



TIS transportes
inovação
e sistemas

ESTUDO DE VIABILIDADE DA EXPANSÃO DO MODO
ELÉTRICO SOBRE CARRIS, ENTRE SANTA APOLÓNIA E O
PARQUE DAS NAÇÕES NORTE VIA GARE ORIENTE
RELATÓRIO FINAL – TOMO B: ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO

RELATÓRIO FINAL | ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO - VERSÃO 01
4560/02/01 NND – 06/11/2024



HISTORIAL DAS ALTERAÇÕES

Versão	Data	Descrição das alterações
Versão 01	06/11/2024	Versão inicial
		Elaborado por: Diogo Simão
		Verificado por: Ana Vasconcelos

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Âmbito do projeto	1
1.2. Estrutura do documento	2
2. DESCRIÇÃO DO PROJETO	3
2.1. Contexto do projeto	3
2.2. Objetivos do projeto	3
3. IMPACTES NA PROCURA	4
3.1. Pressupostos do modelo	4
3.2. Resultados do modelo	6
4. PARAMETROS DE AVALIAÇÃO	10
4.1. Período de análise	10
4.2. Custos de investimento	10
4.3. Custos de exploração	12
4.3.1. Tipologia dos custos de exploração	12
4.3.2. Total de custos de exploração	13
4.4. Valor residual	14
4.5. Receitas operacionais	16
4.5.1. Tipologia de receitas operacionais	16
4.5.2. Total de receitas operacionais	17
4.6. Défice de Financiamento	18
4.7. Benefícios socioeconómicos	18
4.7.1. Excedente do produtor	22
4.7.2. Excedente do consumidor	25
4.7.3. Benefícios para a sociedade associados a externalidades positivas	28
5. ANALISE FINANCEIRA	33
5.1. Análises de sustentabilidade financeira	33
5.2. Análises de retorno financeiro	35
5.2.1. Parâmetros Relevantes	35
5.2.2. Indicadores de retorno financeiro	35
5.2.3. Taxa de desconto	35
5.2.4. Resultados	35
6. ANALISE ECONOMICA	37
6.1. Correção de preços	37
6.2. Parâmetros relevantes	38
6.3. Indicadores de retorno económico	39
6.4. Taxa de desconto	39

6.5. Resultados	39
7. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE E RISCO	42
7.1. Introdução	42
7.2. Análise de sensibilidade	42
7.3. Análise de risco	44
7.3.1. Caracterização das variáveis críticas	44
7.3.2. Simulação de risco	45
7.4. Análise de sensibilidade À escolha da alternativa 3 do estudo de procura considerando custos de investimentos 30% superiores ao cenário base da ACB	46
7.4.1. Benefícios Sociais e Ambientais	46
7.4.2. Resultados das Análises Financeira e Económica	47
8. CONCLUSÕES	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Abordagem Metodológica	2
Figura 2 Modelo de serviço proposto para 15E/16E no cenário Sem Projeto (Belém e S. Apolónia)	4
Figura 3 Modelo de serviço proposto 15E/16E no cenário COM projeto	5
Figura 4 Características do traçado considerado na alternativa em análise	6
Figura 5 Repartição do investimento ao longo dos anos (em milhares de euros)	12
Figura 6 Representação gráfica da "regra do triângulo"	27
Figura 7 Fluxos de caixa do projeto (milhares de euros)	36
Figura 8 Distribuição de probabilidade do VALf	45
Figura 9 Distribuição de probabilidade do VALe	45

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Procura diária em dia útil médio e procura anual estimada para o cenário com projeto, correspondendo ao diferencial entre os dois cenários (2025-2055)	9
Tabela 2 Custos de investimento do projeto (em milhares de euros)	11
Tabela 3 Custos unitários associados às diferentes rubricas de custos de exploração do projeto	13
Tabela 4 Custos de exploração por rubrica (em milhares de euros)	13
Tabela 5 Total de custos de exploração, no total do período de análise (em milhares de euros)	14
Tabela 6 Vida útil dos diferentes ativos (anos)	15
Tabela 7 Valor residual financeiro	15
Tabela 8 Valor residual económico	15
Tabela 9 Receita média por validação usada na estimativa de receitas	16
Tabela 10 Receitas de exploração do projeto (em milhares de euros)	17
Tabela 11 Total de receitas operacionais, no total do período de análise (em milhares de euros)	17
Tabela 12 Indicadores do défice de financiamento	18
Tabela 13 Evolução do PIB per capita	19
Tabela 14 Total de benefícios socioeconómicos, no total do período de análise (em milhares de euros)	21
Tabela 16 Coeficientes de Cálculo dos Custos Operacionais não percebidos de TI (Euros por km)	23
Tabela 17 Custos de operação não percebidos do TI – excedente do produtor (10^3 euros)	23
Tabela 18 Custos marginais de infraestrutura rodoviária	24
Tabela 19 Custo de manutenção da rodovia (10^3 euros)	24
Tabela 20 Ponderações recomendadas e utilizadas na estimativa do tempo total de viagem	25
Tabela 21 Custo do tempo de viagem (10^3 euros)	26
Tabela 22 Coeficientes de Cálculo dos Custos Operacionais percebidos de TI (€/veículo*km)	28
Tabela 23 Custos de operação percebidos do TI – excedente do utilizador (10^3 euros)	28
Tabela 24 Custos das emissões por modo de transporte em €/ct/pkm	29
Tabela 25 Benefício de emissões poluentes atmosféricos (10^3 euros)	29
Tabela 26 Fator de emissão de CO ₂ (g/km)	30
Tabela 27 Valor unitário por tonelada de CO ₂ (€/ton)	30
Tabela 28 Custos da contribuição para as alterações climáticas (10^3 euros)	30
Tabela 29 Custos Unitários do Ruído por modo de Transporte (€/ct/pkm)	31
Tabela 30 Custos da poluição sonora (10^3 euros)	31

Tabela 31 Custos dos acidentes por modo de transporte (€/pkm)	31
Tabela 32 Custos dos acidentes rodoviários (10 ³ euros)	32
Tabela 32 Resultados da sustentabilidade financeira (euros)	33
Tabela 33 Sustentabilidade Financeira do projeto no período de 2055-2055 (milhares de euros)	34
Tabela 35 Retorno do projeto (em euros)	36
Tabela 36 Fatores de conversão aplicados aos preços de mercado, para obtenção dos preços sombra	38
Tabela 37 Fatores de conversão dos custos de investimento e exploração ponderados	38
Tabela 37 Resultados da Análise Económica	40
Tabela 38 Indicadores económicos por ano (em euros)	41
Tabela 40 Análise de sensibilidade do VALf	42
Tabela 40 Análise de sensibilidade do VALe	43
Tabela 42 <i>Switching values</i>	43
Tabela 43 Cenário base e Cenário de maior procura Impactes socioeconómicos (milhares de euros)	46
Tabela 44 Retorno financeiro do investimento	47
Tabela 45 Indicadores do défice de financiamento	47
Tabela 46 Análise económica	47

1. INTRODUÇÃO

1.1. ÂMBITO DO PROJETO

O desenvolvimento urbanístico da zona ribeirinha da cidade de Lisboa exige um reforço na rede de transportes públicos, proporcionando novos serviços que sejam competitivos e capazes de atrair novos utilizadores, seja por transferência modal do transporte individual, seja por aumento da mobilidade das pessoas. Este reforço da oferta de transportes no eixo ribeirinho traduz-se na expansão do transporte em elétrico para a Cruz Quebrada, a ocidente e até ao Parque das Nações Norte, a oriente.

Essa expansão estrutural tem como objetivo estratégico o desenvolvimento da rede de transportes públicos de superfície, que visa responder ao aumento da procura já registada e prevista para essas áreas da cidade. Esse crescimento é impulsionado não só pela construção de zonas residenciais e de usos terciários, mas também pela dinâmica turística associada.

O presente estudo tem como objetivo fundamental proceder à **avaliação da viabilidade da implementação e operação da expansão do modo elétrico sobre carris entre Santa Apolónia e o Parque das Nações Norte**, em diante designada por **Linha Oriental**. O percurso em causa possui uma extensão aproximada de 10 km e deverá articular-se com a linha 15E, atualmente em operação entre Algés e a Praça do Comércio/Praça da Figueira.

A concretização da Linha Oriental, que permitirá dar continuidade ao serviço prestado pela linha 15E, fará com que o modo elétrico sobre carris venha cobrir todo o arco ribeirinho de Lisboa, servindo também parte do concelho de Oeiras. Desta forma, ver-se-á garantida com este tipo de solução a ligação entre diferentes áreas funcionais e interfaces da cidade de Lisboa, destacando-se Algés, Belém, Alcântara, Santos, Cais do Sodré, Sul e Sueste, Santa Apolónia, Xabregas, Matinha, Parque das Nações Sul, Gare do Oriente e Parque Tejo.

A abordagem retida para o “Estudo de viabilidade da expansão do modo elétrico sobre carris, entre Santa Apolónia e o Parque das Nações Norte via Gare Oriente” **organiza-se em quatro etapas fundamentais que agregam as principais tarefas requeridas em sede de Caderno de Encargos** (Fase 1 a 7) para a sua elaboração, que se indexam aos documentos a produzir no âmbito do estudo, a saber:

- A **Etapas I** que compreende a elaboração do Diagnóstico e Avaliação da Necessidade de concretização da Linha Oriental, tendo como produto o Relatório de Diagnóstico;
- A **Etapas II**, em que se visa consolidar os pressupostos necessários à elaboração dos estudos de viabilidade requeridos – nomeadamente no que se refere a traçado a reter e modelo de exploração da Linha Oriental -, encontrando-se estes expressos no Relatório de Traçado;
- A **Etapas III**, na qual se procede à avaliação da viabilidade da implementação e operação propriamente dita;

- A **Etapa IV**, a qual compreende a produção e disponibilização dos elementos de divulgação pública do estudo.

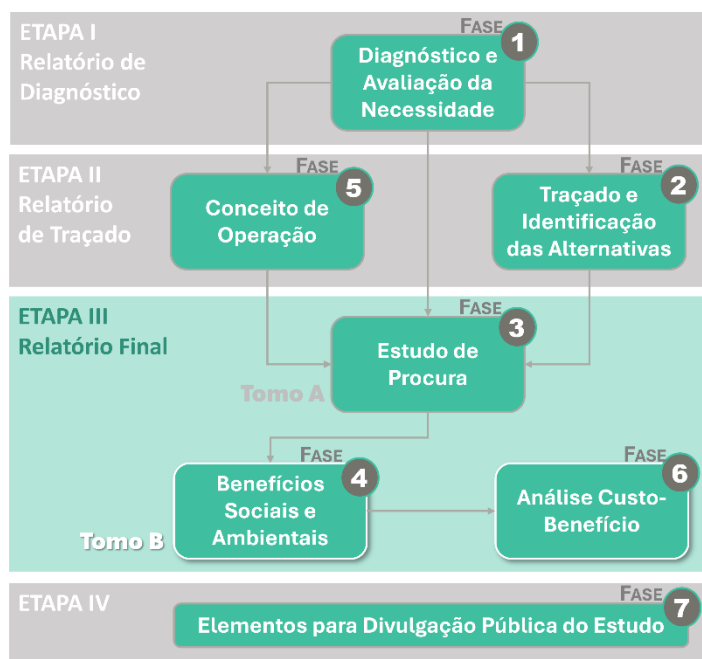


Figura 1 | Abordagem Metodológica

Fonte: TIS

O presente documento corresponde ao **Tomo B do Relatório Final** e sintetiza as tarefas desenvolvidas na Etapa III, correspondendo à sua **Fase 4, “Benefícios Sociais e Ambientais”** e **Fase 6 “Análise Custo-Benefício”**.

Estas análises foram desenvolvidas para uma das alternativas de traçado da Linha Oriental - à partida a que coloca maiores desafios em termos de viabilidade económica – selecionada entre o conjunto de soluções retidas na Etapa II do estudo.

No Tomo A do Relatório Final é discutido processo de seleção da alternativa avaliada no presente documento.

