

# PRODUTO 1.D.1

METODOLOGIA DA MODELAGEM FINANCEIRA PARA EXPLORAÇÃO DOS SERVIÇOS DE TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE PASSAGEIROS DOS TRECHOS PRIORITÁRIOS SELECIONADOS



**APOIO TÉCNICO À SECRETARIA  
NACIONAL DE TRANSPORTES  
TERRESTRES (SNTT) NA ELABORAÇÃO  
DE ESTUDOS AFETOS AO PLANO DE  
DESENVOLVIMENTO DO TRANSPORTE  
FERROVIÁRIO DE PASSAGEIROS (PDTFP)  
E AO PROGRAMA DE AUTORIZAÇÕES  
FERROVIÁRIAS (PAF)**

PRODUTO 1.D.1 – METODOLOGIA DA MODELAGEM  
FINANCEIRA PARA EXPLORAÇÃO DOS SERVIÇOS DE  
TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE PASSAGEIROS DOS  
TRECHOS PRIORITÁRIOS SELECIONADOS

## FICHA TÉCNICA

### Ministério da Infraestrutura

**Ministro de Estado da Infraestrutura**

Marcelo Sampaio Cunha Filho

**Secretário Executivo**

Bruno Eustáquio Ferreira Castro de Carvalho

**Gestores do TED nº 01/SNTT/2021**

Fábio Pessoa da Silva Nunes

André Luís Ludolfo da Silva

**Secretário Nacional de Transportes Terrestres**

Felipe Fernandes Queiroz

**Diretor de Planejamento, Gestão e Projetos Especiais**

Fábio Pessoa da Silva Antunes

**Fiscais do TED nº 01/SNTT/2021**

Arilena Covalesky Dias

Marcus Vinícius Fagundes Mota

### Universidade Federal de Santa Catarina

**Reitor**

Irineu Manoel de Souza, Dr.

**Vice-Reitora**

Joana Célia dos Passos, Dr.a

**Diretor do Centro Tecnológico**

Edson Roberto de Pieri, Dr.

**Chefe do Departamento de Engenharia Civil**

Luciana Rohde, Dr.a

### Laboratório de Transportes e Logística

**Supervisor do LabTrans e Coordenador Geral do TED**

Wellington Longuini Repette, Dr.

**Supervisor Técnico**

Amir Mattar Valente, Dr.

**Coordenador da Equipe de Transporte de Passageiros e Mobilidade Urbana**

Rodolfo Nicolazzi Philippi, M.Sc.

**Equipe Técnica**

Allan Diego Bockor, Eng.

Andrei Dal Sent Machado, Econ.

Bruno Haeming, Dr.

Fernanda Faust Gouveia, Eng.

Fernando Seabra, Dr.

Marcus Vinicius Bezerra Inácio Brites, M.Sc.

Victor Marques Caldeira, M.Sc.

**Apoio Técnico e Administrativo**

Daniela Vogel

Isabelle Louise Pimenta Blight

Marciel Santos

Amanda Mazzotti

Gabriela Schwartz

Nathália Júlia Moura

Matheus Martins

Sisto Faraco Junior

Vinícius Maia

Violeta de Senna Pereira Aranda

**Equipe de Revisão e Design**

Angel Gabriela B. Zamparette

David Henequim

Diego Rodrigues Lopes

Flávia Minatto

Gabriela Lemos

Kétlen Daldegan

Manoela Sousa

Pedro Albino Mezzari

Rubia Graziela Steiner Baldomar

Verônica de Albernaz

# APRESENTAÇÃO

Em 28 de março de 2018, o Ministério da Infraestrutura (MInfra), na época Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil (MTPA), editou a Portaria nº 235, de 28 de março de 2018, instituindo a Política Nacional de Transportes (PNT) e estabelecendo princípios, objetivos, diretrizes fundamentais e instrumentos para o Setor de Transportes do Governo Federal (BRASIL, 2018b). A PNT foi formulada com o objetivo de induzir o desenvolvimento socioeconômico sustentável, ampliar e melhorar a infraestrutura nacional de transportes e promover a integração nacional e internacional, de modo a propiciar o aumento da competitividade e a redução das desigualdades no País.

Assim, a criação da PNT proporcionou a abertura para um novo ciclo de planejamento do setor, que teve início efetivo com o estabelecimento do Planejamento Integrado de Transportes (PIT), instituído por meio da Portaria nº 123, de 21 de agosto de 2020, do MInfra (BRASIL, 2020a). O PIT contempla o transporte de pessoas e de bens e abrange os subsistemas federais e as ligações viárias e logísticas entre esses subsistemas, e destes com os sistemas de viação dos estados, do Distrito Federal (DF) e dos municípios.

Com um horizonte de 30 anos, o processo de planejamento integrado de transportes será atualizado a cada ciclo de quatro anos, sendo composto fundamentalmente: pelo Plano Nacional de Logística 2035 (PNL 2035), desenvolvido pela Empresa de Planejamento e Logística S.A. (EPL); pelos Planos Setoriais (PS), dedicados ao desdobramento, em nível tático, das necessidades e das oportunidades suscitadas e elencadas no nível estratégico; pelo Plano Geral de Parcerias (PGP) e pelo Plano Geral de Ações Públicas.

Nesse contexto, cumpre destacar que o *PNL 2035* foi concluído e aprovado pela Resolução do Comitê Estratégico de Governança (CEG) do MInfra nº 6, de 15 de outubro de 2021, configurando-se como o instrumento referencial de planejamento voltado à identificação de necessidades e de oportunidades presentes e futuras de oferta de capacidade dos subsistemas de transporte, recomendando estudos de novas infraestruturas e melhorias em infraestruturas existentes, no âmbito do planejamento setorial. Este, por sua vez, está organizado em Planos Setoriais, desenvolvidos em nível tático e responsáveis por fazer a conexão entre o PNL e as ações do MInfra, indicando as iniciativas que deverão ser estudadas em detalhe, seja para execução com recursos públicos ou por meio de parcerias com a iniciativa privada.

Assim, os PS baseiam-se em cenários de oferta de capacidade e de demanda por transportes advindos do PNL e, conforme mencionado, também incluem estudos das iniciativas a serem executadas por meio de parcerias com a iniciativa privada. Entre os PS, merece destaque aqui o Plano Setorial de Transportes Terrestres (PSTT), cuja elaboração ficou sob a responsabilidade da Secretaria Nacional de Transportes Terrestres (SNTT). No PSTT, as análises são específicas para os subsistemas federais de transportes terrestres (rodoviário e ferroviário) de cargas e de passageiros, o que permite maior detalhamento e avaliação da forma como as necessidades e as oportunidades identificadas no PNL podem ser supridas, embora novas necessidades também possam ser identificadas.

Vale ressaltar que nas estratégias governamentais definidas pela Política Nacional de Transportes: Caderno das Estratégias, a qual, a partir da constatação de que o “modo ferroviário tem pouca expressividade e limitada abrangência para o deslocamento de pessoas no Brasil” (BRASIL, 2018a, p. 21), definiu como estratégias governamentais, entre outras:

- 4. Propor programas para o fomento ao transporte ferroviário de passageiros.  
[...]
- 8. Identificar, avaliar e dar uso a trechos ferroviários subutilizados/abandonados para o transporte de passageiros e/ou cargas.  
[...]
- 10. Definir políticas para a viabilização de operações em trechos não utilizados/subutilizados pelas concessionárias e/ou devolvidos à União.

No âmbito do PSTT, foram definidas 48 Iniciativas Táticas destinadas a estabelecer as linhas de atuação política da secretaria em seu planejamento de transportes terrestres. Assim, entre as Iniciativas Táticas do PSTT, merecem destaque, em caráter não exaustivo, em relação ao transporte de passageiros (BRASIL, 2020c, não paginado):

- PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES  
[...]  
V – Diretrizes para fomento e aperfeiçoamento do transporte de passageiros  
Estabelecer diretrizes voltadas ao fomento e aperfeiçoamento do transporte de passageiros nos modos de transportes terrestres.  
[...]
- TRANSPORTE FERROVIÁRIO  
[...]  
II – Transporte ferroviário de passageiros  
Desenvolver o transporte ferroviário de passageiros, considerando, no mínimo, a realização de ações nas seguintes áreas temáticas:
  - a. integração com o planejamento regional e/ou urbano;
  - b. planejamento de rotas de interligação entre cidades médias e cidades de grande porte/regiões metropolitanas;
  - c. definição de fontes de receita para fins de equacionamento financeiro e sustentabilidade econômica das operações ferroviárias;
  - d. análise dos dados estimativos de demanda e de externalidades para a viabilização dos projetos;
  - e. definição de parâmetros operacionais com foco na satisfação dos usuários.

**III – Utilização de ramais desativados ou subutilizados**

Identificar as potencialidades de utilização de ramais ferroviários desativados ou subutilizados para o transporte ferroviário de passageiros e cargas por meio de autorizações de short-lines.

[...]

**V – Monitoramento dos serviços de transporte ferroviário de passageiros**

Estabelecer mecanismos de monitoramento constante dos serviços de transporte ferroviário de passageiros a partir de indicadores de qualidade, performance e disponibilidade dos serviços, considerando a acessibilidade e a adequação aos portadores de necessidades especiais.

Ademais, importa mencionar as seguintes competências da SNTT, estabelecidas nos incisos III e IV, do art. 8º do Anexo V da Portaria MInfra nº 124, de 21 de agosto de 2020:

III - desenvolver e acompanhar planos, estudos e pesquisas relacionados ao setor de transportes rodoviário e ferroviário de passageiros que contribuam para o seu desenvolvimento;

IV - orientar a elaboração de planos setoriais de transportes terrestres, no que tange ao transporte rodoviário e ferroviário de passageiros, apresentando diretrizes de planejamento para o setor e buscando as melhores práticas nacionais e internacionais [...]  
BRASIL, 2020b, p. 55).

Assim, à luz das iniciativas postas e considerando as competências estabelecidas nos incisos III e IV, do art. 8º do Anexo V da Portaria nº 124/2020 do MInfra, iniciou-se o desenvolvimento, no âmbito da Coordenação Geral de Estudos e Cooperação Técnica do Departamento de Planejamento, Gestão e Projetos Especiais (CGECO/DPLAN) da SNTT, de um estudo intitulado *Plano de Desenvolvimento do Transporte Ferroviário de Passageiros* (PDTFP), o qual pretende, por meio de análises técnicas, fornecer subsídios para discussões específicas em prol do desenvolvimento do transporte ferroviário de passageiros no País.

Para tanto, foi firmada, em agosto de 2021, uma parceria com o Laboratório de Transportes e Logística da Universidade Federal de Santa Catarina (LabTrans/UFSC), por meio do *Termo de Execução Descentralizada (TED) nº 01/SNTT/2021*, tendo por objeto a prestação de apoio técnico do LabTrans/UFSC à SNTT na elaboração de Estudos afetos ao PDTFP e do Programa de Autorizações Ferroviárias (PAF).

Dessa forma, em cumprimento a essas atribuições, o presente documento visa apresentar as atividades relativas à Ação 1 – Estudos afetos ao Plano para o Desenvolvimento do Transporte Ferroviário de Passageiros previstas no *Plano de Trabalho* (SEI<sup>1</sup> nº 4430642)<sup>2</sup> do TED nº 01/SNTT/2021 (SEI nº 4430594)<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Sistema Eletrônico de Informações.

<sup>2</sup> 2º Plano de Trabalho SEI nº 5953967.

<sup>3</sup> 1º Termo Aditivo SEI nº 4605566.



Faz-se mister destacar que o referido estudo tem o mérito de subsidiar discussões qualificadas na concepção de políticas públicas voltadas ao enfrentamento das limitações do transporte de pessoas a partir do modo ferroviário no Brasil. Nesse contexto, tal estudo pretende, à luz de critérios técnicos e de critérios econômico-financeiros, elencar um rol de trechos ferroviários **potencialmente favoráveis** à movimentação de pessoas a partir do modo de transporte em questão.

Desse modo, o PDTFP vincula-se ao PSTT enquanto desdobramento de iniciativas táticas propositivas, respondendo, por um lado, a uma problemática verificada e a uma necessidade de desenvolvimento de uma política pública específica e, por outro, retroalimentando o planejamento tático setorial com *inputs* dos trechos ferroviários elencados no âmbito do estudo com potencial relevante para promover o desenvolvimento do transporte de pessoas pelo modo ferroviário, subsidiando os cenários de oferta e de demanda dos prognósticos de planejamento de transportes terrestres no horizonte delimitado pelo Plano Setorial.

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Análise econômico-financeira.....</b>	<b>13</b>
2.1	Premissas.....	13
2.1.1	Premissas técnico-operacionais .....	13
2.1.2	Premissas financeiras.....	15
2.2	Receitas .....	30
2.2.1	Receita tarifária.....	30
2.2.2	Receita extratarifária .....	31
2.3	Despesas.....	33
2.3.1	Despesas de capital (Capex).....	34
2.3.2	Despesas operacionais (Opex) .....	40
2.4	Resultados .....	41
2.4.1	Valor Presente Líquido (VPL).....	41
2.4.2	Taxa Interna de Retorno (TIR).....	42
<b>3</b>	<b>Análise custo-benefício (ACB).....</b>	<b>43</b>
3.1	Custos .....	43
3.2	Benefícios .....	47
3.2.1	Benefícios diretos .....	48
3.2.2	Benefícios indiretos.....	52
3.2.3	Externalidades .....	52
3.3	Resultados .....	64
3.3.1	Indicadores de resultado .....	64
3.3.2	Análise de sensibilidade .....	67
<b>4</b>	<b>Simulação de cenários .....</b>	<b>68</b>
<b>5</b>	<b>Considerações finais.....</b>	<b>69</b>
	<b>Referências.....</b>	<b>70</b>



<b>Lista de figura .....</b>	<b>79</b>
<b>Lista de quadros .....</b>	<b>79</b>
<b>Lista de tabelas .....</b>	<b>79</b>
<b>Lista de siglas.....</b>	<b>80</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O presente relatório atende ao Termo de Execução Descentralizada nº 001/2021 – firmado entre o MInfra, por meio da SNTT, e a UFSC, que contempla apoio técnico à SNTT na elaboração de estudos afetos ao PDTFP e ao PAF. O presente documento apresenta a realização de estudos pertinentes ao desenvolvimento do PDTFP, correspondente à Ação 1 desse TED.

A Ação 1 é composta de quatro metas:

- Meta 1A: Elaboração de proposta de Plano de Desenvolvimento do Transporte Ferroviário de Passageiros no Brasil (PDTFP).
- Meta 1B: Desenvolvimento de proposta de modelagem socioambiental e de metodologia para avaliação de externalidades decorrentes da implantação dos serviços de transporte ferroviário de passageiros.
- Meta 1C: Desenvolvimento de estudo de desempenho operacional das ligações prioritárias.
- Meta 1D: Proposta de modelagem financeira para exploração dos serviços de transporte ferroviário de passageiros dos trechos prioritários selecionados.

A Meta 1D contempla dois produtos:

- Produto 1.D.1: Metodologia da modelagem financeira.
- Produto 1.D.2: Resultados da pré-viabilidade financeira das ligações prioritárias.

O presente documento consiste no Produto 1.D.1, estruturado da seguinte forma:

- Capítulo 2 – Análise econômico-financeira. Trata da metodologia para avaliação da potencial sustentabilidade econômico-financeira para os investimentos propostos em transporte ferroviário de passageiros.
- Capítulo 3 – Análise custo-benefício. Aborda a metodologia para a aplicação de uma análise socioeconômica, comparando benefícios e custos para a sociedade das alternativas de investimentos em transporte ferroviário de passageiros.
- Capítulo 4 – Simulação de cenários. Possibilita entender a sensibilidade de alguns parâmetros-chave no resultado final tanto da análise econômico-financeira quanto da análise custo-benefício.
- Capítulo 5 – Conclusão. Demonstra as potencialidades relacionadas às análises propostas e como os resultados podem ser interpretados no sentido da priorização de trechos ferroviários.

Este documento, portanto, trata da metodologia para estudo e construção da pré-viabilidade financeira das ligações prioritárias selecionadas anteriormente no desenvolvimento das atividades previstas nessa cooperação técnica. Assim, revisita-se, a seguir, as principais premissas e definições acerca desses trechos.

Para se chegar às ligações prioritárias, foram estabelecidos critérios e procedimentos aplicados no desenvolvimento dos produtos 1.A.1 e 1.A.2, a saber:

- critérios de identificação;
- critérios de elegibilidade;
- critérios de classificação;
- critérios de priorização.

Desse modo, os critérios de identificação resultaram em 407 trechos advindos de solicitações de implantação de serviços de Transporte Ferroviário de Passageiros (TFP), de solicitações de autorização para construção e exploração de novas ferrovias focadas, majoritariamente, no transporte de cargas, de análises de fluxos de pessoas entre Unidades Territoriais de Planejamento (UTPs) em todo o Brasil, de pesquisas e estudos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e de programas do Ministério do Turismo (MTur).

Posteriormente, os critérios de elegibilidade filtraram os 407 trechos inicialmente identificados, a partir de análises referentes à competência das esferas de governo, às extensões máximas a serem consideradas para estudo das ligações, ao potencial de impacto socioambiental da implantação de novos segmentos ferroviários, ao fluxo anual total de pessoas na ligação e à população diretamente atendida pelo trecho. Após o processo de elegibilidade, 68 trechos permaneceram na análise.

A partir dos 68 trechos eleitos, estes foram agrupados em classes com base em suas características semelhantes, basicamente divididas em dois grupos: trechos novos (*greenfields*); e trechos existentes, em operação ou não, concedidos ou não (*brownfields*), considerando, ainda subgrupos, que resultaram em sete classes específicas.

Por apresentarem características peculiares, principalmente em termos de operação, regulação e/ou viabilidade/inviabilidade técnica, determinados trechos não avançaram para a etapa de priorização. Isso ocorreu para trechos assim classificados:

- Classe 1 – Trechos de **autorização**: trechos *greenfields* que surgiram a partir de pedidos de autorização ao MInfra. São majoritariamente referentes ao transporte de cargas, mas que, mediante acordo privado, poderiam ser utilizados para o transporte de passageiros sob o regime de direito de passagem.
- Classe 6 – Trechos Valec: trechos que poderão ser implantados mediante exploração mista (compartilhamento) com a malha ferroviária sob competência da Valec Engenharia, Construções e Ferrovias S/A (Valec), conforme estudos e planejamento de sua rede estruturante ferroviária (trechos em operação, obras ou planejamento).

- Classe 7 – Trechos com **elevada extensão** ferroviária em relação à extensão rodoviária: trechos *brownfields* que apresentam uma potencial desvantagem competitiva em relação ao modo rodoviário.
- Trechos **turísticos**: trechos com solicitação de serviços majoritariamente turísticos, cuja operação se daria sobre a malha ferroviária federal.

As demais classes passaram pelo processo de priorização, que consistiu em uma análise multicritério comparativa considerando os seguintes critérios:

- A potencial demanda do TFP na ligação.
- A representatividade na região político-administrativa.
- Parâmetros padronizados e comparativos referentes ao potencial de custo de implantação dos serviços de TFP, tais como custos de implantação, requalificação e capacitação de infraestrutura e de superestrutura, de aquisição de material rodante, de implantação de estações, entre outros.
- A renda média da população diretamente atendida na ligação.
- Aspectos de regulação e a existência de políticas, programas e planos que contemplem os trechos analisados.

Os trechos que passaram pela priorização podem ser assim classificados:

- Classe 2 – Trechos **novos**: trechos *greenfields* novos, coletados ou propostos pelo presente estudo na etapa de identificação de trechos.
- Classe 3 – Trechos **existentes (*brownfields*) sem potencial janela** para compartilhamento: trechos concedidos, com operação de transporte de cargas, mas sem janela de uso para o serviço de TFP que atenda à demanda prevista. Trata-se de trechos que necessitam de investimentos para recapacitação do trecho, em partes ou no todo.
- Classe 4 – Trechos **existentes (*brownfields*) com potencial janela** para compartilhamento: trechos concedidos, com operação de transporte de cargas e com janela de uso para o serviço de TFP que atenda à demanda prevista.
- Classe 5 – Trechos **existentes (*brownfields*) sem operação**: trechos concedidos (ou em processo de devolução/devolvidos) sem circulação há, pelo menos, dois anos. Também abrange trechos que englobam subtrechos em operação. Nesses casos, o trecho todo é alocado na Classe 5, mas a extensão do subtrecho em operação é tratada conforme parâmetros pertinentes às classes 3 ou 4<sup>4</sup>.

Assim, cada trecho recebeu uma nota de priorização e foram selecionados, inicialmente, 20, que seriam analisados com maiores detalhes, objeto de estudo do presente documento. Observou-se a distribuição proporcional da amostra de trechos, considerando o quantitativo de cada uma das classes consideradas (2, 3, 4 e 5). Ainda, a seleção não se ateve apenas à nota de priorização, mas também aos seguintes critérios adicionais:

---

<sup>4</sup>A parte em operação é tratada de maneira especial em relação aos custos associados à Classe 3 ou à Classe 4.

- Diretrizes do PDTFP: a seleção de trechos para detalhamento seguiu as diretrizes do plano, que incluem o aproveitamento da malha ferroviária federal ociosa, desativada ou em processo de devolução.
- Estudos realizados: foram destacados trechos em estudo, principalmente aqueles previstos nos planos desenvolvidos ou em desenvolvimento na esfera estadual, mas selecionaram-se aqueles não contemplados por estudos mais detalhados a respeito da ligação. Esse critério visou possibilitar a análise de trechos sem estudos e, ainda, destacar a importância dos planos estaduais e dos estudos de viabilidade.

Contudo, ao longo do desenvolvimento do Produto 1.C, referente à Meta 1C – Desenvolvimento de estudo de desempenho operacional das ligações prioritárias, foram realizadas análises complementares a partir da caracterização das 20 ligações iniciais. Tais análises levaram, portanto, à decisão de se aprofundar os estudos em seis ligações prioritárias, conforme o próprio Produto 1.C, e selecionar no mínimo três destas (uma por classe), que serão exploradas no *Produto 1.D.2 – Resultados da pré-viabilidade financeira das ligações prioritárias*.

## 2 ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA

A análise econômico-financeira possibilita a identificação da viabilidade de um investimento ao longo de um determinado período, e isso se torna possível por meio da elaboração de indicadores econômico-financeiros que, em sua metodologia, incorporam índices e taxas vigentes na economia, propiciando a comparação da rentabilidade das empresas perante o cenário econômico. Dessa forma, a proposição dessa análise permite identificar quais projetos de TFP apresentam uma predisposição em alcançar um nível de viabilidade condizente com o setor, a partir da utilização de parâmetros simplificados.

Por meio da comparação da rentabilidade de um investimento diante da remuneração de capital de uma economia, tem-se um indicador do custo de oportunidade para que a inversão ocorra. Além disso, é possível interpretar se a relação de receitas e despesas é equilibrada, o que possibilita a continuidade de investimentos ao longo do tempo.

