Decreto-Lei 394-A/98), o Estado é responsável pelo financiamento da construção do SMLAMP, bem como da exploração deste (neste caso através de sucessivos contratos de serviço público). A MP constitui assim, de facto, um operador interno do Estado Português.

Nesse quadro, o Estado tem garantido a liquidez da Empresa, nomeadamente perante os seus compromissos (juros e amortizações de capital) de serviço dos empréstimos contraídos ao longo dos anos (essencialmente para pagamento dos encargos com a construção do SMLAMP), através da concessão de empréstimos à Empresa. Nos últimos anos esses empréstimos ascenderam aos montantes constantes da Tabela 41 (a preços correntes).

Tabela 41: Empréstimos do Estado Português à MP, em milhões de euros

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
593,0	309,0	760,0	500,0	549,0	557,5	557,5	832,7

Fonte: Metro do Porto

A dívida financeira da MP em 1.1.2019, data em que se iniciam as projeções relatadas neste documento, ascendia a 3.771,308 milhões de euros.

Como consta da nota 4 às Demonstrações Financeiras da MP, anexas ao Relatório de Gestão relativo ao ano de 2018:

“A MP efetuou teste de imparidade aos direitos de exploração do sistema ao nível das Unidades Geradoras de Caixa. Os cálculos efetuados têm subjacentes os seguintes pressupostos:

- Desconto dos cash-flows operacionais das diversas unidades geradoras de caixa, considerando uma taxa de desconto que reflete o valor temporal do dinheiro e os riscos específicos associados e à própria Empresa;*
- Inexistência do pagamento de qualquer indemnização compensatória pela prestação de serviço de transporte público conforme previsto no Contrato de Serviço Público, celebrado em 8 de agosto de 2014 entre o Estado e a Empresa (entretanto aditado em 10 de dezembro de 2014) e que entrou em vigor em 01 de janeiro de 2015 e perdurará até 31 de dezembro de 2024.*
- Atribuição de apoio financeiro por parte do concedente para cobrir os encargos decorrentes do financiamento da construção e da manutenção pesada da infraestrutura a partir de 2031 e até ao termo da concessão. De acordo com os cálculos efetuados, o montante total atualizado ascende a cerca de 1,7 mil milhões euros;”*



Nas projeções do cenário “*do-nothing*” relatadas neste documento, assume-se que até 2030, *inclusive*, prosseguirá o modelo em vigor desde 2010, segundo o qual o Estado assegura a liquidez da MP através de empréstimos a esta. Assumiu-se, uma taxa de juro real de 2,5%. Assim, até ao final de 2030 a dívida financeira da MP aumenta continuamente. A partir de 2031, assume-se que o Estado Português fará um pagamento anual de 358 milhões de euros a preços de 2019, constante em termos reais, a título de compensação pela disponibilização pela MP desde 2003 da infraestrutura do SMLAMP.

Resulta daqui que, a partir de 2031, a dívida financeira projetada da MP decai continuamente, atingindo um valor pouco significativo no final de 2048.

Relativamente ao financiamento do projeto da Linha Amarela, foram assumidos os pressupostos que se descrevem em seguida.

Segundo as Resoluções de Conselho de Ministros n.º172/2018 e n.º168-A/2018 o projeto contará com o financiamento integral dos custos de investimento da construção da Linha Rosa (troço Casa da Música - S. Bento) e da expansão da Linha Amarela (Santo Ovídio - Vila D’Este). O financiamento será assegurado pelo Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência de Recursos (PO SEUR), sob a forma de verbas de cofinanciamento e pelo Fundo Ambiental, sob a forma de transferências orçamentais, no valor de 107,00 e 251,10 milhões de euros, respetivamente, a preços correntes. O que corresponde, respetivamente, a 102,63 e 235,01 milhões de euros, a preços constantes de 2019. O período a considerar segundo as RCM’s seria entre 2018-2023 para os contratos relativos a Estudos, Projetos e Fiscalização, Infraestruturas, Sistemas de Sinalização de Apoio à Exploração e Bilhética, encargos com expropriações e 2018 a 2032 para a aquisição e manutenção do material circulante. No entanto, como a presente ACB considera um período de análise entre 2019 e 2048, os valores a considerar em 2018 foram, de acordo com as orientações do Guia para a ACB de Projetos de Investimento da CE (2014), somados aos montantes a considerar em 2019.

Atualmente estão por definir as taxas de co-financiamento a adotar pelo PO SEUR individualmente ao projeto de construção da Linha Rosa e ao projeto de extensão da Linha Amarela. No entanto, de acordo com o artigo 8.º do Regulamento Específico para o domínio da Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos (RE SEUR) o valor das taxas de co-financiamento não deverá ser superior a 85% das despesas elegíveis. Assume-se que o Fundo Ambiental financiará a diferença entre o custo de investimento total e o valor de financiamento de PO SEUR.

O cálculo do défice de financiamento será efetuado de acordo com as diretivas expressas no documento “*Nota de Orientações para a Análise Financeira: Análise de rentabilidade financeira; Cálculo do Défice de Financiamento; Análise de sustentabilidade*”, da Autoridade de Gestão do Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos (POSEUR, 2017)⁶.

Segundo as diretivas deste documento, o défice de financiamento da operação é determinado da seguinte forma:

⁶ <https://poseur.portugal2020.pt/media/40627/gui%C3%A3o-i-a-nota-orienta%C3%A7%C3%B5es-an%C3%A1lise-financeira.pdf>

$$DF = \frac{CTI - (RLA - CLA + VRA)}{CTI}$$

em que CTI corresponde a custos de investimento atualizados, RLA corresponde a receitas de exploração atualizadas, CLA corresponde a custos de exploração atualizados e VRA corresponde ao valor residual atualizado.

O cálculo do défice de financiamento encontra-se demonstrado na Tabela 42.

Tabela 42: Cálculo do défice de financiamento

Valores atualizados (10 ³ euros) preços constantes de 2019	
Défice de financiamento POSEUR	Linha Amarela
Principais elementos e parâmetros	
Período referência (anos)	30
Taxa de atualização financeira	4%
Custo total de investimento	120 259
Valor Residual	8 632
Receitas exploração	49 751
Custos de exploração	27 388
Cálculo do défice de financiamento	
Receitas líquidas	30 995
Custo de investimento- receitas líquidas	89 264
Défice de financiamento	74,23%

Os montantes de investimento elegível para financiamento do PO SEUR, a preços correntes, são os apresentados na Tabela 43.

Tabela 43: Investimento elegível para financiamento proveniente do PO SEUR, em milhares de euros

Investimento elegível para financiamento PO SEUR	Total	2019	2020	2021	2022	2023
Linha Amarela	-104 266	-9 505	-23 877	-23 877	-28 189	-18 818

As Resoluções de Conselho de Ministros n.º 172/2018 e n.º 168-A/2018 apresentam somente o montante de financiamento para o cenário das duas linhas, a preços correntes. A taxa de co-financiamento, 56,03%, resulta do quociente entre o montante de co-financiamento POSEUR disponível, 107,00 milhões de euros, e o montante máximo elegível do conjunto dos dois projectos candidatados, 190,99 milhões de euros (Tabela 44).

Tabela 44: Cálculo do montante máximo de financiamento (10³ euros)

Valores em m/euros. Preços correntes			
PO SEUR - Extensão	Linha Rosa	Linha Amarela	2 Linhas
Custo elegível	178 727	104 266	282 993
Défice de financiamento	63,56%	74,23%	69,17%
Montante Máximo Elegível	113 592	77 393	190 985
Taxa de cofinanciamento	56,03%	56,03%	56,03%
Financiamento PO SEUR	63 640	43 360	107 000
Financiamento Fundo Ambiental	155 018	95 564	250 583
Total	218 659	138 924	357 583

O escalonamento do financiamento do material circulante pelo Fundo Ambiental previsto na RCM n.º 168-A/2018 evidencia algum desfasamento em relação com o escalonamento previsto dos pagamentos do seu fabrico, pelo que a própria RCM prevê que a Direção Geral de Tesouro e Finanças (DGTF) proceda a um empréstimo intercalar para cobrir as resultantes necessidades de financiamento. Assume-se que a taxa de juro desse financiamento será também de 2,5% em termos reais.

Com o início da exploração da extensão em 2023, o projeto começará a libertar fundos que excederão os encargos financeiros incrementais resultantes da dívida intercalar. A partir de 2024 essa dívida começará a ser amortizada, ficando extinta em 2029 (Tabela 46). Desde essa data, os pagamentos desfasados do Fundo Ambiental e os fundos libertos pela exploração do projeto contribuirão para servir a dívida pré-existente, reduzindo as necessidades de financiamento da MP pelo Estado.



9. Análise Financeira

A análise financeira do projeto de expansão da Linha Amarela consiste na avaliação dos *cash-flows* incrementais do projeto, ou seja, da diferença de *cash-flows* financeiros entre cenários (“*do-nothing*” e “*do-something*”). Como tal, sempre que no presente relatório se refira o termo *cash-flow*, este diz respeito ao valor incremental.

Foram realizados quatro tipos diferentes de análise financeira:

- Uma análise de sustentabilidade financeira na ótica do promotor, que consiste numa análise aos *cash-flows* afectos ao promotor (Metro do Porto), ano-a-ano, no cenário “*do-nothing*”, por forma a verificar se está assegurada a sua liquidez ao longo de todo o horizonte das projecções;
- Uma análise de sustentabilidade financeira na ótica do projeto, que consiste numa análise aos *cash-flows* gerados pelo projeto, ano-a-ano, por forma a verificar se as variações de liquidez acumuladas desde o início do projecto geradas por este são sempre não negativas (i.e., que não há rupturas de tesouraria no financiamento do projecto);
- Uma análise de retorno financeiro na ótica do projeto, calculando-se indicadores de retorno sobre os recursos investidos no projeto;
- Uma análise de retorno financeiro na ótica do capital nacional, calculando-se indicadores de retorno sobre o capital que as entidades públicas nacionais investem no projeto.

9.1. Análises de sustentabilidade financeira

Análise de Sustentabilidade Financeira do Promotor

As projecções realizadas para efeitos desta análise consideram todos os custos e receitas já anteriormente apresentados, e ainda os custos financeiros da dívida pré-existente bem como os custos de estrutura do promotor, assumidos ascenderem a 7 milhões de euros anuais a preços de 2019 (cerca de 4,7 milhões de custos com pessoal, 0,8 milhões de rendas e alugueres, 1,2 milhões de comunicações, seguros, energia e fluídos, condomínio e materiais, e 0,3 milhões de outros trabalhos especializados).

Como já referido no capítulo 8 a sustentabilidade financeira da MP assenta na garantia da sua liquidez pelo Estado. A garantia é dada através da concessão de empréstimos, como se verificou nos últimos nove anos e, eventualmente, através do pagamento de uma compensação à MP pela disponibilização da infraestrutura do SMLAMP, desde 2003.

Na primeira fase a dívida financeira aumentará até exceder os 5.000 milhões de euros em 2030 (a preços constantes de 2019), diminuindo depois até atingir a um valor marginal no final da concessão, tal como se pode observar na Tabela 45.