1.2. ESTRUTURA DO DOCUMENTO

Este documento está estruturado com base no *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects*, com os seguintes capítulos:

1. **Sumário Executivo,**
2. **Introdução** – Este capítulo apresenta o contexto e a motivação do projeto e a estrutura do presente documento,
3. **Descrição do projeto** – Neste capítulo, é apresentada uma descrição do projeto e os principais objetivos,
4. **Impactes na procura** – Neste capítulo são apresentados os dados de procura resultantes do estudo de procura e utilizados na presente ACB,
5. **Parâmetros de avaliação** – Neste capítulo são descritos todos os parâmetros e fatores que foram utilizados nas Análises Financeira e Económica do projeto,
6. **Análise financeira** - Este capítulo inclui a análise financeira do projeto,
7. **Análise económica** – Este capítulo apresenta a análise económica,
8. **Análise de sensibilidade e avaliação de riscos** - Este capítulo apresenta a análise de sensibilidade efetuada para identificar as variáveis críticas e a avaliação do risco,
9. **Conclusões** – Este capítulo apresenta as principais conclusões da análise da ACB.

2. DESCRIÇÃO DO PROJETO

2.1. CONTEXTO DO PROJETO

O objeto deste estudo é a criação de um serviço de Transporte Coletivo em Sítio Próprio (TCSP) entre Santa Apolónia e o extremo Norte do Parque das Nações. Este serviço deverá ser desenvolvido em modo elétrico ao longo daquela que designamos como Linha Oriental, integrando-se no eixo ribeirinho da cidade de Lisboa com os serviços de elétrico existentes, em particular, com a carreira 15E.

Conforme foi discutido no relatório da Fase 2, esta integração do ponto de vista da interoperabilidade com a rede atual não invalida que se pretenda, para esta nova linha, adotar um conceito de sistema de transportes mais próximo daquilo que é habitualmente designado de Metro Ligeiro. Assim, pretende-se que a Linha Oriental seja desenvolvida integralmente em canal exclusivo, com estações dotadas de condições de conforto e acessibilidade adequadas, com venda de bilhetes e informação ao público, e com níveis de fiabilidade e regularidade mais elevados do que aqueles que existem atualmente.

As características adotadas são aquelas que estão descritas no Artigo 67º do Regulamento do Plano Diretor Municipal (RPDM) de Lisboa para os sistemas de transportes de 2º Nível.

2.2. OBJETIVOS DO PROJETO

O presente estudo tem como objetivo fundamental proceder à **avaliação da viabilidade da implementação e operação da expansão do modo elétrico sobre carris entre Santa Apolónia e o Parque das Nações Norte**, em diante designada por **Linha Oriental**. O percurso em causa possui uma extensão aproximada de 10 km e deverá articular-se com a linha 15E, atualmente em operação entre Algés e a Praça do Comércio/Praça da Figueira.

A concretização da Linha Oriental, que permitirá dar continuidade ao serviço prestado pela linha 15E, fará com que o modo elétrico sobre carris venha cobrir todo o arco ribeirinho de Lisboa, servindo também parte do concelho de Oeiras. Desta forma, ver-se-á garantida com este tipo de solução a ligação entre diferentes áreas funcionais e interfaces da cidade de Lisboa, destacando-se Algés, Belém, Alcântara, Santos, Cais do Sodré, Sul e Sueste, Santa Apolónia, Xabregas, Matinha, Parque das Nações Sul, Gare do Oriente e Parque Tejo.

3. IMPACTES NA PROCURA

Os valores de procura utilizados nesta ACB derivam do Relatório Final do Estudo de Procura da viabilidade da expansão do modo elétrico sobre carris, entre Santa Apolónia e o Parque das Nações Norte via Gare Oriente.

3.1. PRESSUPOSTOS DO MODELO

Para este estudo considera-se que o cenário assumido como ponto de partida para o Estudo de Procura e para a Análise Custo-Benefício, habitualmente designado por cenário “*do nothing*”, corresponde a um cenário de oferta que inclui várias linhas e serviços de transporte coletivo que ainda não estão em operação.

O cenário “*do nothing*” difere da situação atual, compreendendo as alterações perspetivadas a curto prazo na rede de Metro de Lisboa e Carris, as quais se assumem vir a ocorrer independentemente da concretização do projeto da Linha Oriental (St. Apolónia – Parque das Nações).

No que se refere à **rede de elétricos da Carris**, no cenário sem projeto são consideradas as seguintes alterações face à atualidade:

- o prolongamento da linha de elétrico até Santa Apolónia está em operação, já com a criação da nova carreira 16E, entre o Mosteiro dos Jerónimos e Santa Apolónia;
- o prolongamento da linha 15E à Cruz Quebrada.

A criação da carreira de elétrico 16E antecipa o modelo de serviço proposto para a Linha Oriental, em que esta nova carreira circula entre o Mosteiro dos Jerónimos e o Parque das Nações Norte. Nesta fase inicial, permite manter o serviço da carreira 15E à Praça da Figueira, conforme ilustrado na Figura 2.

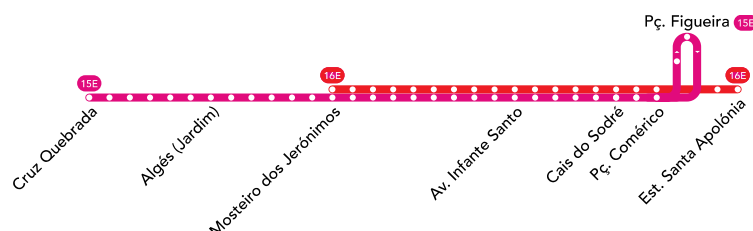


Figura 2 | Modelo de serviço proposto para 15E/16E no cenário Sem Projeto (Belém e S. Apolónia)

Fonte: Relatório do Estudo de Procura - Fase 3, TIS, 2024

No cenário sem projeto, a única alteração considerada nos **serviços rodoviários da Carris** refere-se à **supressão da carreira de autocarro 776**, que liga Algés ao Jamor, na sequência do prolongamento da carreira 15E à Cruz Quebrada (Figura 2).

Na versão modelada do prolongamento da carreira 15E, recupera-se apenas o traçado histórico do 15E até à Cruz Quebrada, sem considerar o prolongamento até ao Jamor. Desta forma, e apesar de se tornar possível na simulação que o percurso seja feito a pé, a diferença de cota entre a Faculdade de Motricidade Humana, o Clube de Ténis do Jamor e a paragem de elétrico da Cruz Quebrada, bem como a ausência de passeios com largura suficiente, não torna especialmente atrativa a caminhada entre os dois pontos. O serviço a estes dois geradores fica apenas assegurado pela carreira 1113 da Carris Metropolitana, uma carreira circular que oferece apenas 10 serviços diários e sempre no sentido ascendente.

Assim, não tendo esta supressão da carreira 776 implicações significativas no modelo, e estando o prolongamento da 15E à Cruz Quebrada fora do âmbito deste estudo, importa assinalar que o pressuposto da supressão da carreira 776 deverá ser a sua substituição integral pelo prolongamento da 15E.

O cenário “*do something*” a carreira 16E, já considerada no cenário sem projeto com serviço entre Belém e Santa Apolónia, estende o seu percurso até ao Parque das Nações, sem alteração das restantes características.

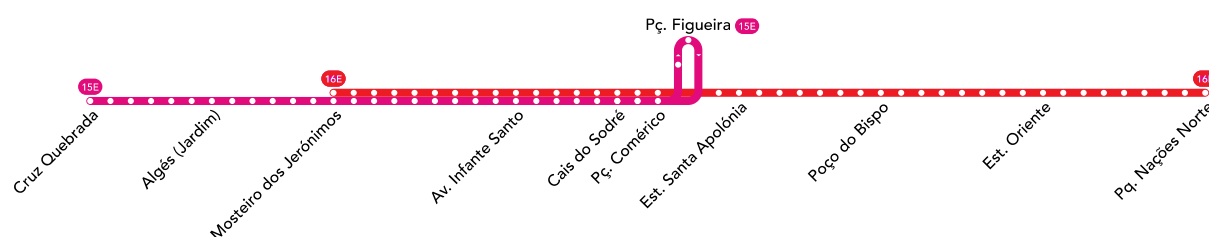
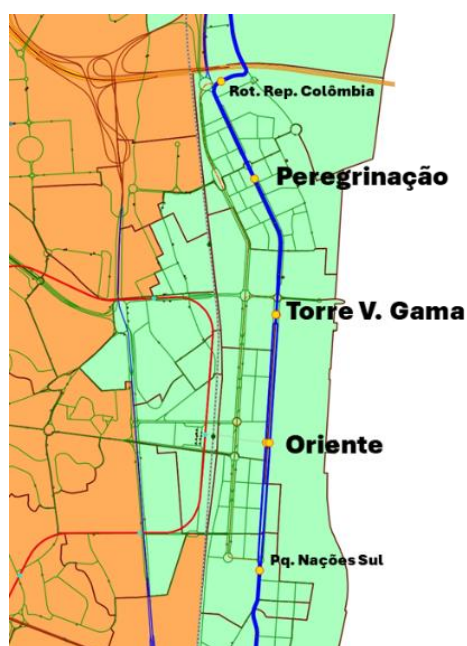


Figura 3 | Modelo de serviço proposto 15E/16E no cenário COM projeto

Fonte: Relatório do Estudo de Procura - Fase 3, TIS, 2024

A presente ACB é realizada com base na alternativa 1 do estudo de procura, considerando o traçado apresentado na Figura 4.



Pq. Nações Sul – Rot. Rep. Colômbia:
3,5 km
10 minutos
21,2 km/hora*

St. Apolónia – Pq. Nações Norte:
10,3 km
30 minutos
20,4 km/hora*

*Velocidade comercial (inclui 30 segundos de paragem em cada estação)

Figura 4 | Características do traçado considerado na alternativa em análise

Fonte: Relatório do Estudo de Procura - Fase 3, TIS, 2024

3.2. RESULTADOS DO MODELO

No que se refere ao cenário sem projeto, ou seja, o cenário em que se considera a entrada em serviço da totalidade dos serviços correspondentes às obras do Metro de Lisboa atualmente em curso, estima-se que a procura anual da Carris registe um decréscimo de 1,6%, apesar do prolongamento da linha de elétrico 15E à Cruz Quebrada e da criação de uma nova linha de elétrico (16E) a operar entre Belém (Mosteiro dos Jerónimos) e Santa Apolónia.

Os demais operadores de transporte (exceto o Metro de Lisboa) também devem registar uma redução de procura, embora menos significativa que a estimada para a Carris (-0,5%).

Segmentos de procura considerados

A procura potencial da extensão da rede de elétricos da Carris ao Parque das Nações Norte será constituída por três segmentos distintos:

- Aos **atuais utilizadores de Transporte Público**, na medida em que esta nova oferta constitui uma alternativa de transporte mais atrativa e que, graças ao sítio próprio (quase) integral, consegue operar com maiores velocidades comerciais que as praticadas pelos autocarros, bem como oferecer boas frequências de serviço;
- Aos **atuais utilizadores de Transporte Individual**, na medida em que o nível de performance oferecido pela nova linha será bastante competitivo, o que aumenta a probabilidade de ser encarada como uma alternativa válida à utilização do transporte individual; e

- O efeito associado à **indução de viagens** por via da abertura do novo serviço e das novas estações.

1. Procura captada ao segmento dos atuais utilizadores do TC

No que se refere aos atuais utilizadores do transporte público, a nova linha de elétrico da Carris em estudo, na medida em que irá integrar uma rede de transporte estruturante em sítio próprio e oferecer um nível de serviço atrativo, constitui-se como uma alternativa muito competitiva para a realização de viagens já hoje existentes.

Desta forma, irá certamente captar uma parte significativa da sua futura procura entre este segmento de mercado.

2. Transferência modal

A estimativa do contributo do TI para a procura potencial das novas estações de elétrico da Carris é feita tendo por base a comparação das características da viagem realizada em TI e da mesma viagem realizada em TP usando, obrigatoriamente, a nova oferta prevista com entrada e/ou saída numa das novas estações por ela servida.