Ao se tratar do setor de infraestrutura, especificamente do ferroviário, esse ponto ganha ainda mais relevância, à medida que são investimentos de grande monta e que possuem um retorno econômico-financeiro de longo prazo. Em suma, o objetivo principal é compreender se há capacidade, por parte da operadora, de cumprir seus compromissos, e de suas operações serem sustentáveis durante o período de análise.

### 2.1 Premissas

Para que a análise consiga mostrar se de fato há pré-viabilidade para os investimentos, são necessárias premissas orientadoras para o trabalho. Há duas perspectivas para serem observadas: as premissas técnico-operacionais e as premissas financeiras. As premissas técnico-operacionais dão conta, entre outros, de elementos como o horizonte temporal e a demanda. Já as premissas financeiras são focadas em identificar, analisar e discutir os fundamentos financeiros da operação. O intuito é mostrar se os investimentos são viáveis para o prazo e se estão sob as condições colocadas ao longo do trabalho.

#### 2.1.1 Premissas técnico-operacionais

Esta seção estabelece as premissas que permeiam os aspectos técnico-operacionais dos serviços de TFP, com foco sobre o horizonte temporal do planejamento e das projeções ao longo da operação dos sistemas, e sobre as estimativas de demanda e de tarifa nos trechos analisados.

### **2.1.1.1 Ano-base**

O ano-base considerado para a análise econômico-financeira é considerado como o próximo ano a partir da finalização deste estudo, ou seja, 2023. Dessa forma, os fluxos partirão de 2023 até o fim do período analisado, conforme horizonte temporal definido. Porém, cabe destacar que as atualizações monetárias necessárias terão 2021 como ano-base, último ano completo anterior à finalização do estudo. Destaca-se, também, que os preços serão considerados constantes (sem inflação) ao longo do horizonte de análise. Tal premissa se justifica pelo fato de que a inflação futura irá impactar tanto os custos quanto as receitas do sistema, não afetando, assim, a análise da sustentabilidade do empreendimento.

### **2.1.1.2 Horizonte temporal**

O horizonte temporal considerado é de 30 anos. Assim, tendo 2023 como ano-base, o horizonte temporal das análises considera seu horizonte em 2053. Essa definição tem como objetivo se alinhar ao PIT, instituído por meio da Portaria nº 123, de 21 de agosto de 2020, do MInfra (BRASIL, 2020a). O PIT tem horizonte de 30 anos, com atualização a cada quatro anos, implementado a partir dos planos estratégicos e setoriais.

### **2.1.1.3 Definição da demanda**

A demanda dos serviços ferroviários para transporte de passageiros advém das análises realizadas na Meta 1C – Desenvolvimento de estudo de desempenho operacional das ligações prioritárias, etapa anterior deste estudo. A demanda de cada trecho é obtida de um processo de levantamento de informações socioeconômicas, da desagregação de dados de origem/destino (O/D) das matrizes existentes, da distribuição entre os modos de transportes e da alocação dos fluxos, sendo expressa em passageiros/ano.

### **2.1.1.4 Definição da tarifa**

A definição da tarifa, no nível de estudo aqui estabelecido, de pré-viabilidade, é dada, inicialmente, pela equalização da tarifa quilométrica dos serviços rodoviários intermunicipais identificados na Meta 1C – Desenvolvimento de estudo de desempenho operacional das ligações prioritárias.



Tal premissa simplificadora é proposta uma vez que a definição da tarifa depende de uma política tarifária específica para cada caso. Dessa forma, para cada trecho, a tarifa é definida pela divisão dos valores médios de tarifa pela extensão dos trechos. A esses resultados são associadas as tarifas a serem aqui consideradas, vislumbrando-se um grau mínimo de competitividade entre os serviços rodoviários por ônibus e por trem.

## **2.1.2 Premissas financeiras**

Esta seção define as premissas financeiras que serão incorporadas na análise, que estabelecem alguns critérios fundamentais, sobretudo relacionados às despesas ao longo do período de estudo. Cabe pontuar, ainda, que a opção pela não inclusão do Produto Interno Bruto (PIB) como premissa financeira fundamental é justificada porque, no âmbito da presente análise, o uso de outros índices tem maior impacto no objeto estudado.

### **2.1.2.1 Taxa de desconto**

Em uma análise econômico-financeira realizada a partir de um fluxo de caixa descontado, a taxa de desconto adotada tem um papel fundamental que se resume em permitir a comparação de valores no tempo, portanto sua escolha afeta diretamente nos resultados da análise e, em consequência, nas decisões de investimento.

No contexto da aplicação de tal abordagem para avaliação da sustentabilidade financeira da exploração de ligações ferroviárias, há algumas possibilidades de taxas que podem ser utilizadas. A escolha de uma taxa de desconto revela a preferência baseada em características diversas, como a facilidade de replicação, a estabilidade do parâmetro, ou mesmo sua maior difusão no mercado. A seguir, são elencadas as possibilidades de taxas de desconto e suas principais características e aplicações.

#### **2.1.2.1.1 Custo médio ponderado de capital**

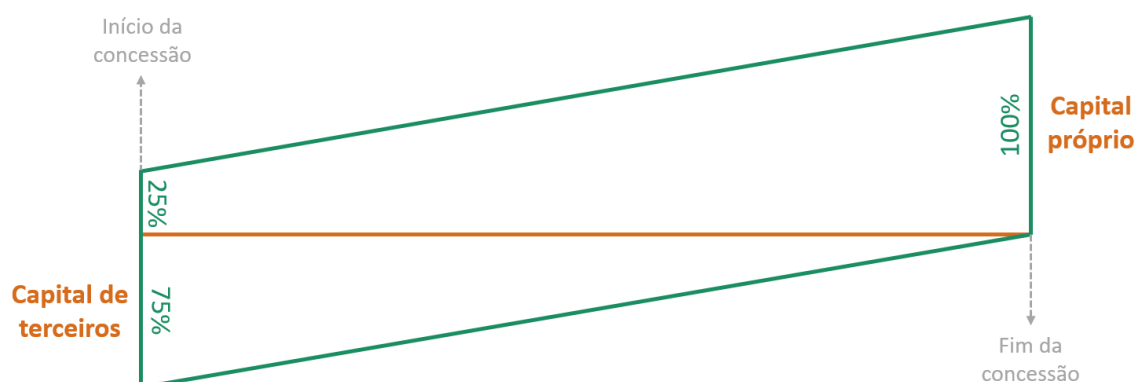
O custo médio ponderado de capital (WACC, do inglês – *Weighted Average Capital Cost*) é o método usualmente utilizado pelo mercado para remunerar o capital investido (tanto próprio quanto de terceiros) e por sua composição, com grande difusão como taxa de desconto. Há determinações feitas pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), como a disposta pela Audiência Pública nº 012/2015 (BRASIL, 2016), que convergem para o entendimento que o WACC é um bom indicador para o setor ferroviário.

No *Manual de Cálculo de Custos Ferroviários* (ANTT, 2015a) são elencadas algumas vantagens na utilização do WACC, com destaque para as seguintes:

- O método é adotado por diversas agências reguladoras brasileiras e internacionais para determinação de remuneração de capital.
- O WACC é utilizado pelo mercado e pelo setor público.
- É aceito por órgãos de controle para as concessões federais, em especial as que atuam no âmbito de transporte ferroviário de cargas e passageiros.

A utilização do WACC para projetos ferroviários parte do pressuposto que o financiamento da implementação e da operação da ferrovia contará tanto com recursos próprios da operadora quanto de terceiros. Nesse sentido, para possibilitar o uso do método, é considerada uma composição de capital durante o período de concessão, conforme o *Manual de Cálculo de Custos Ferroviários* (ANTT, 2015a), que propõe uma estrutura ideal, partindo de 25% de capital próprio no primeiro ano para 100% no último ano, conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1 – Evolução da composição ideal de capital



Fonte: ANTT (2015a, p. 54). Elaboração: LabTrans/UFSC (2022)

Conforme metodologia, para a definição do WACC, é necessário calcular o custo do capital próprio e o custo do capital de terceiros, estimando, assim, o custo de oportunidade de se realizar o investimento no projeto em detrimento de outras formas de alocação para o recurso empregado. Portanto, para isso, o investimento é ponderado por índices de rentabilidade do capital vigentes na economia, devendo ser igualmente ou mais rentável do que as outras formas investimentos disponíveis.

Para o custo de capital próprio, é proposta a adoção do método risco/retorno, modelo de precificação de ativos financeiros (CAPM, do inglês – *Capital Asset Pricing Model*), conforme a ANTT (2015a). A Equação (1) expressa o cálculo a ser realizado para definição do custo do capital próprio.

$$Re = Rf + \beta \times (Rm - Rf) + Rb \quad (1)$$

Onde:

- $Re$  = custo do capital próprio (percentual)
- $Rf$  = taxa livre de risco
- $Rm$  = taxa de retorno do mercado
- $(Rm - Rf)$  = prêmio de risco do mercado
- $Rb$  = taxa de Risco Brasil
- $\beta$  = beta que mede o risco.

O Quadro 1 especifica os indicadores que compõem o cálculo do custo do capital próprio, descrevendo-os e propondo fontes para obtenção dos parâmetros.

Quadro 1 – Componentes do custo do capital próprio

Descrição das Variáveis	Descrição	Fonte
<b>Taxa Livre de Risco (Rf)</b>	Mensurada pelo rendimento de títulos do Tesouro Americano (20YRT-BOND) com maturidade de 20 anos, obtendo-se através de média aritmética uma taxa de juros com média anual.	FED (2022)
<b>Prêmio de risco de mercado (Rm-Rf)</b>	Calculado a partir da diferença entre os retornos médios da taxa livre de risco e do índice <i>Standard&amp;Poor's 500</i> (S&P 500).	Macrotrends (c2022)
<b>Taxa de Risco Brasil (Rb)</b>	Calculado a partir da série histórica diária do índice EMBI (do inglês – <i>Emerging Markets Bond Index Plus</i> ) relativo ao Brasil, no período de 15 anos.	Ipea (2022)
<b>Taxa de retorno de mercado (Rm)</b>	Calculado a partir da média aritmética da taxa de retorno de 15 anos da S&P 500.	Macrotrends (c2022)
<b><math>\beta</math> que mede o risco</b>	Índice beta do setor regulado, mensurado pela variação do valor das ações de empresas ferroviárias nos Estados Unidos e no Canadá em relação ao S&P 500. O índice beta é calculado em função do período decorrido da concessão.	

Fonte: ANTT (2015a). Elaboração: LabTrans/UFSC (2022)

De modo complementar, a Equação (2) expressa o cálculo a ser realizado para definição do custo do capital de terceiros.

$$Rd = (Rf + Rc + Rb) \times (1 - T) \quad (2)$$

Onde:

- $Rd$  = custo do capital de terceiros (percentual)
- $Rf$  = taxa livre de risco

- $Rc$  = prêmio de risco de crédito
- $Rb$  = taxa de Risco Brasil
- $T$  = alíquota de tributos diretos.

Já o Quadro 2 especifica os indicadores que compõem o cálculo do custo do capital de terceiros, com a descrição das variáveis e as fontes para a obtenção dos seus valores.

Quadro 2 – Componentes do custo do capital de terceiros

Variável	Descrição	Fonte
Taxa Livre de Risco ( $Rf$ )	Mensurada pelo rendimento de títulos do Tesouro Americano (20YRT-BOND) com maturidade de 20 anos, obtendo-se através de média aritmética uma taxa de juros média anual.	FED (2022)
Prêmio de risco de risco de crédito ( $Rc$ )	Dado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).	
Taxa de Risco Brasil ( $Rb$ )	Calculado a partir da série histórica diária do índice EMBI relativo ao Brasil, no período de 15 anos.	Ipea (2022)
Alíquota de tributos diretos ( $T$ )	(Tributos diretos + CSLL)	

Fonte: ANTT (2015a). Elaboração: LabTrans/UFSC (2022)

Por fim, determinado o custo do capital próprio e do capital de terceiros, a Equação (3) mostra o cálculo do WACC.

$$WACC = Re \times \left( \frac{E}{D + E} \right) + Rd \times \left( \frac{D}{D + E} \right) \quad (3)$$

Onde:

- $WACC$  = custo médio ponderado do capital
- $Re$  = custo do capital para os acionistas
- $Rd$  = Custo da Dívida
- $E$  = total do patrimônio líquido
- $D$  = total da dívida.

### 2.1.2.1.2 WACC regulatório

Outra possibilidade de taxa de desconto refere-se ao chamado WACC regulatório, desenvolvido pela ANTT para aplicação em contratos de concessão. Enquanto referência, Miguel e Souza (2019) propõem a utilização do WACC regulatório da ANTT como taxa de desconto em

uma avaliação socioeconômica para investimentos em ferrovias de carga. Essa taxa tem a função de auxiliar, em conjunto com outras condições, a determinação do valor de outorga a ser considerada nos contratos de concessão ferroviária (ANTT, 2021b).

O WACC regulatório atual para aplicação em contratos de concessão ferroviária é de **10,85% ao ano**, tendo o período de vigência de 1º de janeiro de 2021 a 31 de dezembro de 2023 (ANTT, 2021b). Para sua concepção foi levado em conta, sobretudo:

- A necessidade de adição de prêmios de liquidez na aplicação do  $\beta$  em empresas de capital fechado, visto que o  $\beta$  é calculado por uma amostra de empresas de capital aberto, do mercado norte-americano.
- Alteração do custo de capital de terceiros dada pela substituição da Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP) pelo conceito de Taxa de Longo Prazo (TLP).
- O expurgo de dados *outliers* pela metodologia, mitigando o cenário de crise e de alta volatilidade, em decorrência da pandemia da covid-19 (ANTT, 2021b).

### 2.1.2.1.3 Taxa de Longo Prazo (TLP)

O Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA) de empreendimentos ferroviários de carga elaborado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2016) sugere como taxa de desconto a utilização da TJLP, remuneração básica de financiamentos de longo prazo, sobretudo concedidos pelo BNDES. Porém, a partir de 1º de janeiro de 2018, a taxa utilizada nos novos contratos junto com o BNDES ([2022]) passou a ser a TLP, que é definida pela Equação (4).

$$TLP = (1 + IPCA) \times (1 + TLP_{pré}) - 1 \quad (4)$$

Onde:

- $IPCA$  = Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
- $TLP_{pré}$  = Taxa de Longo Prazo pré-fixada.

A maior diferença entre a TJLP e a TLP é o fato de que a segunda é composta por dois índices, um fixo ( $TLP_{pré}$ ) e um variável ( $IPCA$ ). A  $TLP_{pré}$  é baseada na média de três meses da taxa de juro real do título público NTN-B<sup>5</sup> de cinco anos. Já o  $IPCA$  é atualizado mensalmente pelo IBGE. Assim, o  $IPCA$  varia ao longo do tempo do contrato, e a  $TLP_{pré}$  é a mesma durante toda a vigência do contrato.

<sup>5</sup> Nota do Tesouro Nacional tipo B.

Como a TJLP foi substituída pela TLP, a nova taxa mantém o espaço dentro da economia brasileira. Logo, ela representa o custo de oportunidade do capital investido, refletindo os valores no tempo e o risco sobre a decisão de investimento. Outra possibilidade seria utilizar a taxa do Sistema Especial de Liquidação e Custódia (SELIC) como parâmetro para investimentos, sendo assim uma premissa macroeconômica relevante. A TLP, por sua vez, cumpre melhor tal papel, uma vez que seu perfil é mais alinhado com projetos de longo prazo, ao passo que a taxa SELIC é submetida a variações comparativamente mais frequentes do que a TLP, em linha com as diretrizes de política monetária do Banco Central do Brasil (BCB).

Em relação à TJLP e à TLP, tem-se, a título de comparação, que em outubro de 2022 a TJLP foi de 7,20% ao ano (sendo válida apenas para contratos firmados até 2017), enquanto a TLP apresentou o *IPCA* que registrou uma variação de 0,59% em outubro, somado à taxa de 5,27% ao ano. Por fim, cabe ressaltar que, apesar de incorporado na TLP, o *IPCA* não é encarado, na presente análise, como uma premissa que impacta diretamente a demanda pelos serviços de transporte ferroviário de passageiros. Tal fato justifica-se, como explicitado na seção “Ano-base” (2.1.1.1), pois os preços serão encarados como constantes ao longo do horizonte temporal analisado.

### 2.1.2.2 Depreciação e Amortização

A depreciação é uma conta redutora do ativo contábil de um empreendimento e está relacionada à parcela de alteração do custo do equipamento por conta do desgaste, ao longo de sua vida útil. Através dela, busca-se gerar recursos para sua própria reposição e de outros bens materiais no final da sua vida útil (ANTT, 2021a). Dessa forma, uma porcentagem anual é aplicada a todo bem sujeito a desgaste pelo uso, por causas naturais ou por obsolescência usual. O cálculo da depreciação é dado pela razão entre o custo de aquisição do bem ou produto (valor inicial) deduzido do seu valor residual (valor final), pelos seus anos de vida útil.

Já a amortização tem a mesma lógica de funcionamento da depreciação, sendo também uma conta redutora do ativo contábil, em que se aplica uma taxa a cada ano-calendário ao bem em questão. Ademais, a amortização está relacionada ao abatimento do valor de um direito de propriedade, ativo intangível ou outros direitos, que tenha limitação temporal contratual (CFC, 2008). O cálculo da amortização ocorre da mesma forma que a depreciação, visando reduzir o valor de um direito em função do tempo restante que ele representar um ativo para a empresa ou instituição. Há uma série de bens intangíveis que são submetidos ao regime de amortização, como tecnologias e patentes, *softwares*, uso de marcas e direitos contratuais (MONTOTO, 2018). A Equação (5) mostra a forma de cálculo tanto da depreciação quanto amortização.

$$Depr./Amor. = \left( \frac{Valor\ inicial - Valor\ final}{Vida\ útil} \right) \quad (5)$$

Onde:

- *Depr./Amor.* = valor percentual depreciado/amortizado
- *Valor inicial* = valor de aquisição do produto
- *Valor final* = valor residual do produto
- *Vida útil* = período de utilização para fins contábeis do produto.

Visando à normatização dos processos contábeis internacionais, o Brasil adere às normas emitidas pelo Comitê de Normas Internacionais de Contabilidade (IASB, do inglês – International Accounting Standards Board). Neste sentido, são emitidas Interpretações Técnicas (ICPCs) e suas Orientações (OCPCs), dentre elas, destacam-se as deliberações nº 611/2009 e nº 654/2010, tornando obrigatórias a observação e a adequação das concessionárias à ICPC 01 (PARIS *et al.*, 2011).

A ICPC 01 têm como base a norma internacional *IFRIC 12 – Service Concession Arrangement*, com foco nas concessionárias de serviços públicos, buscando ditar as normas contábeis relacionadas a seus bens, direitos e obrigações, que devem ser seguidos de forma análoga a seus contratos de concessão (PARIS *et al.*, 2011). Com essa publicação, houve a necessidade de esclarecimentos sobre a aplicação da ICPC 01, principalmente pela indústria de energia, pelas rodovias e pelas ferrovias. Buscando sanar essas questões à OCPC 05, emitida em 29 de novembro de 2010, trazendo as orientações e as características dos contratos de concessão para os setores citados. Com relação à amortização do ativo intangível, o cálculo deverá ser realizado de acordo com o padrão de consumo do benefício econômico por ele gerado, dado em função da demanda (CPC, 2011, 2010a). Ainda, é afirmado pelo Comitê de Pronunciamentos Contábeis (CPC) que “O método de amortização utilizado reflete o padrão de consumo pela entidade dos benefícios econômicos futuros. Se não for possível determinar esse padrão com segurança, deve ser utilizado o método linear” (CPC, 2010b, p. 23).

A depreciação e a amortização no Brasil são feitas a partir do método de cálculo linear, com redução constante se baseando na vida útil do bem. Em consonância com as práticas internacionais, esse objeto de apreciação pelo CPC como visto acima, têm-se duas instituições responsáveis pela normatização das taxas de depreciação e amortização para o setor: a Receita Federal do Brasil (RFB) e a ANTT.



De acordo com a RFB, em Instrução Normativa RFB nº 1700 de 14 de março de 2017, ao setor ferroviário, estão dispostas vida útil e taxas de depreciação amortização a serem aplicadas aos direitos das empresas operantes no setor, conforme consta na Tabela 1.

Tabela 1 – Taxa de depreciação anual (Receita Federal)

NCM - Nomenclatura Comum do Mercosul	Produto	Vida Útil	Depreciação ANUAL
8601	Locomotivas e locotratores, de fonte externa de eletricidade ou de acumuladores elétricos	10	10%
8602	Outras locomotivas e locotratores; Tênderes	10	10%
-	Edificações	25	4%
-	Instalações	10	10%
8605	Vagões de passageiros, furgões para bagagem, vagões-postais e outros vagões especiais, para vias férreas ou semelhantes (excluídas viaturas 8604)	10	10%
8606	Vagões para transporte de mercadorias sobre vias férreas	10	10%

Fonte: Brasil (2017). Elaboração: LabTrans/UFSC (2022)

Todavia, segundo o inciso 1º da Seção III da Normativa, o contribuinte poderá ajustar a quota adequada conforme as condições de depreciação de seu bem, desde que haja prova dessa adequação ao adotar essa taxa diferenciada. Logo, deve-se analisar na Resolução nº 4540, de 19 de dezembro de 2014, da ANTT, já que essa difere da RFB em relação à classificação dos bens. A tabela da ANTT adiciona categorias mais específicas para o setor ferroviário, incluindo a forma de aquisição, se usado ou reformado, para que o cálculo da amortização e depreciação considere realidades diferentes de vida útil, conforme apresenta a Tabela 2.

Tabela 2 – Taxa de depreciação anual (ANTT)

Descrição	Taxa anual
Equipamentos de sinalização	10%
Aparelhos e equipamentos de telecomunicações	10%
Infraestrutura	2,85%
Superestrutura	2,85 %
Locomotivas novas	4%
Locomotivas usadas	8,33%
Locomotivas – Reforma geral	12,5%
Vagões	3,33%
Vagões – Reforma geral	20%
Carros de passageiros	4%
Equipamentos rodantes auxiliares	10%
Esmerilhadora	10%

Descrição	Taxa anual
Máquinas e equipamentos	10%
Instalações	10%
Edifícios e dependências	4%
Veículos	20%
Aeronaves	10%
Móveis e utensílios	10%
Equipamentos eletrônicos de dados	20%
Benfeitorias em imóveis de terceiros	4%
Benfeitorias em infraestrutura	6,25%
Benfeitorias em superestrutura	8,33%
Benfeitorias em locomotivas	12,5%
Benfeitorias em vagões	20%
Benfeitorias em equipamentos rodantes auxiliares	10%
Benfeitorias em máquinas e equipamentos	10%
Benfeitorias em instalações	10%
Benfeitorias em edifícios e dependências	4%
Benfeitorias em veículos	20%
Sistema e aplicativos de software (intangível)	20%

Fonte: ANTT (2014). Elaboração: LabTrans/UFSC (2022)

Em relação às operações ferroviárias, cabe à ANTT avaliar tanto as taxas de depreciação quanto as de amortização, dispondo de Laudos Técnicos com as justificativas contábeis para a adoção das taxas aplicadas às operações ferroviárias. Logo, para o setor ferroviário, faz-se necessária a flexibilização em que a Normativa RFB nº 1700 faz referência. O setor é caracterizado por investimentos de longa duração, e de grandes aportes financeiros e bens, como por exemplo “Locomotivas”, devem ter uma durabilidade maior do que a proposta pela Normativa da RFB. Dessa forma, as taxas de depreciação dispostas pela ANTT são mais factíveis à realidade do setor ferroviário.