Tabela 45: Tesouraria e dívida da MP (10³ euros)

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Cash-Flow Operacional	-15 876	-9 067	-1 689	582	2 412	-10 583	-11 048	-10 532	-249	-154
Renda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juros	-94 283	-97 037	-99 689	-102 224	-104 765	-107 324	-110 271	-113 304	-116 400	-119 316
Variação da dívida	-110 159	-106 103	-101 378	-101 641	-102 353	-117 907	-121 319	-123 837	-116 649	-119 470
Dívida final	3 881 467	3 987 571	4 088 949	4 190 590	4 292 943	4 410 850	4 532 169	4 656 005	4 772 654	4 892 124
	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
Cash-Flow Operacional	696	799	-2 578	230	-14 800	-31 722	-32 752	-33 367	-4 923	-2 168
Renda	0	0	358 000	358 000	358 000	358 000	358 000	358 000	358 000	358 000
Juros	-122 303	-125 343	-128 457	-122 783	-116 897	-111 239	-105 863	-100 378	-94 772	-88 314
Variação da dívida	-121 607	-124 545	226 965	235 448	226 303	215 039	219 385	224 254	258 305	267 518
Dívida final	5 013 731	5 138 276	4 911 310	4 675 863	4 449 559	4 234 521	4 015 136	3 790 881	3 532 576	3 265 058
	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048
Cash-Flow Operacional	-10 064	-9 762	-2 636	-2 098	2 521	4 506	5 961	4 253	4 181	7 555
Renda	358 000	358 000	358 000	358 000	358 000	358 000	358 000	358 000	358 000	358 000
Juros	-81 626	-74 969	-68 137	-60 956	-53 583	-45 909	-37 994	-29 845	-21 535	-13 019
Variação da dívida	266 309	273 269	287 227	294 946	306 938	316 597	325 966	332 408	340 646	352 536
Dívida final	2 998 749	2 725 480	2 438 253	2 143 307	1 836 369	1 519 771	1 193 805	861 398	520 751	168 215

Análise de Sustentabilidade Financeira do Projeto

A execução da operação em causa neste relatório não conduzirá, em momento algum, a ruturas de tesouraria ao nível do projeto. Isso é evidenciado na Tabela 46, que apresenta os *cash-flows* do projeto.



Tabela 46: Tesouraria da operação do projeto (10³ euros)

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Investimento	-15 866	-26 333	-35 869	-38 891	-18 889	0	0	0	0	0
PO SEUR	5 252	12 998	12 793	10 618	0	0	0	0	0	0
Fundo Ambiental	9 227	14 393	15 147	25 648	15 146	1 315	1 292	1 269	1 246	1 224
Cash-Flow operacional	0	0	0	-206	1 720	1 669	1 746	1 813	1 985	1 298
Juros	0	-33	-9	-207	-283	-341	-275	-206	-134	-57
Cash-flows do projeto antes de dívida intercalar	-1 388	1 023	-7 939	-3 039	-2 307	2 642	2 763	2 876	3 097	2 465
Dívida intercalar contraída no ano	1 388	-1 023	7 939	3 039	2 307	-2 642	-2 763	-2 876	-3 097	-2 272
Cash-Flow do projeto depois de dívida intercalar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	194
Cash-Flow do projeto acumulado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	194

	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
Investimento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PO SEUR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fundo Ambiental	1 203	1 181	1 161	300	0	0	0	0	0	0
Cash-Flow operacional	1 326	1 354	1 383	1 417	1 451	1 486	1 521	1 558	1 596	1 636
Juros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cash-flows do projeto antes de dívida intercalar	2 529	2 535	2 544	1 717	1 451	1 486	1 521	1 558	1 596	1 636
Dívida intercalar contraída no ano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cash-Flow do projeto depois de dívida intercalar	2 529	2 535	2 544	1 717	1 451	1 486	1 521	1 558	1 596	1 636
Cash-Flow do projeto acumulado	2 722	5 258	7 802	9 519	10 970	12 456	13 977	15 536	17 132	18 768

	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048
Investimento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PO SEUR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fundo Ambiental	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cash-Flow operacional	1 677	1 720	1 763	1 807	1 851	1 895	1 937	1 978	2 019	2 060
Juros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cash-flows do projeto antes de dívida intercalar	1 677	1 720	1 763	1 807	1 851	1 895	1 937	1 978	2 019	2 060
Dívida intercalar contraída no ano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cash-Flow do projeto depois de dívida intercalar	1 677	1 720	1 763	1 807	1 851	1 895	1 937	1 978	2 019	2 060
Cash-Flow do projeto acumulado	20 445	22 165	23 928	25 735	27 586	29 481	31 418	33 396	35 415	37 475

9.2. Análises de retorno financeiro

9.2.1. Parâmetros Relevantes

Para a análise do retorno financeiro na ótica do projeto, os *cash-flows* financeiros anuais foram calculados através dos seguintes parâmetros (líquidos de IVA) e fórmula:

$$\text{Cash-flow financeiro} = - \text{Custos de Investimento} - \text{Custos de Exploração} + \text{Valor Residual} + \text{Receitas Operacionais}$$

Para a análise do retorno financeiro na ótica do capital nacional, os *cash-flows* anuais foram calculados através dos seguintes parâmetros (líquidos de IVA) e fórmula:

$$\text{Cash-flow financeiro} = - \text{Custos de Exploração} - \text{Fontes de Financiamento Nacionais} + \text{Receitas Operacionais} + \text{Valor Residual}$$

As fontes de financiamento nacionais correspondem aos montantes de financiamento previstos do Fundo Ambiental e ainda aos gastos com amortizações e juros do empréstimo concedido pela Direção Geral de Tesouro e Finanças. Assume-se uma taxa de juro 2,5% durante todo o período do projeto.

9.2.2. Indicadores de retorno financeiro

Os indicadores da análise de retorno financeiro apresentados são:

- A soma dos *cash-flows* financeiros anuais do período de análise (2019-2048);
- O Valor Atualizado Líquido Financeiro (VALf): o valor atualizado ao ano de 2019 dos *cash-flows* financeiros; Este será denominado de VALf(c) na análise de retorno financeiro na ótica do projeto, e de VALf(k) na análise de retorno financeiro na ótica do capital nacional;
- A Taxa Interna de Retorno Financeira (TIRf): a taxa à qual são descontados os *cash-flows* financeiros por forma a se obter um VALf igual a zero. Esta será denominada de TIRf(c) na análise de retorno financeiro na ótica do projeto, e de TIRf(k) na análise de retorno financeiro na ótica do capital nacional.

9.2.3. Taxa de desconto

Para o cálculo do VALf foi utilizada uma taxa de desconto financeira de 4%, respeitando a recomendação do Guia para a ACB de Projetos de Investimento da CE (2014), para a taxa de desconto financeira a aplicar a países elegíveis para o Fundo de Coesão Europeu.



9.2.4. Resultados

Análise de Retorno Financeiro na Ótica do Projeto

A Tabela 47 apresenta o resultado obtido para os indicadores da análise financeira ao retorno do projeto, em milhares de euros, a preços constantes de 2019.

Tabela 47: Retorno do projeto (em 10³ euros)

	Soma 2019-2048	VALf (c) 4%
Custos de Investimento	-135 848	-120 259
Valor Residual	27 998	8 632
Custos de Exploração	97 231	49 751
Receitas Operacionais	-53 770	-27 388
Cash-Flow Financeiro	-64 389	-89 264
TIRf (c)	-1,72%	

Os resultados obtidos demonstram que o projeto da expansão da Linha Amarela não apresenta rentabilidade financeira na ótica do projeto, dado que apresenta um **VALf (c) negativo: -89,26 milhões euros**. O projeto apresenta igualmente uma **TIRf (c) negativa (-1,72%)**, o que confirma a sua não-rentabilidade na ausência de cofinanciamento a fundo perdido. A contribuir para estes resultados estão os elevados custos de investimento, não recuperados pelas receitas operacionais.

Análise de Retorno Financeiro do Capital Nacional

A Tabela 48 apresenta o resultado obtido para os indicadores da análise de retorno financeiro na ótica do capital nacional, em milhares de euros, a preços constantes de 2019.

Tabela 48: Retorno do capital nacional (em 10³ euros)

	Soma 2019-2023	VALf (k) 4%
Valor Residual	27 998	8 632
Receitas Operacionais	97 231	49 751
Custos Operacionais	-53 770	-27 388
Fontes de Financiamento Nacionais	-89 752	-77 057
Juros	-1 548	-1 213
Amortizações de dívida	-14 672	-10 945
Cash-Flow Financeiro	-34 512	-58 219
TIRf (k)	-0,89%	

Os resultados obtidos demonstram que o projeto da expansão da Linha Amarela apresenta um retorno financeiro na ótica do capital nacional negativo dado que gera custos financeiros superiores aos proveitos em 34,51 milhões de euros. O **VALf (k) é negativo: -58,22 milhões de euros** e a **TIRf (k)** também é **negativa (-0,89%)**, o que confirma a não rentabilidade do projeto e necessidade de cofinanciamento por Fundos Europeus.



10. Análise Económica

10.1. Correção de preços

O Guia para a ACB de Projetos de Investimento (2014), da DG Política Regional da Comissão Europeia recomenda que:

- Os preços dos fatores de produção e dos produtos a considerar na ACB devem ser líquidos de IVA e de outros impostos indiretos;
- Os preços dos fatores de produção a considerar na ACB devem ser brutos de impostos diretos;
- Os pagamentos de transferências puras para pessoas, como as contribuições para a segurança social, devem ser omitidos nos cálculos;
- Em determinados casos, os impostos indiretos/subvenções destinam-se a corrigir as externalidades, pelo que nestas situações os preços deverão ser ilíquidos desses impostos.

Devido às imperfeições inerentes à maioria dos mercados, os preços de mercado podem sofrer distorções, não refletindo o verdadeiro custo de oportunidade dos bens e serviços utilizados na fase de investimento e exploração. Como tal, para cálculo dos indicadores da Análise Económica, foi necessário corrigir esses preços de mercado, substituindo-os por *preços sombra*, através da aplicação de *fatores de conversão*.

Para o cálculo dos fatores de conversão, os custos de investimento e de exploração foram divididos em custos com mão-de-obra qualificada, custos com mão-de-obra não qualificada e restantes custos de investimento/exploração.

Aos preços relativos a custos de investimento/exploração não relacionados com mão-de-obra foi aplicado um fator de correção *standard*, calculado da seguinte forma:

$$\text{Fator de correção standard} = \frac{(\text{Total de importações a preços CIF} + \text{Total de exportações a preços FOB})}{(\text{Total de importações a preços CIF} + \text{Total de exportações a preços FOB} + \text{Total de taxas de importação})}$$

Para os custos com mão-de-obra, efetuaram-se correções ao nível dos salários considerados para a mão-de-obra qualificada e não-qualificada no cálculo dos custos de investimento (e, por conseguinte, valor residual), passando-se a considerar salários sombra no cálculo desses custos. Esta metodologia consiste na aplicação de um fator de correção aos salários a preços de mercado que resulta da aplicação da fórmula $(1-t)$ para os salários da mão-de-obra qualificada e $(1-t) \times (1-u)$ para os salários da mão-de-obra não-qualificada, onde t é a taxa de imposto direto e contribuições sociais e u é a taxa de desemprego da região.

Esta análise resultou nos fatores de conversão que se apresenta na Tabela 49.



Tabela 49: Fatores de conversão aplicados aos preços de mercado, para obtenção dos preços sombra

Atividade	Fator de Correção
Mão-de-obra qualificada	0,77
Mão-de-obra não qualificada	0,69
Restantes custos de investimento/exploração	0,99

Assumiu-se uma percentagem de custos com mão-de-obra qualificada de 7% no total dos custos de investimento e de 15% no total dos custos de exploração, e uma percentagem de 25% de custos com mão-de-obra não qualificada no total de custos de investimento e de 35% no total dos custos de exploração. Estas percentagens refletem valores verificados em projetos semelhantes, mas estão sujeitas a alteração futura, por forma a melhor se adaptarem à realidade da Metro do Porto.

Em consequência, os fatores de correção ponderados a aplicar ao total dos custos de investimento e de exploração são os que se apresenta na Tabela 50.

Tabela 50: Fatores de conversão dos custos de investimento e exploração ponderados

Atividade	Fator de Correção
Fator de correção ponderado dos custos de investimento	0,90
Fator de correção ponderado dos custos de exploração	0,86

O fator de correção dos custos de investimento foi utilizado para ajustar as despesas de investimento e o valor residual. Por sua vez, o fator de correção dos custos de exploração foi utilizado no cálculo dos custos económico do produtor nas rubricas custos operacionais da MP e custos de operação do TP.

Para a correção do efeito distorçor dos impostos indiretos, usou-se ainda um fator de correção de 1,23 relativo a IVA a liquidado sobre os custos e um fator de correção de 6% de IVA a liquidar nas receitas.