Para este efeito, adotou-se no presente estudo, uma abordagem abrangente, com a qual se procura reproduzir com maior detalhe as condições de circulação na rede viária ao longo dos vários períodos do dia.

Neste enquadramento, a atual procura de transporte individual foi desagregada para três períodos distintos do dia:

- **A hora de ponta da manhã (8:00-9:00)**, a qual corresponde ao período do dia em que a rede viária se encontra sujeita a um maior congestionamento;
- **As restantes 2 horas do período de ponta da manhã, adjacentes à hora de ponta (7:00-8:00 e 9:00-10:00)**, as quais correspondem a períodos também de forte congestionamento viário, embora não tão intenso quanto o registado entre as 8:00 e as 9:00;
- **O resto do dia**, considerando o período entre as 10:00 e as 16:00, e admitindo uma média horária de viagens realizadas de modo a obter um nível de congestionamento médio para o período.

Em face do cariz pendular de uma parte significativa das viagens iniciadas no período de ponta da manhã, esta abordagem pressupõe que as viagens que serão captadas pelo novo serviço em estudo no período de ponta da manhã também ocorrerão no período de ponta da tarde, uma vez que a opção pelo transporte individual não estará disponível para a viagem de regresso.

Em termos relativos, assume-se que a matriz da hora de ponta da manhã contém 50% do total de viagens ocorridas no período de ponta da manhã (07:00 – 10:00); a matriz das restantes horas de ponta do período de ponta da manhã considera um total horário de viagens correspondente a 25% do total de viagens ocorridas no período de ponta da manhã (ou seja, 50% do valor registado na hora de ponta da manhã); enquanto a matriz do resto do dia considera um total horário de viagens correspondente a 39% do valor registado na hora de ponta da manhã.

De facto, tendo presente um contexto em que a política camarária tem sido marcada por uma menor focalização na rodovia, o nível de congestionamento, aliado ao estacionamento pago na maioria do centro da cidade e, a médio prazo, na totalidade da cidade, levam a que também fora dos períodos de ponta se admita poder captar alguma procura adicional para o transporte público, em geral, e para a nova oferta em estudo, em particular.

A afetação das três matrizes com volumes diferentes à rede viária permite obter valores muito distintos para os tempos de viagem em transporte individual, os quais decorrem dos diferentes níveis de congestionamento obtidos com a afetação de diferentes matrizes. Desta forma, o processo permite obter estimativas da transferência potencial para as novas linhas em estudo mais realistas face aos diferentes níveis de congestionamento verificados ao longo do dia.

Note-se que este refinamento da abordagem pode considerar-se, mesmo assim, algo conservador, na medida em que se assume que:

- no período de ponta da tarde não ocorre transferência modal adicional para além dos regressos a casa das viagens transferidas no período de ponta da manhã; e
- não ocorre transferência modal para lá das 20:00.

3. Procura induzida

Uma vez que o modelo de transportes não integra os passos de geração e de distribuição de viagens, a indução de viagens (que poderia resultar da variação dos custos generalizados decorrente da introdução das extensões em estudo) não está internalizada no modelo.

Para contornar a não integração da geração e distribuição de viagens no modelo utilizado, optou-se por uma metodologia simplificada, ligada às alterações na acessibilidade da área de influência das novas estações da linha em estudo e nas características da viagem, nomeadamente o nº de etapas realizadas sobre a rede estruturante da cidade.

Esta metodologia assume que apenas nas relações entre zonas servidas diretamente pela nova linha de elétrico da Carris será admissível a existência de indução de viagens. Desta forma, partindo de um valor máximo de indução admissível (25%), estabeleceu-se um quadro probabilístico de indução de viagens dependendo do nº de etapas e do nº de etapas efetuadas na rede estruturante, assumindo-se esta como as redes de caminho de ferro suburbano, de metro, de barco e da nova linha em estudo.

Por outro lado, esta metodologia é aplicada unicamente aos pares OD com viagens descritas nas matrizes utilizadas e para os quais se registam reduções do custo generalizado de viagem com a abertura da extensão em estudo, a que se junta a condição de terem de utilizar alguma das novas estações que integram esta extensão (metodologia suportada pela mesma análise utilizada para estimar a captação de passageiros entre o segmento dos atuais utilizadores do transporte individual).

Com a abertura dos novos serviços que irão operar no prolongamento do modo elétrico entre Santa Apolónia e o Parque das Nações Norte, via Gare do Oriente, a procura estimada é a que consta na tabela seguinte.

Tabela 1 | Procura diária em dia útil médio e procura anual estimada para o cenário com projeto, correspondendo ao diferencial entre os dois cenários (2025-2055)

Projeto	Segmento atual			
	Passageiros da nova linha que vêm do TC	Passageiros da nova linha que vêm do TI	Indução	Total
Passageiros diários	16 450	4 153	640	21 243
Passageiros*km diários	57 184	14 156	1 726	73 065
Passageiros anuais	4 964 761	975 887	150 492	6 091 140
Ganho de tempo médio anuais (em minutos)				- 2 555 013

4. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO

4.1. PERÍODO DE ANÁLISE

Para este estudo, considerou-se um período de análise de 30 anos, iniciado em 2025 e terminando em 2055. Este período divide-se da seguinte forma:

- 2 anos e 8 meses de estudos e de construção da infraestrutura: 2025 a 2028 (de junho de 2025 até ao fim do mês de janeiro de 2028);
- 27 anos e 5 meses de operação: 2028 a 2055 (de fevereiro de 2028 a junho de 2055).

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).

4.2. CUSTOS DE INVESTIMENTO

Nesta secção apresentam-se os custos de investimento totais que a Carris terá de suportar no global do período de análise (2025-2055), avaliados a preços constantes de 2025, salvo indicação em contrário.

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

- Sistema de Transporte
 - Plataforma de Via
 - Energia e Catenária
 - Equipamentos Correntes Fracas
 - Paragens à Superfície
 - MVA + GIB
- Obras de arte
 - Reforço e requalificação Viaduto (20m tabuleiro)
 - Subestações Enterradas (Betão Armado)
- Arranjos Exteriores
 - Rede Viária
 - Drenagem da Plataforma de Via
- Ocupações de Sub-solo
 - Desvios de Redes
- Desvio de Circulação
 - Desvios de Trânsito
- PMO
- Material Circulante
- Estudos e Projetos
 - Estudos e levantamentos
 - Projetos
 - Fiscalização de obra

○ Revisão de Projeto

Estes custos baseiam-se na informação fornecida pela Carris, e encontram-se líquidos de IVA.

Foram igualmente considerados custos de substituição, uma vez que o valor residual de alguns dos materiais/equipamentos não garantiam a operação completa no período em análise. Estes custos foram calculados com base na premissa de que correspondem a 10% dos custos de investimento das respetivas rubricas, sendo incorridos no final das suas vidas úteis.

A Tabela 2 apresenta o calendário de custos de investimento, líquidos de IVA, a preços constantes de 2025.

Tabela 2 | Custos de investimento do projeto (em milhares de euros)

Componentes	Total	VAL 4%	2025	2026	2027	2028	2044	2045
Sistema de Transporte	-92 660	-86 895	-	-40 887	-43 729	-8 044	-	-
Plataforma de Via	-50 826	-47 689	-	-22 647	-24 221	-3 958	-	-
Energia e Catenária	-26 413	-24 782	-	-11 769	-12 587	-2 057	-	-
Equipamentos Correntes Fracas	-12 198	-11 445	-	-5 435	-5 813	-950	-	-
Paragens à Superfície	-2 323	-2 180	-	-1 035	-1 107	-181	-	-
MVA + GIB	-899	-799	-	-	-	-899	-	-
Obras de arte	-6 390	-5 995	-	-2 847	-3 045	-498	-	-
Reforço e requalificação Viaduto (20m tabuleiro)	-4 357	-4 088	-	-1 941	-2 076	-339	-	-
Subestações Enterradas (Betão Armado)	-2 033	-1 908	-	-906	-969	-158	-	-
Arranjos Exteriores	-6 099	-5 723	-	-2 718	-2 907	-475	-	-
Rede Viária	-4 066	-3 815	-	-1 812	-1 938	-317	-	-
Drenagem da Plataforma de Via	-2 033	-1 908	-	-906	-969	-158	-	-
Ocupações de Sub-solo	-5 083	-4 769	-	-2 265	-2 422	-396	-	-
Desvios de Redes	-5 083	-4 769	-	-2 265	-2 422	-396	-	-
Desvio de Circulação	-508	-477	-	-226	-242	-40	-	-
Desvios de Trânsito	-508	-477	-	-226	-242	-40	-	-
Total da Obra	-110 740	-103 859	-	-48 942	-52 345	-9 452	-	-
PMO	-11 222	-11 169	-9 844	-1 379	-	-	-	-
Material Circulante	-26 934	-26 807	-23 625	-3 309	-	-	-	-
Estudos e Projetos	-8 248	-8 209	-7 235	-1 013	-	-	-	-
Estudos e levantamentos	-1 244	-1 238	-1 091	-153	-	-	-	-
Projetos	-3 732	-3 714	-3 274	-458	-	-	-	-
Fiscalização de obra	-2 488	-2 476	-2 182	-306	-	-	-	-
Revisão de Projeto	-784	-780	-687	-96	-	-	-	-
Total do Investimento	-46 404	-46 185	-40 703	-5 701	-	-	-	-

Componentes	Total	VAL 4%	2025	2026	2027	2028	2044	2045
Total da Obra + Investimento	-157 144	-150 044	-40 703	-54 643	-52 345	-9 452	-	-
Total dos Custos de Substituição	-497	-228	-	-	-	-	-90	-407
Total	-157 640	-150 272	-40 703	-54 643	-52 345	-9 452	-90	-407

Fonte: Carris

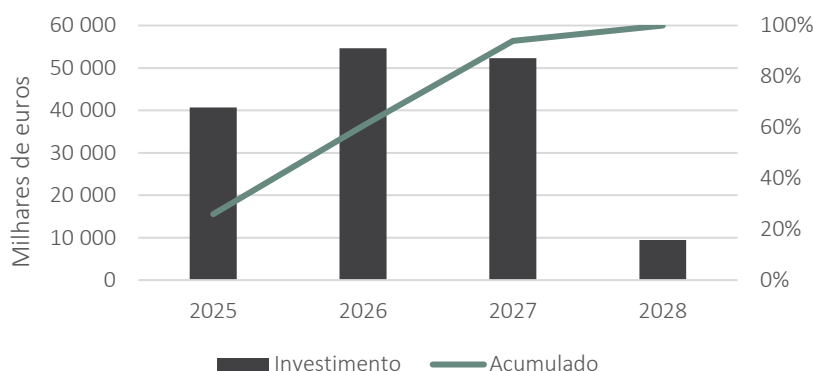


Figura 5 | Repartição do investimento ao longo dos anos (em milhares de euros)

O investimento a realizar ao longo do período de referência do projeto tem um valor total de aproximadamente **158 milhões de euros** a preços constantes de 2025, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 4%) de aproximadamente 150 milhões de euros. O montante associado para os custos de substituição é de aproximadamente 500 mil euros.

4.3. CUSTOS DE EXPLORAÇÃO

Nesta secção apresentam-se os custos de exploração totais que a Carris terá de suportar no global do período de análise, avaliados a preços constantes de 2025.

Os pontos seguintes incidem nas várias categorias de custos de exploração, sendo elas, os custos de manutenção, os custos de operação, os custos de segurança e vigilância e os custos associados aos encargos com as máquinas de vendas automáticas (MVAs).

4.3.1. TIPOLOGIA DOS CUSTOS DE EXPLORAÇÃO

Entre as categorias de custos de exploração constam os custos de manutenção (infraestrutura e material circulante), os custos operacionais, as rubricas de segurança e vigilância incremental e ainda os custos associados às máquinas de venda automática (MVAs). Os custos unitários de cada uma das rubricas está presente na Tabela 3.