### 2.1.2.3 Tributação incidente

Há, nas operações ferroviárias, uma gama de impostos que incidem sob a movimentação de pessoas e mercadorias. A análise dos trechos indica o caráter majoritariamente intermunicipal e interestadual, tanto para transporte de cargas quanto para transporte de pessoas. Dessa forma, é necessário analisar os possíveis tributos que podem incidir nos diferentes níveis da federação.

## TRIBUTOS MUNICIPAIS

Em linhas gerais, a prestação de serviços que se der dentro dos limites municipais no âmbito das operações que envolvam o transporte ferroviário ou operações subsidiárias, poderão sofrer tributação de Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN).

A Lei Complementar nº 116 instituiu o ISSQN, cuja tributação cabe aos municípios brasileiros, sendo o fato gerador do imposto dado por um rol de serviços praticados nos territórios municipais. No art. 2º da Lei Complementar nº 116 encontram-se as hipóteses de não incidência, por exemplo o parágrafo I, que exclui serviços prestados para o exterior. Em lista anexa a essa lei, encontram-se serviços sujeitos à tributação, sendo o item “16.01” relativo à incidência do ISSQN no transporte ferroviário no âmbito municipal (BRASIL, 2003a). Todavia, a Ação Direta de Inconstitucionalidade (ADI) 3.142 (BRASIL, 2020d) fez a distinção entre as hipóteses de incidência do referido imposto. A decisão do Supremo Tribunal Federal (STF) diferenciou as relações de prestação de serviço mistas das complexas no que diz respeito às obrigações de fazer, por exemplo, o direito de passagem. Dessa forma, deve-se observar tal entendimento do STF para o ISSQN relacionado às operações ferroviárias em si.

Logo, para além dessas operações, há hipóteses de incidência que se relacionam com os serviços prestados pelas empresas concessionárias ou autorizadas em suas instalações, estações, construções e propriedades que fazem parte da sua operação como um todo.

## TRIBUTOS ESTADUAIS

Já na esfera estadual, têm-se a Lei Complementar nº 87, que dispõe sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação, o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) instituído pela Lei Kandir (BRASIL, 1996).

Na lei que estabeleceu o ICMS, estão exaradas as hipóteses de incidência de tributação para prestação de serviços de transporte intermunicipais e interestaduais. No art. 2º, art. 4º e art. 12 identificam-se o fator gerador e as hipóteses de incidência, em que, nos casos de transportes entre municípios e estados da Federação, o tributo incidirá no local de início da prestação de serviço, portanto havendo obrigação tributária por parte empresa para o recolhimento do ICMS (BRASIL, 1996).

Por fim, uma vez que, entre os trechos analisados, são excedidos os limites municipais, o ICMS é um imposto que tende a ser cobrado em função do que dispõe a Lei Kandir.

## TRIBUTOS DA UNIÃO

O Imposto de Renda da Pessoa Jurídica (IRPJ) tem como fato gerador a presença de lucro real, presumido ou arbitrado, para cada período de exercício (BRASIL, 1992). Outro imposto cobrado pela União é a Contribuição Social Sobre o Lucro Líquido (CSLL), instituído pela Lei nº 7.689, de 15 de dezembro de 1988, sendo o fator gerador para a cobrança do imposto a presença de lucros líquidos apurados contabilmente (BRASIL, 1988). Ademais, a lei dispõe que o cálculo para a apuração do imposto deve ser feito anteriormente à provisão destinada ao IPRJ (BRASIL, 1988).

Já o Programa de Integração Social (PIS), assim como o Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PASEP) (BRASIL, 1970, 1998), incidem sobre o faturamento das empresas. Além disso, a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS) (BRASIL, 2003b) apresenta a mesma finalidade do PIS/PASEP de financiar a seguridade social, também incidindo sobre as receitas auferidas pela pessoa jurídica.

Tabela 3 – Tributos incidentes no transporte ferroviário de passageiros

Tributo	Descrição	Incidência	Nível Federativo	Alíquota
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social	Faturamento	União	7,6%
CSLL	Contribuição Social Sobre o Lucro Líquido	Receita Bruta/Lucro Presumido	União	9%
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços	Circulação de Mercadorias e Serviços	Estadual	7 ou 12% a depender do estado
IRPJ	Imposto de Renda da Pessoa Jurídica	Lucro Real	União	15%
ISSQN	Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza	Serviços de Qualquer natureza	Municipal	2-5%
PIS/PASEP	Programa de Integração Social/ Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público	Faturamento	União	1,65%

Fonte: Brasil (1970, 1988, 1992, 1996, 1998, 2003a, 2003b, 2020d). Elaboração: LabTrans/UFSC (2022)

### 2.1.2.1 Incentivos tributários

Os incentivos tributários ocorrem quando o Poder Público, com o objetivo de incentivar investimentos em infraestrutura, dispensa receitas tributárias em benefício de empresas atuantes em determinado setor, para que tais incentivos se revertam em investimento.

A esse respeito, há a possibilidade de acesso ao Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (REIDI), que promove um incentivo fiscal para projetos de infraestrutura, a partir da suspensão da incidência do PIS/PASEP e do COFINS. Para se ter acesso ao incentivo, as condições necessárias são: i) titularidade de projeto de infraestrutura em transportes e, ii) incorporar a obra ao ativo imobilizado/ intangível (BRASIL, 2021b). Portanto, a partir do momento em que a empresa atenda aos critérios do REIDI, torna-se possível para ela requerer o benefício por meio deste instrumento de incentivo fiscal.

### **2.1.2.2 Financiamento de referência**

Investimentos em infraestrutura de transporte, sobretudo ferroviária, exigem um grande aporte de recursos. Esse investimento pode se dar por meio de recursos próprios do operador (seja um agente público ou privado) ou de recursos de terceiros.

Conforme as características desse tipo de projeto, é coerente pensar que a estrutura de capital seria distribuída entre recursos próprios da operadora e um eventual financiamento com prazos mais longos.

A definição da estrutura de capital é necessária para a estimativa do custo de capital a ser considerado na análise econômico-financeira, dado pela aplicação do conceito de custo médio ponderado de capital WACC. Tem influência na definição do WACC tanto a composição de capital do projeto quanto as taxas de juros acordadas, na hipótese de capital de terceiros.

Conforme indicado em 2.1.2.1.1, a composição de capital considerada é de 25% de capital próprio no primeiro ano, visto que ao longo do tempo a amortização da dívida (75% do capital no primeiro ano) é realizada de forma linear, levando a 100% de capital próprio no último ano do projeto. Como exemplo prático, dentre as condições de financiamento das obras de infraestrutura necessárias para a subconcessão do primeiro trecho da Ferrovia de Integração Oeste-Leste (FIOL 1), o BNDES limitou a participação de, no máximo, 80% do valor dos investimentos (BNDES, [2020]).

O prazo total de financiamento, entendido como o prazo de carência e de amortização, depende da capacidade de pagamento do empreendimento, porém quando relacionado à aquisição de máquinas e equipamentos, não poderá ser maior do que a vida útil do bem (BNDES, [202-]b). No que diz respeito aos financiamentos pela Agência Especial de Financiamento Industrial (FINAME), tem-se que para locomotivas e vagões ferroviários de carga, o prazo de financiamento é de até dez anos, incluindo a carência de até dois anos para as locomotivas e de até um ano para os vagões (BNDES, [202-]a).

Nesse sentido, existem alguns indicadores que possibilitam entender a capacidade de pagamento das dívidas de um empreendimento, com destaque para o índice de patrimônio líquido (Patrimônio/Ativos) e o índice de cobertura do serviço da dívida (ICSD). O índice Patrimônio/Ativos, dado pela Equação (6), identifica a independência do empreendimento com relação à necessidade de financiamentos, assim, quanto mais próximo de 1, menor a necessidade de capital de terceiros.

$$P/A = \frac{\text{Patrimônio Líquido}}{\text{Ativos}} \quad (6)$$

Já o ICSD é a razão entre a geração de caixa e o serviço da dívida (parcelas a serem amortizadas). Como resultado, deseja-se que o ICSD esteja acima de 1, de modo que a operação consiga gerar o necessário para cobrir o custo com o financiamento. A Equação (7) demonstra o cálculo do ICSD.

$$ICSD = \frac{GCO_{liq}}{SD} \quad (7)$$

Onde:

- $ICSD$  = índice de cobertura do serviço da dívida
- $GCO_{liq}$  = geração de caixa operacional (líquido de impostos)
- $SD$  = serviço da dívida.

### 2.1.2.3 Verbas contratuais

Com relação às verbas contratuais, adotou-se inicialmente o percentual de 1,5% do Valor Presente Líquido (VPL) da receita bruta ao ano, relacionado às verbas de fiscalização, conforme definido no *Plano de Trabalho* da presente cooperação técnica.

### 2.1.2.4 Seguros e garantias

As orientações acerca dos deveres relacionados à provisão de segurança em uma obra ou operações ferroviárias são normatizadas pelo MInfra em conjunto com a ANTT. A Resolução nº 4.624, de 5 de março de 2015, da agência, conforme preâmbulo, “regulamenta a contratação e manutenção de seguros no âmbito das concessões ferroviárias” (ANTT, 2015b, não paginado). Por outro lado, a Lei nº 14.273 (Lei das Ferrovias), em seu art. 11, exige da operadora ferroviária a contratação de seguros de responsabilidade civil geral, de riscos operacionais (BRASIL, 2021d). Portanto, têm-se as seguintes modalidades:

- i **Responsabilidade civil do transportador ferroviário – cargas (RCTF-C):** abrange danos causados a terceiros decorrentes da atividade do transporte ferroviário de cargas, sendo esses materiais, corporais ou morais, com limite de reembolso das indenizações necessárias como valor máximo da garantia da apólice.
- ii **Responsabilidade civil geral (RCG):** abrange danos causados a terceiros decorrentes da atividade do transporte ferroviário de cargas, sendo esses: materiais, corporais ou morais, com limite de reembolso das indenizações necessárias como valor máximo da garantia da apólice.
- iii **Riscos operacionais (RO) e/ou nomeados:** garantem indenização de bens da concessionária em caso de prejuízo, incluindo caso de atraso para o início da exploração, interrupção operacional ou de força maior abrangendo no mínimo: acidentes ferroviários, danos a ponte, túneis, viadutos etc., danos ao material rodante, eventos da natureza e lucros cessantes (devendo cobrir ao menos o prejuízo de uma interrupção de atividades por um período de 30 dias).
- iv **Riscos de engenharia (RE):** está relacionado à execução da obra e aos serviços de engenharia e obras necessárias à concessão ferroviária. Deverá abranger obrigatoriamente riscos de: incêndio e explosão, eventos da natureza, danos decorrentes do uso de materiais defeituosos ou inadequados, danos causados por erro de projeto, erro de execução ou desmoroamento e roubo, furto qualificado de bens relacionados à construção.

Conforme pesquisa de ANTT e UFSC (2016), os segurados utilizam alguns parâmetros para definir o valor pretendido de seguro, com destaque:

- Definição do valor do seguro de RCG em relação ao Patrimônio Líquido da empresa.
- Conformidade com o faturamento da empresa, em percentual.
- Exposição a reclamações e indenizações, conforme atividade desempenhada.

Contudo, não há uma clareza normativa em relação aos tipos de seguros associados ao transporte ferroviário de passageiros de longa distância. Não foram identificados dispositivos próprios para regulamentar esse tipo de transporte como há em outras modalidades, por exemplo, a de turismo, que consta no art. 63 da Resolução nº 5.974, e a de transporte de cargas, que consta na Resolução CNSP nº 2019, de 2010 (ANTT, 2022b; SUSEP, 2010). A partir do exposto, porém, entende-se que um eficiente sistema de transporte ferroviário de passageiros pode demandar três das quatro modalidades de seguros: RCG, RO e RE. Sendo assim, a contratação de tais modalidades de seguros se daria de acordo com o que a Lei nº 14.273 (BRASIL, 2021d) exara no tocante à necessidade de cobertura de seguros nas operações ferroviárias.

Futuramente, consideram-se importantes as iniciativas que discutam um arcabouço normativo para essa modalidade de seguros: mesmo com as especificidades financeiras, operacionais e de risco no geral, os trechos ferroviários teriam maior previsibilidade ao estarem



regidos legalmente, já que na ausência de normas gerais os contratos seguem a análise do caso específico, aumentando a incerteza acerca dos custos operacionais para a operação ferroviária.

Ao observar os percentuais para seguros praticados pelo mercado às operadoras ferroviárias, destaca-se entre os estudos a pesquisa de Moreira, Alcântara e Souza (2013), intitulada *Influência dos Custos Operacionais da Formação de Preço do Serviço de Transporte Ferroviário de Cargas* e divulgada em 2013, a qual estimou que no modo ferroviário os gastos referentes à categoria de “Seguros, Tributos e Indenizações” compõem 2% dos custos fixos. Ainda nesse esforço, analisou-se as demonstrações financeiras de operadoras de transporte ferroviários de passageiros, das quais se destaca a Concessão Metroviária do Rio de Janeiro S.A. (MetrôRio), que conforme apresentado na Tabela 4, tem as despesas com seguro representando 1,84%, das despesas totais em 2021 e 1,44% em 2020 (METRÔRIO, 2021).

Tabela 4 – Relação entre seguros e garantias e despesas totais da empresa MetrôRio

Componentes	Montante (R\$/2021)	Montante (R\$/2020)
Despesas com seguros e garantias	10.862.000	9.794.000
Custos e despesas totais	589.775.000	678.823.000
Percentual das despesas de seguros e garantias em relação às despesas totais	1,84%	1,44%

Fonte: Concessão Metroviária do Rio de Janeiro S.A. (2021). Elaboração: LabTrans/UFSC (2022)

## GARANTIA DE EXECUÇÃO

De acordo com a Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021, é exigida a prestação de garantia nas contratações de obras, serviços e compras a critério da autoridade competente. Conforme o seu art. 98, o valor da garantia poderá ser de até 5,0 % do valor do contrato inicial, à exceção de obras, serviços e fornecimentos de grande porte que possuam alta complexidade e riscos financeiros consideráveis, permitindo a elevação do limite para até 10,0 % do valor contratual. No caso específico abordado no art. 99, permite-se a exigência da modalidade seguro-garantia em obras de “grande vulto”, ou seja, de investimentos altos e com elevado grau de incerteza. Na hipótese em questão, o seguro-garantia pode elevar a garantia para 30% do valor inicial (BRASIL, 2021c).

A partir disso, uma estratégia válida para muitas operadoras refere-se à contratação de seguradoras para assinatura de uma apólice, a qual cobre o Seguro-Garantia de responsabilidade da operadora ferroviária. Em contrapartida, esse percentual será restituído à seguradora posteriormente, mas o custo referente ao contrato com ela insere-se nas despesas da operadora, sendo relevante financeiramente. Tal ação justifica-se pela preferência da

empresa ferroviária na proteção do seu capital de giro, evitando despesas com montantes significativos em seu processo inicial de operação, visto que está previsto por lei o seu cumprimento (CRESTANI, 2020).

Em relação aos valores, a execução de obras e de projetos referentes à construção de malhas ferroviárias enquadram-se como atividades de grande complexidade, apresentando um Seguro-Garantia de até 10,0 % do total de investimentos. Assim, no que cabe às operadoras, a taxa paga pelo serviço de seguro sobre contratos de grande volume monetário pode variar de 1 % a 1,5 %, sendo definida como prêmio líquido. O pagamento do prêmio pode ser fracionado, mas o seu atraso resulta no uso do contrato de contragarantia (documento de indenização feito entre seguradora e operadora que visa ao resguardo sobre o cumprimento das partes) para a cobrança dos valores devidos, não havendo cancelamento da apólice, nesses casos (CRESTANI, 2020).

Exemplificando o assunto proposto, a atuação da empresa FIOL (ou EF-334/BA) no trecho Ilhéus/BA a Caetitê/BA, apresenta a contratação de uma empresa seguradora para abono do valor de Seguro-Garantia exigido, de aproximadamente R\$ 311,3 milhões. Por sua vez, o prêmio pago pela FIOL à seguradora representa 1 % desse Seguro-Garantia. Nesse parâmetro de análise, é evidente a despesa da operadora com o seguro que, apesar de representar apenas 1 % do total, equivale à somatória de R\$ 3.112.787,74 (ANTT, 2022a).

## 2.2 Receitas

Esta seção estabelece as premissas referentes às receitas a serem consideradas na avaliação econômico-financeira, dadas por aquelas advindas do pagamento de tarifas e aquelas provenientes de outras atividades complementares.

### 2.2.1 Receita tarifária

A receita tarifária é dada pela multiplicação da demanda de cada serviço pela tarifa paga pelos usuários do sistema. Neste nível de estudo, a demanda obtida nas etapas anteriores é totalmente considerada como equivalente, ou seja, totalmente pagante. Nesse cenário, estabelece-se como premissa que todos os usuários são pagantes, não considerando, *a priori*, descontos e gratuidades, pois tais definições dependem de políticas tarifárias específicas para cada situação.

## 2.2.2 Receita extratarifária

A receita extratarifária (ou acessória) advém, principalmente, de atividades que envolvem comércio, lazer, publicidade, serviços diversos e aluguel de espaços de exploração comercial, focadas no material rodante e nas estações dos sistemas. Sua função primordial é compor as receitas do serviço, incrementando o potencial de viabilidade da operação, de modo que a sustentabilidade financeira dos empreendimentos não dependa exclusivamente das receitas tarifárias. Em alguns casos, a diversificação dessas fontes se configura como ferramenta fundamental para viabilizar projetos de investimento, tornando-se, até mesmo, tão importante quanto as receitas da atividade principal.

A Política de Transporte Ferroviário de Passageiros, recentemente submetida à consulta pública (BRASIL, 2022b, não paginado), inclusive, prevê em seu art. 19, parágrafo 1º, que:

§1º. A sustentabilidade econômico-financeira dos projetos poderá ser garantida por outras fontes provenientes de receitas alternativas, complementares, acessórias ou de projetos associados, com ou sem exclusividade, tais como, mas não se limitando à exploração:

I - de projetos imobiliários no entorno das estações;

II - de publicidade nas estações e trens;

III - comercial nas estações;

IV - da faixa de domínio das ferrovias; e

V – dos direitos sobre a denominação e identificação dos empreendimentos.

Nesse sentido, realizou-se uma pesquisa sobre a incidência dessa fonte de receita no transporte metroferroviário de passageiros no Brasil. A seguir, apresentam-se dados a respeito das receitas acessórias utilizadas por referências metroferroviárias no Brasil, visando indicar a parcela destas relativas às receitas totais das empresas, bem como o ano-base e os municípios abrangidos, conforme ilustrado na Tabela 5. É possível perceber, dessa forma, percentuais significativos referentes às receitas acessórias, os quais variam entre 2,7% e 6,0% no levantamento demonstrado. Salienta-se que, para o melhor entendimento do cenário, as diferenças a respeito dos termos técnicos utilizados, considerando que possuem pequenas divergências entre si, não são aprofundadas nessa análise, mas veiculadas na Tabela 5.

Dentro do contexto analisado, é relevante apontar a Companhia do Metropolitano de São Paulo (Metrô), uma das maiores operadoras do País que obteve uma receita bruta de R\$ 1,7 bilhão no ano de 2021. De maneira congruente, a sua receita acessória acumulada para o mesmo ano de investigação somou 18,47% do total, abrangendo atividades como consultoria e serviços,

desenvolvimento imobiliário, varejo, publicidade e telecomunicações (METRÔ, 2021). Ademais, o seu alto percentual de receitas extratarifárias justifica-se por ser o maior e mais movimentado sistema de transporte metroviário do Brasil, com uma linha de mais de 100 quilômetros de extensão. Portanto, ao se caracterizar como discrepante, o Metrô de São Paulo enreda a articulação de comparações, uma vez que seus valores destoam da amostra examinada e acarretariam prejuízos para a proposta metodológica elaborada a partir dos levantamentos feitos, não compondo as operadoras observadas na Tabela 5.

As operadoras ferroviárias apresentadas incluem a Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU), a Supervia Concessionária de Transportes Ferroviários S.A. (SuperVia) e a Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre S/A (Trensurb) e a Companhia Cearense de Transportes Metropolitanos (Metrofor).

Tabela 5 – Levantamento de receitas acessórias no transporte metroviário brasileiro

Operadora	Município	Ano-base	% Receitas acessórias	Termo utilizado	Referência
Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU)	Região Metropolitana de Belo Horizonte, Recife, Maceió, João Pessoa e Natal	2021	6,00 %	"Receita não operacional" e "Receita extraoperacional"	CBTU (2021)
Metrofor	Região Metropolitana de Fortaleza	2021	4,76 %	"Receita não tarifária" e "Receita não operacional"	Metrofor (2021)
SuperVia	Região Metropolitana do Rio de Janeiro	2020	3,94 %	"Aluguéis e espaços publicitários e comerciais, direito de passagem e outras receitas"	Deloitte (c2021)
Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre S/A (Trensurb)	Região Metropolitana de Porto Alegre	2021	2,70 %	"Aluguéis, arrendamentos e concessões"	Trensurb (2022)

Elaboração: LabTrans/UFSC (2022)

Em uma primeira análise, é relevante mencionar que a CBTU, operadora com maior percentual de receita acessória, engloba regiões de quatro metrópoles nordestinas e uma no Sudeste, cada qual com sua própria superintendência. Quanto aos valores apresentados pela Metrofor (2021), estes se mostram semelhantes aos da CBTU (2021); ambos com receitas acessórias significativas (4,76 % e 6 %, respectivamente). Já no caso das operadoras SuperVia e Trensurb, os percentuais de receitas acessórias são mais reduzidos.

De acordo com os levantamentos dessas quatro operadoras, pode-se observar um percentual médio de 4,35 % de receita acessória em relação à receita bruta total. A aplicação da média para projetos futuros poderia resultar em uma proposta que não considera a importância do volume de passageiros movimentados sobre a importância relativa das receitas acessórias. Nesse sentido, propõe-se uma abordagem que preconiza avaliar a relação entre passageiros transportados e o percentual de receita acessória, viabilizando a sua aplicação em outros cenários para estimar a representatividade da receita acessória sobre as receitas de uma dada operadora.

Dessa forma, indica-se o valor fixo de 2,5 % como ponto de partida para a participação de receitas acessórias, como evidenciado na Tabela 6.