10.2. Parâmetros relevantes

A análise económica do projeto de expansão da Linha Amarela consiste na avaliação dos *cash-flows* incrementais do projeto, ou seja, da diferença de *cash-flows* económicos entre cenários (“do-nothing” e “do-something”).

Os *cash-flows* económicos anuais foram calculados através dos seguintes parâmetros (líquidos de IVA) e fórmula:

$$\text{Cash-flow económico} = - \text{Custos de Investimento}^* + \text{Valor Residual}^* + \text{Benefícios Socioeconómicos}$$

*corrigidos ao fator de correção ponderado dos custos de investimento

10.2.1. Valor residual económico

Para cálculo do valor residual económico do projeto de investimento foi aplicado o método de cálculo do Valor Atual Líquido dos fluxos de tesouraria nos anos de vida útil remanescentes dos investimentos da operação nos quais se incluem os benefícios sociais e ambientais do projeto. Os anos de vida remanescentes à operação são computados pela diferença entre o período de referência e a vida útil das infraestruturas e equipamentos que fazem parte do projeto de investimento. Admite-se que os benefícios socioeconómicos do projeto se fazem sentir durante 50 anos, pelo que não se esgotam no final do último ano de análise.

Estima-se que, no último ano de análise (2048), o valor residual económico de **231,23** milhões de euros (preços de 2019) o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 5%) de aproximadamente **53,50** milhões de euros.

10.3. Indicadores de retorno económico

Os indicadores da análise económica apresentados são:

- A soma dos *cash-flows* económicos anuais do período de análise (2019-2048);
- O Valor Atualizado Líquido Económico (VALe): o valor atualizado ao ano de 2019 dos *cash-flows* económicos do projeto;
- A Taxa Interna de Retorno Económico (TIRe): a taxa à qual são descontados os *cash-flows* económicos do projeto por forma a se obter um VALe igual a zero;
- O Rácio Benefício-Custo (*B/C Ratio*): a percentagem dos benefícios socioeconómicos gerados pelo projeto no total dos seus custos.

10.4. Taxa de desconto

Para o cálculo do VALe foi utilizada uma taxa de desconto social de 5%, respeitando a recomendação do Guia para a ACB de Projetos de Investimento da CE (2014), para a taxa de desconto social a aplicar a países elegíveis para o Fundo de Coesão Europeu.

10.5. Resultados

A Tabela 51 apresenta o resultado obtido para os indicadores da análise económica, a preços constantes de 2019.



Tabela 51: Resultados da Análise Económica (em 10³ euros)

	Soma 2019-2048	VAlE 5%
Custos de Investimento (corrigidos a preços sombra)	-122 672	-105 450
Valor Residual (corrigido a preços sombra)	231 234	53 502
Benefícios Socioeconómicos	362 639	154 893
Cash-Flow Económico	471 201	102 945
TIRe	9,55%	
B/C Ratio	2,21	

Os resultados obtidos demonstram que o projeto de expansão da Linha Amarela apresenta rentabilidade económica, dado que gera benefícios económicos superiores aos custos em 471,20 milhões de euros, e apresenta **um VAlE positivo: 102,95 milhões de euros**. O projeto apresenta **uma TIRe positiva e 9% superior à taxa de desconto social (9,55%)**, o que confirma a sua viabilidade económica, e um **rácio benefício-custo de 2,21**, o que significa que o projeto gera benefícios socioeconómicos mais de duas vezes superiores aos seus custos.

11. Análise de Sensibilidade e Risco

A determinação dos indicadores financeiros e económicos apresentados nos capítulos anteriores resultaram da assunção de um quadro de pressupostos que hoje se afigura como mais provável com base na informação disponível. Contudo, existe incerteza associada a estes pressupostos e, por isso, importa perceber o impacto nos resultados da não concretização das hipóteses iniciais.

Em linha com as recomendações da Comissão Europeia, este capítulo considera os efeitos dessa incerteza através de três tipos de análise:

- Análise de sensibilidade;
- Análise de risco qualitativa;
- Análise de risco quantitativa.

11.1. Análise de Sensibilidade

O objetivo da análise de sensibilidade é identificar as variáveis “críticas” do projeto, isto é, as variáveis cuja variação, sendo positiva ou negativa, têm maior impacto na sua *performance* financeira e económica, e testar o impacto que variações nessas variáveis têm nos resultados da avaliação económica e financeira.

As tabelas seguintes apresentam os Valores Atualizados Líquidos, para variações de -1% e 1% nas variáveis testadas.

Tabela 52: Análise de sensibilidade ao VALf(c)

	VALf(c)	Δ -1%	VALf(c)	Δ 1%
Custos de investimento em infraestrutura	-88 353	1,02%	-90 174	-1,02%
Custos de investimento de material circulante	-88 972	0,33%	-89 555	-0,33%
Procura	-89 761	-0,56%	-88 766	0,56%
Receita Média	-89 761	-0,56%	-88 766	0,56%
Custos de exploração do serviço	-88 990	0,31%	-89 537	-0,31%
Taxa de desconto financeira	-89 139	0,14%	-89 386	-0,14%



Tabela 53: Análise de sensibilidade ao VALf(k)

	VALf(k)	Δ -1%	VALf(k)	Δ 1%
Custos de investimento em infraestrutura	-56 567	2,84%	-59 872	-2,84%
Custos de investimento de material circulante	-58 219	0,00%	-58 219	0,00%
Procura	-58 717	-0,85%	-57 722	0,85%
Receita Média	-58 717	-0,85%	-57 722	0,85%
Custos de exploração do serviço	-57 945	0,47%	-58 493	-0,47%
Taxa de desconto financeira	-58 038	0,31%	-58 397	-0,31%

Tabela 54: Análise de sensibilidade ao VALe

	VALe	Δ -1%	VALe	Δ 1%
Custos de investimento em infraestrutura	103 743	0,78%	102 147	-0,78%
Custos de investimento de material circulante	103 202	0,25%	102 689	-0,25%
Procura	101 194	-1,70%	104 696	1,70%
Taxa de desconto social	104 983	1,98%	100 938	-1,95%
Custos de operação do TP	102 799	-0,14%	103 092	0,14%
Custos de operação do não percebidos do TI	102 557	-0,38%	103 334	0,38%
Valor do tempo	102 400	-0,53%	103 491	0,53%
Benefícios de operação percebidos do TI	102 775	-0,17%	103 115	0,17%
Benefícios de congestionamento	102 539	-0,39%	103 352	0,39%
Benefícios de emissões TP	102 940	0,00%	102 950	0,00%
Benefícios de emissões TI	102 930	-0,02%	102 961	0,02%
Benefícios de alterações climáticas	102 923	-0,02%	102 967	0,02%
Benefícios de poluição sonora	102 924	-0,02%	102 967	0,02%
Benefícios de acidentes	102 921	-0,02%	102 970	0,02%

Note-se que a variável procura tem uma relação diretamente proporcional com diversas variáveis do modelo: receita de bilheteira, benefícios de tempo da procura e todos os benefícios relacionados com externalidades.

Tabela 55: Análise de sensibilidade a variações maiores

	VALf(c)	Δ -10%	VALf(c)	Δ 10%
Custos de investimento em infraestrutura	-80 156	10,2%	-98 371	-10,2%
	VALf(k)	Δ -10%	VALf(k)	Δ 10%
Custos de investimento em infraestrutura	-41 692	28,4%	-74 747	-28,4%
	VALe	Δ -10%	VALe	Δ 10 %
Procura	85 436	-17,0%	120 455	17,0%
Taxa de desconto social	124 787	21,2%	84 157	-18,3%



Para testar a sensibilidade dos resultados a variações mais significativas das suas variáveis críticas, a Tabela 55 sintetiza a variação dos VAL decorrentes de variações de -10% e +10% destas variáveis. Como se pode verificar, as variações antes estimadas mantêm-se. A única exceção verifica-se no VALE relativamente à taxa de desconto social que regista, simultaneamente, um ligeiro acréscimo da reatividade às variações negativas e uma ligeira redução da reatividade às variações positivas.

A metodologia da Comissão Europeia sugere que sejam consideradas variáveis “críticas” aquelas que, quando aumentadas ou diminuídas em 1%, dão lugar a uma variação do VAL superior a 1%. Para estas variáveis, é recomendado que se calcule os seus *switching values*, isto é, os valores que estas variáveis críticas precisariam de assumir por forma a fazer com que o VAL seja zero ou, por outras palavras, para que o projeto desça abaixo do seu nível mínimo de aceitabilidade.

No caso da análise de retorno financeiro na ótica do projeto, a única variável que tem um impacto superior a 1% no VAL é o **custo de investimento em infraestrutura**, o mesmo acontecendo na análise de retorno financeiro na ótica do capital nacional. No caso da análise de retorno económico, resultaram como variáveis críticas de acordo com o critério da Comissão Europeia, a **procura** e a **taxa de desconto social**.

Os *switching values* para cada uma destas variáveis apresentam-se na Tabela 56.

Tabela 56: *Switching values* das variáveis críticas

Variáveis Críticas	Switching Values		
	VALf(c)	VALf(k)	VALE
Δ Custos de investimento em infraestrutura	-74,2%	-35,2%	
Δ Procura			-58,8%
Δ Taxa de desconto social			91,0%

Da observação dos valores acima é possível perceber que o VALf(c) se encontra muito longe de atingir o nível mínimo de aceitabilidade (passando de negativo a positivo). O VALf(k) regista um *switching value* de cerca de metade do registado pelo VALf(c); mesmo assim, seria necessário que os custos de investimento fossem 35,2% inferiores ao estimado. O VALE pode atingir o seu nível mínimo de aceitabilidade (passando de positivo para negativo) através de uma diminuição de 58,8% na procura estimada, ou da quase duplicação da taxa social de desconto (91,0%).

11.2. Análise de Risco Qualitativa

Neste capítulo é feita uma compilação e descrição qualitativa dos principais acontecimentos que, ao ter lugar, poderão causar mudanças significativas nas variáveis críticas acima indicadas (análise de sensibilidade) e, conseqüentemente, nos resultados das análises económica e financeira. A estes acontecimentos chamar-lhes-emos *eventos adversos*.

Segundo a metodologia da Comissão Europeia, a determinação do nível de risco da ocorrência de um evento adverso é uma função do nível da sua probabilidade de ocorrência (P) e da sua severidade (S).



A probabilidade de um evento adverso ocorrer foi classificada da seguinte forma:

- A. Muito Improvável (0-10% de probabilidade)
- B. Improvável (10-33% de probabilidade)
- C. Tão provável quanto improvável (33-66% de probabilidade)
- D. Provável (66%-90% de probabilidade)
- E. Muito Provável (90-100% de probabilidade)

A severidade de um evento adverso ocorrer foi classificada da seguinte forma:

- I. Sem efeitos relevantes no bem-estar social, mesmo sem medidas corretivas;
- II. Pequena perda de bem-estar social, afetando minimamente os efeitos do projeto a longo-prazo. Contudo, medidas preventivas ou corretivas são necessárias;
- III. Perda de bem-estar social moderada, sobretudo danos financeiros, no médio e longo-prazo. Medidas corretivas poderão corrigir o problema;
- IV. O evento adverso provoca uma perda crítica de bem-estar social, inviabilizando parcialmente o cumprimento das funções principais do projeto; Medidas corretivas, mesmo em larga escala, não são suficientes para evitar danos graves;
- V. O evento adverso provoca uma perda catastrófica de bem-estar social, inviabilizando totalmente o cumprimento das funções principais do projeto; Os principais efeitos do projeto no médio e longo-prazo não se materializam.

O nível de risco é assim classificado conforme a Tabela 49.

Tabela 57: Classificação do nível de risco conforme os níveis de probabilidade e severidade

Risk level	Colour	Severity / Probability	I	II	III	IV	V
Low		A	Low	Low	Low	Low	Moderate
Moderate		B	Low	Low	Moderate	Moderate	High
High		C	Low	Moderate	Moderate	High	High
Unacceptable		D	Low	Moderate	High	Very High	Very High
		E	Moderate	High	Very High	Very High	Very High

Fonte: Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects, European Commission

Os eventos adversos mais significativos para o projeto de expansão da Linha Amarela são, assim, os seguintes:

- Não implementação das alterações previstas na rede de transporte público rodoviário

Na expansão da Linha Amarela a Vila d'Este, o peso dos atuais utilizadores do transporte público na procura estimada é muito elevado - 85,7%.