Tabela 3 | Custos unitários associados às diferentes rubricas de custos de exploração do projeto

Custos unitários	
Manutenção da Infraestrutura (€/vkm)	1,019 €/vkm
Manutenção dos Veículos (€/vkm)	1,600 €/vkm
Operação (€/pkm)	0,070 €/pkm
Vigilância e Segurança por validação	0,011€/validação
Encargos com MVA por validação	0,011€/validação

O cálculo dos custos de manutenção foi baseado nos custos unitários fornecidos pela Carris, diferenciando-se entre a manutenção da infraestrutura e dos veículos (1,019€ por veículo.km e 1,600€ por veículo.km, respetivamente), sendo estimados em função da evolução da procura adicional do elétrico. O acréscimo associado a esta rubrica foi de cerca de **48 milhões de euros** no total do período.

Relativamente aos custos operacionais foram baseados nos custos unitários obtidos do Relatório e Contas da Carris (2023) e ajustados à inflação a preços base de 2025. Estes valores são aplicados à evolução da procura associada ao projeto, considerando um custo de 0,070€ por passageiros.km. O acréscimo dos custos operacionais durante o período totalizou aproximadamente **54 milhões de euros**.

Os custos de segurança e vigilância estão associados às validações cifrando-se numa quantia de aproximadamente 1 cêntimo por validação. O acréscimo incremental associado a esta rubrica foi de cerca de **2 milhões de euros** no total do período.

O dimensionamento do parque de MVA é de 2 por estação, compreendendo um total de 36 máquinas. O custo de manutenção está associado às validações, cifrando-se numa quantia de aproximadamente 1 cêntimo por validação. O acréscimo incremental dos encargos com MVA totalizou cerca de **2 milhões de euros** no total do período analisado.

4.3.2. TOTAL DE CUSTOS DE EXPLORAÇÃO

A Tabela 4 mostra a evolução dos custos de exploração por rubrica, em milhares de euros, ao longo dos anos.

Tabela 4 | Custos de exploração por rubrica (em milhares de euros)

Rúbricas de custo	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
Manutenção	-1 597	-1 742	-1 742	-1 742	-1 742	-1 742	-1 742	-1 742	-1 742	-1 742
Operação	-1 183	-1 369	-1 451	-1 534	-1 621	-1 709	-1 801	-1 895	-1 914	-1 936
Segurança e Vigilância	-51	-53	-56	-58	-60	-63	-65	-68	-68	-69
Encargos com MVA	-52	-54	-56	-58	-61	-63	-66	-68	-69	-70
Total	-2 882	-3 218	-3 304	-3 393	-3 483	-3 577	-3 673	-3 772	-3 793	-3 817
Rúbricas de custo	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047

Manutenção	-1 742	-1 742	-1 742	-1 742	-1 742	-1 742	-1 742	-1 742	-1 742	-1 742
Operação	-1 960	-1 987	-2 016	-2 039	-2 063	-2 087	-2 112	-2 138	-2 157	-2 175
Segurança e Vigilância	-70	-71	-72	-73	-74	-74	-75	-76	-77	-78
Encargos com MVA	-70	-71	-72	-73	-74	-75	-76	-77	-77	-78
Total	-3 842	-3 871	-3 902	-3 927	-3 952	-3 978	-4 005	-4 033	-4 053	-4 073
Rúbricas de custo	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055		
Manutenção	-1 742	-1 742	-1 742	-1 742	-1 742	-1 742	-1 742	-1 742	-871	
Operação	-2 195	-2 215	-2 236	-2 246	-2 257	-2 268	-2 279	-2 279	-1 145	
Segurança e Vigilância	-78	-79	-80	-80	-81	-81	-81	-81	-82	
Encargos com MVA	-79	-80	-80	-81	-81	-81	-81	-82	-82	
Total	-4 094	-4 116	-4 138	-4 149	-4 160	-4 172	-4 183	-4 183	-2 180	

A Tabela 5 apresenta os custos de exploração do projeto, no total do período de análise (2025-2055), em euros, a preços constantes de 2025.

Tabela 5 | Total de custos de exploração, no total do período de análise (em milhares de euros)

	Projeto
Manutenção	-47 753
Operação	-53 987
Segurança e Vigilância	-1 994
Encargos com MVA	-2 006
Total	-105 740
VAL 4%	-57 148

Os custos de exploração incorridos ao longo do período de referência do projeto tem um valor total de aproximadamente 106 milhões de euros, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 4%) de aproximadamente **57 milhões de euros**. A distribuição de custos tem a seguinte representatividade pelas várias rúbricas: 45% para a manutenção, 51% para a operação, 2% para segurança e vigilância e 2% para os encargos com MVAs.

4.4. VALOR RESIDUAL

Foi considerado o valor residual dos investimentos, uma vez que o período de exploração deste projeto excede o período de referência da presente análise, bem como a respetiva vida útil dos ativos. Para estimar o valor residual, foi utilizado o conhecimento da experiência da Carris para definir o tempo de vida útil e foi utilizada uma abordagem de depreciação baseada num método linear.

Tabela 6 | Vida útil dos diferentes ativos (anos)

Descrição	Vida útil (anos)
Sistema de Transporte	
Plataforma de Via	50
Energia e Catenária	30
Equipamentos Correntes Fracas	30
Paragens à Superfície	50
MVA + GIB	15
Obras de arte	
Reforço e requalificação Viaduto (20m tabuleiro)	50
Subestações Enterradas (Betão Armado)	50
Arranjos Exteriores	
Rede Viária	16
Drenagem da Plataforma de Via	50
PMO	
PMO	50
Material Circulante	
Material Circulante	30

O valor residual financeiro do projeto em 2055 é de cerca de **40 milhões de euros**.

Tabela 7 | Valor residual financeiro

	Total (euros)
Valor residual	40 216 555€
Valor residual atualizado (4%)	12 399 515€

O valor residual económico do projeto (corrigidos a preços sombra) em 2055 é de cerca de **36 milhões de euros**.

Tabela 8 | Valor residual económico

	Total (euros)
Valor residual económico	36 312 126€
Valor residual atualizado (4%)	14 960 115€



Os custos globais do investimento são de cerca de 158 milhões de euros e os custos de exploração cerca de 106 milhões de euros. O valor residual do projeto é estimado em cerca de 40 milhões de euros.

4.5. RECEITAS OPERACIONAIS

Nesta secção apresentam-se as receitas operacionais totais que a Carris obterá no global do período de análise (2025-2055), avaliadas a preços constantes de 2025.

Para estimativa das receitas operacionais afetas à Carris, foram consideradas os ganhos de receitas referentes ao elétrico, mas também a variação associada às receitas das linhas já existentes de autocarro, levando, em alguns casos, à supressão de algumas linhas da Carris.

O diferencial entre cenários “do-something” e “do-nothing” inclui as receitas afetas à Carris, considerado o elétrico e o autocarro.

4.5.1. TIPOLOGIA DE RECEITAS OPERACIONAIS

4.5.1.1. RECEITAS DE BILHÉTICA (ELÉTRICO E AUTOCARRO)

Relativamente à estimativa da receita associada ao novo cenário de oferta, contemplando a nova linha 16E, usaram-se como referenciais as tarifas médias por validação, tendo em conta o tipo de bilhete comprado (passe, bilhete avulso ou tarifa de bordo), ponderadas pela quantidade de validações de cada tipo de bilhética, por carreira e ano. Estes valores médios foram estimados com base nos valores fornecidos pela Carris para as seguintes carreiras, nos anos de 2023 e 2024:

- Carreiras de autocarro: 728, 776 e 782, aquelas cujos trajetos serão total ou parcialmente substituídos pelas extensões das linhas de elétrico 15E e 16E;
- Carreira de elétrico: 15E, aquela cujas características mais se aproximam da linha 16E.

Os valores obtidos são os que se sistematiza na tabela seguinte.

Tabela 9 | Receita média por validação usada na estimativa de receitas

Modo	2024
Autocarro	1,37 €
Elétrico	1,43 €

Tendo em conta que, com a entrada da expansão da linha E16 ao Parque das Nações, existem linhas de autocarro que deixarão de existir, à receita obtida pela extensão em análise, são subtraídas as receitas anteriormente obtidas pela utilização dos autocarros suprimidos.

As receitas totais do projeto correspondem, assim, ao diferencial entre as receitas referentes à utilização da linha E16 e as receitas do autocarro.

4.5.2. TOTAL DE RECEITAS OPERACIONAIS

A Tabela 10 mostra a evolução das receitas operacionais do projeto, em milhares de euros, ao longo dos anos.

Tabela 10 | Receitas de exploração do projeto (em milhares de euros)

Rúbricas de custo	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
Receita do elétrico	5 899	6 716	7 002	7 292	7 586	7 885	8 189	8 498	8 585	8 683
Receita do autocarro	-5 360	-6 036	-6 227	-6 420	-6 615	-6 811	-7 009	-7 209	-7 282	-7 366
Total	539	680	774	871	972	1 075	1 181	1 290	1 303	1 318
Rúbricas de custo	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047
Receita do elétrico	8 791	8 909	9 041	9 144	9 251	9 360	9 473	9 590	9 671	9 757
Receita do autocarro	-7 457	-7 557	-7 669	-7 756	-7 847	-7 939	-8 035	-8 134	-8 204	-8 276
Total	1 334	1 352	1 372	1 388	1 404	1 420	1 438	1 455	1 468	1 481
Rúbricas de custo	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055		
Receita do elétrico	9 845	9 935	10 027	10 074	10 122	10 170	10 219	5 134		
Receita do autocarro	-8 351	-8 427	-8 505	-8 545	-8 586	-8 627	-8 668	-4 355		
Total	1 494	1 508	1 522	1 529	1 536	1 543	1 551	779		

A Tabela 11 apresenta as receitas operacionais, para ambos os cenários, no total do período de análise (2025-2055), em milhares de euros.

Tabela 11 | Total de receitas operacionais, no total do período de análise (em milhares de euros)

	<i>"do-nothing"</i>	<i>"do-something"</i>	Projeto
Receita elétrico	496 568	741 415	244 847
Receita BUS	5 773 742	5 564 471	-209 271
Total	6 270 310	6 305 886	35 576
VAL 4%	3 629 593	3 648 096	18 503

As receitas operacionais ao longo do período de referência do projeto têm um valor total de aproximadamente 6,27 mil milhões de euros no cenário *"do-nothing"*, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 4%) de aproximadamente 3,63 mil milhões de euros, e de aproximadamente 6,31 mil milhões de euros no cenário *"do-something"*, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 4%) de aproximadamente 3,65 mil milhões de euros. O ganho incremental estimado para receitas operacionais, em todo o período de análise, são **36 milhões de euros**, o que corresponde a um valor atualizado de cerca de 19 milhões de euros. O incremental de receitas do projeto advém das receitas

do elétrico (245 milhões de euros), às quais se reduzem as receitas do autocarro que diminuíram em 209 milhões de euros no total do período.



As receitas que o projeto irá gerar estão relacionadas com o incremento de procura no elétrico. As receitas totais previstas têm um valor de cerca de 36 milhões de euros.

4.6. DÉFICE DE FINANCIAMENTO

A taxa de défice de financiamento (FGR) mede a percentagem do Custo de Investimento Descontado (DIC) que não está coberta pela Receitas Líquidas Descontadas (DNR), refletindo a necessidade de financiamento adicional.