Tabela 6 – Proposta metodológica para estimativa do percentual de receita acessória

Percentual Mínimo	População média área de influência imediata	Pontos Percentuais (PP)
	< 100.000	0
2,5 % +	100.001 - 200.000	0,5
	200.001 – 500.000	1,0
	500.001 – 750.000	1,5
	750.001 - 1.000.000	2,0
	> 1.000.001	2,5

Elaboração: LabTrans/UFSC (2022)

Justifica-se esse valor inicial pela incidência dos percentuais no levantamento realizado. Justifica-se esse valor inicial pela incidência dos percentuais no levantamento realizado. A partir do valor inicial de 2,5%, são acrescentados Pontos Percentuais (PP) de acordo com o volume de população média das cidades contíguas à linha férrea do trecho considerado. Concebe-se a população a partir da média aritmética das populações abrangidas pelos municípios atendidos pelas operadoras, considerando apenas as estações intermunicipais. Nesse contexto, por exemplo, percebe-se que, no caso da operadora METROFOR (que detém uma participação efetiva de 4,76%), tem-se uma receita acessória estimada de 5% (2,5% p.p. mais 2,5 p.p.), já que a população média da área de influência contígua à via é de 1.053.887 pessoas (IBGE, 2022a).

## 2.3 Despesas

Esta seção estabelece as premissas referentes às despesas a serem consideradas na avaliação econômico-financeira, dadas por aquelas advindas da implantação de serviços, denominadas de despesas de capital (Capex, do inglês – *Capital Expenditure*) e por aquelas provenientes da operação dos serviços (Opex, do inglês – *Operational Expenditure*).

## 2.3.1 Despesas de capital (Capex)

Para os serviços de TFP analisados neste estudo, os componentes do Capex consistem, em sua maioria, naqueles anteriormente propostos de maneira paramétrica no desenvolvimento do PDTFP) – Meta 1A – e revisitados neste documento. Assim, para cada classe analisada, considerando apenas as classes 3, 4 e 5, associadas às ligações prioritárias a serem avaliadas, são estabelecidos grupos de custos básicos para a implantação dos sistemas.

Ainda para estimar os custos propriamente, em um nível de pré-viabilidade, serão utilizados valores monetários de referência para cada grupo, tais como: construção de vias, construção e reforma de estações, aquisição de material rodante, entre outros. Tais valores serão oriundos de estudos de viabilidade realizados em outros trechos, por exemplo, Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica, Financeira, Social e Ambiental (EVTESAL) (BRASIL, 2013), executado para o trecho Pelotas (RS)-Rio Grande (RS); de dados atuais de sistemas em implantação, quando disponíveis; dados obtidos do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), do IBGE; e informações de outras fontes a serem pesquisadas, analisadas e, possivelmente, projetadas.

A seguir, são detalhados os grupos de custos associados a cada classe de trechos, indicando as unidades dos valores a serem estimados e modelos de cálculo pertinentes.

### 2.3.1.1 Custos associados às classes 3, 4 e 5

Os grupos de custos evidenciados a seguir retratam aqueles relacionados às três classes de trechos aqui tratadas, 3, 4 e 5. Depois, são apresentados os grupos de despesas relativas, de forma exclusiva a cada classe.

- **Custo de recuperação da superestrutura do trecho (CRSUPT)**
  - **Descrição:** requalificação da via permanente nos segmentos em que se prevê o compartilhamento entre trens de cargas e trens de passageiros, referente aos trechos com janela, frente à demanda estimada.
  - **Valores de referência e modelo de cálculo:** o valor de recuperação da superestrutura do trecho é dado pela aplicação do percentual de 40 % ao custo médio unitário de construção de trecho, dado em R\$/km, multiplicado, ainda, por um fator de nível de intervenção no trecho, associado ao seu estado de conservação<sup>6</sup>. O citado custo médio unitário de construção de trecho (R\$/km) é obtido de projeções a partir de valores monetários provenientes de outros estudos e/ou de valores atuais de sistemas de implantação.

---

<sup>6</sup> Do Produto 1.A.2, os trechos foram avaliados e graduados quanto ao seu estado de conservação. O grau 6 refere-se aos trechos em melhores condições, enquanto o grau 2 refere-se àqueles com estado mais precário de conservação.

O Quadro 3 indica o nível de intervenção necessário na superestrutura em função do grau de avaliação do trecho.

Quadro 3 – Nível de intervenção em relação ao grau das condições dos trechos

Grau (condição do trecho)	Nível de intervenção no trecho
2	80 %
3	50 %
4	20 %
5	10 %
6	0 %

Elaboração: LabTrans/UFSC (2022)

Portanto, o custo unitário de recuperação da superestrutura de um trecho em função de seu grau de avaliação é dado pelas equações (8), (9), (10), (11) e (12).

$$CRSUPu (\text{grau } 2) = 0,8 \cdot 0,4 \cdot \text{custo unitário de construção} \quad (8)$$

$$CRSUPu (\text{grau } 3) = 0,5 \cdot 0,4 \cdot \text{custo unitário de construção} \quad (9)$$

$$CRSUPu (\text{grau } 4) = 0,2 \cdot 0,4 \cdot \text{custo unitário de construção} \quad (10)$$

$$CRSUPu (\text{grau } 5) = 0,1 \cdot 0,4 \cdot \text{custo unitário de construção} \quad (11)$$

$$CRSUPu (\text{grau } 6) = 0 \text{ (sem necessidade de intervenção)} \quad (12)$$

Logo, o custo de recuperação da superestrutura de um trecho  $t$ , com grau  $n$ , então será conforme a Equação (13):

$$CRSUPt (\text{grau } n) = CRSUPu_{t,n} \cdot Ext \quad (13)$$

Onde:

- $CRSUPu$  = custo unitário de recuperação da superestrutura
- $Ext$  = extensão do trecho<sup>7</sup>.
- **Custo de estações do trecho (Cest)**

<sup>7</sup> No caso da Classe 3, o custo é associado apenas aos segmentos que possuem janela para o compartilhamento, dada a demanda estimada. Para os demais segmentos, já é prevista a recapacitação, com construção de nova superestrutura paralela à ferrovia existente.

- **Descrição:** construção/reforma de estações existentes que possam ser adequadas à prestação de serviços de transporte ferroviário de passageiros. Por hipótese, no entanto, considera-se, para todas as estações, de todos os trechos, o custo de construção, uma vez que apenas com dados secundários não é possível estimar o grau de intervenção necessária nas estações existentes.
- **Valores de referência e modelo de cálculo:** a valoração desse custo é realizada na **hipótese** de que cada estação possuirá uma área<sup>8</sup> de 1.200 m<sup>2</sup> a ser multiplicado pelo custo unitário, dado em R\$, pelo SINAPI da região de referência (IBGE, 2022b).

Logo, o custo de estações  $C_{est}$  é dado pela Equação (14).

$$C_{est} = 1200 \cdot CC \cdot NESTt \quad (14)$$

Onde:

- 1.200 = constante estabelecida considerando a área construída média das estações
- CC = custo do m<sup>2</sup> dado pelo SINAPI.
- NESTt = número de estações por trecho.
- **Custo de aquisição de material rodante para o trecho (CARTt)**
  - **Descrição:** valor monetário referente ao material rodante determinado como padrão.
  - **Valores de referência e modelo de cálculo:** a valoração desse custo é obtida a partir do custo unitário de carros de passageiros, dado em R\$ por carro, multiplicado pela frota necessária e por um fator de reserva. O valor monetário será definido em função da disponibilidade de informações sobre o custo médio de aquisição de material rodante, em sistemas existentes e/ou em implantação.

Assim, o custo de carro para cada trecho ( $CART_t$ ) é dado pela Equação (15).

$$CART = CUCAR \cdot NCART \cdot \left( \frac{NTDt}{2} \right) \cdot FMAN \quad (15)$$

Onde:

- CUCAR = custo unitário de carro de passageiros
- NCART = número de carros por trecho, calculado a partir da demanda (Produto 1.C)
- NTDt = número de trens/dia (atributo calculado para cada trecho)

<sup>8</sup> Premissa considerada a partir da média do cálculo das áreas cobertas das estações de passageiros atualmente operadas pela Vale S.A. nos trechos da Estrada de Ferro Carajás (EFC) e da Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM), obtida a partir de um levantamento secundário de dados via Google Earth.



- FMAN = fator de reserva, dado por 1,15.
- **Custo de oficinas (COFIC)**
  - **Descrição:** construção/reforma de oficinas (principal e de manutenção ou reparos rápidos) existentes que possam ser adequadas à prestação de serviços de transporte ferroviário de passageiros, somadas ao valor estimado dos equipamentos que as compõem. Por hipótese, no entanto, considera-se, para todas as oficinas, de todos os trechos, o custo de construção, uma vez que apenas com dados secundários não é possível estimar o grau de intervenção necessária nas oficinas existentes.
  - **Valores de referência e modelo de cálculo:** a valoração desse custo é realizada na hipótese de que cada oficina principal possuirá uma área<sup>9</sup> de 800 m<sup>2</sup>, e cada oficina secundária (manutenção ou reparos rápidos) uma área de 400 m<sup>2</sup>, a serem multiplicados pelo custo unitário, dado em R\$, pelo SINAPI da região de referência (IBGE, 2022b). Somam-se a esses valores os custos estimados para os equipamentos das oficinas, principais e secundárias, dado em R\$, multiplicados pelos números de oficinas.

Logo, o custo de oficinas COFIC é dado pela Equação (16).

$$COFIC = ((800.CC).NOFPt) + (COCEPt.NOFP) + ((400.CC)).NOFSt) + (COCES.NOFSt) \quad (16)$$

Onde:

- 800 = constante estabelecida considerando a área construída média das oficinas principais
- CC = custo do m<sup>2</sup> dado pelo SINAPI
- COCEP = constante de custo para aquisição de equipamentos para uma oficina principal
- NOFPt = número de oficinas principais no trecho
- 400 = constante estabelecida considerando a área construída média das oficinas secundárias
- COCES = constante de custo para aquisição de equipamentos para uma oficina secundária
- NOFSt = número de oficinas secundárias no trecho.
- **Custo de sistemas de controle e sinalização (CSCS)**
  - **Descrição:** valor monetário referente aos equipamentos de controle e sinalização determinados como padrões.

<sup>9</sup> Premissa considerada a partir do estudo de viabilidade do trecho Capão do Leão (RS)-Pelotas (RS)-Rio Grande (RS) (BRASIL, 2013).

- **Valores de referência e modelo de cálculo:** a valoração desse custo é obtida a partir da somatória dos custos estimados do Sistema de Sinalização, dado em R\$ por km, do Sistema de Proteção das PNs, dado em reais por PN e do Sistema de Controle de Bordo (ATV), por R\$/composição, multiplicado por um fator de nível de intervenção no trecho, associado ao seu estado de conservação, conforme indicado no Quadro 3.

Logo, o custo de CSCS é dado pela Equação (17).

$$CSCS = ((SSIN \cdot Ext) + (SPPN \cdot NPnt) + (SCOB \cdot NCOMt)) \cdot FNI \quad (17)$$

Onde:

- SSIN = constante de custo para o sistema de sinalização
- Ext = extensão do trecho
- SPPN = constante de custo para o sistema de proteção das PNs
- NPnt = Número de passagens em nível no trecho
- SCOB = constante de custo para o ATC
- NCOMt = número de composições por trecho
- FNI = fator de nível de intervenção no trecho, associado ao seu estado de conservação.

### 2.3.1.2 Custos associados exclusivamente à Classe 3

No caso da Classe 3, além dos custos apresentados em 2.3.1.1, tem-se o seguinte:

- **Custo de recapitação do trecho (CRCAPt)**
  - **Descrição:** construção de via permanente paralela à via existente, para atendimento da demanda de passageiros. A quilometragem associada ao investimento corresponde àquela em que, considerando a demanda estimada, não possui janela para compartilhamento, levando em conta a capacidade ociosa considerada dos segmentos que compõem a ligação.
  - **Valores de referência e modelo de cálculo:** o valor de recapitação do trecho é obtido ao multiplicar o custo unitário de recapitação do trecho (CRCAPu) à extensão do trecho que necessita de recapitação. O CRCAPu é dado pela aplicação do percentual de 40 % ao custo médio unitário de construção de trecho, dado em R\$/km de ferrovia. Assim, o investimento necessário para recapitar os trechos da Classe 3 é dado pela Equação (18). O citado custo médio unitário de construção de trecho (R\$/km) é obtido de projeções a partir de valores monetários provenientes de outros estudos e/ou de valores atuais de sistemas de implantação.

$$CRCAP_t = CRCAP_u \cdot Ext.r \quad (18)$$

Onde:

- $CRCAP_u$  = custo unitário de recapitação do trecho
- $Ext.r$  = extensão do trecho com necessidade de recapitação.

### 2.3.1.3 Custos associados exclusivamente à Classe 4

Todos os custos associados à Classe 4 são apresentados em 2.3.1.1, não havendo outros componentes de custos exclusivas desta classe.

### 2.3.1.4 Custos associados exclusivamente à Classe 5

No caso da Classe 5, além dos custos apresentados em 2.3.1.1, tem-se o seguinte:

- **Custo de recuperação da infraestrutura do trecho (CRINft)**
  - **Descrição:** requalificação da infraestrutura no trecho como um todo, dadas as condições de conservação da faixa de domínio.
  - **Valores de referência e modelo de cálculo:** o valor de recuperação da infraestrutura do trecho é dado pela aplicação do percentual de 60 % ao custo médio unitário de construção de trecho, dado em R\$/km de ferrovia, multiplicado, ainda, por um fator de nível de intervenção no trecho, associado ao seu estado de conservação<sup>10</sup>. O citado custo médio unitário de construção de trecho (R\$/km) é obtido de projeções a partir de valores monetários provenientes de outros estudos e/ou de valores atuais de sistemas de implantação.

O Quadro 4 indica o nível de intervenção necessária na infraestrutura em função do grau de avaliação do trecho.

Quadro 4 – Nível de intervenção em relação ao grau das condições dos trechos

Grau (condição do trecho)	Nível de intervenção no trecho
2	40%
3	10%
4 em diante	0%

Elaboração: LabTrans/UFSC (2022)

<sup>10</sup> Do Produto 1.A.2, os trechos foram avaliados e graduados quanto ao seu estado de conservação. O grau 6 refere-se aos trechos em melhores condições, enquanto o grau 2 refere-se àqueles com estado mais precário de conservação.

- **Custo de desapropriação (CDESt)**

- **Descrição:** desapropriação de invasões de faixa de domínio visualizadas no trecho.
- **Valores de referência e modelo de cálculo:** o valor de desapropriação corresponde ao custo unitário de desapropriação, dado em reais por km de ferrovia invadida, obtida através da análise de informações secundárias, como o Google Earth.

Logo, o custo de estações CDESt é dado pela Equação (19).

$$CDESt = CDESu \cdot Ext \quad (19)$$

Onde:

- CDESu = custo unitário de desapropriação
- Ext = extensão do trecho.

Importa salientar que o volume de desapropriações necessárias por trecho é estimado devido à indisponibilidade de dados oficiais e de pesquisas de campo, baseando-se, para tal estimativa, em fonte de dados secundários.

## 2.3.2 Despesas operacionais (Opex)

Para os serviços de TFP analisados neste estudo, os componentes do Opex considerados serão aplicados para todas as classes.

Ademais, para estimar os custos propriamente em um nível de pré-viabilidade, serão utilizados valores monetários de referência para cada grupo. Tais valores serão oriundos de estudos de viabilidade realizados em outros trechos, como, por exemplo, dados do EVTESAL (BRASIL, 2013), executado para o trecho Capão do Leão (RS)-Pelotas (RS)-Rio Grande (RS), de dados atuais de sistemas em implantação, quando disponíveis, e informações de outras fontes a serem pesquisadas, analisadas e, possivelmente, projetadas.

A seguir são descritos os componentes a serem considerados no estudo:

- Mão de obra (pessoal próprio) – indicada em R\$/ano
- Mão de obra (terceirizado) – indicada em R\$/ano
- Manutenção da via (peças e materiais de consumo) – indicada em R\$/ano

- Manutenção das composições (locomotivas e carros) – indicada em R\$/composição ou R\$/passageiros
- Manutenção de sistemas (controle e sinalização) – indicada em R\$/ano
- Luz e água – indicadas em R\$/ano
- Serviços de terceiros (jurídicos e auditorias fiscais) – indicados em R\$/ano
- Serviços de terceiros (vigilância e limpeza) – indicados em R\$/ano
- Serviços de manutenção, alugueis e outros terceirizados – indicados em R\$/ano
- Materiais de consumo – indicados em R\$/ano
- Seguros – indicados em R\$/ano
- Combustível – indicado em R\$/litro
- Óleos lubrificantes – indicado em R\$/ano.

## 2.4 Resultados

A seção de resultados conta com a análise de alguns indicadores financeiros como o VPL e a Taxa Interna de Retorno (TIR). Ao final, após a aplicação das metodologias de cálculo, conseguir-se-á apreciar a pré-viabilidade financeira das operações analisadas.

### 2.4.1 Valor Presente Líquido (VPL)

Outro importante parâmetro na análise de viabilidade econômica de projetos é o método do VPL (ASSAF NETO, 2014). Esse indicador traz para o tempo atual (ano-base) o valor de caixa para todos os anos projetados, através da utilização de uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Nesse sentido, o VPL demonstra o ganho real do investimento. O seu cálculo se dá com a aplicação da Equação (20).

$$VPL = \sum_{n=1}^{n=N} \frac{FC_t}{(1+i)^n} \quad (20)$$

Onde:

- $FC$  = fluxo de caixa
- $t$  = período base
- $i$  = TMA
- $n$  = período de tempo.

## 2.4.2 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Difundida como um importante parâmetro na análise de viabilidade econômica em projetos, a TIR expressa qual o rendimento do investimento realizado (ASSAF NETO, 2014). Nos fluxos modelados, ela é aquela em que o valor presente do fluxo é igual a zero, conforme demonstra a Equação (21).

$$\sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} = 0 \quad (21)$$

Onde:

- $FC_t$  = fluxo de caixa no período  $t$
- $n$  = número de períodos analisados.

## 3 ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO (ACB)

A metodologia ACB tem como enfoque propiciar uma alocação mais eficiente de recursos no investimento em projetos, sobretudo em infraestrutura, buscando alcançar o maior bem-estar para a sociedade dentre as propostas avaliadas. Essa ferramenta analítica é utilizada em diversos países para medir se os benefícios sociais a longo prazo superam os custos de um projeto em questão, com aplicação obrigatória em todos os projetos de investimento nacionais (quando acima de um custo determinado) na Austrália, no Canadá, no Chile, na França, na Alemanha, na Itália, no México e na Turquia, por exemplo (OECD, 2015).

No Brasil, o Ministério da Economia desenvolveu em 2021 o *Guia Geral de Análise Socioeconômica de Custo-benefício de Projetos de Investimento em Infraestrutura*, de maneira a incentivar a adoção da ACB de forma gradativa e sistemática por meio de diretrizes e proposição de recomendações (BRASIL, 2021a).

Ressalta-se que, devido à finalidade da aplicação da ACB de garantir o bem-estar social, não somente as variáveis financeiras precisam ser expressas em termos de preços sociais – o que é realizado por meio da correção de distorções incidentes sobre os preços de mercado a partir da aplicação de fatores de conversão (FCs) específicos –, como também as variáveis sem associação monetária precisam passar por um processo de valoração – a partir de parâmetros específicos –, de maneira que seja possível compará-las com indicadores financeiros.

Nesse sentido, a base para que seja realizada uma avaliação das contribuições a longo prazo de um projeto de investimento com perspectiva socioeconômica parte da comparação entre o cenário-base, relativo ao cenário contrafactual, e o cenário alternativo, aquele onde ocorreu a implementação do projeto em avaliação (BRASIL, 2021a). Assim, cabe pontuar que a aplicação dos indicadores de viabilidade deve ser feita na diferença observada entre os cenários, tendo em vista que os impactos somente poderão ser categorizados como benefícios ou custos a depender do resultado obtido na comparação de ambos.

### 3.1 Custos

A estimativa dos custos de um determinado projeto é entendida como a primeira etapa analítica da ACB (BRASIL, 2021a). Nesse sentido, a presente seção visa apresentar os custos sob a ótica de uma avaliação socioeconômica, os quais estão geralmente associados a análises financeiras. Dessa maneira, a seguir são descritos os custos referentes aos investimentos em

transporte ferroviário de passageiros, a partir da ótica ACB, a saber: custo de capital (Capex) e custo de operação (Opex). Na sequência, propõem-se os processos necessários para a conversão dos preços correntes do Capex e do Opex em preços sociais.

É importante ressaltar que, diferentemente da análise econômico financeira, na ACB o Capex e o Opex devem ser mapeadas para cenários diferentes e comparáveis. No caso da aplicação proposta, entende-se necessária a definição dos custos para dois cenários, a saber:

- **Cenário-base (contrafactual):** quando toda a demanda de passageiros entre determinadas origens e destinos se deslocam pelo modo rodoviário (automóveis e ônibus).
- **Cenário alternativo:** com o investimento em transporte ferroviário de passageiros, há uma distribuição da mesma demanda global entre o modo rodoviário e ferroviário.

Destaca-se também que em uma ACB para infraestrutura de transporte, o Capex e o Opex considerados se referem aos custos do sistema de transporte, como por exemplo, o custo de implementação (Capex) e de manutenção (Opex) das rodovias e das ferrovias necessárias nos cenários propostos. Já os custos relacionados aos veículos (automóveis e locomotivas/carros de passageiros) são considerados custos operacionais, compreendidos em 3.2.1.1.

### 3.1.1.1 Capex e Opex

A distinção entre o Capex e o Opex pode ser realizada da seguinte maneira: em suma, os custos de capital dizem respeito à orçamentação de obras e demais despesas de capital, por exemplo, o investimento inicial e os custos de reposição. Por outro lado, os custos de operação são definidos pelos custos incorridos ao longo do ciclo de vida do projeto, ou seja, de maneira geral as despesas de operação e manutenção, como folhas de pagamento, consumo de matérias-primas e custos de seguros.

A estimativa do Capex se apresenta, no âmbito da aferição dos custos totais, como ponto de partida. A segunda etapa, portanto, é o cálculo do Opex. Esses custos podem, ainda, ser classificados como fixos ou variáveis, dependendo se variam ou não de acordo com o volume do bem ou serviço produzido.

Tanto os custos associados ao Capex, quanto aqueles concernentes ao Opex, no caso do transporte ferroviário, são advindos do levantamento de informações e da aplicação das equações e dos percentuais tomados como premissas, conforme apresentado em 2.3. Contudo, para o caso de aplicação da ACB, são agrupados e até mesmo simplificados de maneira a



possibilitar uma comparação direta com o modo rodoviário, apresentado a seguir. Assim, os grupos de custos associados ao modo ferroviário de passageiros nesta análise são:

- **Capex (ferroviário de passageiros)**
  - **Infraestrutura do serviço:** refere-se aos custos concernentes à implantação do serviço, compostos por aqueles associados à via permanente (recuperação, requalificação, recapacitação); e os custos de estações.
- **Opex (ferroviário de passageiros)**
  - **Operação do serviço:** refere-se aos custos de manutenção das vias, divididos em duas componentes: (i) mão de obra, e (ii) materiais.

Já para o transporte rodoviário, utilizam-se as publicações do DNIT, relativas aos Custos Médios Gerenciais (CMG) sobre os custos por quilômetro de implantação (Capex) e de conservação/manutenção (Opex). Tais custos contemplam parâmetros relativos à:

- **Capex (rodoviário)**
  - **Infraestrutura do serviço:** refere-se aos custos concernentes à implantação do serviço, compostos por aqueles associados à via (construção e pavimentação, transporte de materiais, obras gerais).
- **Opex (rodoviário)**
  - **Operação do serviço:** refere-se aos custos de manutenção das vias, divididos em duas componentes: (i) mão de obra, e (ii) materiais.