Este peso deriva, em grande medida, da consideração de alterações na rede de autocarros tendentes à complementaridade das redes e à não competição entre o modo autocarro e o modo metro, as quais



são inteiramente justificadas pela implementação de um modo de cariz estruturante e que implica um forte volume de investimento por parte dos poderes públicos.

Tratando-se de alterações que, para além de uma linha da STCP, envolvem alterações nas redes de outros operadores privados, este potencial de risco é considerável, tanto mais que, historicamente, as alterações nas redes dos operadores privados à rede do Metro do Porto em Gaia ficaram longe do desejável.

A não implementação das alterações, ou de grande parte das alterações preconizadas, traduzir-se-á em menor procura da expansão da Linha Amarela e, consequentemente, em menores benefícios sociais e ambientais, em especial ao nível dos ganhos de tempo de viagem do segmento dos atuais utilizadores do transporte público, dos ganhos ao nível das emissões e dos ganhos por via da redução de custos dos operadores de transporte público rodoviário.

- Probabilidade: D. Provável (66%-90% de probabilidade)

- Severidade: III

- Não verificação das previsões de crescimento do PIB *per capita* previstas para estimar a evolução da procura no período de análise económica/financeira

Tratando-se de previsões que cobrem um período temporal muito alargado (30 anos), os riscos inerentes à sua não ocorrência são sempre consideráveis.

Embora a adoção de abordagens cautelosas constitua uma opção claramente assumida, a consideração de um período de 30 anos de crescimento económico contínuo, à luz do que foi a evolução da última década na Europa, é um risco que não deve ser ignorado.

Desta forma, a não verificação deste pressuposto terá certamente repercussão negativa no valor de todos os benefícios sociais e ambientais estimados para os projetos em estudo, sendo que este risco será tanto maior quanto mais cedo se verificar o desfasamento.

- Probabilidade: B. Improvável (10-33 % de probabilidade)

- Severidade: III

Contudo, este risco adverso, pode também ser encarado como uma oportunidade caso o desfasamento seja positivo, ou seja, o crescimento económico real ser superior ao agora estimado.

Tal como no sentido negativo, este possível impacte positivo será tanto maior quanto mais cedo (no período de análise) ocorrer este desfasamento positivo, seja porque induz um aumento mais rápido da base de referência, seja porque contribui para minimizar os impactes desfavoráveis de um posterior crescimento abaixo do previsto, seja ainda porque a atualização do valor dos benefícios é menos afetada.



- Competição ou complementaridade da nova mobilidade

A *nova mobilidade* é composta por modelos alternativos de mobilidade impulsionados pelo desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação (TIC), pela partilha de veículos e pela automatização dos veículos rodoviários. Os impactes de novas soluções como o transporte de tipo *Uber*, carsharing, carpooling ou o transporte flexível já se fazem sentir hoje, mas a seu crescimento é fortemente esperado.

Ainda não é claro se o efeito agregado destas novas formas de mobilidade será favorável ou desfavorável ao transporte público pesado com as características do Metro do Porto. Se por um lado elas podem assumir um papel de substituição do transporte pesado de passageiros, podem também assumir um papel de complementaridade, num modelo de mobilidade como um serviço em que estas soluções favorecem a intermodalidade com o transporte público tradicional.

Existe uma forte probabilidade da *nova mobilidade* ter um impacte determinante já ao longo da próxima década.

- Probabilidade: D. Provável (66-90% de probabilidade)

- Severidade: III

- Alteração do valor do tempo

A respeito do valor do tempo, devem observa-se duas componentes:

- O valor do tempo *per se*
- O valor do tempo conforme as condições de conforto e possibilidade de utilização do tempo para atividades úteis

A primeira componente é afetada sobretudo pela evolução da economia.

A segunda componente tem vindo a sofrer alterações em virtude sobretudo das novas tecnologias de informação que permitem aos utilizadores de transportes aproveitar o tempo em viagem de formas úteis, como trabalhar ou comunicar. A evolução futura desta componente pode favorecer o transporte público em função da tendência de *multitasking*, na medida em que o utilizador pode libertar-se da função de condução de veículo, mas também pode vir a prejudicá-lo no seguimento do advento dos veículos de condução autónoma.

Esta variável tem impacte sobre a procura, mas também sobre os benefícios sociais associados à substituição de viagens.

- Probabilidade: B. Moderada (10-33% de probabilidade)

- Severidade: II

- Derrapagem dos custos estimados para a realização do projeto



Os dados históricos mostram que o custo de construção de projetos de infraestruturas públicas, nomeadamente na área dos transportes, raramente corresponde ao custo final, o qual é quase sempre superior ao inicialmente estimado. Neste enquadramento, qualquer derrapagem dos custos de construção terá reflexos imediatos nas análises económica e financeira do projeto em análise.

Apesar de tudo, esta possível derrapagem não deve ter reflexos ao nível das estimativas de procura.

No caso específico da expansão da Linha Amarela a Vila D'Este, esse risco poderá ser reduzido pelo facto de se tratar de uma linha que, apesar de atravessar meio urbano consolidado de alguma densidade, apresenta uma extensão considerável em área não edificada, onde a probabilidade de ocorrência de imprevistos será reduzida, aliada ao próprio método de construção e ao facto de parte importante da extensão ser à superfície.

Pelos elevados custos que lhe estão associados em virtude do tipo de obra e, sobretudo, do território onde ocorrem (tipicamente meio urbano denso), raramente este tipo de projetos de infraestruturas de transporte em sítio próprio consegue, do ponto de vista financeiro, atingir o equilíbrio pretendido.

Contudo, do ponto de vista económico, a consideração dos benefícios que lhe estão associados permite, como é caso, inverter a situação, tornando o projeto economicamente viável.

Neste enquadramento, o incremento dos custos de implementação deste projeto, não tendo nenhum impacto do lado da procura, irá afetar seriamente a viabilidade económica do projeto.

- Probabilidade: B. Improvável (10-33 % de probabilidade)

- Severidade: III

- Atraso na realização das obras

Um aspeto que deve ser considerado prende-se com o respeito pelos prazos de obra previstos nesta fase do projeto, do qual depende, em larga escala, o custo estimado. De facto, os dados históricos também mostram que uma das causas mais comuns para a derrapagem dos custos estimados é o atraso na realização da obra, com as consequências que daí advêm.

Este atraso, embora não deva ter impactes diretos ao nível das estimativas de procura, na medida em que retarda a ocorrência das alterações modais previstas, acaba por ter influência nos benefícios sociais e ambientais estimados.

Como está muito associado ao risco de derrapagem dos custos estimados para a realização do projeto, a sua probabilidade será a mesma.

Pela sua estreita relação com o custo final do projeto, o atraso na concretização da obra poderá conduzir a um aumento do custo da mesma e, consequentemente, para que esse risco seja agravado.

Tratando-se de obras que, pela sua natureza, se prolongam no tempo, as consequências associadas à sua conclusão, para além dos impactes negativos ao nível da qualidade de vida e da economia locais,



na medida em que afetar também o desempenho do transporte público existente, pode induzir alguma deslocação modal em favor do transporte individual, contribuindo, desta forma, para diminuir a principal base de captação de procura estimada para o projeto.

Probabilidade: B. Improvável (10-33 % de probabilidade)

Severidade: III

- Não implementação de estacionamento tarifado na área de influência das estações que integram a extensão a Vila d'Este

Embora a maioria da procura que se estima captar ao segmento dos atuais utilizadores do transporte individual corresponda a procura que se destina ao centro de Gaia e ao Porto, parte dela tem como destino as áreas de influência das futuras estações que integram esta extensão, nomeadamente a paragem do Hospital Santos Silva.

Desta forma, a não implementação de estacionamento tarifado nestas áreas de influência terá algum reflexo na atratividade da opção transporte público com Metro do Porto para as viagens aqui destinadas, o que reduzirá a captação de viagens a este segmento de procura.

Esta menor procura da expansão da Linha Amarela e, consequentemente, em menores benefícios sociais e ambientais, em especial ao nível dos ganhos ao nível das emissões e dos ganhos ao nível dos custos de estacionamento.

- Probabilidade: C. Tão improvável quanto provável (33-66 % de probabilidade)

- Severidade: II

Segundo a metodologia da Comissão Europeia, o nível de risco dos diferentes eventos adversos acima descritos é:

- Não implementação das alterações previstas na rede de transporte público rodoviário: D / III - risco elevado;
- Não verificação das previsões de crescimento do PIB per capita previstas para estimar a evolução da procura no período de análise económica/financeira: B / III - risco moderado;
- Derrapagem dos custos estimados para a realização do projeto: B / III - risco moderado;
- Atraso na realização das obras: B / III - risco moderado;
- Não implementação de estacionamento tarifado na área de influência das estações que integram a extensão a Vila D d'Este: C / II - risco moderado.



A tabela abaixo apresenta o resumo dos eventos adversos possíveis, o seu nível de risco, as medidas de prevenção e mitigação necessárias, assim como o nível de risco residual (nível de risco após implementadas as medidas de prevenção/mitigação).

Tabela 58: Matriz de avaliação, prevenção e mitigação de riscos

Descrição	Probabilidade (P)	Severidade (S)	Nível de Risco (=P*S)	Medidas de prevenção /mitigação	Risco Residual
Não implementação das alterações previstas na rede de transporte público rodoviário	D	III	Elevado	Sensibilizar a AMP para esta necessidade através da divulgação dos benefícios da sua implementação.	Baixo
Não verificação das previsões de evolução do PIB per capita previstas para estimar a evolução da procura no período de análise económica/financeira	B	III	Moderado	Necessidade de compensações financeiras mais elevadas	Baixo
Competição ou complementaridade da <i>nova mobilidade</i>	D	III	Elevado	Desenvolvimento de medidas de integração e complementaridade com soluções da <i>nova mobilidade</i>	Moderado
Alteração do valor do tempo	B	II	Baixo	Medidas de valorização do tempo em viagem no Metro do Porto.	Baixo
Derrapagem dos custos estimados para a realização do projeto	B	III	Moderado	Implementação de medidas concretas de monitorização e de controlo dos custos.	Baixo
Atraso na realização das obras	B	III	Moderado	Implementação de um controle apertado da realização de projeto; Seleção de empresas com base em critérios de qualidade	Baixo
Não implementação de estacionamento tarifado na área de influência das estações que integram a extensão a Vila D d'Este	C	II	Moderado	Garantir a implementação do estacionamento tarifado	Baixo

11.3. Análise de Risco Quantitativa

A análise de risco quantitativa obtém valores de risco associado à concretização das expectativas de VAL e TIR obtidas no cenário central do estudo, para a análise financeira (perspetiva do projeto e do capital nacional) e para a análise económica.

Tal como sugerido pela Comissão Europeia, adota-se o método de Monte Carlo. O método de Monte Carlo estima uma distribuição de probabilidades para o indicador de viabilidade do projeto em análise (VAL e TIR). Essa estimativa é obtida a partir da simulação do resultado com a geração aleatória de valores para as variáveis críticas identificadas na análise de sensibilidade. Os valores aleatórios são gerados com base em funções de distribuição de probabilidade associadas a cada variável crítica. A função de distribuição de probabilidade para o indicador das análises financeira e económica (VAL e TIR) é gerada a partir das frequências por intervalo obtidas após um conjunto suficientemente elevado de simulações.

A análise de risco que se apresenta em seguida foi aplicada aos indicadores VALf(c), VALf(k) e VALe, assim como às respetivas taxas internas de retorno (TIR).



11.3.1. Variáveis críticas

As variáveis explicativas que foram selecionadas para participar na análise de risco são identificadas a partir da análise de sensibilidade. A metodologia da Comissão Europeia sugere que sejam consideradas variáveis “críticas” aquelas que, quando aumentadas ou diminuídas em 1%, dão lugar a uma variação do VAL superior a 1%.