A taxa de défice de financiamento é definida com base no fluxo de caixa incremental do projeto, a preços constantes, descontado a uma taxa de desconto real de 4%, de acordo com as recomendações do Guia da ACB, e pode ser expressa da seguinte forma:

$$FGR = \frac{DIC - DNR}{DIC}$$

Onde:

- DIC = Custos de Investimento Descontados + Custos de Substituição Descontados
- DNR = Receitas Totais Descontadas + Valor Residual Descontado + Custos de O&M Descontados

Tabela 12 | Indicadores do défice de financiamento

	"Do-something"
DIC	150 271 969 €
DNR	-26 244 889 €
Défice de financiamento	176 516 859 €
Taxa de défice de financiamento	117,64%

4.7. BENEFÍCIOS SOCIOECONÓMICOS

A quantificação dos benefícios socioeconómicos associados ao projeto da expansão do modo elétrico sobre carris, entre Santa Apolónia e o Parque das Nações Norte Via Gare Oriente, bem como a atualização dos seus valores unitários (valor do tempo, valores de externalidades sociais e ambientais, custos unitários de transporte), seguem as atuais referências europeias, adaptando-as à realidade portuguesa e tomando como referência os documentos:

- *Economic Appraisal Vademecum 2021-2027 - General Principles and Sector Applications*, disponibilizado publicamente no início de outubro de 2021,
- Handbook on the external costs of transport Version 2019 - 1.1, *the European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport, January 2019* – referido como *Handbook 2019*,
- *Update of the Handbook on External Costs of Transport, Final Report, Ricardo-AEA, Report for the European Commission: DG MOVE, January 2014*,
- *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects - Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020, December 2014, European Commission*,
- *Handbook on Estimation of External Costs in the Transport Sector (IMPACT Deliverable 1), CE Delft, 2008, (Commissioned by EC DG TREN)*,

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 2025 considerando a taxa de inflação anual e a evolução do PIB per capita (fonte utilizada: Pordata, Banco de Portugal, FMI e CE, *The 2024 Ageing Report - Economic & Budgetary Projections for the EU Member States (2019-2070)*) (Tabela 13).

Tabela 13 | Evolução do PIB per capita

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
1,13%	2,00%	2,30%	2,20%	2,06%	2,02%	1,86%	0,93%	0,78%	0,63%	0,72%
2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044
0,80%	0,90%	1,02%	1,15%	1,24%	1,35%	1,48%	1,52%	1,56%	1,58%	1,60%
2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055
1,65%	1,70%	1,76%	1,81%	1,83%	1,85%	1,87%	1,89%	1,91%	1,92%	1,91%

Fonte: Pordata (2023), Banco de Portugal (2024-2026), FMI (ajustado, 2027-2029) e Ageing Report (2030-2055)

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

- Nos casos em que a bibliografia sugere a consideração de uma elasticidade de 1,0 face à evolução do PIB *per capita* (benefícios associados a poluição atmosférica) 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 face à evolução do PIB *per capita* (benefícios associados ao ruído e acidentes);
- No caso do valor do tempo, 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*, bem como para os benefícios associados aos custos de manutenção da rodovia;
- No caso dos custos de operação do transporte individual, tal como recomendado no Guia para a ACB de Projetos de Investimento da CE (2014), assumiu-se um valor constante;

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

O **excedente do produtor**, que no contexto da presente análise se pode entender como os ganhos líquidos que recaem sobre a Carris 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 custos decorrentes do aumento das operações do transporte público rodoviário devido à necessidade de alterar a oferta;
- 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 do 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 da expansão do modo elétrico sobre carris (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).

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 e a biodiversidade, e que podem até causar danos materiais em edifícios;
- A redução da contribuição para as alterações climáticas decorrente da utilização de um transporte mais eficiente a nível energético que origina uma menor libertação de gases com efeito estufa no local de produção da energia;
- A redução dos custos decorrentes da poluição sonora gerada pela utilização da infraestrutura e que afeta as populações que habitam/frequentam áreas geográficas próximas da mesma, sejam eles 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 **Error! Reference source not found.** Tabela 14 apresenta os custos e ganhos socioeconómicos produzidos pelo projeto no total do período de análise (2025-2055), em milhares de euros (a preços constantes de 2025). O total de benefícios socioeconómicos gerados pelo projeto corresponde à soma das diferenças entre os cenários “*do-something*” e “*do-nothing*”.

Tabela 14 | Total de benefícios socioeconómicos, no total do período de análise (em milhares de euros)

	Total	VAL 3%
Δ Custos de operação do TP corrigidos a preços sombra	174 275	107 292
Δ Custos de operação do não percebidos do TI	131 496	80 388
Δ Custos de manutenção da rodovia	2 105	1 281
Saldo dos Produtores	307 876	188 961
Δ Custos de tempo	14 484	8 733
Δ Custos de operação percebidos do TI	66 247	40 499
Δ Benefícios do tráfego induzido	191	115
Saldo dos Consumidores	80 923	49 347
Δ Custos de acidentes	22 616	13 585
Δ Custos de poluição atmosférica	5 309	3 168
Δ Custos de alterações climáticas	75 432	42 550
Δ Custos de poluição sonora	1 413	842
Saldo das Externalidades	104 769	60 144
Total (somatório)	493 567	298 451

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 expansão do modo elétrico sobre carris. Em resultado disto, o excedente do produtor regista uma variação positiva de 308 milhões de euros e o excedente do consumidor uma variação positiva de 81 milhões de euros. Os benefícios resultantes de externalidades totalizam 105 milhões de euros no total do período de análise. Isto perfaz um total de benefícios socioeconómicos líquidos gerados pelo projeto de 494 milhões de euros, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 3%) de aproximadamente **298 milhões de euros**.

De referir que o maior contributo para estes benefícios deriva dos custos de operação do transporte público, uma vez que a expansão do modo elétrico sobre carris vai levar à supressão de carreiras realizadas em autocarros, com uma redução dos veículos.kilómetro do modo autocarro superior ao aumento dos veículos.kilómetro no elétrico.

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



Os benefícios externos que o projeto produzirá para a sociedade e o ambiente foram estimados considerando a diferença entre os cenários “*do-something*” e “*do-nothing*”.

O total de benefícios socioeconómicos líquidos gerados pelo projeto é de 494 milhões de euros, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 3%) de aproximadamente **298 milhões de euros**.

4.7.1. EXCEDENTE DO PRODUTOR

4.7.1.1. BENEFÍCIOS ASSOCIADOS À REDUÇÃO DOS CUSTOS DE OPERAÇÃO DO TPR POR MENOR NECESSIDADE DE OFERTA

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

No cenário “*do-something*” as adaptações consideradas são relativas à rede da Carris e correspondem a uma redução dos veículos*km produzidos na rede de autocarros. Assumindo o valor unitário por passageiros*km obtido no Relatório e Contas de 2023 da Carris (0,261 €), estimou-se o valor correspondente à redução de oferta considerada.

No caso do projeto em análise, as reduções dos custos de operação do transporte público rodoviário correspondem a um total de cerca de 174 milhões de euros, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 3%) de **107 milhões de euros**.

4.7.1.2. BENEFÍCIOS ASSOCIADOS À REDUÇÃO DOS CUSTOS DE OPERAÇÃO DO TI (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 circulação¹.

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.

Atualizando os valores dos coeficientes para os custos operacionais não percebidos recomendados na bibliografia para o ano de referência (2025) da expansão do modo elétrico sobre carris obtém-se os valores apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 | Coeficientes de Cálculo dos Custos Operacionais não percebidos de TI (Euros por km)

Ano	2025
Custos não percebidos	0,379

Tabela 16 | Custos de operação não percebidos do TI – excedente do produtor (10³ euros)

	2028	2029	2030	2031	2032	
Benefício resultante da expansão do modo elétrico sobre carris	3 120	3 317	3 513	3 710	3 907	
	2035	2040	2045	2050	2055	TOTAL
Benefício resultante da expansão do modo elétrico sobre carris	4 497	4 784	5 075	5 306	5 433	131 496

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, correspondem a um benefício total de 131 milhões de euros, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 3%) de cerca de **80 milhões de euros**.

4.7.1.3. BENEFÍCIOS ASSOCIADOS À REDUÇÃO DOS 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 (Carris) e, por outro lado, transferência de passageiros

¹ Values of Time and Operating Costs, TAG Unit 3.5.6; December 2008; Department for Transport; Transport Analysis Guidance (TAG)

do autocarro para o elétrico, 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 (*Handbook on External Costs of Transport 2019*) apresenta valores específicos por país, os quais são definidos por classe de veículo (motas, 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 (“all roads”).

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.

Tabela 17 | Custos marginais de infraestrutura rodoviária

Tipo de veículo	Custo Portugal (€ct/veículo*km 2016)	Custo Portugal (€ct/veículo*km 2025)
Ligeiro de passageiros	0,30	0,40
Autocarro	1,20	1,58

Fonte: *Handbook on External Costs of Transport 2019*

Com base nos valores estimados de veículos*km que deixam de ser realizados pelos passageiros que se transferem do transporte individual para o elétrico 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)

	2028	2029	2030	2031	2032	
Benefício resultante da expansão do modo elétrico sobre carris	51	54	57	59	62	
	2035	2040	2045	2050	2055	TOTAL
Benefício resultante da expansão do modo elétrico sobre carris	69	74	81	87	93	2 105

As reduções dos custos de manutenção da rodovia acumuladas nos 30 anos do período de análise correspondem a um benefício de 2 milhões de euros no cenário com o projeto, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 3%) de **1,3 milhões de euros**.

4.7.2. EXCEDENTE DO CONSUMIDOR

4.7.2.1. 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 expansão do modo elétrico sobre carris, entre Santa Apolónia e o Parque das Nações Norte via Gare Oriente.

Metodologicamente, o processo de avaliação dos ganhos de tempo associados aos utilizadores do TP que passam a usar o modo elétrico 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.

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.

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

No caso dos benefícios de tempo para os utilizadores do TI que se transferirão para o elétrico, 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 a expansão do modo elétrico sobre carris.

No que se refere ao valor do tempo assumido, este corresponde à atualização para o ano inicial de exploração (2025) dos valores recomendados pelo projeto HEATCO²: TI – 0,2197 € / minuto; TP – 0,1068 € / 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.

O diferencial acumulado dos custos do tempo de viagem nos 30 anos da análise corresponde a um benefício total aproximado de 14 milhões de euros, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 3%) de **9 milhões de euros**.

Tabela 20 | Custo do tempo de viagem (10³ euros)

	2028	2029	2030	2031	2032	
Benefício resultante da expansão do modo elétrico sobre carris	309	331	353	375	397	
	2035	2040	2045	2050	2055	TOTAL
Benefício resultante da expansão do modo elétrico sobre carris	469	513	565	618	663	14 484

4.7.2.2. BENEFÍCIOS GERADOS PELO 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 para os quais a melhoria das condições de transporte criadas pelo projeto em estudo 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 6 contém uma representação gráfica desta regra. Nela estão representadas simplificações das curvas de procura e oferta (O1), sendo a situação inicial (e.g. cenário “*do-nothing*”) representada pelo

² HEATCO, Deliverable 5, 2006.

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 unitário 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.

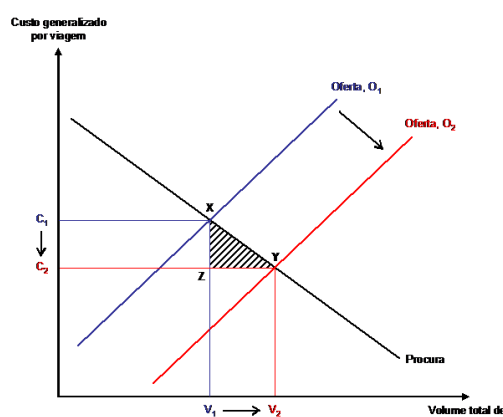


Figura 6 | Representação gráfica da "regra do triângulo"

O benefício socioeconómico gerado para o tráfego induzido corresponde a um benefício total de cerca de 191 mil euros, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 3%) de **115 mil euros**.

4.7.2.3. BENEFÍCIOS ASSOCIADOS À REDUÇÃO DOS CUSTOS DE OPERAÇÃO DO TI (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).

Conforme referido anteriormente, 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 circulação³, atualizando os valores dos coeficientes

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

recomendados na bibliografia para o ano de referência (2008) e para o primeiro ano de operação da extensão em estudo.

Tal como recomendado Guia para a ACB de Projetos de Investimento da CE (2014), os valores relativos aos custos percebidos foram apenas atualizados para 2025, assumindo-se constantes a partir deste ano.

Tabela 21 | Coeficientes de Cálculo dos Custos Operacionais percebidos de TI (€/veículo*km)

Ano	2008	2025
Custos percebidos	0,1318	0,1908

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 do projeto, correspondem a um benefício total de 66 milhões de euros, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 3%) de **40 milhões de euros**.