### 3.1.1.2 Conversão dos preços

Conforme mencionado, para a ACB os custos não devem ser apresentados a preços correntes, sendo necessário corrigir distorções e convertê-los a preços sociais. Para isso são necessárias algumas ressalvas com relação aos pré-requisitos dessa conversão. De acordo com o guia fornecido pelo Ministério da Economia:

- Devem ser excluídos da ACB todos os pagamentos de impostos e encargos incidentes nos itens de custos de implantação do projeto, bem como na operação do empreendimento.
- Sobre os preços de insumos do projeto devem ser corrigidos os efeitos de impostos diretos e indiretos incidentes (ex. ICMS<sup>11</sup>, IPI<sup>12</sup>).
- Sobre os custos com mão de obra, devem ser eliminados os efeitos da tributação da renda e do desemprego ou subemprego, mantendo-se, entretanto, os encargos que representam benefícios salariais diferidos, como os representados pela seguridade social e FGTS<sup>13</sup>.

<sup>11</sup> Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal de Comunicações.

<sup>12</sup> Imposto sobre produtos industrializados.

<sup>13</sup> Fundo de Garantia por Tempo de Serviço.

- Para os preços (ex. tarifas) utilizados como *proxy* para o valor de insumos relevantes do projeto, devem ser excluídos os efeitos de subsídios ou transferências efetuadas por entidades públicas, como contraprestações e aportes públicos (BRASIL, 2021a, p. 37).

Cabe ressaltar que, apesar de ser possível realizar a conversão de preços de mercado para preços sociais a partir da eliminação dos tributos e outras distorções incidentes sobre o orçamento do empreendimento, essa opção apresenta desafios, pois é comum que os dados necessários não estejam devidamente disponibilizados ou sejam apresentados de maneira inadequada. Desse modo, como apontado no guia do Ministério da Economia, recomenda-se a aplicação de fatores de conversão para realizar tal tarefa.

Nesse sentido, o cálculo para obter o preço social pode ser definido pela multiplicação do preço de mercado pelo fator de conversão específico do bem em análise, como indicado pela Equação (22).

$$PS_i = FC_i \times PM_i \quad (22)$$

Onde:

- $PS_i$  = preço social para o bem  $i$ .
- $FC_i$  = fator de conversão para o bem  $i$ .
- $PM_i$  = preço de mercado para o bem  $i$ .

Tratando-se da composição do Capex e do Opex presentes em um sistema de transporte ferroviário de passageiros, têm-se duas categorias de FCs: (i) os que objetivam corrigir os gastos com materiais, e (ii) o custo da mão de obra empregada em cada fase do projeto.

### CONVERSÃO DOS CUSTOS DE MATERIAIS

Tendo em vista que os gastos associados a materiais e maquinarias estão intrinsecamente associados à natureza do projeto de infraestrutura, aconselha-se adotar um fator de conversão cuja metodologia tenha sido desenvolvida de maneira específica para seu fim. Desse modo, utiliza-se o parâmetro proposto pela EPL (2019) para a correção dos materiais relacionados a construção e manutenção de uma infraestrutura de transporte (tanto para rodovia quanto para ferrovia). O fator de conversão de materiais está indicado na Tabela 7.

Tabela 7 – Preço-sombra de materiais (Capex e Opex)

Obras de infraestrutura de transporte	Preço-sombra padronizado
Rodoviárias, ferroviárias e aquaviárias	0,8221

Fonte: EPL (2019). Elaboração LabTrans/UFSC (2022)

## CONVERSÃO DA MÃO DE OBRA

Em uma avaliação socioeconômica, as questões relacionadas a empregos (mão de obra) são entendidas como custos, e analisadas sob a ótica da folha de pagamento, sendo necessário converter os preços da mão de obra (salários) em cada fase do projeto para os valores sociais, através da correção de distorções próprias do mercado de trabalho, como a tributação incidente, a informalidade e o desemprego (BRASIL; IPEA, 2022).

Para isso, utiliza-se o preço-sombra de mão de obra (PSMO) calculado para cada região brasileira, que leva em conta o nível de qualificação, conforme *Catálogo de Parâmetros* atualizado (BRASIL; IPEA, 2022). A Tabela 8 apresenta os valores do PSMO por região brasileira e o nível de qualificação, conforme a última atualização realizada para apoiar a aplicação da ACB no Brasil.

Tabela 8 – PSMO por região brasileira e nível de qualificação

Região	Preço-sombra específico	
	Maior qualificação	Menor qualificação
Norte	0,75960	0,67258
Nordeste	0,76468	0,60640
Sudeste	0,74583	0,73710
Sul	0,78836	0,76253
Centro-oeste	0,75587	0,75610

Fonte: Brasil e Ipea (2022). Elaboração LabTrans/UFSC (2022)

## 3.2 Benefícios

A mensuração dos benefícios econômicos, por ser apresentada em termos da variação de bem-estar entre os cenários comparados, torna-se uma tarefa desafiadora, tendo em vista seu caráter qualitativo. Para tanto, faz-se necessário monetizar variáveis de entrada usualmente não monetárias, de maneira que se possa compará-las com os custos supracitados, convertidos em preços sociais.

Os benefícios podem ser aqueles entendidos como diretos, os quais fazem parte dos objetivos do projeto, e os benefícios indiretos, decorrente de externalidades (BRASIL, 2021a). No entanto, os efeitos das externalidades apenas podem ser avaliados como benefício a depender do resultado extraído da comparação entre o cenário-base e o alternativo. Assim, ao serem identificados saldos positivos para esses impactos com a implementação do projeto de infraestrutura de transporte, contraposto ao cenário-base, serão considerados benefícios para a sociedade.

## 3.2.1 Benefícios diretos

Os benefícios diretos resultam do projeto de investimento e são efeitos esperados, contidos nos seus objetivos primários (DNIT, 2016). A análise econômica para a monetização de benefícios diretos pretendidos por projetos de infraestrutura utiliza, preferencialmente, o conceito de DAP dos indivíduos por determinado resultado visto como desejável (BRASIL, 2021a). Tendo em vista que a DAP avalia a opinião da sociedade, este método se apresenta como uma estimativa de valor social mais adequado.

### 3.2.1.1 Custo operacional de transporte

Na aplicação de uma ACB para investimentos em transporte, sobretudo quando se supõe uma substituição de modo, um importante benefício direto se refere aos custos operacionais, ou custos de transporte, VOC (do inglês – *vehicle operating costs*), entendidos como relativos aos veículos utilizados pelos usuários para percorrer o trajeto desejado.

Identificados os dois cenários propostos, cenário-base e alternativo, entende-se que a avaliação do custo de transporte se dará na comparação entre os custos dos veículos rodoviários (automóveis e ônibus) diante dos custos das locomotivas, ambos movimentando a mesma quantidade de usuários em um mesmo trajeto.

#### RODOVIA

Cada modo de transporte apresenta custos operacionais específicos conforme cada veículo. Nesse sentido, o catálogo de parâmetros para apoio à metodologia ACB (EPL, 2019) define os coeficientes necessários para monetizar os custos operacionais dos automóveis e dos ônibus, conforme a Tabela 9.

Tabela 9 – Parâmetros para monetização dos custos operacionais rodoviários

Veículo	Valor	Unidade
Automóveis	0,67	R\$/vei/km
Ônibus (em pista simples)	7,43	R\$/vei/km
Ônibus (em pista dupla)	6,88	R\$/vei/km

Fonte: EPL (2019). Elaboração: LabTrans/UFSC (2022).

Assim, tendo em vista os coeficientes necessários para monetização dos custos operacionais, é necessário inserir a quantidade de veículos por quilômetros de acordo com a demanda definida para cada cenário comparativo. No cenário-base, a demanda é considerada

de acordo com a Matriz O/D (EPL, 2017), que define o fluxo anual de viajantes entre determinada origem e determinado destino, para cada tipo de veículo rodoviário. Já para o cenário alternativo, a demanda será distribuída entre o modo rodoviário e o ferroviário, resultando em um novo fluxo para o primeiro.

Tendo o fluxo de movimentação (em pessoas) por tipo de veículo ao ano, é possível determinar a quantidade de veículos necessários para transportá-los, sendo, em média, 2,30 pessoas por automóvel e 28 pessoas por ônibus (EPL, 2019). Por fim, é possível determinar a quantidade de veículos, identificar o tipo da via (se simples ou duplicada) e aplicar os coeficientes contidos na Tabela 9 para monetizar o custo operacional de transporte em cada cenário.

### FERROVIA

Para o transporte ferroviário, o catálogo de parâmetros (EPL, 2019) apresenta coeficientes de custo operacional, somente conforme o tipo de carga, tais como: granel sólido agrícola (GSA), granel sólido não agrícola (GSNA), granel líquido (GL) e carga geral (CG).

Dessa forma, por conta do foco no transporte de cargas, o mencionado catálogo não poderá ser utilizado como referência. Portanto, para se estimar um parâmetro de comparação direta com o modo rodoviário, busca-se considerar, para cada trecho em análise, as seguintes componentes:

- O custo total de material rodante (R\$).
- A demanda (número de passageiros total estimado do serviço, por unidade de material rodante) (passageiros/veículo).
- A extensão, em km, de cada trecho.

Assim, é possível obter um parâmetro relativo em R\$/passageiros/veículo/km, sem utilizar parâmetros relacionados ao transporte de cargas.

### 3.2.1.2 Tempo de deslocamento

O benefício que deriva do tempo de deslocamento está intrinsecamente associado à comparação entre cenários, em termos do valor do tempo de viagem poupado (do inglês, *Value of Travel Time Savings* – VTTS). De maneira a calcular o benefício relativo ao tempo de deslocamento, faz-se necessário analisar o tempo de viagem por modo de transporte para um mesmo trajeto, aplicando os respectivos fluxos de demanda, de maneira a entender o efeito que os variados cenários possuem no tempo de deslocamento dos indivíduos em uma dada região.

A metodologia de monetização desse impacto parte da Disposição a Pagar (DAP) dos indivíduos pela redução em 1 hora do trajeto, provenientes do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) (FERRARI *et al.*, 2019), utilizando como ano-base 2018 e especificando os valores por faixa etária, gênero e faixa de renda. A Tabela 10 apresenta as DAPs em valores de 2021. Aplicando as classificações para os municípios de origem e de destino dos trechos em análise e realizando as médias ponderadas, torna-se possível estimar o VTTS para o trajeto, expresso em reais (R\$) por passageiro a partir da diferença de tempo de viagem entre os cenários.

Assim, o valor do VTTS, ao ser multiplicado pela demanda referente a cada modo em cada cenário, ilustra a estimativa do benefício pela redução de tempo de deslocamento ocasionada pelo projeto de infraestrutura de transporte.

Tabela 10 – Propensão a pagar classificada por características socioeconômicas em valores de 2021

<b>Gênero</b>	<b>DAP de economia de tempo (R\$/hora)</b>
Homem	33,46
Mulher	31,41
<b>Faixa etária</b>	<b>DAP de economia de tempo (R\$/hora)</b>
Até 24 anos	31,67
De 25 a 34 anos	33,50
De 35 a 44 anos	32,73
De 45 a 54 anos	34,94
De 55 a 64 anos	27,27
Mais de 65 anos	37,95
<b>Faixa de renda em SM*</b>	<b>DAP de economia de tempo (R\$/hora)</b>
Até 2	17,21
De 2 a 3	27,33
De 3 a 5	28,57
De 5 a 10	31,01
De 10 a 20	33,25
Maior que 20	42,22

\* Salário Mínimo

Fonte: Ferrari et al. (2019). Elaboração: LabTrans/UFSC (2022)

Nesse sentido, conforme metodologia proposta, os dados necessários para monetizar o tempo de deslocamento são:

- DAP por faixa de idade, gênero e renda, monetariamente atualizada (FERRARI *et al.*, 2019);
- População municipal por faixa de idade e gênero (IBGE, 2019);
- Renda média municipal em SM (IBGE, 2019);

- Tempo de viagem estimado no trecho ferroviário, dado pela simulação operacional realizada na etapa anterior do estudo (Meta 1C – Desenvolvimento de estudo de desempenho operacional das ligações prioritárias);
- Tempo de viagem no trecho rodoviário (OPENROUTE SERVICE, [2022]).

Após os dados coletados conforme as especificidades de cada trajeto, a **metodologia** divide-se em duas etapas, apresentadas a seguir:

### ETAPA 1 – ESTIMATIVA DA DAP PARA O TRAJETO

- **Passo 1:** realiza-se a média ponderada do valor da DAP por faixa etária com relação à quantidade de habitantes do município nas respectivas faixas.
- **Passo 2:** realiza-se a média ponderada do valor da DAP por gênero com relação à quantidade de homens e de mulheres no município.
- **Passo 3:** associa-se a DAP por renda em SM à média da renda do município.
- **Passo 4:** calcula-se a DAP média dos indicadores dos municípios relevantes no trajeto, obtendo a DAP média das rendas em SM, da idade e do gênero.
- **Passo 5:** calcula-se a DAP do trajeto realizando a média das DAPs obtidas no Passo 4 para os três indicadores.

### ETAPA 2: ESTIMATIVA DO VTTS

- **Passo 1:** estima-se o tempo de viagem do trajeto no modo rodoviário, considerando o pior horário das rodovias.
- **Passo 2:** estima-se o tempo de viagem do trajeto no modo ferroviário.
- **Passo 3:** calcula-se a diferença de tempo de viagem entre os modos de transporte para o mesmo trajeto.
- **Passo 4:** obtém-se o VTTS a partir da aplicação da DAP pela redução em 1 hora do trajeto, calculada no Passo 5 da Etapa 1, pela diferença de tempo de viagem entre os modos.

Dessa maneira, com o VTTS tendo sido calculado, torna-se possível monetizar o benefício da redução do tempo de viagem entre cenários multiplicando-o pela demanda de passageiro estimada para o cenário com o projeto, como exemplifica a Equação (23).

$$TEMPO_i = VTTS_i \times PAX_{ij} \quad (23)$$

Onde:

- $TEMPO_i$  = Benefício em R\$ pela economia de tempo no trajeto  $i$
- $VTTS_i$  = Valor do tempo em R\$ pelo tempo poupado no trajeto  $i$  por passageiro
- $PAX_{ij}$  = Demanda de passageiro no trajeto  $i$  para o cenário  $j$  com projeto.

## 3.2.2 Benefícios indiretos

Diferentemente dos benefícios diretos que constam nos objetivos da implementação de projetos de investimentos, os benefícios indiretos decorrem do desenvolvimento social e econômico da região (DNIT, 2016). No entanto, esses impactos de segunda ordem, ao serem efeitos secundários do investimento implementado e não serem variáveis independentes, são dificilmente identificados. Por conseguinte, a mensuração desses benefícios pode não ser realizada de maneira adequada, visto que, geralmente, resultariam em uma dupla contagem, aos seus efeitos já serem capturados pela valoração dos benefícios diretos. Por esse motivo, a inclusão da avaliação e da monetização de benefícios indiretos em análises socioeconômicas de custo benefício não é recomendada (BRASIL, 2021a).

Dentre exemplos de benefícios indiretos de difícil mensuração percebidos em projetos de infraestrutura de transporte, destacam-se: geração de empregos; valorização imobiliária e arrecadação tributária (BRASIL, 2021a; DNIT, 2016).

## 3.2.3 Externalidades

Para além dos benefícios intencionados com a implementação de projetos de infraestrutura de transporte, existem impactos positivos não associados ao mercado que devem entrar na ACB. Esses impactos são caracterizados como externalidades por serem um resultado que se manifesta para partes externas do projeto e, por não se apresentarem como variáveis financeiras e/ou econômicas, precisam ser monetizados para que sejam comparáveis com os demais benefícios calculados. As externalidades mais comuns dizem respeito aos efeitos ambientais (BRASIL, 2021a).

### 3.2.3.1 Ruídos

O benefício atrelado ao ruído decorre da redução desse impacto. Nesse sentido, a comparação entre um cenário-base e um cenário com a implementação de um projeto de infraestrutura de transporte torna vantajosa a monetização do impacto de ruído perante a possibilidade de se reduzir sua emissão.

Posto isso, a proposta metodológica para monetização dessa externalidade parte, primeiramente, da adaptação dos valores de referência para 2016 dos custos marginais do ruído para a União Europeia (UE) (ESSEN *et al.*, 2019), transformados através do uso do PIB em Paridade do Poder de Compra (PPC) de 2021 entre os países, conforme o método utilizado por Miguel e Souza (2019),



de forma que sejam aplicáveis ao contexto brasileiro. A Tabela 11 apresenta os custos do ruído do transporte rodoviário e ferroviário em euro (€), em valores corrigidos para 2021 pelo Índice de Preço do Consumidor (IPC) para a UE (EUROSTAT, 2022), por passageiro-km, e a Equação (24) ilustra a expressão matemática para obter o custo do ruído em R\$.

$$CR_{br} = (CR_{eu} \times tx_{inflação}) \times tx_{câmbio} \times tx_{renda} \quad (24)$$

Onde:

- $CR_{br}$  = Custo do ruído para o Brasil em valores de 2021
- $CR_{eu}$  = Custo do ruído para a UE ajustado para 2022 (ESSEN *et al.*, 2019)
- $tx_{inflação}$  = Taxa de inflação do Euro em 2021
- $tx_{câmbio}$  = Taxa de câmbio médio (EUR/BRL), em 2021
- $tx_{renda}$  = Índice de equivalência de renda, dado pela razão entre o PIB *per capita* em PPC brasileiro e o da EU, em 2021, conforme Miguel e Souza (2019).

Tabela 11 – Custos marginais do ruído durante o dia do transporte rodoviário e ferroviário – em €-centavo (2021) por passageiro-km

Modo de transporte	Área urbana	Área intermediária	Área rural
Carro de passageiro	0,872	0,055	0,007
Ônibus	0,981	0,060	0,008
Trem de alta velocidade	0,185	0,104	0,016
Trem de passageiro convencional	0,649	0,289	0,044

Fonte: Essen et al. (2019, p. 100, tradução nossa). Elaboração: LabTrans/UFSC (2022)

A segunda parte da metodologia busca utilizar os custos do ruído, agora em R\$, e aplicá-los aos cenários brasileiros, para que seja possível valorar o custo do ruído para um cenário-base e um cenário alternativo e, assim, avaliar a diferenças entre ambos.

Nesse sentido, devido aos custos marginais do ruído estarem atrelados às especificidades das vias e do trajeto por onde circulam os veículos, nesse caso, do modo de transporte terrestre, faz-se necessário, primeiramente, caracterizar os trechos determinando as seguintes particularidades que influem no custo:

- Densidade populacional da área analisada: urbana, intermediária ou rural<sup>14</sup>.
- Modo de transporte terrestre e tipo de veículo: carro, ônibus, trem convencional ou trem de alta velocidade.

Cabe ressaltar que a metodologia adotada para estimar os custos marginais do ruído para a UE ainda especifica o valor do ruído em termos de período do dia (dia ou noite) e pelo nível de ruído preexistente medido a partir do tráfego local (alto ou baixo). No entanto, o presente método adota apenas o período diurno para a avaliação do cenário-base e alternativo, tendo em vista que as ferrovias de passageiros atuais no Brasil, EFC e EFVM, não operam no período noturno por questões de segurança; haja vista os desafios para medir e classificar o ruído preexistente de cada trecho em análise, optou-se por calcular a média dos custos para casos onde se tenha alto ou baixo ruído decorrente do tráfego local.

Portanto, a referida **metodologia**, aplicada aos projetos de infraestrutura de transporte, se apresenta, de forma sintetizada, da seguinte maneira:

- **Passo 1:** encontra-se o custo do ruído no Brasil através da adaptação dos valores para a UE, utilizando os valores atualizado para o ano-base, em Euro, listados na Tabela 11 e aplicando-os na Equação (24).
- **Passo 2:** caracterizam-se os trajetos em análise de acordo com o período do dia, a densidade populacional observada, o nível do ruído preexistente e a movimentação dos veículos segmentados em suas categorias.
- **Passo 3:** aplica-se o custo do ruído no Brasil nos cenários-base e alternativo, considerando os valores respectivos para cada característica observada nos trajetos.

### 3.2.3.2 Emissões

Devido à crescente relevância no tocante ao tema das emissões de poluentes atmosféricos diante das questões climáticas, há uma busca constante para que projetos envolvendo grandes investimentos busquem a diminuição do volume emitido. Visando avaliar a redução das emissões a partir de um investimento em transporte ferroviário de passageiros, propõem-se duas abordagens distintas de valorações, sendo elas: a primeira acerca da emissão de CO<sub>2</sub>, gás com maior emissão pelos modos de transporte; e a segunda acerca dos demais Gases de Efeito Estufa (GEE), aqui denominados de gases poluentes não CO<sub>2</sub>.

<sup>14</sup> A metodologia considera áreas urbanas como aqueles municípios com população superior a 10 mil habitantes (se a distribuição for maior que 75% da população em áreas de ocupação densa) e municípios com mais de 25 mil habitantes (com distribuição de 50% a 75%). Áreas intermediárias como os municípios com população de 3 mil a 10 mil habitantes (com distribuição maior que 75%), municípios de 10 mil a 25 mil habitantes (com 50% a 75% de distribuição populacional) e aqueles com 25 mil a 50 mil habitantes (com distribuição de 25% a 50%). Áreas rurais como todos aqueles com distribuição populacional menor que 25%, municípios com população menor que 25 mil habitantes (com distribuição de 25% a 50%) e aqueles com população até 10 mil de habitantes (com distribuição populacional de 50% a 75%).

## EMISSÕES DE CO<sub>2</sub>

A comparação entre cenários permite extrair o benefício associado à redução de emissões de poluentes. Para o caso do CO<sub>2</sub>, utiliza-se o preço social do carbono como valor monetário atrelado a sua emissão por kg, apresentados na Tabela 12 em valores de 2018. A estratégia de adotar um preço para a emissão do gás tem como objetivo tornar o desenvolvimento econômico compatível com a proteção do clima perante as mudanças climáticas (UNFCCC, 2022a).

Tabela 12 – Custo social do CO<sub>2</sub> em R\$/kg

Custo social do CO <sub>2</sub> emitido no Brasil em R\$/kg	
2020 a 2024	0,06757
2025 a 2029	0,07684
2030 a 2049	0,0870
>2049	0,1471

Fonte: EPL (2019). Elaboração: LabTrans/UFSC (2022)

Dessa maneira, propõe-se uma metodologia de valoração das emissões de CO<sub>2</sub> pautada nas emissões médias, em kg por passageiro-km (pkm), apontadas para o transporte de passageiro no estudo de 2022 da European Environment Agency (EEA, 2022). Assim, a partir da demanda de passageiros para cada cenário, torna-se possível estimar as emissões de CO<sub>2</sub> esperadas para um mesmo trajeto, considerando modais de transporte diferentes, e valorizá-las ao aplicar o custo social do carbono.