No caso da análise financeira, a única variável que tem um impacto superior a 1% no VALf(c) é o **custo de investimento em infraestrutura**. Para efeitos da análise de risco quantitativa, consideraram-se ainda os **custos de investimento em material circulante**, a **procura**, a **receita média**, e os **custos de exploração** e a **taxa de desconto financeira**. No caso da análise na perspetiva do capital nacional, considerou-se o **custo de investimento em infraestrutura**, a **procura**, a **receita média**, os **custos de exploração** e ainda a **taxa de desconto financeira**.

No caso da análise económica, resultaram variáveis críticas, de acordo com o critério da Comissão Europeia: a **procura** e a **taxa de desconto social**. Adicionou-se à análise de risco também os **custos de investimento em infraestruturas** e em **material circulante**, o **valor do tempo**, os **custos de operação do TP**, os **custos não percebidos do TI**, o **valor do tempo** e os **benefícios de operação percebidos do TI**, de **congestionamento**, de **emissões TP**, de **emissões TI**, de **alterações climáticas**, de **poluição sonora** e de **acidentes**.

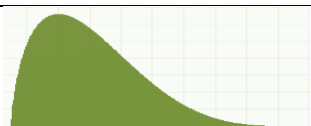





11.3.2. Caracterização das variáveis críticas

A caracterização da incerteza das variáveis críticas passa pela definição de funções densidade de probabilidade para cada uma delas. Essa caracterização resultou da avaliação de especialista dos membros da equipa do estudo e é coerente com a reflexão apresentada na análise de risco qualitativa.

No caso dos custos de investimento, acrescenta-se que foi tido em conta o fenómeno do *optimism bias*, de onde as observações empíricas apontam para que, em média, os projetos de investimento em infraestrutura de transportes são mais caros do que previsto inicialmente⁷. Dado que a nova linha é realizada parcialmente em túnel, foi atribuído um agravamento aos custos de investimento associado à maior complexidade desse tipo de obra.

⁷ Uma revisão empírica de projetos ferroviários na Europa pode ser obtida em *The British Department for Transport, Procedures for Dealing with Optimism Bias in Transport Planning - Guidance Document, June 2004*. Nesta revisão, os projetos ferroviários são em média 37% mais caros que previsto inicialmente. Entende-se que as extensões do Metro do Porto, por se tratarem de extensões de uma infraestrutura sobre a qual existe experiência acumulada dos atores intervenientes, comporta um risco inferior a esta média.

Figura 3: Funções densidade de probabilidade das variáveis críticas

Variável	Função densidade de probabilidade	Parâmetros			Visualização da função
		Mais provável	Mínimo	Máximo	
Custos de investimento	PERT	100%	70%	200%	
Procura	Weibull	Mais provável	perc. 5%	perc. 95%	
		100%	60%	140%	
Receita média	Triangular	Mais provável	Mínimo	Máximo	
		100%	80%	120%	
Custos de exploração	Normal	Média	perc. 5%	perc. 95%	
		100%	85%	115%	
Valor do tempo	Normal	Média	perc. 5%	perc. 95%	
		100%	75%	125%	
Taxa de desconto social	Normal	Média	perc. 5%	perc. 95%	
		100%	85%	115%	

Considerou-se que estas variáveis são independentes, com a exceção dos custos de exploração e procura. A estas variáveis foi atribuída uma correlação de 0,25.

11.3.3. Simulação de risco

Os resultados da simulação de Monte Carlo realizada são de dois tipos:

- Distribuição de probabilidades de outputs;
- Análise de sensibilidade de risco.

A primeira dá conta do risco associado ao desempenho financeiro ou económico do projeto e a segunda indica as variáveis que mais contribuem para a incerteza dos resultados. No caso da análise de sensibilidade ao risco, a metodologia adotada é a da obtenção dos coeficientes de regressão padronizados - da regressão linear entre variável explicativa e variável output - a partir da amostra de dados gerados pela simulação.

11.3.4. Resultados

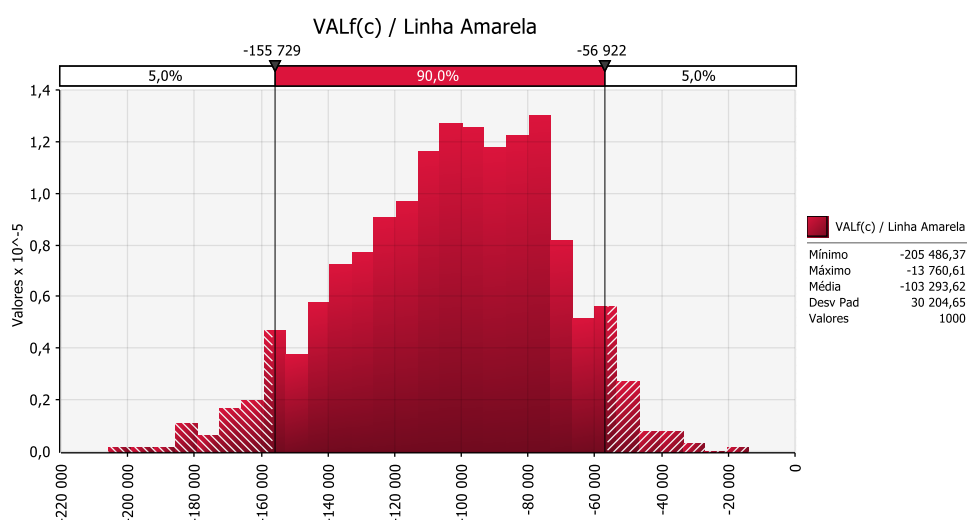
Os resultados foram gerados a partir de uma simulação com 1.000 iterações.

Apresenta-se, em seguida, as distribuições de probabilidade do VAL e TIR nas várias perspetivas consideradas. Os gráficos apresentados destacam os percentis de probabilidade a 5% e 95%.

11.3.4.1. Análise financeira na ótica do projeto

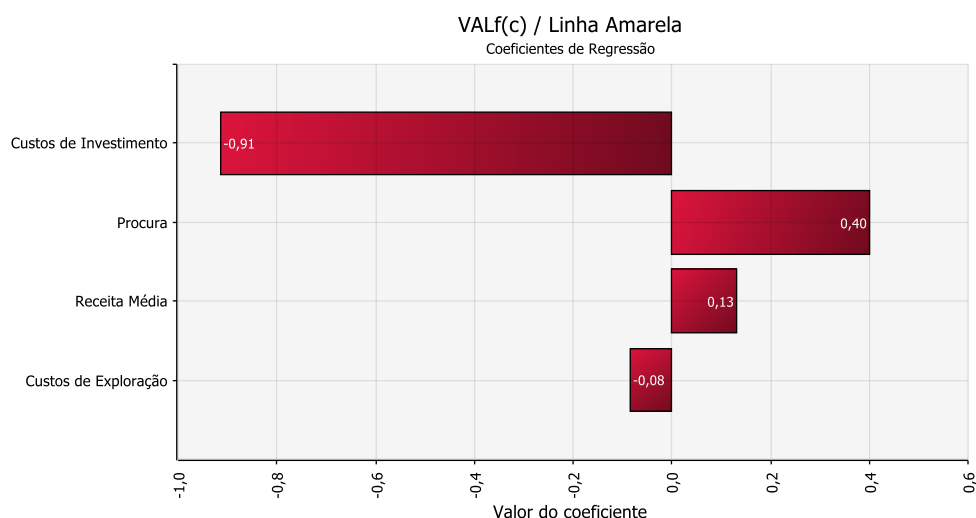
Da análise de risco verifica-se que o VAL financeiro na ótica do projeto não é positivo em nenhum cenário possível.

Figura 4: Distribuição de probabilidades do VALf (c)



Relativamente ao contributo de cada variável, destaca-se em particular o impacto negativo dos **custos de investimento**, variável que é responsável por grande parte da variabilidade observada do VAL. Destaque ainda para a relevância positiva da **procura**, embora com uma importância relativa correspondente a menos de metade da dos custos de investimento.

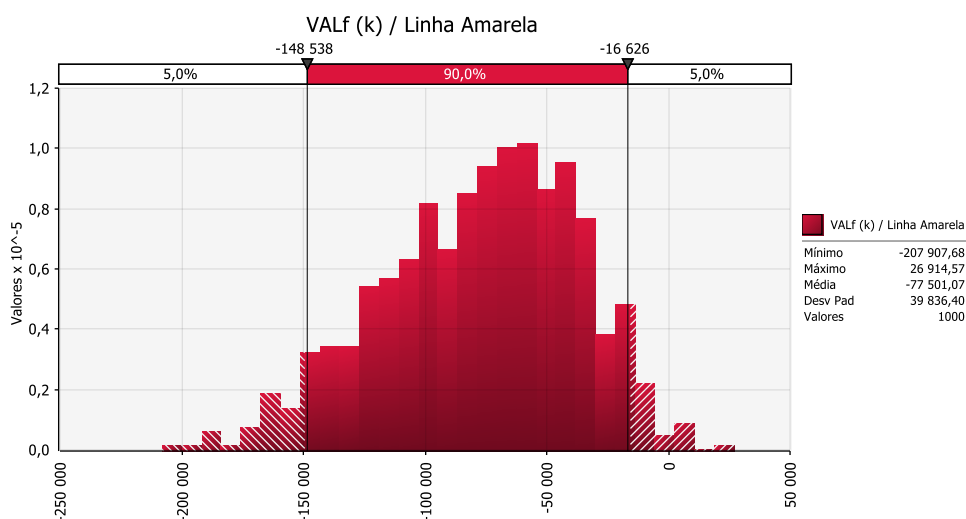
Figura 5: Análise de sensibilidade de risco do VALf (c)



11.3.4.2. Análise financeira na ótica do capital nacional

Na ótica do capital nacional, a probabilidade da análise financeira resultar positiva é muito reduzida, apenas 0,8%.

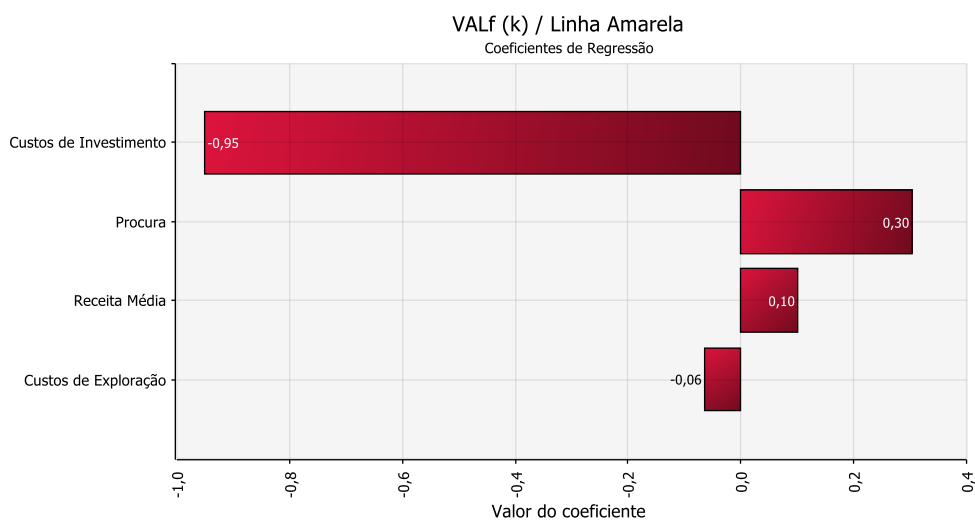
Figura 6: Distribuição de probabilidades do VALf (k)



Relativamente ao contributo de cada variável, os **custos de investimento em infraestrutura** registam um forte impacto negativo, mais de 15 vezes superior ao dos **custos de exploração**, sendo responsáveis por grande parte da variabilidade observada do VAL. Do lado dos contributos positivos, a **procura** é a variável mais relevante, seguida da **receita média**, com uma relevância três vezes menor.