Tabela 22 | Custos de operação percebidos do TI – excedente do utilizador (10³ euros)

	2028	2029	2030	2031	2032	
Benefício resultante da expansão do modo elétrico sobre carris	1 572	1 671	1 770	1 869	1 968	
	2035	2040	2045	2050	2055	TOTAL
Benefício resultante da expansão do modo elétrico sobre carris	2 266	2 410	2 557	2 673	2 737	66 247

4.7.3. BENEFÍCIOS PARA A SOCIEDADE ASSOCIADOS A EXTERNALIDADES POSITIVAS

A transferência de procura do modo rodoviário para o elétrico 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.

4.7.3.1. BENEFÍCIOS AMBIENTAIS, PASSAGEIROS TRANSFERIDOS DO TP E PASSAGEIROS TRANSFERIDOS DO TI

Para estimar o benefício decorrente da diminuição das emissões poluentes, utiliza-se como base a variação de passageiros*km percorridos em automóvel e autocarro entre o cenário “do-something” e o cenário “do-nothing”, usando a metodologia sugerida no guia de referência (*Handbook, 2019*), a qual apresenta valores de custos marginais externos associados à poluição, específicos por país e por modo de transporte.

Os valores unitários por passageiro.km obtidos para cada modo de transporte são os que se apresentam na Tabela 23.

Tabela 23 | Custos das emissões por modo de transporte em €/pkm

Ano	Ligeiro de passageiros	Autocarro
2025	0,527	0,325

Tabela 24 | Benefício de emissões poluentes atmosféricos (10³ euros)

	2028	2029	2030	2031	2032	
Benefício resultante da expansão do modo elétrico sobre carris	109	117	125	132	139	
	2035	2040	2045	2050	2055	TOTAL
Benefício resultante da expansão do modo elétrico sobre carris	161	181	207	236	266	5 308

As diferenças acumuladas dos custos de **emissões poluentes** nos 30 anos de análise do mesmo projeto, correspondem a um benefício de 5,3 milhões de euros, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 3%) de **3,2 milhões de euros**.

4.7.3.2. 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, a Carris irá retirar veículos de circulação e, desta forma, reduzir a contribuição do setor dos transportes para as alterações climáticas.

A estimativa deste benefício foi efetuada com base no cálculo das emissões em função do tipo de veículo e da frota, usando como referência os valores constantes no relatório do inventário nacional (*National Inventory Report*, APA 2024).

Tabela 25 | Fator de emissão de CO₂ (g/km)

Emissões de CO ₂	Ligeiro de passageiros	Autocarro
g/km	250	1237,2

Os valores unitários por tonelada de CO₂ são apresentados Tabela 26, para os anos de referência, tendo um valor incremental ao longo dos anos, definido no *CINEA Guide on economic appraisal for CEF-T transport projects*.

Tabela 26 | Valor unitário por tonelada de CO₂ (€/ton)

2016	2025
100,6	171,4

Fonte: EU Grants: CINEA Guide on economic appraisal for CEF-T Transport Projects

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 27.

Tabela 27 | Custos da contribuição para as alterações climáticas (10³ euros)

	2028	2029	2030	2031	2032	
Benefício resultante da expansão do modo elétrico sobre carris	756	847	943	1 086	1 236	
	2035	2040	2045	2050	2055	TOTAL
Benefício resultante da expansão do modo elétrico sobre carris	1 734	2 437	3 195	4 000	4 782	75 432

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 75,4 milhões de euros, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 3%) de **43 milhões de euros**.

4.7.3.3. BENEFÍCIOS DECORRENTES DE MENOR POLUIÇÃO SONORA

A metodologia de estimativa destes benefícios baseia-se nas transferências modais associadas à expansão do modo elétrico sobre carris, tendo em conta as variações em passageiros.km nos diferentes modos.

O guia de referência, Handbook de 2019, apresenta valores específicos para os custos unitários relativos ao ruído, por país e por modo de transporte.

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 28 | Custos Unitários do Ruído por modo de Transporte (€/pkm)

Modo de transporte	2016	2025
Ligeiro de passageiros	0,513	0,697
Autocarro	0,414	0,563
Comboio	0,792	1,076
Elétrico	0,414	0,563

Fonte: Handbook de 2019

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 1,4 milhões de euros de benefícios para a sociedade, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 3%) de **842 mil euros**.

Tabela 29 | Custos da poluição sonora (10³ euros)

	2028	2029	2030	2031	2032	
Benefício resultante da expansão do modo elétrico sobre carris	23	27	30	33	36	
	2035	2040	2045	2050	2055	TOTAL
Benefício resultante da expansão do modo elétrico sobre carris	45	50	56	62	68	1 413

4.7.3.4. BENEFÍCIOS DECORRENTES DE MENOS VEÍCULOS EM CIRCULAÇÃO – ACIDENTES

A metodologia de estimativa destes benefícios baseia-se nas transferências modais ao projeto, medidas em passageiros.km que deixam de ser percorridos na rodovia.

Tendo como referência os custos unitários contemplados no Handbook de 2019 e listados na tabela seguinte, foi estimado o diferencial da sinistralidade dos dois cenários em análise, sem e com o projeto.

Tabela 30 | Custos dos acidentes por modo de transporte (€/pkm)

Ano	2016	2025
Ligeiro de passageiros	0,0346	0,0470
Autocarro	0,0120	0,0163
Comboio convencional	0,0099	0,0134
Elétrico	0,0099	0,0134

Fonte: Handbook de 2019

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 23 milhões de euros, o qual corresponde a um valor atualizado (taxa de 3%) de **14 milhões de euros**.

Tabela 31 | Custos dos acidentes rodoviários (10³ euros)

	2028	2029	2030	2031	2032	
Benefício resultante da expansão do modo elétrico sobre carris	474	511	547	580	613	
	2035	2040	2045	2050	2055	TOTAL
Benefício resultante da expansão do modo elétrico sobre carris	712	788	882	980	1 072	22 616

5. ANÁLISE FINANCEIRA

A análise financeira do projeto 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 dois tipos diferentes de análise financeira:

- 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 projeto geradas por este são sempre não negativas (i.e., que não há ruturas de tesouraria no financiamento do projeto);
- Uma análise de retorno financeiro na ótica do projeto, calculando-se indicadores de retorno sobre os recursos investidos no projeto;

5.1. ANÁLISES DE SUSTENTABILIDADE FINANCEIRA

A Sustentabilidade Financeira visa avaliar se o projeto consegue equilibrar os seus fluxos de caixa positivos e negativos durante o período de referência, assegurando que não existe falta de liquidez.

Os resultados desta análise estão presentes nas tabelas seguintes. A Tabela 32 resume os principais resultados da análise de sustentabilidade financeira e a Tabela 33 apresenta uma análise mais detalhada, numa base anual, e demonstrando que o projeto necessita de financiamento na ordem dos 228 milhões de euros para que o projeto seja sustentável. Todos os valores estão a preços constantes de 31/12/2025.

Os fluxos de caixa considerados nesta análise são os seguintes:

- Entradas de caixa: receitas
- Saídas de caixa: investimento, custos de substituição e custos de exploração.

Tabela 32 | Resultados da sustentabilidade financeira (euros)

Entradas de caixa	Saídas de caixa		
Receitas	Investimento	Custos de Substituição	Custos de Exploração
35 575 802	157 143 714	496 532	105 739 781
Entradas = 35 575 802	Saídas= 263 380 027		

Tabela 33 | Sustentabilidade Financeira do projeto no período de 2055-2055 (milhares de euros)

	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Receitas	0	0	0	539	680	774	871	972	1 075	1 181	1 290	1 303	1 318	1 334	1 352	1 372
Entradas de caixa	0	0	0	539	680	774	871	972	1 075	1 181	1 290	1 303	1 318	1 334	1 352	1 372
Investimento	-40 703	-54 643	-52 345	-9 452	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Custos de substituição	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Custos de exploração	0	0	0	-2 882	-3 218	-3 304	-3 393	-3 483	-3 577	-3 673	-3 772	-3 793	-3 817	-3 842	-3 871	-3 902
Saídas de caixa	-40 703	-54 643	-52 345	-12 334	-3 218	-3 304	-3 393	-3 483	-3 577	-3 673	-3 772	-3 793	-3 817	-3 842	-3 871	-3 902
Fluxo de caixa livre	-40 703	-54 643	-52 345	-11 795	-2 538	-2 530	-2 521	-2 512	-2 502	-2 493	-2 483	-2 490	-2 499	-2 508	-2 518	-2 530

	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055
Receitas	1 388	1 404	1 420	1 438	1 455	1 468	1 481	1 494	1 508	1 522	1 529	1 536	1 543	1 551	779
Entradas de caixa	1 388	1 404	1 420	1 438	1 455	1 468	1 481	1 494	1 508	1 522	1 529	1 536	1 543	1 551	779
Investimento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Custos de substituição	0	0	0	-90	-407	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Custos de exploração	-3 927	-3 952	-3 978	-4 005	-4 033	-4 053	-4 073	-4 094	-4 116	-4 138	-4 149	-4 160	-4 172	-4 183	-2 180
Saídas de caixa	-3 927	-3 952	-3 978	-4 095	-4 440	-4 053	-4 073	-4 094	-4 116	-4 138	-4 149	-4 160	-4 172	-4 183	-2 180
Fluxo de caixa livre	-2 539	-2 548	-2 558	-2 658	-2 984	-2 585	-2 592	-2 600	-2 608	-2 616	-2 620	-2 624	-2 628	-2 633	-1 400

5.2. ANÁLISES DE RETORNO FINANCEIRO

5.2.1. 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:

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

5.2.2. INDICADORES DE RETORNO FINANCEIRO

Os indicadores da análise de retorno financeiro apresentados são:

- A soma dos *cash-flows* financeiros anuais do período de análise (2025-2055);
- O Valor Atualizado Líquido Financeiro (VALf): o valor atualizado ao ano de 2025 dos *cash-flows* financeiros

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.

5.2.3. 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 (2022), para a taxa de desconto financeira a aplicar a países elegíveis para o Fundo de Coesão Europeu.

5.2.4. RESULTADOS

Análise de Retorno Financeiro na Ótica do Projeto

A Tabela 34 apresenta o resultado obtido para os indicadores da análise financeira ao retorno do projeto, em euros, a preços constantes de 2025.

Tabela 34 | Retorno do projeto (em euros)

	Soma 2025-2055	VALf (c) 4%
Custos de Investimento	-157 143 714	-150 043 717
Custos de Substituição	-496 532	-228 252
Valor Residual	40 216 555	12 399 515
Receitas Operacionais	35 575 802	18 503 320
Custos de Exploração	-105 739 781	-57 147 724
Cash-Flow Financeiro	-187 587 670	-176 516 859
TIRf (c)	-8,32%	

A Figura 7 **Error! Reference source not found.** apresenta os Cash-Flows anuais ao longo do período do projeto (em milhares de euros).

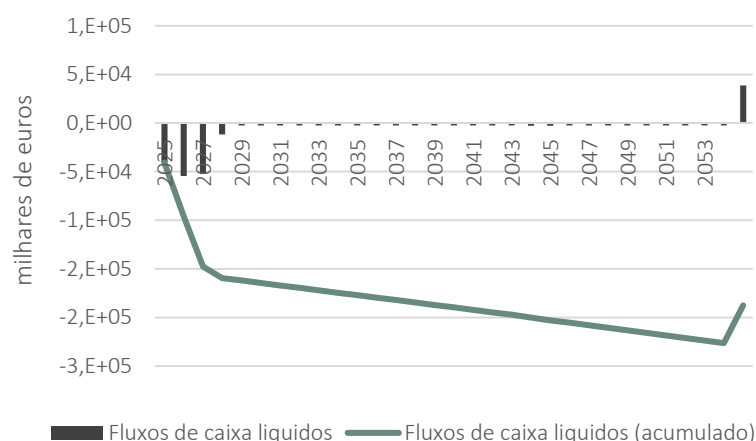


Figura 7 | Fluxos de caixa do projeto (milhares de euros)

Os resultados obtidos demonstram que o projeto não apresenta rentabilidade financeira na ótica do projeto, dado que apresenta **um VALf (c) negativo de 176 milhões de euros**. O projeto apresenta **uma TIRf (c) negativa (-8,32%)**, 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.