Nesse sentido, os dados necessários para monetizar as emissões de CO<sub>2</sub> do transporte terrestre são:

- Emissão média de CO<sub>2</sub> para o modo ferroviário = 0,033kg/pkm (EEA, 2022)
- Emissão média de CO<sub>2</sub> para carros = 0,143kg/pkm (EEA, 2022)
- Emissão média de CO<sub>2</sub> para ônibus e van = 0,08kg/pkm (EEA, 2022)
- Custo social do CO<sub>2</sub> emitido no Brasil em R\$/kg (valores atualizados) (EPL, 2019)
- Demanda de passageiros no modo ferroviário para um trecho determinado em pkm/ano
- Demanda de passageiros no modo rodoviário para um trecho determinado em pkm/ano.

Com os dados resgatados, a **metodologia** parte da estimativa de emissões de CO<sub>2</sub> em cada cenário, para depois calcular a diferença notada entre eles. Considerando cenários diferenciados pelo modo de transporte terrestre utilizado, as etapas metodológicas são:

- **Passo 1:** estimam-se as emissões de CO<sub>2</sub> por cenário para o mesmo trajeto, multiplicando a demanda de passageiros pelos valores respectivos de emissões em kg/pkm, dado pela EEA (2022):

- Trem de passageiro = 0,033kg/pkm
- Carro = 0,143 kg/pkm
- Ônibus e/ou van = 0,08 kg/pkm.
- **Passo 2:** calcula-se a quantidade de carbono presente nas emissões de CO<sub>2</sub> estimadas no Passo 1, entendendo que em 1 kg de CO<sub>2</sub> emitido, tem-se 0,2727 kg de carbono<sup>15</sup>.
- **Passo 3:** aplica-se o custo social do carbono em R\$/kg ao total de emissões calculadas para o trajeto em cada cenário.

Assim, a expressão matemática que sintetiza os passos metodológicos mencionados e objetiva monetizar as emissões de CO<sub>2</sub> para um determinado trajeto está representada pela Equação (25).

$$EMISSÃO_{CO_2i} = \sum E_{modal} \times 0,273 \times CSC \times MOV_i \quad (25)$$

Onde:

- $EMISSÃO_{CO_2i}$ : valor em R\$ pela emissão de CO<sub>2</sub> no trajeto  $i$
- $E_{modal}$  = emissão de CO<sub>2</sub> em kg/pkm por modo de transporte terrestre (EEA, 2022)
- 0,273 = Quantidade em kg de carbono equivalente em 1 kg de CO<sub>2</sub>
- $CSC$  = Custo social do carbono em R\$ por kg emitido
- $MOV_{ij}$  = Movimentação de passageiro em pkm no trajeto  $i$ .

Pontua-se que o custo social do carbono a ser adotado para o período de 2020 a 2024, conforme proposto pela EPL (2019), apresenta-se como R\$ 0,078349/kg de CO<sub>2</sub> emitido, em valores atualizados para 2021.

A partir da valoração das emissões de CO<sub>2</sub> em cada cenário, torna-se possível calcular a diferença monetária percebida entre o cenário-base e o cenário com o projeto. O impacto trará um benefício social caso o resultado demonstre a ocorrência de redução de emissões.

### EMISSÕES DE GEE NÃO CO<sub>2</sub>

Devido ao CO<sub>2</sub> ser o gás poluente mais combatido com relação às questões climáticas e considerando que este é emitido em maior volume pelo transporte terrestre, as emissões de outros GEE ainda encontram dificuldades para serem monetizadas de forma padronizada. Nesse sentido, propõe-se um método de valoração partindo do cálculo das emissões de GEE diretos

<sup>15</sup> Por definição, 1 kg de CO<sub>2</sub> possui 0,2727Kg de carbono equivalente, visto que é necessário considerar apenas a massa atômica das moléculas de carbono na composição de dióxido de carbono.

CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, tendo em vista que são os principais gases que contribuem para o aquecimento global após o CO<sub>2</sub> (CETESB, 2022), e monetizando seus volumes emitidos através do custo social do carbono após a realização de uma conversão de medidas.

Nesse sentido, a **metodologia** proposta pode ser sintetizada da seguinte maneira:

- **Passo 1:** estimam-se as emissões rodoviárias de GEE não CO<sub>2</sub> a partir da Equação (26) e as emissões ferroviárias a partir da Equação (27).
- **Passo 2:** convertem-se as emissões de GEE não CO<sub>2</sub> multiplicando-as pelo C-eq do gás em questão, para que sejam expressas em termos de CO<sub>2</sub> emitido.
- **Passo 3:** calcula-se o custo social do GEE não CO<sub>2</sub> multiplicando suas emissões expressas em CO<sub>2</sub> pelo custo social do carbono.

O cálculo para estimar as emissões de GEE, em g/km, provenientes do modo de transporte terrestre, tanto rodoviário quanto ferroviário, baseia-se no relatório de 2014 da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2014). Para fins deste estudo, de maneira a realizar a estimativa de emissões médias de determinado GEE em um trecho desejado, consideram-se as características de um veículo de passageiro rodoviário médio no Brasil, portanto avaliam-se automóveis a gasolina e ônibus a diesel.

Para calcular as emissões rodoviárias de um veículo médio no País, pondera-se a expressão matemática ilustrada pela Equação (26), pautada na frota circulante e na intensidade de uso dos veículos.

$$Er_{GEEi} = FE_{GEEi} \times Fr_j \times I_j \quad (26)$$

Onde:

- $Er_{GEE}$  = Emissão rodoviária do GEE  $i$  em g/km
- $FE_{GEE}$  = Fator de emissão do GEE  $i$  em g/km
- $Fr$  = Frota circulante do veículo  $j$
- $I$  = Intensidade de uso do veículo  $j$  em km/ano.

A fórmula de emissões rodoviárias, portanto, requer valores dos Fatores de Emissão (FEs) do CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O específicos para automóveis a gasolina e ônibus a diesel, os quais se encontram na Tabela 13.

Tabela 13 – FEs dos GEE diretos para o modo rodoviário

Veículo rodoviário	GEE	FE (g/km)
Automóvel a gasolina	CH <sub>4</sub>	0,14
Automóvel a gasolina	N <sub>2</sub> O	0,024
Ônibus a diesel	CH <sub>4</sub>	0,06
Ônibus a diesel	N <sub>2</sub> O	10

Fonte: CETESB (2014). Elaboração: LabTrans/UFSC (2022).

Com relação à frota, esta deve estar relacionada à movimentação de automóveis e de ônibus no trecho em análise. Já a variável intensidade de uso do veículo, entendida como a quilometragem que este percorre em 1 ano, varia de acordo com a idade do veículo e o combustível utilizado. Adotando-se as características de carros a gasolina e ônibus a diesel, considera-se o dado de idade média dessa categoria de veículos rodoviários no Brasil publicado pelo Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores (Sindipeças), em 2021 (SINDIPEÇAS; ABIPEÇAS, 2021). Desse modo, associando a idade média às respectivas intensidade de uso em km/ano tabelada pela CETESB (2020), torna-se possível calcular as emissões de automóveis e de ônibus que circulam em um trecho desejado a partir do valores dispostos na Tabela 14.

Tabela 14 – Intensidade de uso de veiculos rodoviarios médios de passageiro

Veículo	Idade média (SINDIPEÇAS, 2021)	Combustível	Intensidade de uso em km/ano (CETESB, 2020)
Automóveis	10 anos e 2 meses	Gasolina	14.778
Ônibus	11 anos e 1 mês	Diesel	40.108

Fonte: Sindipeças e Abipeças (2021) e CETESB (2019). Elaboração: LabTrans/UFSC (2022)

Para calcular as emissões ferroviárias, considera-se a expressão matemática ilustrada pela Equação (27), baseada no consumo de combustível das locomotivas.

$$Ef_{GEEi} = C \times FE_{GEEi} \quad (27)$$

Onde:

- $Ef_{GEEi}$  = Emissão ferroviária do GEE  $i$  em kg/km
- $C$  = Consumo de combustível em TJ/km
- $FE_{GEEi}$  = fator de emissão do GEE  $i$  em kg/TJ.

A fórmula de emissões ferroviárias requer valores de FE do CH<sub>4</sub> e do N<sub>2</sub>O para locomotivas a diesel, dispostos na Tabela 15. Esses valores levam em consideração um consumo médio de 0,47L.(kWh)-1 para locomotivas de 2.983 kW de potência, apresentados em DUNN (2001). Os FEs para o combustível diesel originam-se do EEA (2005).

Tabela 15 – Fatores de emissão dos GEE diretos para o modo ferroviário

GEE	Fator de emissão para o diesel (kg/TJ)
CH <sub>4</sub>	4,15
N <sub>2</sub> O	28,6

Fonte: CETESB (2014). Elaboração: LabTrans/UFSC (2022)

Caso seja necessário converter a métrica associada ao consumo de combustível de uma locomotiva de litros para Terajoule (TJ), sugere-se a seguinte lógica de conversão:

- se 1 L de diesel = 0,885 kg
- se 1 kg de diesel = 43 MJ
- então 1 L de diesel = 38,055 MJ
- se 1 TJ = 10<sup>6</sup> MJ
- então 1 L de diesel = 38.055.000 TJ

A partir das emissões estimadas, de forma a quantificar e possibilitar uma comparação dos impactos climáticos da emissão de GEEs, adota-se a métrica do Potencial de Aquecimento Global (PAG, do inglês – *Global Warming Potential* – GWP), abordagem utilizada pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (CQNUMC, do inglês – *United Nations Framework Convention on Climate Change* – UNFCCC) e operacionalizada no Protocolo de Kyoto (UNFCCC, 2022b). A unidade PAG mede o impacto de um gás no aquecimento global (geralmente em um horizonte de 100 anos) comparado com o impacto decorrente da emissão de CO<sub>2</sub> em uma mesma quantidade (EPA, 2022), portanto apresenta, por exemplo, 1 kg de GEE expresso em kg de CO<sub>2</sub> emitido.

Através do PAG, torna-se possível calcular o carbono equivalente (C-eq) de cada GEE, tendo em vista que este se evidencia como um fator de conversão de GEE com relação ao carbono (OECD, 2013). Em outras palavras, ao multiplicar-se o PAG de um gás por 0,273, relativo à proporção de carbono no CO<sub>2</sub>, obtém-se o carbono equivalente do GEE, que, por sua vez, pode ser monetizado através do custo social do carbono. A Equação (28) ilustra a expressão matemática para encontrar o C-eq de cada GEE.

$$Ceq_{GEE} = PAG_{GEE} \times 0,273 \quad (28)$$

Onde:

- $Ceq_{GEE}$  = carbono equivalente para o GEE
- $PAG_{GEE}$  = potencial de aquecimento global do GEE em um horizonte de 100 anos
- 0,273 = quantidade em kg de carbono equivalente em 1 kg de  $CO_2$ .

A Tabela 16, por sua vez, apresenta os valores de PAGs derivados da UNFCCC, bem como o C-eq, para os GEEs mais relevantes no transporte terrestre.

Tabela 16 – PAG e C-eq dos principais GEE do transporte terrestre

Gás poluente	PAG para um horizonte de 100 anos	Carbono equivalente
Dióxido de carbono ( $CO_2$ )	1	0,273
Metano ( $CH_4$ )	21	5,733
Óxido nitroso ( $N_2O$ )	265	72,345

Fonte: UNFCCC (2022c) Elaboração: LabTrans/UFSC (2022)

### 3.2.3.3 Sinistros

Um dos benefícios usuais esperados oriundo da implementação de projetos de infraestrutura de transporte é a expectativa de se reduzirem os sinistros e as consequentes fatalidades. Avaliando-se o cenário-base e o cenário alternativo com o projeto de ferrovia, a avaliação desse impacto socioeconômico deve partir da estimativa de redução de veículos por km em rodovias, tendo em vista que quanto menos indivíduos circulando em um mesmo momento nessa via, menor a chance de ocorrerem acidentes. Essa redução pode ser consequência tanto da melhoria das vias rodoviárias quanto da alocação de demanda para outro modo de transporte, nesse caso considerando o modo ferroviário.

Desse modo, os dados necessários para realizar a monetização da redução de sinistros em transporte terrestre estão listados a seguir:

- Índice regionalizado por Unidade Federativa (UF) de sinistros rodoviários para automóveis e ônibus, com mortos e feridos por passageiro-km, dispostos na Tabela 18.
- Índice nacional de acidentes ferroviários com mortos e feridos por passageiro-km, conforme a Equação (30).
- Demanda de passageiro no trecho determinado para o modo rodoviário.
- Demanda de passageiro no trecho determinado para o modo ferroviário.



- Valor Estatístico da Vida (VEV) = R\$ 5,68 milhões a preço de janeiro de 2022, a ser aplicado nas ocorrências com fatalidades (BRASIL; IPEA, 2022).
- Valor social de sinistros com feridos = R\$142.932,63 a preço de 2021 (EPL, 2019).

A partir dos dados supracitados, a **metodologia** de monetização da redução dos sinistros com a implementação de um projeto de infraestrutura de transporte divide-se em duas etapas, apresentadas a seguir:

- **Passo 1:** calcula-se tanto o índice rodoviário de sinistros por tipo de ocorrência, para automóveis e ônibus, a depender da UF e apresentada em passageiro-km conforme a Equação (29), quanto o índice ferroviário de sinistros por tipo de ocorrência em passageiro-km a partir da Equação (30).
- **Passo 2:** aplicam-se os índices de acidentes por passageiro-km sobre a demanda de passageiros para cada modo de transporte, em cada cenário e para os trechos determinados.
- **Passo 3:** monetizam-se os sinistros com fatalidade a partir do uso do VEV, proposto por Brasil e Ipea (2022), e os sinistros envolvendo feridos utilizando o valor social sugerido pela EPL (2019).

Para o modo rodoviário, os dados de sinistros derivam de registros de acidentes divulgados pela Polícia Rodoviária Federal (PRF, 2022) quando ocorridos em rodovias federais, e do Registro Nacional de Acidentes e Estatísticas de Trânsito (RENAEST) (BRASIL, 2022a) para rodovias estaduais. Quanto à movimentação de veículos por quilômetro, as informações podem ser encontradas na simulação do Cenário-Base – Panorama 2017 do PNL (EPL, 2017). A partir dos dados tanto para rodovias estaduais quanto federais, calcula-se o índice de sinistros por veículo-km regionalizado por UF e aplicável ao modo rodoviário como um todo através da Equação (29).

$$ISr_{iju} = \frac{Sr_{iju}}{Mv_{iu}} \quad (29)$$

Onde:

- $ISr_{iju}$  = Índice rodoviário de sinistro de ocorrência  $j$  por veículo  $i$  na UF  $u$
- $i$  = tipo de veículo rodoviário de passageiro (automóveis e ônibus)
- $j$  = tipo de ocorrência (morto e ferido)
- $u$  = UF
- $Sr_{iju}$  = número registrado de ocorrências do tipo  $j$  para o tipo de veículo  $i$  na UF  $u$
- $Mv_{iu}$  = movimentação de veículo por km do veículo  $i$  na UF  $u$ .

A Tabela 17 apresenta os valores de  $ISr_{iju}$  por veículo-km, calculados por meio da Equação (29).

Tabela 17 – Índice rodoviário de sinistros por veículo-km

Uf (u)	Automóveis (i)		Ônibus e similares (i)	
	Feridos	Mortos	Feridos	Mortos
AC	2,03941E-05	3,1592E-07	3,17709E-05	2,59784E-06
AL	3,22623E-07	1,4452E-07	5,81453E-06	8,05566E-07
AM	8,77228E-07	4,80781E-08	1,4386E-05	3,17037E-06
AP	1,32623E-05	1,91698E-07	5,77472E-05	3,57383E-06
BA	1,10421E-06	1,52838E-07	5,28336E-06	6,89875E-07
CE	2,43866E-06	1,78292E-07	3,83626E-06	4,96302E-07
DF	4,27337E-06	2,33747E-07	2,44662E-05	1,14003E-06
ES	1,37729E-05	1,98739E-07	1,51613E-05	9,58321E-07
GO	6,19052E-06	1,62808E-07	7,74727E-06	7,06998E-07
MA	3,18263E-07	1,41693E-07	4,56199E-06	9,19492E-07
MG	9,57234E-06	1,61128E-07	1,13203E-05	9,8198E-07
MS	5,23336E-06	1,76765E-07	1,27002E-05	1,37919E-06
MT	1,55541E-06	1,74423E-07	6,86731E-06	6,05612E-07
PA	5,79699E-06	4,93527E-07	5,30006E-06	6,89854E-07
PB	8,06437E-07	1,75641E-07	1,13352E-05	9,22594E-07
PE	8,21703E-07	1,37391E-07	5,73471E-06	6,97862E-07
PI	1,7292E-06	2,20382E-07	6,44752E-06	1,04492E-06
PR	4,58553E-06	1,57028E-07	1,41547E-05	1,11186E-06
RJ	1,77818E-06	2,14266E-07	1,09668E-05	8,09112E-07
RN	2,65244E-06	2,1501E-07	1,11426E-05	1,16756E-06
RO	7,22567E-06	3,48973E-07	2,13759E-05	1,58535E-06
RR	2,08274E-05	1,12234E-06	3,15533E-05	3,63551E-06
RS	7,28518E-07	1,70979E-07	9,62681E-06	8,85869E-07
SC	5,14165E-06	8,36932E-08	2,6096E-05	1,17309E-06
SE	1,05962E-06	1,05978E-07	6,91419E-06	8,05886E-07
SP	1,12004E-06	1,04768E-07	3,83099E-06	2,97282E-07
TO	3,17808E-06	2,00543E-07	6,17053E-06	7,30298E-07

Elaboração: LabTrans/UFSC (2022)

Visando obter o índice de sinistros rodoviários em termos de passageiro-km, sugere-se a divisão dos valores dispostos na Tabela 17 pelo número de passageiros médios transportados por veículos de passageiros, propostos pela EPL (2019), sendo eles: 2,3 passageiros por automóvel e 28 passageiros para cada ônibus. Assim, o índice de sinistros por passageiro-km para o modo de transporte rodoviário, a ser utilizado na ACB, estão apresentados na Tabela 18.

Tabela 18 – Índice rodoviário de sinistros por passageiro-km

Uf (u)	Automóveis (i)		Ônibus e similares (i)	
	Feridos	Mortos	Feridos	Mortos
AC	8,87E-06	1,37E-07	1,13E-06	9,28E-08
AL	1,4E-07	6,28E-08	2,08E-07	2,88E-08
AM	3,81E-07	2,09E-08	5,14E-07	1,13E-07
AP	5,77E-06	8,33E-08	2,06E-06	1,28E-07
BA	4,8E-07	6,65E-08	1,89E-07	2,46E-08
CE	1,06E-06	7,75E-08	1,37E-07	1,77E-08
DF	1,86E-06	1,02E-07	8,74E-07	4,07E-08
ES	5,99E-06	8,64E-08	5,41E-07	3,42E-08
GO	2,69E-06	7,08E-08	2,77E-07	2,52E-08
MA	1,38E-07	6,16E-08	1,63E-07	3,28E-08
MG	4,16E-06	7,01E-08	4,04E-07	3,51E-08
MS	2,28E-06	7,69E-08	4,54E-07	4,93E-08
MT	6,76E-07	7,58E-08	2,45E-07	2,16E-08
PA	2,52E-06	2,15E-07	1,89E-07	2,46E-08
PB	3,51E-07	7,64E-08	4,05E-07	3,29E-08
PE	3,57E-07	5,97E-08	2,05E-07	2,49E-08
PI	7,52E-07	9,58E-08	2,3E-07	3,73E-08
PR	1,99E-06	6,83E-08	5,06E-07	3,97E-08
RJ	7,73E-07	9,32E-08	3,92E-07	2,89E-08
RN	1,15E-06	9,35E-08	3,98E-07	4,17E-08
RO	3,14E-06	1,52E-07	7,63E-07	5,66E-08
RR	9,06E-06	4,88E-07	1,13E-06	1,3E-07
RS	3,17E-07	7,43E-08	3,44E-07	3,16E-08
SC	2,24E-06	3,64E-08	9,32E-07	4,19E-08
SE	4,61E-07	4,61E-08	2,47E-07	2,88E-08
SP	4,87E-07	4,56E-08	1,37E-07	1,06E-08
TO	1,38E-06	8,72E-08	2,2E-07	2,61E-08

Elaboração: LabTrans/UFSC (2022)

Tratando-se dos dados para o modo ferroviário, em razão da experiência restrita de ferrovias de passageiros no Brasil, a qual torna discutível o uso de seus registros como base, optou-se por adotar dados de referências consolidadas no setor ferroviário de passageiros, como é o caso da Amtrak nos Estados Unidos. Assim, os números de sinistros e a movimentação referentes à Amtrak podem ser encontrados nos registros disponibilizados pelo Departamento de Transporte dos EUA (FRA, 2022a, 2022b). Com isso, torna-se possível calcular um índice nacional de sinistros por passageiro-km aplicável ao modo ferroviário a partir das Equação (30).

$$ISf_j = \frac{Sf_j}{Mp} \quad (30)$$

Onde:

- $ISf_j$  = Índice ferroviário de sinistro de ocorrência  $j$  por passageiro
- $j$  = tipo de ocorrência (morto e ferido)
- $Sf_j$  = número registrado de ocorrências do tipo  $j$  para o modo ferroviário de passageiro
- $Mp$  = movimentação de passageiro por km para o modo ferroviário de passageiro.

De maneira que se possa realizar uma comparação efetiva entre os dados de ambos modais de transporte, vale pontuar que, visto que a Amtrak divulga dados apenas de feridos e de mortos, apesar dos dados brasileiros apresentarem mais categorias de análise de sinistros com número de feridos graves, de feridos leves, de ilesos e de mortos, torna-se preferível adaptar esses dados para que apenas se utilizem valores de sinistros com fatalidades e feridos.

Posto isso, os valores sociais em R\$ de feridos em sinistros de transporte terrestre, bem como o VEV utilizado para as ocorrências com fatalidade, encontram-se dispostos na Tabela 19.

Tabela 19 – Valor social de sinistros em transportes terrestres

Ocorrência	Parâmetro	Valor social	Fonte
Feridos	Valor de feridos	R\$ 123.268,00	(EPL, 2019)
Fatalidade	VEV	R\$ 5,68 milhões	(BRASIL; IPEA, 2022a)

Elaboração: LabTrans/UFSC (2022)

## 3.3 Resultados

Nesta seção, são apresentados os indicadores de resultado tradicionais da ACB e, também, aborda-se a análise de sensibilidade, necessária para identificar os fatores críticos e as possíveis falhas com os resultados encontrados.

### 3.3.1 Indicadores de resultado

Os indicadores evidenciados são retirados do anteriormente citado *Guia Geral de Análise Socioeconômica de Custo-benefício de Projetos de Investimento em Infraestrutura*, elaborado pelo Ministério da Economia (BRASIL, 2021a). A presente seção visa apresentar esses indicadores de viabilidade socioeconômica, além de fornecer uma breve contextualização destes.