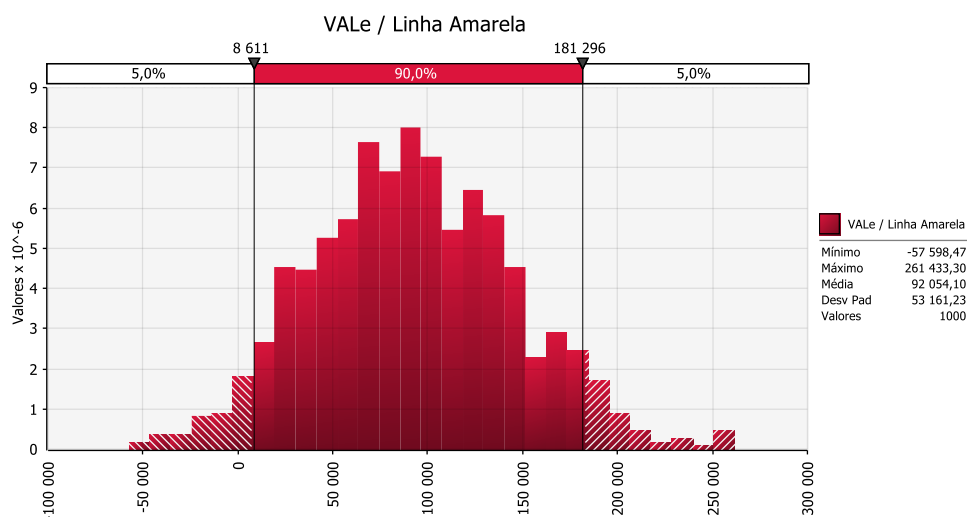
Figura 7: Análise de sensibilidade de risco do VALf (k)



11.3.4.3. Análise económica

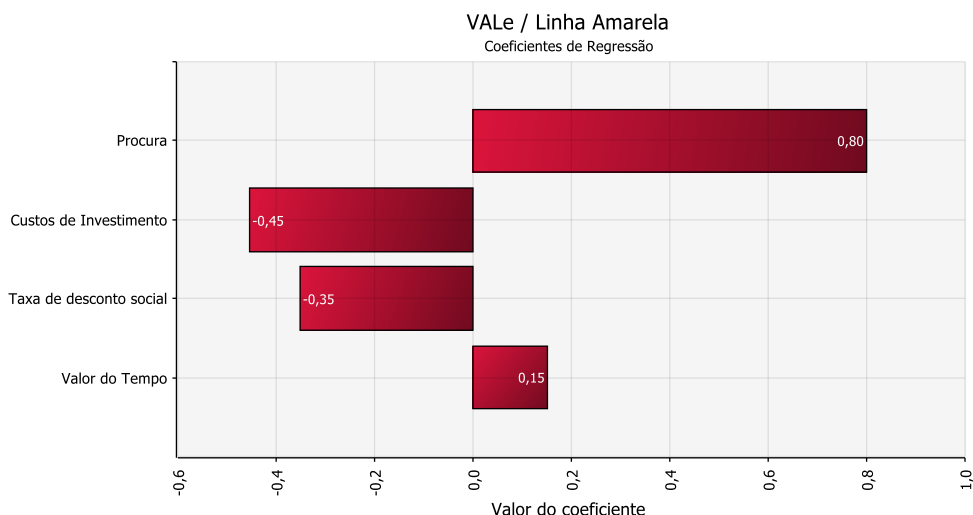
A análise de risco do resultado económico do projeto de extensão da Linha Amarela revela que esse resultado é especialmente vulnerável à **procura**, variável cuja incerteza tem um forte impacto positivo naquele resultado. Pelo contrário, os **custos de investimento** e a **taxa de desconto social** apresentam um impacto negativo muito semelhante e ainda assinalável, embora com uma importância relativa correspondente a cerca de metade da registada pela procura.

Figura 8: Distribuição de probabilidades do VALe



Em função dos pressupostos de incerteza da variável de custos de investimento que prevê a possibilidade de um *optimism bias*, a análise de risco acaba por revelar uma baixa probabilidade (apenas 3,2%) do resultado económico ser negativo.

Figura 9: Análise de sensibilidade de risco do VALe



11.3.5. Discussão

Do ponto de vista financeiro, tem um impacto muito significativo, e destacável dos impactos das outras variáveis em termos relativos, os **custos de investimento na infraestrutura**. O facto de se tratar de uma obra que terá uma parte importante em túnel tende a agravar o risco causado pela incerteza dos respetivos custos. Torna-se assim claro que, do ponto de vista financeiro, o **principal elemento mitigador de risco é um apertado controlo dos custos previstos com o investimento**.

Na análise económica, para além dos custos de investimento, destaca-se o impacto causado pela **incerteza da procura**. Na atualidade, esta incerteza é causada, em grande medida, pelos efeitos ainda imprevisíveis das soluções da *nova mobilidade* na utilização do transporte público pesado, os quais, dependendo dos cenários, podem ser positivos ou negativos. No caso do projeto de extensão da Linha Amarela do Metro do Porto, destaca-se ainda a importância do ajustamento da oferta dos modos de transporte público rodoviário (STCP e operadores privados) de forma a eliminar a concorrência com o novo serviço de metro. Considera-se que existe um risco institucional pouco significativo relativamente a este ponto, uma vez que a STCP é gerida pela AMP, entidade que aprovou este projeto, tendo apresentado uma declaração sobre este assunto; do lado das carreiras dos operadores privados, o processo em curso tendente à preparação do concurso das redes da AMP, constitui também um fator que permite reduzir o risco da não adoção das alterações de rede preconizadas.

12. Conclusões

O projeto de extensão da Linha Amarela dispensa previsivelmente o recurso à dívida em todos os anos da análise com exceção do período compreendido entre 2019 e 2023, em que a Metro do Porto terá de contrair uma dívida junto da Direção Geral de Tesouro e Finanças, de modo a suprir o desfasamento temporal entre os pagamentos do material circulante e as transferências do Fundo Ambiental. A análise de sustentabilidade financeira na ótica do operador faz prever que a atividade do operador de transporte será financeiramente sustentável em todos os anos da análise, não sendo necessárias indemnizações compensatórias relativas ao novo troço.

A análise de retorno financeiro na ótica do projeto demonstra, no entanto, que o projeto de extensão da Linha Amarela apresenta um retorno financeiro negativo, com um VALf (-89,26 milhões de euros) e uma TIRf negativos (-1,72%). A contribuir para estes resultados estão os elevados custos de investimento, não recuperados pelas receitas operacionais. A análise de retorno financeiro na ótica do capital nacional indica, igualmente, um retorno negativo.

Os resultados obtidos da análise económica demonstram que, tendo por base os pressupostos adotados, o projeto de expansão da Linha Amarela apresenta um retorno económico positivo, com um VALe positivo (102,95 milhões de euros) e uma TIRe (9,55%) superior à taxa de desconto social. Isto significa que, apesar do retorno financeiro negativo do projeto, este produz benefícios socioeconómicos superiores aos seus custos, o que justifica a sua implementação e, consequentemente, a alocação de fundos Comunitários.

Todos os *stakeholders* analisados registam benefícios importantes, destacando-se os **ganhos de tempo de viagem** por parte dos utilizadores do sistema de transportes e, com menor expressão, as **reduções dos custos de produção** por parte dos produtores.

A análise de sensibilidade e risco revelou que, no caso de alguns pressupostos do modelo financeiro e económico do projeto não se concretizarem, o retorno económico do mesmo pode ser posto em causa, embora se estima uma baixa probabilidade do resultado económico ser negativo (apenas 3,2%). Têm impacto mais significativo neste resultado as variáveis **procura**, que regista um *switching value* (valor para o qual o projeto deixa de ter retorno económico) de -59,5%, os **custos de investimento em infraestrutura**, com um *switching value* de -88,3% no VAL financeiro e -37,1% no VAL financeiro do capital nacional e a **taxa de desconto social**, com um *switching value* de 93,1%.

Do lado da procura, regista-se alguma incerteza causada, a prazo, pela emergência da oferta de soluções da *nova mobilidade*. Revela-se fundamental tomar medidas de mitigação e adaptação no sentido de integrar estas novas soluções de modo a favorecer o transporte pesado de passageiros, ou seja, que estas se tornem essencialmente um meio de transporte complementar (em intermodalidade) em vez de um meio de transporte concorrente.

Destaca-se também a importância do ajuste de rotas de transporte público rodoviário concorrenciais com as extensões em estudo, por forma a maximizar a ocupação da capacidade de transporte do Metro do Porto, eliminando a duplicação de custos de operação e permitindo que a rede do Metro do Porto



assuma, de forma plena, o seu papel enquanto elemento estruturante da mobilidade na Área Metropolitana do Porto.

Em termos de custos de investimento, considerando a possibilidade de *optimism bias*, ou seja, da tendência estatisticamente observada dos projetos ferroviários se revelarem mais caros do que as previsões iniciais se vir a verificar, torna-se premente um controlo apertado de custos.



13. Anexos

Tabela 59: Custos anuais de exploração (em 10³ euros) - cenário “do-nothing”

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Remuneração subconcessão fixa	-32 317	-32 317	-32 317	-32 317	-32 317	-32 317	-32 317	-32 317	-32 317	-32 317	-32 317
Remuneração subconcessão variável (inclui pré operação em 2022)	-4 422	-4 422	-4 422	-4 422	-4 422	-4 422	-4 422	-4 422	-4 422	-4 422	-4 422
Total Remuneração Subconcessão	-36 739	-36 739	-36 739	-36 739	-36 739	-36 739	-36 739	-36 739	-36 739	-36 739	-36 739
Manutenção Material Circulante e Outros	-6822	-6109	-1815	-1793	-1009	-748	-734	-721	-709	-696	-684
Custos de Exploração	-2682	-1321	-956	-941	-926	-9046	-4153	-2807	-1163	-1143	-707
Manutenção Sinalização	-2 729	-2 732	-2 737	-2 804	-2 871	-3 581	-3 518	-3 455	-3 394	-3 334	-3 275
Manutenção Infraestruturas	-7 209	-3 712	-2 391	-612	-602	-5 597	-11 598	-13 067	-5 063	-5 620	-5 833
Manutenção de energia e catenária, SAE, sinalização e sistemas auxiliares	0	0	0	-282	0	0	0	0	0	0	0
Manutenção novo Material Circulante											
Total Manutenção	-19 442	-13 874	-7 899	-6 432	-5 407	-18 971	-20 002	-20 051	-10 329	-10 793	-10 499
Segurança, Fiscalização e Vigilância	-1 091	-1 091	-1 091	-1 091	-1 091	-1 091	-1 091	-1 091	-1 091	-1 091	-1 091
Bilhética	-2 365	-2 414	-2 469	-2 500	-2 532	-2 554	-2 576	-2 598	-2 619	-2 641	-2 662
Total	-59 638	-54 118	-48 199	-46 763	-45 769	-59 356	-60 408	-60 479	-50 779	-51 265	-50 992



Tabela 59: Custos anuais de exploração (em 10³ euros) - cenário “do-nothing” - Continuação 1

	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Remuneração subconcessão fixa	-32 317	-32 317	-32 317	-32 317	-32 317	-32 317	-32 317	-32 317	-32 317	-32 317	-32 317
Remuneração subconcessão variável (inclui pré operação em 2022)	-4 422	-4 422	-4 422	-4 422	-4 422	-4 422	-4 422	-4 422	-4 422	-4 422	-4 422
Total Remuneração Subconcessão	-36 739	-36 739	-36 739	-36 739	-36 739	-36 739	-36 739	-36 739	-36 739	-36 739	-36 739
Manutenção Material Circulante e Outros Custos de Exploração	-672	-660	-648	-637	-10349	-10166	-9986	-9809	-9636	-9466	-9298
Manutenção Sinalização	-694	-822	-670	-13628	-19928	-23050	-23523	-613	-956	-10053	-10285
Manutenção Infraestruturas	-3 217	-3 161	-3 105	-3 050	-6 151	-6 043	-5 936	-5 831	-5 728	-5 626	-5 527
Manutenção de energia e catenária, SAE, sinalização e sistemas auxiliares	-6 366	-10 261	-8 277	-11 046	-9 512	-8 397	-9 541	-5 032	-2 986	-2 864	-3 435
Manutenção novo Material Circulante	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Manutenção	-10 949	-14 903	-12 699	-28 360	-45 940	-47 656	-48 985	-21 285	-19 306	-28 008	-28 545
Segurança, Fiscalização e Vigilância	-1 091	-1 091	-1 091	-1 091	-1 091	-1 091	-1 091	-1 091	-1 091	-1 091	-1 091
Bilhética	-2 684	-2 706	-2 729	-2 754	-2 779	-2 806	-2 833	-2 862	-2 892	-2 923	-2 956
Total	-51 463	-55 440	-53 259	-68 944	-86 550	-88 292	-89 649	-61 978	-60 028	-68 762	-69 331