O Valor Atualizado Líquido Financeiro do projeto, considerando uma taxa de desconto financeira de 4%, é negativo em cerca de 176 milhões de euros, e tem uma taxa de retorno financeiro de -8,32%.

6. ANÁLISE ECONÓMICA

6.1. CORREÇÃO DE PREÇOS

Os Guias da Comissão Europeia para Análises Custo-Benefício recomendam 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:

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

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 35.

Tabela 35 | 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	0,72
Restantes custos de investimento/exploração	0,98

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.

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 36.

Tabela 36 | 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 Carris e custos de operação do TP.

6.2. PARÂMETROS RELEVANTES

O Retorno Económico do Investimento visa avaliar o impacto do projeto na economia e na sociedade.

Tendo por base os Guia da Comissão Europeia para Análises Custo-Benefício (“Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020” e “Economic Appraisal Vademecum 2021-2027”), foram considerados os seguintes indicadores:

- Excedente do produtor:
 - Custos de operação do TP (corrigidos a preços sombra),
 - Custos de operação não percebidos do TI,
 - Custos de manutenção da rodovia,
- Excedente do consumidor:
 - Custos do tempo,
 - Custos de operação percebidos do TI,
 - Custos do tráfego induzido,
- Externalidades:
 - Custos Acidentes,

- Custos de poluição atmosférica,
- Custos de alterações climáticas,
- Custos de poluição sonora.

A análise económica faz a comparação dos cenários com e sem projeto, nos mercados afetados pelo mesmo.

Do ponto de vista dos benefícios, os impactos do projeto derivam principalmente da redução dos custos de operação do transporte individual, da redução dos custos das alterações climáticas e da redução dos custos de operação do produtor.

Os custos considerados na análise financeira são igualmente relevantes para esta ACB económica, mas são deduzidos dos preços de mercado para custos de oportunidade, a fim de ter em conta a atenuação das distorções do mercado de trabalho.

6.3. INDICADORES DE RETORNO ECONÓMICO

Os indicadores da análise económica apresentados são:

- A soma dos *cash-flows* económicos anuais do período de análise (2025-2055);
 - O Valor Atualizado Líquido Económico (VALe): o valor atualizado ao ano de 2025 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.

6.4. TAXA DE DESCONTO

Para o cálculo do VALe foi utilizada uma taxa de desconto social de 3%, conforme o “Economic Appraisal Vademecum 2021-2027”, 2021.

6.5. RESULTADOS

A Tabela 37 apresenta os resultados obtidos para os indicadores da análise económica, em euros, a preços constantes de 2025.

Tabela 37 | Resultados da Análise Económica

Retorno do investimento	VAlé
Custo de investimento (com fatores de correção)	- 137 262 619 €
Valor residual (com fatores de correção)	14 960 115 €
Custos operacionais (com fatores de correção)	-56 634 210 €
Total de custos socioeconómicos	-178 936 714 €
Benefícios económicos	298 451 016 €
VAlé	119 514 302 €
TIRe	7,56%
Rácio B/C	1,67

Os resultados obtidos demonstram que o projeto da expansão do modo elétrico sobre carris, entre Santa Apolónia e o Parque das Nações Norte via Gare Oriente apresenta rentabilidade económica, dado que gera benefícios económicos superiores aos custos em 297 milhões de euros, e apresenta **um VAle positivo: 120 milhões de euros**. O projeto apresenta **uma TIRe positiva e superior à taxa de desconto social (7,56%)**, o que confirma a sua viabilidade económica. Apresenta ainda um **rácio benefício-custo de 1,67**, o que significa que o projeto gera benefícios socioeconómicos 67% superiores aos seus custos.



No que se refere ao desempenho económico do projeto, o Valor Atualizado Líquido Económico apresenta um valor positivo de cerca 120 milhões de euros, com uma Taxa de Retorno Económica de 7,56%, que excede a taxa de desconto social de 3%. O valor do rácio Benefícios/Custos do projeto é de 1,67, o que significa que o valor atualizado dos benefícios económicos é 67% superior aos custos económicos descontados.

Tabela 38 | Indicadores económicos por ano (em euros)

Período	Ano	Benefícios económicos	Custos de investimento (com fatores de correção)	Custos operacionais (com fatores de correção)	Valor residual (com fatores de correção)	Despesas totais	Fluxo de caixa líquido
1	2025	0	-36 751 655	0	0	-36 751 655	-36 751 655
2	2026	0	-49 338 158	0	0	-49 338 158	-49 338 158
3	2027	0	-47 262 960	0	0	-47 262 960	-47 262 960
4	2028	11 233 932	-8 534 625	-2 475 677	0	-11 010 302	223 630
5	2029	11 838 612	0	-2 764 483	0	-2 764 483	9 074 129
6	2030	12 450 119	0	-2 838 317	0	-2 838 317	9 611 803
7	2031	13 105 166	0	-2 914 273	0	-2 914 273	10 190 893
8	2032	13 768 984	0	-2 992 412	0	-2 992 412	10 776 571
9	2033	14 441 293	0	-3 072 797	0	-3 072 797	11 368 496
10	2034	15 124 010	0	-3 155 491	0	-3 155 491	11 968 518
11	2035	15 817 262	0	-3 240 560	0	-3 240 560	12 576 702
12	2036	16 102 137	0	-3 258 300	0	-3 258 300	12 843 837
13	2037	16 412 622	0	-3 278 582	0	-3 278 582	13 134 040
14	2038	16 742 441	0	-3 300 632	0	-3 300 632	13 441 810
15	2039	17 095 861	0	-3 324 939	0	-3 324 939	13 770 922
16	2040	17 477 729	0	-3 351 966	0	-3 351 966	14 125 763
17	2041	17 810 832	0	-3 373 119	0	-3 373 119	14 437 713
18	2042	18 153 660	0	-3 395 008	0	-3 395 008	14 758 651
19	2043	18 504 520	0	-3 417 441	0	-3 417 441	15 087 079
20	2044	18 864 568	-81 192	-3 440 546	0	-3 521 738	15 342 831
21	2045	19 236 580	-367 134	-3 464 597	0	-3 831 731	15 404 849
22	2046	19 548 728	0	-3 481 358	0	-3 481 358	16 067 370
23	2047	19 870 490	0	-3 498 834	0	-3 498 834	16 371 656
24	2048	20 201 659	0	-3 516 980	0	-3 516 980	16 684 679
25	2049	20 539 594	0	-3 535 508	0	-3 535 508	17 004 085
26	2050	20 883 730	0	-3 554 388	0	-3 554 388	17 329 341
27	2051	21 141 310	0	-3 564 018	0	-3 564 018	17 577 292
28	2052	21 402 092	0	-3 573 795	0	-3 573 795	17 828 296
29	2053	21 665 946	0	-3 583 702	0	-3 583 702	18 082 244
30	2054	21 932 476	0	-3 593 698	0	-3 593 698	18 338 778
31	2055	22 201 080	0	-1 872 279	36 312 126	34 439 847	56 640 927
Total		493 567 431	-142 335 724	-90 833 700	36 312 126	-196 857 298	296 710 133
VAle		298 451 016	-137 262 619	-56 634 210	14 960 115	-178 936 714	119 514 302

7. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE E RISCO

7.1. INTRODUÇÃO

A análise de sensibilidade e de risco permite-nos avaliar os riscos associados ao projeto e avaliar o impacto de eventos ou variáveis críticas ou perturbadoras. O risco de um projeto resulta da combinação da frequência de um evento e da sua intensidade. Num modelo de análise de risco ou de sensibilidade, é importante avaliar a alteração dos *cash-flows* futuros que estes dois aspetos podem provocar.

Além disso, os indicadores TIR e VAL são critérios de rentabilidade e não são, por si só, úteis para medir o risco das decisões de investimento. Por conseguinte, é útil analisar o critério combinado do valor esperado e da variância associados aos indicadores de rentabilidade - TIR e VAL. Assim, numa primeira fase, antes da análise de risco, será necessário avaliar quais as variáveis que causam.

7.2. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

O objetivo da análise de sensibilidade é identificar as variáveis "críticas" do projeto: variáveis cuja variação, positiva ou negativa, tem maior impacto no desempenho financeiro e económico do projeto, e testar o impacto que as variações dessas variáveis têm nos resultados da avaliação económica e financeira.

De acordo com as recomendações da Comissão Europeia, uma variável é crítica quando os parâmetros ou variáveis de entrada em causa cumprem o seguinte requisito: uma alteração de 1% na variável/parâmetro provoca uma alteração correspondente de pelo menos 1% no valor de base do VAL do projeto.

A fim de avaliar o impacto de cada uma das variáveis no valor de referência do VAL do Projeto, uma variável de entrada foi alterada de cada vez, enquanto as outras foram mantidas constantes.

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

Tabela 39 | Análise de sensibilidade do VALf

	VALf	Δ -1%	VALf	Δ 1%
Custos de investimento do projeto	-175 014 139	-0,86%	-178 019 579	0,84%
Valor residual	-176 640 854	0,07%	-176 392 864	-0,07%
Procura	-176 130 415	-0,22%	-176 903 303	0,44%
Receitas	-176 701 892	0,10%	-176 331 826	-0,10%
Custos de exploração do projeto	-175 945 382	-0,32%	-177 088 336	0,32%

Tabela 40 | Análise de sensibilidade do VAle

	VAle	Δ -1%	VAle	Δ 1%
Custos de investimento do projeto	120 886 928	1,14%	118 141 676	-1,16%
Valor residual	119 364 701	-0,13%	119 663 903	0,13%
Procura	117 096 134	-2,07%	121 932 470	3,97%
Receitas	119 514 302	0,00%	119 514 302	0,00%
Custos de exploração do projeto	120 080 644	0,47%	118 947 960	-0,48%
Custos de operação do TP corrigidos a preços sombra	118 441 377	-0,91%	120 587 227	0,89%
Custos de operação não percebidos do TI	118 710 424	-0,68%	120 318 180	0,67%
Custos de manutenção da rodovia	119 501 497	-0,01%	119 527 107	0,01%
Custos do tempo	119 426 977	-0,07%	119 601 627	0,07%
Custos de operação percebidos do TI	119 109 310	-0,34%	119 919 294	0,34%
Custos do tráfego induzido	119 513 153	0,00%	119 515 451	0,00%
Custos de acidentes	119 378 455	-0,11%	119 650 149	0,11%
Custos de poluição atmosférica	119 482 624	-0,03%	119 545 980	0,03%
Custos de alterações climáticas	119 088 805	-0,36%	119 939 799	0,35%
Custos de poluição sonora	119 505 887	-0,01%	119 522 717	0,01%

Analisando os valores na Tabela 39 e Tabela 40, é possível concluir que as variáveis críticas do projeto são os **custos de investimento** e a **procura**, especificamente no VAle, cujos valores variam em mais de $\pm 1\%$ com uma variação de $\pm 1\%$. A mesma variação nas demais variáveis causa variações insignificantes nos valores do VALf e do VAle.

Os valores de mudança (*switching values*) representam a variação necessária de uma determinada variável para tornar o VAL do projeto igual a zero. A análise é consistente com a apresentada acima, uma vez que as variáveis críticas têm os menores *switching values*. A Tabela 41 mostra os valores para as variáveis que apresentaram maior impacto.

Tabela 41 | *Switching values*

	VALf	VAle
Custos de investimento do projeto	n.a	87%
Valor residual	1424%	n.a
Procura	-457%	-49%
Receitas	954%	n.a
Custos de exploração do projeto	n.a	211%
Custos de operação do TP corrigidos a preços sombra	n.a	-111%
Custos de operação não percebidos do TI	n.a	-149%
Custos de operação percebidos do TI	n.a	-295%
Custos de alterações climáticas	n.a	-281%

Os resultados mostram que mesmo uma redução de 100% nos custos de investimento do projeto nunca levaria a um VALf igual a zero e, por outro lado, um aumento de 87% da mesma variável, levaria a um VALe igual a zero. Em relação ao valor residual do projeto, teria de ser cerca de 28 vezes superior para alcançar um VALf igual a zero. No que diz respeito à procura, para se obter um VALf igual a zero seria necessária uma diminuição da mesma na ordem das 9 vezes, e no caso do VALe, uma diminuição de 49% para se obterem VALe igual a zero. Esta diminuição necessária da procura para obter um VALf igual a zero acontece uma vez que os custos de exploração estão associados ao número de utilizações.