### 3.3.1.1 Valor Social Presente Líquido Comparativo ( $\Delta VSPL$ )

Definido como o somatório dos benefícios/custos líquidos encontrados em cada período da análise, considerando todo o horizonte (de longo prazo) analisado e monetizado por meio da Taxa Social de Desconto, o  $\Delta VSPL$  é calculado de acordo com a Equação (31).

$$\Delta VSPL = \sum_{t=0}^T \frac{BL_t}{(1 + TSD)^t} + \frac{VR}{(1 + TSD)^T} \quad (31)$$

Onde:

- $BL_t$  = fluxo de benefícios econômicos líquidos do projeto comparativo no período  $t$
- $t$  = índice do ano analisado
- $T$  = último ano do período analisado [de 0 a  $T$ ]
- $TSD$  = taxa social de desconto
- $VR$  = valor residual do investimento.

A opção pelo uso desse índice se dá pelo seu caráter simples e conciso. Isto é, tem-se que, além de representar uma quantidade de benefícios líquidos gerados por determinado investimento, o  $\Delta VSPL$  é expresso em um único valor medido em unidades monetárias (BRASIL, 2021a).

### 3.3.1.2 Valor Anual Equivalente (VAE)

Em determinado projeto, o VAE representa o valor uniforme do benefício/custo no período de um ano que geraria o mesmo  $\Delta VSPL$  do projeto em questão. Seu cálculo pode ser executado através da Equação (32).

$$VAE = \Delta VSPL \times \frac{TSD}{1 - (1 + TSD)^{-1}} \quad (32)$$

Onde:

- $\Delta VSPL$  = valor social presente líquido
- $TSD$  = taxa social de desconto.

### 3.3.1.3 Taxa de Retorno Econômica (TRE)

A TRE é calculada igualando o  $\Delta VSPL$  a zero. Sendo assim, ela pode ser obtida de acordo com a Equação (33).

$$0 = \sum_{t=0}^T \frac{BL_t}{(1 + TRE)^t} + \frac{VR}{(1 + TRE)^T} \quad (33)$$

Onde:

- $BL_t$  = fluxo de benefícios econômicos líquidos do projeto comparativo no período  $t$
- $TRE$  = taxa de retorno econômica
- $VR$  = valor residual do investimento
- $T$  = último ano do período analisado [de 0 a  $T$ ]
- $t$  = índice do ano analisado.

A opção pelo uso da TRE, comumente expressa em percentual, justifica-se por meio de sua análise, sendo possível “[...] julgar o desempenho futuro do investimento em comparação a outros projetos, e em relação a uma taxa de retorno mínima tida como referência (ex. Taxa Social de Desconto)” (BRASIL, 2021a, p. 59). Além disso, cabe pontuar que o índice não varia de acordo com a escala de investimento.

### 3.3.1.4 Índice benefício-custo (B/C)

Por sua vez, o Índice benefício-custo (B/C) é equivalente ao valor presente dos benefícios em determinado projeto, divididos pelo valor presente dos custos do mesmo projeto. Seu cálculo se dá de acordo com a Equação (34).

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{B_t}{(1+TSD)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+TSD)^t}} = \frac{\Delta VSPBenefícios}{\Delta VSPCustos} \quad (34)$$

Onde:

- $Bt$  = benefício líquido por rubrica comparando o cenário alternativo e base
- $TSD$  = taxa social de desconto

- $Ct$  = custo líquido por rubrica comparando o cenário alternativo e base
- $T$  = último ano do período analisado [de 0 a  $T$ ]
- $t$  = índice do ano analisado.

Em consonância à TRE, esse índice não varia de acordo com a escala de investimento. No entanto, por não gerar um ordenamento ambíguo entre diferentes alternativas de um mesmo projeto, o uso deste tem potencial de fornecer maior subsídio em situações que se faz necessária a avaliação de eficiência.

### 3.3.2 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade tem por objetivo fornecer meios de identificação das variáveis críticas de um determinado projeto. Essa análise é feita por meio de testes, alterando-se de maneira individual as variáveis e determinando o efeito dessa variação sobre o  $\Delta VSPL$ . Por sua vez, as variáveis críticas são definidas como aquelas que possuem um impacto mais significativo na viabilidade socioeconômica do planejamento; de maneira geral, a recomendação é que sejam consideradas críticas as variáveis para as quais uma adição de 1% do seu valor inicial representa uma variação (absoluta) de mais de 1% no valor do  $\Delta VSPL$ . Por outro lado, cabe pontuar que, para valores do “ $\Delta VSPL$  inicial” próximos a 0, infere-se uma maior sensibilidade às variáveis consideradas críticas.

Isso exposto, tem-se que a análise de sensibilidade preconiza o emprego do conceito de sensibilidade. Assim, a elasticidade do  $\Delta VSPL$  em relação a uma variável  $X$  pode ser calculada pela Equação (35).

$$\varepsilon_x = \frac{\text{variação do } \Delta VSPL \text{ (em \%)}}{\text{variação de } X \text{ (em \%)}} \quad (35)$$

Ressalta-se que as variáveis empregadas na análise devem ser, de acordo com o guia do Ministério da Economia (BRASIL, 2021a), independentes entre si e o mais desagregadas possível. Caso contrário, isto é, se forem muito correlacionadas, os resultados obtidos podem provocar distorções. Recomenda-se, portanto, revisão, buscando isolar as variáveis independentes e isolar as interdependências.

## 4 SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS

Referente à proposição de simulação de cenários, esta é entendida como a possibilidade de modificar parâmetros e valores críticos ou simplificados, a fim de recalcular a aplicação e avaliar possibilidades de resultados tanto da análise econômico-financeira quanto da análise de custo-benefício.

Alguns parâmetros-chave são mais comumente exercitados, seja pelo grau de incerteza quanto ao seu valor ou pela importância que assumem nas análises propostas. Entre estes, destacam-se:

- **Tarifa:** o parâmetro tradicionalmente modificado na simulação de viabilidade econômico-financeira em investimentos de transporte. Em muitos casos, o valor da tarifa ao usuário pode ensejar políticas públicas de transporte, como através de subsídios (que reduzem o valor pago pelo usuário e/ou aumentam o valor pago ao operador).
- **Demanda:** a demanda, pelo grau de incerteza na estimativa e impacto na sustentabilidade financeira, costuma ser simulada em diferentes cenários (tendencial, otimista, pessimista). Tais cenários incorporam diretamente expectativas de desenvolvimento regional (crescimento da renda) e também mudanças estruturais na direção de um aumento na demanda relativa pelo modo ferroviário.
- **Taxa de desconto:** o fluxo de caixa simulado será descontado por essa taxa, nesse sentido, sua definição tem impactos diretos no resultado final da análise econômico-financeira.

Cada abordagem remonta a propostas de simulações diferentes. Enquanto na análise econômico-financeira o exercício é realizado através das variáveis listadas, na ACB a simulação visa entender o impacto daqueles parâmetros considerados mais críticos, através da análise de sensibilidade prevista no método. Além disso, a discussão de cenários alternativos e a opção por aquele mais provável permitem a tomada de decisão de políticas de transporte com maior assertividade e confiança.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relatório de metodologia se propõe a nortear a aplicação prática das análises econômico-financeira e de custo-benefício no contexto do investimento em transporte ferroviário de passageiros. Como estrutura, o relatório está dividido em dois capítulos centrais, cada um com uma abordagem de análise.

Inicialmente, abordou-se a análise econômico-financeira, que busca avaliar a viabilidade e a sustentabilidade financeira de um investimento ao longo de determinado período de tempo, no caso das propostas de ligações ferroviárias, 30 anos (de 2023 a 2053). Esse tipo de análise é fundamental para possibilitar um investimento caracterizado sobretudo pelo aporte requisitado de alto valor de recursos com maturação no longo prazo. Na sequência, buscando complementar a análise, propõe-se a abordagem de ACB, metodologia que avalia um investimento do ponto de vista do bem-estar para a sociedade. A ACB compara variáveis financeiras, com destaque para os custos e com variáveis que inicialmente não possuem preço de mercado, como benefícios indiretos e externalidades.

Assim, entende-se que ambas as abordagens possuem objetivos diferentes, mas podem atuar de modo complementar, especialmente com o objetivo de priorizar projetos de investimento. A análise econômico-financeira responde à avaliação do ponto de vista do empreendedor que tem interesse em realizar o investimento, enquanto a ACB pode justificar uma participação governamental no projeto, seja diretamente ou como um facilitador.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). **Anexo 2. Garantia de execução apresentada pela subconcessionária**. Brasília, DF: ANTT, 15 jun. 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/ferrovias/concessoes-ferroviarias/ferrovia-de-integracao-oeste-leste-fiol-trecho-1/anexo-de-subconcessao/anexo-2-garantia-de-execucao-apresentada-pela-subconcessionaria.pdf/view>. Acesso em: 27 out. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). **Manual de custos referenciais ferroviários: metodologia e conceitos**. 2. ed. Brasília, DF: ANTT, 2021a. V. 1. Disponível em: <https://portal.antt.gov.br/documents/359178/0c02d06d-d70f-8ba9-2fd8-3427c699f311>. Acesso em: 20 out. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). Projeto: Apoio à ANTT no desenvolvimento e implantação de novas funcionalidades no Sistema de Custos Operacionais Ferroviários e na ferramenta SisLog – Sistema Logístico de Transportes. Objeto 1: Apoio no desenvolvimento e implantação de novas funcionalidades no SICOF – Sistema de Custos Operacionais Ferroviários. **Manual de Cálculo de Custos Ferroviários: SICOF 2**. Florianópolis: LabTrans/UFSC, jan. 2015a. 107 p. [.pdf].

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). **Resolução nº 4.540, de 19 de dezembro de 2014**. Regulamenta as taxas de depreciação e de amortização anuais para os ativos no âmbito das concessões ferroviárias. (Redação dada pela Resolução 5946/2021/DG/ANTT/MI). Brasília, DF: ANTT, 19 dez. 2014. Disponível em: [https://anttlegis.antt.gov.br/action/ActionDatalegis.php?acao=detalharAto&tipo=RES&numeroAto=00004540&seqAto=000&valorAno=2014&orgao=DG/ANTT/MT&codTipo=&desItem=&desItemFim=&cod\\_menu=5408&cod\\_modulo=161&pesquisa=true](https://anttlegis.antt.gov.br/action/ActionDatalegis.php?acao=detalharAto&tipo=RES&numeroAto=00004540&seqAto=000&valorAno=2014&orgao=DG/ANTT/MT&codTipo=&desItem=&desItemFim=&cod_menu=5408&cod_modulo=161&pesquisa=true). Acesso em: 20 out. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). **Resolução nº 4.624, de 5 de março de 2015**. Regulamenta a contratação e manutenção de seguros no âmbito das concessões ferroviárias. Brasília, DF: ANTT, 2015b. Disponível em: [https://anttlegis.antt.gov.br/action/UrlPublicasAction.php?acao=abrirAtoPublico&num\\_ato=00004624&sgl\\_tipo=RES&sgl\\_orgao=DG/ANTT/MT&vlr\\_ano=2015&seq\\_ato=000](https://anttlegis.antt.gov.br/action/UrlPublicasAction.php?acao=abrirAtoPublico&num_ato=00004624&sgl_tipo=RES&sgl_orgao=DG/ANTT/MT&vlr_ano=2015&seq_ato=000). Acesso em: 20 out. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). **Resolução nº 5.974, de 21 de março de 2022**. Dispõe sobre o Transporte Ferroviário de Passageiros regulado pela Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT. Brasília: ANTT, 22 mar. 2022b. Disponível em: [https://anttlegis.antt.gov.br/action/ActionDatalegis.php?acao=abrirTextoAto&link=S&tipo=RES&numeroAto=00005974&seqAto=000&valorAno=2022&orgao=DG/ANTT/MI&cod\\_modulo=420&cod\\_menu=7796](https://anttlegis.antt.gov.br/action/ActionDatalegis.php?acao=abrirTextoAto&link=S&tipo=RES&numeroAto=00005974&seqAto=000&valorAno=2022&orgao=DG/ANTT/MI&cod_modulo=420&cod_menu=7796). Acesso em: 10 nov. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). **VOTO DWE**. Aprovação do relatório da Consulta Pública nº 02/2020 que trata da proposta de atualização do cálculo WACC regulatório (*regulatory weighted average cost of capital*), para aplicação em contratos de concessão ferroviária vigentes, conforme disposições da Resolução nº 5.337, de 10 de maio de 2017. Brasília, DF: ANTT, 1 fev. 2021b. Disponível em: <https://portal.antt.gov.br/documents/498202/0/Voto+DWE+007-2021.pdf/4a4956ea-bfcb-746e-8fb1-cfe73fb34260?t=1612189721937>. Acesso em: 27 out. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT): UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). Laboratório de Transportes e Logística (LabTrans). **Estudos e Pesquisas para Subsidiar o Aprimoramento do Arcabouço Regulatório do Transporte Ferroviário de Passageiros**. Produto 5: Modelo para o cálculo do valor do seguro de responsabilidade civil. Brasília: ANTT; Florianópolis: LabTrans/UFSC, ago. 2016. Disponível em: [https://portal.antt.gov.br/documents/359198/0/Relatorio\\_5.pdf](https://portal.antt.gov.br/documents/359198/0/Relatorio_5.pdf). Acesso em: 20 out. 2022.

ASSAF NETO, A. **Finanças Corporativas e valor**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). Condições de apoio à subconcessão do primeiro trecho da Ferrovia de Integração Oeste-Leste - FIOL 1. **BNDES**, Rio de Janeiro, [2020]. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/leiloes-infraestrutura/condicoes-de-apoio-a-subconcessao-do-primeiro-trecho-da-ferro-de-integracao-oeste-leste-fiol-1>. Acesso em: 28 out. 2022.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Exceções para os prazos totais e de carência - BNDES Finame**. Rio de Janeiro, [202-]a. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/finame-razos#:~:text=O%20prazo%20de%20car%C3%Aancia%20de,ap%C3%B3s%20a%20libera%C3%A7%C3%A3o%20dos%20recursos>. Acesso em: 3 nov. 2022.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Metodologia de cálculo da TLP**. Rio de Janeiro, [2022]. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/guia/custos-financeiros/metodologia-de-calculo-da-ttp>. Acesso em: 28 out. 2022.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Prazos e periodicidade de pagamento**. Rio de Janeiro, [202- ]b. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/guia/prazos-periodicidade-pagamento>. Acesso em: 3 nov. 2022.

BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria Especial de Produtividade e Competitividade (SEPEC). Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura (SDI). **Guia Geral de Análise Socioeconômica de Custo-Benefício de Projetos de Investimento em Infraestrutura**. [Brasília]: SDI: ME, out. 2021a. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/consultas-publicas/2020/arquivos/GuiaGeraldeAnliseSocioeconomicadeCustoBeneficio.pdf>. Acesso em: 18 out. 2022.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura (MInfra). **Audiência pública discute metodologia de cálculo do custo de capital regulatório para concessões ferroviárias**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/noticias/ultimas-noticias/audiencia-publica-discute-metodologia-de-calculo-do-custo-de-capital-regulatorio-para-concessoes-ferroviarias>. Acesso em: 28 out. 2022.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura (MInfra). Secretaria de Fomento, Planejamento e Parcerias. Departamento de Fomento e Desenvolvimento da Infraestrutura. Coordenação-Geral de Projetos dos Fundos de Infraestrutura. **Nota Técnica nº 74**. Brasília, DF: SEI/MInfra, 11 nov. 2021b. [.pdf].

BRASIL. Ministério da Infraestrutura (MInfra). Portaria nº 123, de 21 de agosto de 2020. Institui o Planejamento Integrado de Transportes, que contempla os subsistemas federais rodoviário, ferroviário, aquaviário e aeroviário, e as ligações viárias e logísticas entre esses subsistemas e desses com os sistemas de viação dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 ago. 2020a. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=515&pagina=28&data=24/08/2020>. Acesso em: 12 jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura (MInfra). Portaria nº 124, de 21 de agosto de 2020. Aprova o Regimento Interno do Ministério da Infraestrutura. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 ago. 2020b. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=24/08/2020&jornal=515&pagina=29&totalArquivos=167>. Acesso em: 3 nov. 2022.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura (MInfra). **Registro Nacional de Acidentes e Estatísticas de Trânsito**. RENAEST: Visão Geral. Brasília, DF, 13 out. 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/docs/renaest>. Acesso em: 25 out. 2022.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. Secretaria Nacional de Transportes Terrestres. **Decreto que institui, no âmbito da União, a Política de Transporte Ferroviário de Passageiros**. Minuta de decreto. Brasília, DF: SNTT, nov. 2022b. Disponível em: <https://www.gov.br/participamaisbrasil/politica-transporte-ferroviario-passageiros>. Acesso em: 14 nov. 2022.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Secretaria de Política Nacional de Transportes. **Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica, Financeira, Social e Ambiental do Sistema de Transporte Ferroviário de Passageiros de Interesse Regional, no Trecho: Capão do Leão (RS) – Pelotas (RS) – Rio Grande (RS)**. [Florianópolis]: LabTrans/UFSC, ago. 2013. 545 p. [.pdf].

BRASIL. Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil (MTPA). **Política Nacional de Transportes: Resumo Executivo**. Versão em português. Livro de Estado e Caderno das Estratégias Governamentais. Brasília: MTPA, 2018a. Disponível em: [https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/centrais-de-conteudo/resumo\\_executivo\\_pnt\\_portugues.pdf](https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/centrais-de-conteudo/resumo_executivo_pnt_portugues.pdf). Acesso em: 28 mar. 2022.

BRASIL. Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil (MTPA). Portaria nº 235, de 28 de março de 2018. Institui a Política Nacional de Transportes e estabelece princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos para o setor de transportes. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 29 mar. 2018b. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=515&pagina=264&data=29/03/2018>. Acesso em: 12 jun. 2022.

BRASIL. Presidência da República. **Lei Complementar nº 7, de 7 de setembro de 1970**. Institui o Programa de Integração Social, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1970. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lcp/lcp07.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp07.htm). Acesso em: 20 out. 2022.

BRASIL. Presidência da República. **Lei Complementar nº 87, de 13 de setembro de 1996**. Dispõe sobre o imposto dos Estados e do Distrito Federal sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação, e dá outras providências. (LEI KANDIR). Brasília, DF: Presidência da República, 1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lcp/lcp87.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp87.htm). Acesso em: 3 nov. 2022.

BRASIL. Presidência da República. **Lei Complementar nº 116, de 31 de julho de 2003**. Dispõe sobre o Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza, de competência dos Municípios e do Distrito Federal, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 31 jul. 2003a. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lcp/lcp116.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp116.htm). Acesso em: 19 out. 2022.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 7.689, de 15 de dezembro de 1988**. Institui contribuição social sobre o lucro das pessoas jurídicas e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l7689.htm#:~:text=LEI%20No%207.689%2C%20DE%2015%20DE%20DEZEMBRO%20DE%201988&text=a%20seguinte%20Lei%3A-,Art.,para%20o%20imposto%20de%20renda](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7689.htm#:~:text=LEI%20No%207.689%2C%20DE%2015%20DE%20DEZEMBRO%20DE%201988&text=a%20seguinte%20Lei%3A-,Art.,para%20o%20imposto%20de%20renda). Acesso em: 31 out. 2022.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 8.541, de 23 de dezembro de 1992**. Altera a legislação do Imposto de Renda e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1992. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8541.htm#:~:text=Sobre%20Rendas%20Vari%3%A1veis-,Art.,mercadorias%2C%20de%20futuros%20e%20assemelhadas](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8541.htm#:~:text=Sobre%20Rendas%20Vari%3%A1veis-,Art.,mercadorias%2C%20de%20futuros%20e%20assemelhadas). Acesso em: 31 out. 2022.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 9.715, de 25 de novembro de 1998**. Dispõe sobre as contribuições para os Programas de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público - PIS/PASEP, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1998. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9715.htm#:~:text=LEI%20N%20BA%209.715%2C%20DE%2025%20DE%20NOVEMBRO%20DE%201998.&text=Disp%3%B5e%20sobre%20as%20contribui%3%A7%C3%B5es%20para,PASEP%2C%20e%20d%C3%A1%20o%20utras%20provid%3AAncias](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9715.htm#:~:text=LEI%20N%20BA%209.715%2C%20DE%2025%20DE%20NOVEMBRO%20DE%201998.&text=Disp%3%B5e%20sobre%20as%20contribui%3%A7%C3%B5es%20para,PASEP%2C%20e%20d%C3%A1%20o%20utras%20provid%3AAncias). Acesso em: 19 out. 2022.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 10.833, de 29 de dezembro de 2003**. Legislação Tributária Federal e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2003b. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2003/l10.833.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.833.htm). Acesso em: 19 out. 2022.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021**. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Brasília, DF: Presidência da República, 10 jun. 2021c. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm). Acesso em: 10 nov. 2021.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 14.273, de 23 de dezembro de 2021**. Estabelece a Lei das Ferrovias; altera o Decreto-Lei nº 3.365, de 21 de junho de 1941, e as Leis nºs 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.636, de 15 de maio de 1998, 10.233, de 5 de junho de 2001, 10.257, de 10 de julho de 2001, 10.636, de 30 de dezembro de 2002, 12.815, de 5 de junho de 2013, 12.379, de 6 de janeiro de 2011, e 13.448, de 5 de junho de 2017; e revoga a Lei nº 5.917, de 10 de setembro de 1973. Brasília, DF: Presidência da República, 23 dez. 2021d. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2021/Lei/L14273.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Lei/L14273.htm). Acesso em: 10 nov. 2021

BRASIL. Presidência da República. Participa +Brasil. **Plano Setorial de Transportes Terrestres – PSTT**. Brasília, DF: Presidência da República, 2020c. Disponível em: <https://www.gov.br/participamaisbrasil/plano-setorial-de-transportes-terrestres-pstt>. Acesso em: 11 jul. 2022.

BRASIL. Receita Federal. Instrução Normativa RFB Nº 1700, de 14 de março de 2017. Dispõe sobre a determinação e o pagamento do imposto sobre a renda e da contribuição social sobre o lucro líquido das pessoas jurídicas e disciplina o tratamento tributário da Contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins no que se refere às alterações introduzidas pela Lei nº 12.973, de 13 de maio de 2014. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 23, 16 mar. 2017. Disponível em: <http://normas.receita.fazenda.gov.br/sijut2consulta/link.action?idAto=81268>. Acesso em: 1 nov. 2022.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal. **Ação Direta de Inconstitucionalidade nº 3142**. Relator: Ministro Dias Toffoli. Ação Direta de Inconstitucionalidade 3.142 Distrito Federal. Brasília, DF: STF, 5 ago. 2020d. Disponível em: <https://redir.stf.jus.br/paginadorpub/paginador.jsp?docTP=TP&docID=754064931>. Acesso em: 3 nov. 2022.

BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria Especial de Produtividade e Competitividade (SEPEC). Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura (SDI); INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Catálogo de Parâmetros**: Anexo do Guia Geral de Análise Socioeconômica de Custo-Benefício de Projetos de Investimento em Infraestrutura. [Brasília, DF]: SDI; Ipea, jul. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/produktividade-e-comercio-externo/pt-br/choque-de-investimento-privado/avaliacao-socioeconomica-de-custo-beneficio-1/catalogo-de-parametros.pdf>. Acesso em: 18 out. 2022.