Tabela 59: Custos anuais de exploração (em 10³ euros) - cenário “do-nothing” - Continuação 2

	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	Total	VAL 4%
Remuneração subconcessão fixa	-32 317	-32 317	-32 317	-32 317	-32 317	-32 317	-32 317	-32 317	-969 513	-558 828
Remuneração subconcessão variável (inclui pré operação em 2022)	-4 422	-4 422	-4 422	-4 422	-4 422	-4 422	-4 422	-4 422	-132 667	-76 470
Total Remuneração Subconcessão	-36 739	-36 739	-36 739	-36 739	-36 739	-36 739	-36 739	-36 739	-1 102 180	-635 298
Manutenção Material Circulante e Outros	-9134	-8972	-8814	-8658	-8505	-8354	-8207	-8062	-161 870	-78 107
Custos de Exploração										
Manutenção Sinalização	-940	-890	-2332	-541	-531	-2272	-2705	-1354	-141 634	-77 091
Manutenção Infraestruturas	-5 429	-5 333	-5 239	-5 146	-5 055	-4 966	-4 878	-4 792	-128 643	-68 581
Manutenção de energia e catenária, SAE, sinalização e sistemas auxiliares	-6 766	-7 396	-2 462	-3 400	-3 095	-4 210	-5 004	-4 145	-175 498	-102 182
Manutenção novo Material Circulante	0	0	0	0	0	0	0	0	-282	-241
Total Manutenção	-22 269	-22 592	-18 846	-17 745	-17 187	-19 803	-20 794	-18 352	-607 928	-326 203
Segurança, Fiscalização e Vigilância	-1 091	-1 091	-1 091	-1 091	-1 091	-1 091	-1 091	-1 091	-32 732	-18 867
Bilhética	-2 989	-3 022	-3 056	-3 090	-3 124	-3 159	-3 195	-3 231	-83 720	-46 895
Total	-63 088	-63 444	-59 732	-58 665	-58 141	-60 792	-61 819	-59 414	-1 826 560	-1 027 262

Tabela 60: Custos anuais de exploração (em 10³ euros) - cenário “do-something”

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Remuneração subconcessão fixa	-32 317	-32 317	-32 317	-32 317	-32 915	-32 915	-32 915	-32 915	-32 915	-32 915	-32 915
vkm simples incrementais	0	0	0	0	99 981	99 981	99 981	99 981	99 981	99 981	99 981
vkm duplos incrementais	0	0	0	0,206	129 150	129 150	129 150	129 150	129 150	129 150	129 150
Remuneração subconcessão variável (inclui pré-operação em 2022)	-4 422	-4 422	-4 422	-4 422	-4 640	-4 640	-4 640	-4 640	-4 640	-4 640	-4 640
Total Remuneração Subconcessão	-36 739	-36 739	-36 739	-36 739	-37 554	-37 554	-37 554	-37 554	-37 554	-37 554	-37 554
Manutenção Infraestruturas Incremental	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-119	-123
Manutenção de energia e catenária, SAE, sinalização e sistemas auxiliares incremental	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-459	-459
Manutenção Novo Material Circulante	0	0	0	0	-416	-545	-536	-526	-388	-530	-530
Total Manutenção	-19 442	-13 874	-7 899	-6 432	-5 823	-19 517	-20 538	-20 578	-10 717	-11 901	-11 611
Segurança, Fiscalização e Vigilância. Incremental	0	0	0	0	-67	-67	-67	-67	-67	-67	-67
Segurança, Fiscalização e Vigilância	-1 091	-1 091	-1 091	-1 091	-1 158	-1 158	-1 158	-1 158	-1 158	-1 158	-1 158
Bilhética	-2 365	-2 414	-2 469	-2 500	-2 658	-2 683	-2 708	-2 732	-2 755	-2 778	-2 800
Total	-59 638	-54 118	-48 199	-46 763	-47 194	-60 912	-61 958	-62 022	-52 184	-53 391	-53 124



Tabela 60: Custos anuais de exploração (em 10³ euros) - cenário “do-something” - Continuação 1

	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Remuneração subconcessão fixa	-32 915	-32 915	-32 915	-32 915	-32 915	-32 915	-32 915	-32 915	-32 915	-32 915	-32 915
vkm simples incrementais	99 981	99 981	99 981	99 981	99 981	99 981	99 981	99 981	99 981	99 981	99 981
vkm duplos incrementais	129 150	129 150	129 150	129 150	129 150	129 150	129 150	129 150	129 150	129 150	129 150
Remuneração subconcessão variável (inclui pré-operação em 2022)	-4 640	-4 640	-4 640	-4 640	-4 640	-4 640	-4 640	-4 640	-4 640	-4 640	-4 640
Total Remuneração Subconcessão	-37 554	-37 554	-37 554	-37 554	-37 554	-37 554	-37 554	-37 554	-37 554	-37 554	-37 554
Manutenção Infraestruturas Incremental	-128	-132	-134	-138	-141	-146	-152	-157	-163	-170	-176
Manutenção de energia e catenária, SAE, sinalização e sistemas auxiliares incremental	-459	-459	-459	-459	-459	-459	-459	-459	-459	-459	-459
Manutenção Novo Material Circulante	-530	-530	-530	-530	-530	-530	-530	-530	-530	-530	-530
Total Manutenção	-12 066	-16 025	-13 823	-29 487	-47 070	-48 791	-50 126	-22 432	-20 458	-29 167	-29 710
Segurança, Fiscalização e Vigilância. Incremental	-67	-67	-67	-67	-67	-67	-67	-67	-67	-67	-67
Segurança, Fiscalização e Vigilância	-1 158	-1 158	-1 158	-1 158	-1 158	-1 158	-1 158	-1 158	-1 158	-1 158	-1 158
Bilhética	-2 823	-2 847	-2 871	-2 897	-2 924	-2 952	-2 981	-3 012	-3 044	-3 077	-3 111
Total	-53 601	-57 583	-55 406	-71 096	-88 706	-90 455	-91 820	-64 156	-62 214	-70 956	-71 533



Tabela 60: Custos anuais de exploração (em 10³ euros) - cenário “do-something” - Continuação 2

	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	Total	VAL 4%
Remuneração subconcessão fixa	-32 915	-32 915	-32 915	-32 915	-32 915	-32 915	-32 915	-32 915	-985 049	-566 992
vkm simples incrementais	99 981	99 981	99 981	99 981	99 981	99 981	99 981	99 981	2 599 506	1 365 954
vkm duplos incrementais	129 150	129 150	129 150	129 150	129 150	129 150	129 150	129 150	3 357 900	1 764 465
Remuneração subconcessão variável (inclui pré-operação em 2022)	-4 640	-4 640	-4 640	-4 640	-4 640	-4 640	-4 640	-4 640	-138 522	-79 614
Total Remuneração Subconcessão	-37 554	-37 554	-37 554	-37 554	-37 554	-37 554	-37 554	-37 554	-1 123 571	-646 606
Manutenção Infraestruturas Incremental	-183	-190	-198	-206	-216	-229	-242	-256	-3 598	-1 601
Manutenção de energia e catenária, SAE, sinalização e sistemas auxiliares incremental	-459	-459	-459	-459	-459	-459	-459	-459	-9 640	-4 525
Manutenção Novo Material Circulante	-530	-530	-530	-530	-530	-530	-530	-530	-13 542	-7 062
Total Manutenção	-23 441	-23 771	-20 033	-18 939	-18 392	-21 020	-22 025	-19 597	-634 707	-339 390
Segurança, Fiscalização e Vigilância. Incremental	-67	-67	-67	-67	-67	-67	-67	-67	-1 740	-914
Segurança, Fiscalização e Vigilância	-1 158	-1 158	-1 158	-1 158	-1 158	-1 158	-1 158	-1 158	-34 472	-19 781
Bilhética	-3 146	-3 181	-3 217	-3 253	-3 289	-3 327	-3 364	-3 402	-87 580	-48 873
Total	-65 299	-65 664	-61 962	-60 904	-60 394	-63 059	-64 101	-61 712	-985 049	-566 992



Tabela 61: Total de receitas operacionais anuais (em 10³ euros) - cenário “do-nothing”

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Receita média por passageiro	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077
Procura Rede Atual	64 700 858	66 372 697	68 260 565	69 337 565	70 416 149	71 170 222	71 921 349	72 669 266	73 413 706	74 154 402
Ganhos de receita de bilheteira	49 952	51 243	52 701	53 532	54 365	54 947	55 527	56 104	56 679	57 251
A Receber do TIP	809	808	809	813	816	825	834	843	851	860
Total	50 762	52 052	53 510	54 345	55 181	55 772	56 361	56 947	57 530	58 111

	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
Receita média por passageiro	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077
Procura Rede Atual	74 891 085	75 623 486	76 389 405	77 189 701	78 025 275	78 897 075	79 806 097	80 753 386	81 740 038	82 767 203
Ganhos de receita de bilheteira	57 820	58 385	58 977	59 594	60 240	60 913	61 614	62 346	63 108	63 901
A Receber do TIP	868	877	886	895	905	915	925	936	948	960
Total	58 688	59 262	59 862	60 489	61 144	61 827	62 540	63 282	64 055	64 860

	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	Total	VAL 4%
Receita média por passageiro	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077		
Procura Rede Atual	83 836 088	84 947 956	86 074 570	87 216 126	88 372 821	89 544 857	90 732 437	91 935 767	93 155 056	94 390 516	2 378 705 724	
Ganhos de receita de bilheteira	64 726	65 584	66 454	67 335	68 228	69 133	70 050	70 979	71 920	72 874	1 836 483	1 022 504
A Receber do TIP	972	985	998	1 011	1 025	1 038	1 052	1 066	1 080	1 094	27 706	15 473
Total	65 698	66 569	67 452	68 347	69 253	70 171	71 102	72 045	73 001	73 969	1 864 188	1 037 976



Tabela 62: Total de receitas operacionais anuais (em 10³ euros) - cenário “do-something”

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Receita média por passageiro	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077
Procura Rede Atual	64 700 858	66 372 697	68 260 565	69 337 565	70 416 149	71 170 222	71 921 349	72 669 266	73 413 706	74 154 402	74 891 085
Procura Desviada do TI	0	0	0	0	1 019 215	1 083 773	1 137 011	1 177 415	1 189 477	1 201 478	1 213 414
Procura Desviada do TC	0	0	0	0	2 855 887	2 886 470	2 916 934	2 947 267	2 977 460	3 007 500	3 037 378
Procura Induzida	0	0	0	0	120 496	128 128	134 422	139 199	140 625	142 044	143 455
Ganhos de receita de bilheteira	49 952	51 243	52 701	53 532	57 450	58 111	58 761	59 396	60 005	60 610	61 212
A Receber do TIP	809	808	809	813	876	886	896	906	915	924	934
Total	50 762	52 052	53 510	54 345	58 326	58 998	59 657	60 302	60 920	61 535	62 146