Em termos de receitas seriam necessários aumentos na ordem das 19 vezes para se alcançar um VALf igual a zero. Em oposição, os custos de exploração teriam de se reduzir em 211% para se alcançar um VALe igual a zero. Mesmo que estes custos fossem zero, o VALf nunca seria igual a zero.

Em relação aos impactos no VALf, não há *switching value* para todas as rúbricas de benefícios, uma vez que, os benefícios não têm qualquer impacto na parte financeira do projeto.

A respeito dos impactos no VALe, os benefícios com maior destaque anteriormente evidenciados no Capítulo 6, entre eles, os custos de operação do TP corrigidos a preços sombra, os custos de operação não percebidos do TI, os custos de operação percebidos do TI e os custos de alterações climáticas teriam de assumir reduções de 111%, 149%, 295% e 281% respetivamente para alcançar um VALe igual a zero.

7.3. ANÁLISE DE RISCO

A análise de risco permite avaliar o risco associado ao efetivo cumprimento das expectativas de VAL e TIR obtidas na definição do cenário "*do-something*", tendo em consideração a análise financeira e a análise económica.

Tal como sugerido pela Comissão Europeia, é adotado o método de Monte Carlo. Este método estima uma distribuição de probabilidade para o indicador de viabilidade do projeto em análise (VAL e TIR). Esta estimativa é obtida a partir da simulação do resultado com a geração aleatória de valores para as variáveis críticas identificadas na análise de sensibilidade.

As variáveis explicativas selecionadas para análise de risco foram identificadas na análise de sensibilidade. Neste projeto, as variáveis críticas são os custos de investimento e a procura.

7.3.1. CARACTERIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS CRÍTICAS

A caracterização da incerteza das variáveis críticas envolve a definição de funções de densidade de probabilidade para cada uma delas. A função de probabilidade utilizada, com base na experiência em estudos anteriores, é uma distribuição PERT com parâmetros de 0,9 para o valor mínimo, 1 para valor mais provável e 1,3 para valor máximo, no caso dos custos de investimentos do projeto e com parâmetros de 0,8 para o valor mínimo, 1 para valor mais provável e 1,2 para valor máximo no caso da procura.

7.3.2. SIMULAÇÃO DE RISCO

Os resultados foram gerados a partir de uma simulação com 1000 iterações. A Figura 8 apresenta a distribuição de probabilidade do VAL financeiro, destacando-se os percentis de probabilidade de 5% e 95%. É possível concluir que o VALf na perspectiva do projeto nunca será positivo.

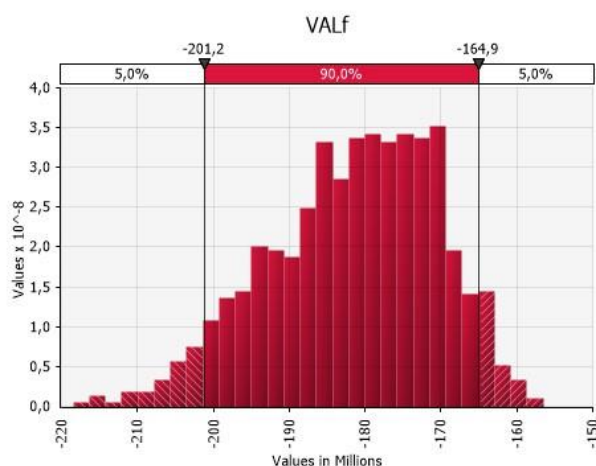


Figura 8 | Distribuição de probabilidade do VALf

No que diz respeito ao VALe (Figura 9), a análise de risco mostra que o VALe será sempre positivo, com valores que variam entre cerca de 56M€ e 168M€.

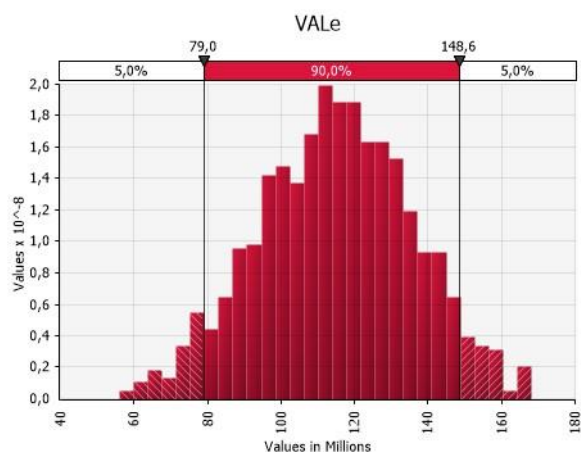


Figura 9 | Distribuição de probabilidade do VALe

7.4. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE À ESCOLHA DA ALTERNATIVA 3 DO ESTUDO DE PROCURA CONSIDERANDO CUSTOS DE INVESTIMENTOS 30% SUPERIORES AO CENÁRIO BASE DA ACB

Uma vez que para esta ACB se optou por selecionar a alternativa de traçado com menor procura, e no pressuposto de que se a mesma for viável, então as alternativas de traçado com procura mais elevada também o serão, optou-se por realizar uma análise de sensibilidade considerando uma situação hipotética em que se está perante o cenário de maior procura, mas se considera, ao mesmo tempo, um acréscimo nos custos de investimento em 30%.

Nas secções seguintes, apresenta-se o impacto da seleção desta alternativa considerando este incremento nos custos de investimento nos principais resultados da análise custo-benefício.

7.4.1. BENEFÍCIOS SOCIAIS E AMBIENTAIS

Na Tabela 42 estão apresentados os impactos socioeconómicos associados ao cenário base (cenário considerado neste relatório) e a respetiva comparação com o cenário de maior procura (onde estão considerados acréscimos nos custos de investimento em 30%).

Tabela 42 | Cenário base e Cenário de maior procura | Impactes socioeconómicos (milhares de euros)

Impactes socioeconómicos (diferença de custos)	Cenário base	Cenário de maior procura	Variação Cenário maior procura/ Cenário base
Custos Económicos do Produtor			
Operação do TP (corrigidos a preços sombra)	174 275 460	180 645 885	3,7%
Operação (produtor)	131 495 730	131 685 714	0,1%
Manutenção da rodovia	2 104 515	2 101 564	-0,1%
Custos Económicos do Consumidor			
Operação (consumidor)	14 484 130	12 196 950	-15,8%
Tempo de viagem	66 247 251	66 342 964	0,1%
Indução	191 208	127 570	-33,3%
Custos de Externalidades			
Acidentes	22 615 830	23 316 763	3,1%
Poluição atmosférica	5 308 387	5 545 318	4,5%
Alterações climáticas	75 432 185	74 256 779	-1,6%
Poluição sonora	1 412 736	1 261 414	-10,7%
TOTAL	493 567 431	497 480 923	0,8%

Em média, verifica-se um aumento dos benefícios em 0,8% no total dos impactos socioeconómicos do projeto, motivado por aumentos associados ao nível dos custos de operação do produtor, do tempo de viagem e das externalidades relativas a acidentes e à poluição atmosférica.

7.4.2. RESULTADOS DAS ANÁLISES FINANCEIRA E ECONÓMICA

A ACB mostra que o projeto se mantém viável neste cenário, com indicadores económicos muito positivos, como se pode observar na Tabela 45, onde são também apresentados os resultados do cenário base para facilitar a sua comparação. Do lado financeiro (Tabela 43 e Tabela 44) mantêm-se os pressupostos necessários para a ACB ser elegível para pedir financiamento ($TIRf < 0$).

Tabela 43 | Retorno financeiro do investimento

	Cenário base	Cenário de maior procura
Fluxos de caixa do projeto (sem financiamento)	-187 587 670 €	-231 768 912 €
VALf	-176 516 859 €	-222 486 911 €
TIRf	-8,32%	-7,86%

Tabela 44 | Indicadores do défice de financiamento

	Cenário base	Cenário de maior procura
DIC	150 271 969 €	195 353 560 €
DNR	-26 244 889 €	-27 133 350 €
Défice de financiamento	176 516 859 €	222 486 911 €
Taxa de défice de financiamento	117,64%	114,06%

Tabela 45 | Análise económica

Retorno do investimento	Cenário base	Cenário de maior procura
Custos de investimento (com fatores de correção)	-142 335 724 €	-185 036 441 €
Valor residual (com fatores de correção)	36 312 126 €	46 159 891 €
Custos operacionais (com fatores de correção)	-90 833 700 €	-102 105 850 €
Total de custos socioeconómicos	-196 857 298 €	-240 982 400 €
Benefícios económicos	493 567 431 €	497 480 923 €
VALe	119 514 302 €	80 054 570 €
TIRe	7,56%	5,58%
Rácio B/C	1,67	1,36

Para que a alternativa 3 deixasse de ser viável (VALe menor ou igual a zero), os custos de investimento teriam de aumentar 95%.

8. CONCLUSÕES

O presente estudo tem como objetivo fundamental proceder à avaliação da viabilidade da implementação e operação da expansão do modo elétrico sobre carris entre Santa Apolónia e o Parque das Nações Norte. O percurso em causa possui uma extensão aproximada de 10 km e deverá articular-se com a linha 15E, atualmente em operação entre Algés e a Praça do Comércio/Praça da Figueira.

Os resultados da ACB demonstram que o projeto é socioeconomicamente significativo, produzindo mais benefícios do que os recursos que teriam de ser consumidos no horizonte de 30 anos do projeto.

Análise financeira

A análise financeira mostra que o projeto tem um défice de financiamento de cerca de 177 milhões de euros, o que representa uma taxa de défice de financiamento de 117,64%.

O Valor Atualizado Líquido financeiro do projeto, considerando uma taxa de desconto financeira de 4%, é negativo em cerca de 177 milhões de euros, e tem uma taxa de retorno financeiro de -8,32%.

Análise económica

No que se refere ao desempenho económico do projeto, o Valor Atualizado Líquido Económico apresenta um valor positivo de cerca 120 milhões de euros, com uma Taxa de Retorno Económico de 7,56%, que excede a taxa de desconto social de 3%. O valor do rácio Benefícios/Custos do projeto é de 1,67, o que significa que o valor atualizado dos benefícios económicos é de 67% superiores aos custos económicos descontados.

Todos os benefícios apresentam valores positivos, destacando-se as reduções dos custos de operação por parte dos produtores, e os custos de operação do TI, por parte dos consumidores. As reduções dos custos de alterações climáticas também apresentam um valor significativo, ao nível das externalidades.

Análise de sensibilidade e risco

Os resultados obtidos na análise da ACB foram sujeitos a uma análise de sensibilidade para identificar as variáveis críticas. As variáveis "Custos de investimento do projeto" e "Procura" foram identificadas como críticas para o VALE e foi efetuada uma simulação de risco, assumindo uma distribuição PERT.

A simulação mostra que o VALf na perspetiva do projeto nunca será positivo. Relativamente ao VAL económico, a análise de risco mostra que o impacto no ENPV conduz a valores sempre positivos, variando entre cerca de 56 milhões de euros e 168 milhões de euros.

Foi também realizada uma análise de sensibilidade à escolha da alternativa com maior procura, mas com custos de investimento mais elevados, sendo que os resultados demonstram que a viabilidade económica se mantém e que seria necessário aumentar os custos de investimento em mais 95% para que o projeto deixasse de ser viável economicamente.

Este documento foi submetido a um Controlo Interno de Qualidade, de acordo com o Procedimento de Controlo de Qualidade de Documentos (P2/05), definido no Sistema de Gestão TIS.PT.



TIS

transportes
inovação
e sistemas