COMITÊ DE PRONUNCIAMENTOS CONTÁBEIS (CPC). **INTERPRETAÇÃO TÉCNICA ICPC 01 (R1)**: Contratos de Concessão. Correlação às Normas Internacionais de Contabilidade – IFRIC 12 (BV2011 BB). [Brasília, DF]: CPC, 2011. Disponível em: [http://static.cpc.aatb.com.br/Documentos/66\\_ICPC\\_01\\_R1\\_rev%2013.pdf](http://static.cpc.aatb.com.br/Documentos/66_ICPC_01_R1_rev%2013.pdf). Acesso em: 20 out. 2022.

COMITÊ DE PRONUNCIAMENTOS CONTÁBEIS (CPC). **ORIENTAÇÃO OCPC 05**: Contratos de Concessão. [Brasília, DF]: CPC, 2010a. Disponível em: [http://static.cpc.aatb.com.br/Documentos/141\\_OCPC\\_05.pdf](http://static.cpc.aatb.com.br/Documentos/141_OCPC_05.pdf). Acesso em: 20 out. 2022.

COMITÊ DE PRONUNCIAMENTOS CONTÁBEIS (CPC). **PRONUNCIAMENTO TÉCNICO CPC 04 (R1)**: Ativo Intangível. Correlação às Normas Internacionais de Contabilidade IAS 38 (IASB – BV2010). [Brasília, DF]: CPC, 2010b. Disponível em: [http://static.cpc.aatb.com.br/Documentos/187\\_CPC\\_04\\_R1\\_rev%2014.pdf](http://static.cpc.aatb.com.br/Documentos/187_CPC_04_R1_rev%2014.pdf). Acesso em: 20 out. 2022.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **1º Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo**. Emissões no setor de energia: Subsetor de transportes – 1990 a 2008. São Paulo: CETESB, 2014. *E-book* (168 p.). Disponível em: [https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/wp-content/uploads/sites/34/2014/09/emissoes-no-setor-de-energia\\_Transportes.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/wp-content/uploads/sites/34/2014/09/emissoes-no-setor-de-energia_Transportes.pdf). Acesso em: 3 nov. 2022.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Emissões veiculares no Estado de São Paulo 2019**. São Paulo: CETESB, 2020. *E-book* (140 p.). Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2020/11/Relatorio-Emissoes-Veiculares-no-Estado-de-Sao-Paulo-2019.pdf>. Acesso em: 12 maio 2022.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Programa Estadual de Mudanças Climáticas do Estado de São Paulo. **Gases de Efeito Estufa**: Gases do Efeito Estufa e Fontes de Emissão. São Paulo, 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/gases-do-efeito-estufa/>. Acesso em: 12 maio 2022.

COMPANHIA BRASILEIRA DE TRENS URBANOS (CBTU). **Relatório de Gestão 2021**. Brasília: CBTU, 2021. Disponível em: <https://www.cbtu.gov.br/images/gaplo/gestaoanual/gestao2021.pdf>. Acesso em: 20 out. 2022.

COMPANHIA CEARENSE DE TRANSPORTES METROPOLITANOS (METROFOR). **Relatório de Sustentabilidade 2021**. Fortaleza: Metrofor, 2021. Disponível em: [https://www.metrofor.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2022/03/RELATORIO-DE-SUSTENTABILIDADE-2021-VERSAO-GOVERNO\\_FINAL.pdf](https://www.metrofor.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2022/03/RELATORIO-DE-SUSTENTABILIDADE-2021-VERSAO-GOVERNO_FINAL.pdf). Acesso em: 20 out. 2022.

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO (METRÔ). **RI 2021**: Relatório Integrado. São Paulo: Metrô, 2021. Disponível em: [https://transparencia.metrosp.com.br/sites/default/files/RELAT%C3%93RIO%20INTEGRADO%202021\\_0.pdf](https://transparencia.metrosp.com.br/sites/default/files/RELAT%C3%93RIO%20INTEGRADO%202021_0.pdf)



CONSELHO FEDERAL DE CONTABILIDADE (CFC). **Resolução CFC nº 1.136/08**. Aprova a NBC T 16.9: Depreciação, Amortização e Exaustão. Brasília: CFC, 21 nov. 2008. Disponível em: [https://www1.cfc.org.br/sisweb/SRE/docs/RES\\_1136.pdf](https://www1.cfc.org.br/sisweb/SRE/docs/RES_1136.pdf). Acesso em: 3 nov. 2022

CRESTANI, J. Seguro Garantia: Saiba tudo sobre essa modalidade de seguro. **Mutuus Seguros**, [s. l.], 4 maio 2020. Disponível em: <https://www.mutuus.net/blog/seguro-garantia-o-que-e/>. Acesso em: 28 out. 2022.

DELOITTE TOUCHE TOHMATSU AUDITORES INDEPENDENTES (DELOITTE). **Supervia Concessionária de Transporte Ferroviário S.A.** Demonstrações Financeiras Individuais e Consolidadas Referentes ao Exercício Findo em 31 de dezembro de 2020 e Relatório do Auditor Independente. Rio de Janeiro: Deloitte, c2021. Disponível em: [https://www.supervia.com.br/sites/default/files/2021rj005665\\_supervia\\_concessionaria\\_transp.\\_vf\\_0.pdf](https://www.supervia.com.br/sites/default/files/2021rj005665_supervia_concessionaria_transp._vf_0.pdf). Acesso em: 20 out. 2022.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **EB-Escopo Básico 01**. Estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental - EVTEA de empreendimento ferroviário. Brasília, DF, 7 abr. 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/ferrovias/instrucoes-e-procedimentos/procedimentos-para-elaboracao-de-evtea/escopo-basico-01.pdf/view>. Acesso em: 1 nov. 2022.

DUNN, R. **Diesel fuel quality and locomotive emissions in Canada**. Quebec: TDC, Apr. 2001. Disponível em: <https://cyclone.unbc.ca/412/lab1/LocomotiveEmissions.pdf>. Acesso em: 24 out. 2022.

EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA S.A. (EPL). Observatório Nacional de Transporte e Logística. Matrizes O/D. **Matrizes Origem-Destino – Pessoas 2017**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://ontl.epl.gov.br/planejamento/matrizes-o-d/>. Acesso em: 20 out. 2022.

EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA S.A. (EPL). Observatório Nacional de Transporte e Logística (ONTL). **Shapefiles**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <https://ontl.epl.gov.br/planejamento/shapefiles/>. Acesso em: 3 nov. 2022.

EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA S. A. (EPL). **Parâmetros de Custo-Benefício para projetos de infraestrutura de transportes**. Brasília, DF: EPL, 2019. Disponível em: [https://www.epl.gov.br/html/objects/\\_downloadblob.php?cod\\_blob=6469](https://www.epl.gov.br/html/objects/_downloadblob.php?cod_blob=6469). Acesso em: 10 maio 2022.

EMPRESA DE TRENS URBANOS DE PORTO ALEGRE S.A. (TRENURB). [**Demonstrações Financeiras 2021**]. Porto Alegre: Empresa Jornalística Caldas Júnior, 10 jun. 2022. Disponível em: [http://trensurb.gov.br/paginas/upload/files/DEMONSTRACOES\\_FINANCEIRAS\\_2021.pdf](http://trensurb.gov.br/paginas/upload/files/DEMONSTRACOES_FINANCEIRAS_2021.pdf). Acesso em: 20 out. 2022.

ESSEN *et al.* **Handbook on the external costs of transport**. Version 2019 - 1.1. Delft: European Commission, Jan. 2019. V. 1. *E-book*. Disponível em: <https://cedelft.eu/publications/handbook-on-the-external-costs-of-transport-version-2019/>. Acesso em: 13 abr. 2022.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA). **Emission Inventory Guidebook**: European Environment Agency. Copenhagen: EEA, 2005. Disponível em: [http://reports.eea.eu.int/EMEP\\_CORINAIR4/en](http://reports.eea.eu.int/EMEP_CORINAIR4/en). Acesso em: 24 out. 2022.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA). **Transport and environment report 2021: decarbonising road transport: the role of vehicles, fuels and transport demand – Decarbonising road transport — The role of vehicles, fuels and transport demand**. Luxembourg: EEA, 2022.

Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/publications/transport-and-environment-report-2021>. Acesso em: 15 out. 2022.

EUROSTAT. **HICP - annual data**: average index and rate of change. Luxembourg, 19 Oct. 2022. Disponível em: <https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>. Acesso em: 3 nov. 2022.

FEDERAL RAILWAY ADMINISTRATION (FRA). **3.01 - Accident Trends - Summary Statistics**. Washington, D.C., 2022a. Disponível em: <https://safetydata.fra.dot.gov/officeofsafety/publicsite/summary.aspx>. Acesso em: 19 out. 2022.

FEDERAL RAILROAD ADMINISTRATION (FRA). **Train Accidents by Cause**. Washington, D.C., 2022b. Disponível em: <https://railroads.dot.gov/accident-and-incident-reporting/train-accident-reports/train-accidents-cause>. Acesso em: 3 nov. 2022.

FEDERAL RESERVE BANK OF SAINT LOUIS (FED). **Market Yield on U.S. Treasury Securities at 20-Year Constant Maturity, Quoted on an Investment Basis**. St. Louis, 2022. Disponível em: <https://fred.stlouisfed.org/series/DGS20>. Acesso em: 4 nov. 2022.

FERRARI, T. K. *et al.* Estimativa do Valor da Vida Estatística e do Valor da Economia de Tempo em Viagens nas Rodovias Brasileiras com a Utilização de Pesquisa de Preferência Declarada. *In*: INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Texto para Discussão**. Brasília, DF, Rio de Janeiro: Ipea, dez. 2019. *E-book*. Disponível em: [https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9589/1/td\\_2533.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9589/1/td_2533.pdf). Acesso em: 10 maio 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Conheça Cidades e Estados do Brasil**. [Rio de Janeiro], c2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 14 out. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). **Censo Demográfico**: Tabela 1378 - População residente, por situação do domicílio, sexo e idade, segundo a condição no domicílio e compartilhamento da responsabilidade pelo domicílio. [Rio de Janeiro], 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1378>. Acesso em: 14 out. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). **Estimativas de População**: Tabela 6579 - População residente estimada. [Rio de Janeiro], 2022a. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6579>. Acesso em: 31 out. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI)**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9270-sistema-nacional-de-pesquisa-de-custos-e-indices-da-construcao-civil.html?=&t=destaques>. Acesso em: 13 jun. 2022.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). EMBI+ Risco-Brasil. Frequência: Diária de 29/04/1994 até 02/11/2022. **Ipeadata**, Brasília, DF, 3 nov. 2022. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/ExibeSerie.aspx?serid=40940&module=M>. Acesso em: 3 nov. 2022.

MACROTRENDS. **S&P 500 Historical Annual Returns**. [S. l.], c2022. Disponível em: <https://www.macrotrends.net/2526/sp-500-historical-annual-returns>. Acesso em: 19 out. 2022.

METROVIÁRIA DO RIO DE JANEIRO S.A. (METRÔRIO). **Demonstrações Financeiras Padronizadas**. Rio de Janeiro: Metrôrio, 31 dez. 2021. 94 p. Disponível em:



<https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/bd3db855-9f6e-4e32-83b7-672f92e2593b/38b295a7-0eee-71ea-91d9-975a983d371d?origin=1>. Acesso em: 20 out. 2022.

MIGUEL, D. A. A.; SOUZA, A. P. M. Avaliação Socioeconômica de Investimentos em Ferrovias de Carga: uma aplicação prática à Malha Paulista. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE DA ANPET, 33., 2019, Balneário Camboriú. **Anais [...]**. Balneário Camboriú: ANPET, nov. 2019. Disponível em:  
[http://www.anpet.org.br/anais/documentos/2019/Aspectos%20Econ%C3%B4micos%20Sociais%20Pol%C3%ADticos%20e%20Ambientais%20do%20Transporte/Gest%C3%A3o%20do%20Transporte%20Ferrovi%C3%A1rio%20e%20Hidrovi%C3%A1rio/3\\_143\\_AC.pdf](http://www.anpet.org.br/anais/documentos/2019/Aspectos%20Econ%C3%B4micos%20Sociais%20Pol%C3%ADticos%20e%20Ambientais%20do%20Transporte/Gest%C3%A3o%20do%20Transporte%20Ferrovi%C3%A1rio%20e%20Hidrovi%C3%A1rio/3_143_AC.pdf). Acesso em: 3 maio 2022.

MONTOLO, E. **Contabilidade Geral e Avançada**. São Paulo: Saraiva, 2018.

MOREIRA, R.; ALCÂNTARA, F. A.; SOUZA, A. A. de. **Influência dos Custos Operacionais na Formação de Preço do Serviço de Transporte Ferroviário de Cargas**. Belo Horizonte: NUCLETRANS, 2013. Disponível em:  
[https://www.anpet.org.br/ssat/interface/content/autor/trabalhos/publicacao/2013/335\\_AC.pdf](https://www.anpet.org.br/ssat/interface/content/autor/trabalhos/publicacao/2013/335_AC.pdf). Acesso em: 3 nov. 2022.

OPENROUTE SERVICE. **Data**. [S. l.], [2022]. Disponível em:  
<https://gis.science.github.io/openrouteservice/Data>. Acesso em: 20 out. 2022.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Glossary of Statistical Terms: Carbon Dioxide Equivalent**. [S. l.]: 4 Apr. 2013. Disponível em:  
<https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=285>. Acesso em: 3 nov. 2022.

ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Government at a Glance 2015**. [Paris]: OECD, 6 July 2015. Disponível em: [https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/gov\\_glance-2015-en.pdf?expires=1666271667&id=id&acname=ocid54025470&checksum=9057C9E509E92E959C25A250FC75D160](https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/gov_glance-2015-en.pdf?expires=1666271667&id=id&acname=ocid54025470&checksum=9057C9E509E92E959C25A250FC75D160). Acesso em: 18 out. 2022.

PARIS, P. K. S. *et al.* **Efeitos esperados da adoção da IFRIC 12 e ICPC 01**: estudo comparativo entre Brasil e Europa. RIC - Revista de Informação Contábil, Recife, v. 6, n. 1, p. 85-104, jun. 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/ricontabeis/article/view/7949>. Acesso em: 20 nov. 2022.

POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL (PRF). **Acidentes**. [Brasília, DF], 19 set. 2022. Disponível em:  
<https://www.gov.br/prf/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/dados-abertos-acidentes>. Acesso em: 18 out. 2022.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE COMPONENTES AUTOMOTORES (SINDIPEÇAS); ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS (ABIPEÇAS). **Relatório da Frota Circulante – edição 2021**. São Paulo: Sindipeças; Abipeças, fev. 2021. Disponível em:  
[https://www.sindipeças.org.br/sindinews/Economia/2021/RelatorioFrotaCirculante\\_Marco\\_2021.pdf](https://www.sindipeças.org.br/sindinews/Economia/2021/RelatorioFrotaCirculante_Marco_2021.pdf). Acesso em: 20 out. 2022.

SUPERINTENDÊNCIA DE SEGUROS PRIVADOS (SUSEP). **Resolução CNSP N° 219, de 2010**. Dispõe sobre o Seguro Obrigatório de Responsabilidade Civil do Transportador Rodoviário – Carga (RCTR-C). Rio de Janeiro: Susep, 2010. Disponível em:  
<https://www2.susep.gov.br/safe/scripts/bnweb/bnmapi.exe?router=upload/9191>. Acesso em: 10 nov. 2022.

UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **About Carbon Pricing**. Bonn, 2022a. Disponível em: <https://unfccc.int/about-us/regional-collaboration-centres/the-ciaca/about-carbon-pricing>. Acesso em: 18 out. 2022.

UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Common Metrics**. Bonn, 2022b. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/methods-for-climate-change-transparency/common-metrics>. Acesso em: 18 out. 2022.

UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Global warming potential values under the temporary measures**. Bonn, 2022c. Disponível em: [https://cdm.unfccc.int/Reference/CDM\\_note.html](https://cdm.unfccc.int/Reference/CDM_note.html). Acesso em: 18 out. 2022.

US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Understanding Global Warming Potentials**. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.epa.gov/ghgemissions/understanding-global-warming-potentials>. Acesso em: 9 out. 2022.

## LISTA DE FIGURA

Figura 1 – Evolução da composição ideal de capital.....	16
---	----

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Componentes do custo do capital próprio .....	17
Quadro 2 – Componentes do custo do capital de terceiros .....	18
Quadro 3 – Nível de intervenção em relação ao grau das condições dos trechos .....	35
Quadro 4 – Nível de intervenção em relação ao grau das condições dos trechos .....	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Taxa de depreciação anual (Receita Federal).....	22
Tabela 2 – Taxa de depreciação anual (ANTT).....	22
Tabela 3 – Tributos incidentes no transporte ferroviário de passageiros .....	25
Tabela 4 – Relação entre seguros e garantias e despesas totais da empresa MetrôRio .....	29
Tabela 5 – Levantamento de receitas acessórias no transporte metroviário brasileiro .....	32
Tabela 6 – Proposta metodológica para estimativa do percentual de receita acessória.....	33
Tabela 7 – Preço-sombra de materiais (Capex e Opex) .....	46
Tabela 8 – PSMO por região brasileira e nível de qualificação .....	47
Tabela 9 – Parâmetros para monetização dos custos operacionais rodoviários .....	48
Tabela 10 – Propensão a pagar classificada por características socioeconômicas em valores de 2021....	50
Tabela 11 – Custos marginais do ruído durante o dia do transporte rodoviário e ferroviário – em €-centavo (2021) por passageiro-km .....	53
Tabela 12 – Custo social do CO2 em R\$/kg .....	55
Tabela 13 – FEs dos GEE diretos para o modo rodoviário .....	58
Tabela 14 – Intensidade de uso de veiculos rodoviarios médios de passageiro .....	58
Tabela 15 – Fatores de emissão dos GEE diretos para o modo ferroviário .....	59
Tabela 16 – PAG e C-eq dos principais GEE do transporte terrestre .....	60
Tabela 17 – Índice rodoviário de sinistros por veículo-km .....	62
Tabela 18 – Índice rodoviário de sinistros por passageiro-km.....	63
Tabela 19 – Valor social de sinistros em transportes terrestres.....	64

## LISTA DE SIGLAS

ACB	Análise Custo-Benefício
ACBM	Análise Custo-Benefício Monetizado
ADI	Ação Direta de Inconstitucionalidade
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
ATV	Sistema de Controle de Bordo
B/C	Benefício-custo
BCB	Banco Central do Brasil
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
Capex	<i>Capital Expenditure</i>
CAPM	<i>Capital Asset Pricing Model</i>
CARTt	Custo de aquisição de material rodante para o trecho
CBTU	Companhia Brasileira de Trens Urbanos
CDESt	Custo de desapropriação
CEG	Comitê Estratégico de Governança
Cest	Custo de estações do trecho
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CG	Carga geral
CGECO	Coordenação Geral de Estudos e Cooperação Técnica
CMG	Custos Médios Gerenciais
COFIC	Custo de oficinas
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CPC	Comitê de Pronunciamentos Contábeis
CRCAPt	Custo de recapitação do trecho
CRCAPu	Custo unitário de recapitação do trecho
CRINFt	Custo de recuperação da infraestrutura do trecho
CRSUPt	Custo de recuperação da superestrutura do trecho

CRSUPu	Custo unitário de recuperação da superestrutura
CSCS	Custo de sistemas de controle e sinalização
CSLL	Contribuição Social Sobre o Lucro Líquido
DAP	Disposição a Pagar
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EEA	European Environment Agency
EFC	Estrada de Ferro Carajás
EFVM	Estrada de Ferro Vitória a Minas
EMBI	<i>Emerging Markets Bond Index Plus</i>
EPL	Empresa de Planejamento e Logística
EVTEA	Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental
EVTESAL	Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica, Financeira, Social e Ambiental
FC	Fator de conversão
FE	Fator de emissão
FGTS	Fundo de Garantia por Tempo de Serviço
FINAME	Agência Especial de Financiamento Industrial
FIOL	Ferrovias de Integração Oeste-Leste
GEE	Gases do Efeito Estufa
GL	Granel líquido
GNSA	Granel sólido não agrícola
GSA	Granel sólido agrícola
GWP	<i>Global Warming Potential</i>
IASB	International Accounting Standards Board
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICDS	índice de cobertura do serviço da dívida
ICMS	Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal de Comunicações

---

ICP	Interpretação Técnica
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
Ipea	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPRJ	Importo de Renda da Pessoa Jurídica
ISSQN	Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza
Metrô	Companhia do Metropolitano de São Paulo
Metrofor	Companhia Cearense de Transportes Metropolitanos
MetrôRio	Metroviária do Rio de Janeiro S.A.
MInfra	Ministério da Infraestrutura
MTPA	Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil
MTur	Ministério do Turismo
NCM	Nomenclatura Comum do Mercosul
NTN-B	Nota do Tesouro Nacional tipo B
OCPC	Orientações Técnicas
O/D	Origem/destino
Opex	<i>Operational Expenditure</i>
PAF	Programa de Autorizações Ferroviárias
PASEP	Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PDTFP	Plano de Desenvolvimento do transporte Ferroviário de Passageiros
PGP	Plano Geral de Parcerias
PIB	Produto Interno Bruto
PIS	Programa de Integração Social
PIT	Planejamento Integrado de Transportes
PNL 2035	Plano Nacional de Logística 2035
PNT	Política Nacional de Transportes
PP	Ponto Percentual
PPC	Paridade do Poder de Compra

---

PRF	Polícia Rodoviária Federal
PS	Planos Setoriais
PSMO	preço-sombra de mão de obra
PSTT	Plano Setorial de Transportes Terrestres
RCG	Responsabilidade civil geral
RCTF-C	Responsabilidade civil do transportador ferroviário - cargas
RE	Riscos de engenharia
REIDI	Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura
RFB	Receita Federal do Brasil
RO	Riscos operacionais
SDI	Secretaria de desenvolvimento da Infraestrutura
S&P 500	<i>Standard&amp;Poor's 500</i>
SEI	Sistema Eletrônico de Informações
SELIC	Sistema Especial de Liquidação e Custódia
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
Sindipeças	Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores
SM	Salário Mínimo
SNTT	Secretaria Nacional de Transportes Terrestres
STF	Supremo Tribunal Federal
SuperVia	Supervia Concessionaria de Transportes Ferroviários S.A.
TED	Termo de Execução Descentralizada
TFP	Transporte Ferroviário de Passageiros
TIR	Taxa Interna de Retorno
TJLP	Taxa de Juros de Longo Prazo
TLP	Taxa de Longo Prazo
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
TRE	Taxa de Retorno Econômica

---

Trensurb	Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre S/A
UE	União Europeia
UF	Unidade Federativa
UNFCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UTP	Unidade Territorial de Planejamento
VAE	Valor Anual Equivalente
Valec	Valec Engenharia, Construções e Ferrovias S/A
VEV	Valor Estatístico da Vida
VOC	<i>Vehicle operating costs</i>
VPL	Valor Presente Líquido
VSPL	Valor Social Presente Líquido Comparativo
VTTS	<i>Value of Travel Time Savings</i>
WACC	<i>Weighted Average Capital Cost</i>