	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Receita média por passageiro	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077
Procura Rede Atual	75 623 486	76 389 405	77 189 701	78 025 275	78 897 075	79 806 097	80 753 386	81 740 038	82 767 203	83 836 088	84 947 956
Procura Desviada do TI	1 225 281	1 237 691	1 250 657	1 264 195	1 278 321	1 293 049	1 308 397	1 324 383	1 341 026	1 358 344	1 376 359
Procura Desviada do TC	3 067 082	3 098 146	3 130 604	3 164 492	3 199 850	3 236 718	3 275 137	3 315 153	3 356 812	3 400 163	3 445 257
Procura Induzida	144 858	146 325	147 858	149 458	151 128	152 870	154 684	156 574	158 542	160 589	162 719
Ganhos de receita de bilheteira	61 811	62 437	63 091	63 774	64 487	65 230	66 004	66 810	67 650	68 524	69 432
A Receber do TIP	943	952	962	973	984	995	1 007	1 019	1 032	1 045	1 059
Total	62 754	63 389	64 053	64 747	65 470	66 224	67 011	67 829	68 682	69 569	70 491



Tabela 62: Total de receitas operacionais anuais (em 10³ euros) - cenário “do-something” - Continuação

	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	Total	VAL 4%
Receita média por passageiro	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077		
Procura Rede Atual	86 074 570	87 216 126	88 372 821	89 544 857	90 732 437	91 935 767	93 155 056	94 390 516	2 378 705 724	
Procura Desviada do TI	1 394 613	1 413 109	1 431 850	1 450 840	1 470 082	1 489 579	1 509 334	1 529 351	33 968 247	
Procura Desviada do TC	3 490 950	3 537 248	3 584 161	3 631 695	3 679 860	3 728 664	3 778 115	3 828 222	85 577 226	
Procura Induzida	164 877	167 064	169 279	171 524	173 799	176 104	178 440	180 806	4 015 864	
Ganhos de receita de bilheteira	70 353	71 286	72 232	73 190	74 160	75 144	76 140	77 150	1 931 878	1 071 315
A Receber do TIP	1 073	1 087	1 102	1 116	1 131	1 146	1 161	1 177	29 541	16 412
Total	71 426	72 373	73 333	74 306	75 291	76 290	77 302	78 327	1 961 420	1 087 727

Tabela 63: Benefícios socioeconómicos anuais (em 10³ euros) - cenário “do-something”

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Custos operacionais Metro corrigidos a preços sombra	-51 220	-46 479	-41 395	-40 339	-40 532	-52 314	-53 212	-53 267	-44 818	-45 854	-45 625
Custos de operação do TP corrigidos a preços sombra	0	0	0	0	-65 181	-64 784	-64 367	-64 354	-64 342	-64 330	-64 317
Custos de operação do não percebidos do TI	0	0	0	0	-441 551	-450 933	-460 403	-469 960	-479 638	-489 365	-499 137
Custos de manutenção da rodovia	0	0	0	0	-6 851	-6 993	-7 136	-7 279	-7 425	-7 571	-7 718
Consumo de energia do TP	0	0	0	0	-131	-133	-134	-136	-137	-138	-140
Consumo de energia do TI	0	0	0	0	-22 243	-23 072	-23 914	-24 767	-25 631	-26 506	-27 391
Custos Económicos do Produtor	-51 220	-46 479	-41 395	-40 339	-576 490	-598 230	-609 166	-619 763	-621 990	-633 764	-644 328
Custos de tempo - tráfego desviado TP	0	0	0	0	-440 133	-448 391	-456 682	-465 003	-473 348	-481 716	-490 100
Custos de tempo - tráfego desviado TI	0	0	0	0	-760 814	-775 070	-789 391	-803 774	-818 222	-832 707	-847 222
Ganhos gerados pelo tráfego induzido	0	0	0	0	85	91	96	100	102	104	106
Custos de operação percebidos do TI	0	0	0	0	-217 664	-219 933	-222 207	-224 485	-226 784	-229 073	-231 348
Custos de congestionamento	0	0	0	0	-546 365	-557 784	-569 300	-580 911	-592 647	-604 440	-616 284
Custos Económicos do Consumidor	0	0	0	0	-1 964 891	-2 001 087	-2 037 484	-2 074 072	-2 110 900	-2 147 831	-2 184 849
Custos de emissões TP	0	0	0	0	-1 827	-1 855	-1 883	-1 911	-1 939	-1 967	-1 995
Custos de emissões TI	0	0	0	0	-21 993	-22 564	-23 143	-23 729	-24 324	-24 924	-25 530
Custos de alterações climáticas	0	0	0	0	-40 770	-42 286	-43 824	-45 384	-46 967	-48 571	-50 194
Custos de acidentes	0	0	0	0	-32 299	-32 982	-33 671	-34 366	-35 068	-35 774	-36 483
Custos de poluição sonora	0	0	0	0	-33 057	-33 733	-34 415	-35 102	-35 797	-36 495	-37 195
Custos de estacionamento	0	0	0	0	-117 681	-118 941	-120 196	-121 446	-122 690	-123 928	-125 159
Custos de Externalidades	0	0	0	0	-247 625	-252 361	-257 132	-261 939	-266 786	-271 659	-276 556
Total	-51 220	-46 479	-41 395	-40 339	-2 789 005	-2 851 678	-2 903 782	-2 955 774	-2 999 676	-3 053 255	-3 105 734



Tabela 63: Benefícios socioeconómicos anuais (em 10³ euros) - cenário “do-something” - Continuação 1

	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Custos operacionais Metro corrigidos a preços sombra	-46 035	-49 455	-47 585	-61 060	-76 185	-77 687	-78 859	-55 100	-53 432	-60 940	-61 436
Custos de operação do TP corrigidos a preços sombra	-64 305	-64 292	-64 279	-64 265	-64 250	-64 235	-64 219	-64 203	-64 186	-64 168	-64 149
Custos de operação do não percebidos do TI	-508 947	-519 309	-530 247	-541 789	-553 963	-566 802	-580 338	-594 606	-609 643	-625 491	-642 192
Custos de manutenção da rodovia	-7 865	-8 021	-8 185	-8 358	-8 541	-8 734	-8 936	-9 150	-9 376	-9 613	-9 863
Consumo de energia do TP	-141	-143	-144	-146	-147	-149	-151	-153	-155	-157	-159
Consumo de energia do TI	-28 288	-29 209	-30 157	-31 132	-32 136	-33 169	-34 234	-35 332	-36 464	-37 632	-38 837
Custos Económicos do Produtor	-655 581	-670 429	-680 597	-706 750	-735 223	-750 776	-766 737	-758 543	-773 255	-798 000	-816 636
Custos de tempo - tráfego desviado TP	-498 497	-507 344	-516 659	-526 462	-536 775	-547 620	-559 020	-571 001	-583 590	-596 815	-610 708
Custos de tempo - tráfego desviado TI	-861 760	-877 078	-893 206	-910 181	-928 038	-946 817	-966 558	-987 306	-1 009 108	-1 032 012	-1 056 073
Ganhos gerados pelo tráfego induzido	107	109	111	113	116	118	120	123	126	129	132
Custos de operação percebidos do TI	-233 611	-235 977	-238 449	-241 030	-243 723	-246 531	-249 458	-252 506	-255 679	-258 981	-262 415
Custos de congestionamento	-628 174	-640 729	-653 980	-667 960	-682 703	-698 248	-714 632	-731 900	-750 096	-769 268	-789 467
Custos Económicos do Consumidor	-2 221 934	-2 261 017	-2 302 182	-2 345 519	-2 391 124	-2 439 097	-2 489 547	-2 542 590	-2 598 346	-2 656 947	-2 718 532
Custos de emissões TP	-2 023	-2 052	-2 083	-2 115	-2 149	-2 185	-2 222	-2 261	-2 301	-2 344	-2 388
Custos de emissões TI	-26 140	-26 788	-27 475	-28 202	-28 974	-29 791	-30 657	-31 575	-32 547	-33 577	-34 669
Custos de alterações climáticas	-51 837	-54 689	-57 614	-60 614	-63 695	-66 860	-70 114	-73 461	-76 906	-80 453	-84 108
Custos de acidentes	-37 194	-37 946	-38 739	-39 576	-40 459	-41 390	-42 372	-43 406	-44 496	-45 645	-46 856
Custos de poluição sonora	-37 899	-38 641	-39 424	-40 251	-41 122	-42 040	-43 008	-44 028	-45 102	-46 234	-47 426
Custos de estacionamento	-126 383	-127 663	-129 001	-130 397	-131 854	-133 373	-134 956	-136 605	-138 322	-140 108	-141 967
Custos de Externalidades	-281 476	-287 780	-294 336	-301 156	-308 254	-315 640	-323 330	-331 336	-339 675	-348 361	-357 413
Total	-3 158 992	-3 219 226	-3 277 115	-3 353 426	-3 434 600	-3 505 513	-3 579 614	-3 632 469	-3 711 276	-3 803 309	-3 892 581

Tabela 63: Benefícios socioeconómicos anuais (em 10³ euros) - cenário “do-something” - Continuação 2

	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	Total	VAL 5%
Custos operacionais Metro corrigidos a preços sombra	-56 082	-56 395	-53 215	-52 307	-51 869	-54 158	-55 053	-53 001	1 614 911	799 432
Custos de operação do TP corrigidos a preços sombra	-64 130	-64 111	-64 092	-64 072	-64 052	-64 032	-64 012	-63 991	1 670 721	760 826
Custos de operação do não percebidos do TI	-659 339	-676 944	-695 019	-713 577	-732 630	-752 191	-772 275	-792 896	15 359 186	6 557 427
Custos de manutenção da rodovia	-10 120	-10 383	-10 654	-10 931	-11 216	-11 508	-11 808	-12 116	236 351	101 078
Consumo de energia do TP	-161	-163	-165	-167	-169	-172	-174	-176	3 940	1 737
Consumo de energia do TI	-40 068	-41 324	-42 607	-43 916	-45 253	-46 617	-48 010	-49 431	897 338	374 492
Custos Económicos do Produtor	-829 899	-849 321	-865 752	-884 971	-905 189	-928 678	-951 332	-971 611	19 782 447	8 594 993
Custos de tempo - tráfego desviado TP	-624 924	-639 473	-654 361	-669 597	-685 188	-701 144	-717 472	-734 181	14 736 203	342 840
Custos de tempo - tráfego desviado TI	-1 080 696	-1 105 895	-1 131 684	-1 158 075	-1 185 084	-1 212 724	-1 241 011	-1 269 960	25 480 467	10 966 551
Ganhos gerados pelo tráfego induzido	135	138	141	144	148	151	155	158	3 158	1 353
Custos de operação percebidos do TI	-265 895	-269 422	-272 995	-276 616	-280 284	-284 001	-287 768	-291 585	518 419	2 873 442
Custos de congestionamento	-810 201	-831 485	-853 332	-875 757	-898 777	-922 406	-946 662	-971 560	18 905 067	8 080 098
Custos Económicos do Consumidor	-2 781 583	-2 846 137	-2 912 230	-2 979 900	-3 049 185	-3 120 125	-3 192 758	-3 267 128	65 636 997	28 261 578
Custos de emissões TP	-2 434	-2 480	-2 527	-2 575	-2 624	-2 674	-2 725	-2 777	58 317	25 358
Custos de emissões TI	-35 796	-36 960	-38 162	-39 403	-40 684	-42 007	-43 373	-44 783	817 772	344 343
Custos de alterações climáticas	-90 468	-96 982	-103 652	-110 483	-117 477	-124 636	-131 965	-139 467	1 973 476	782 891
Custos de acidentes	-48 098	-49 374	-50 684	-52 028	-53 409	-54 826	-56 281	-57 774	1 121 197	478 893
Custos de poluição sonora	-48 649	-49 905	-51 193	-52 515	-53 872	-55 264	-56 693	-58 160	1 137 219	486 623
Custos de estacionamento	-143 849	-145 757	-147 690	-149 649	-151 634	-153 645	-155 682	-157 747	3 526 326	1 554 427
Custos de Externalidades	-369 295	-381 458	-393 909	-406 653	-419 699	-433 052	-446 719	-460 707	8 634 307	3 672 535
Total	-3 980 777	-4 076 916	-4 171 890	-4 271 524	-4 374 073	-4 481 855	-4 590 809	-4 699 446	94 053 751	40 529 106

