

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA**



Guilherme da Rocha Dahrug

Análise e Implantação de Projetos de Transporte no Brasil

Trabalho de Graduação  
2015

**Engenharia Civil**  
**Aeronáutica**

Guilherme da Rocha Dahrug

# **Análise e Implantação de Projetos de Transporte no Brasil**

Orientador

Prof. Ph.D. Alessandro V. Marques de Oliveira (ITA)

**Engenharia Civil Aeronáutica**

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

2015

## **Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

### **Divisão de Informação e Documentação**

Dahrug, Guilherme da Rocha

Análise e Implantação de Projetos de Transporte no Brasil / Guilherme da Rocha Dahrug.  
São José dos Campos, 2015.

78f

Trabalho de Graduação – Divisão de Engenharia Civil – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2015.  
Orientador: Prof. Ph.D. Alessandro Vinícius Marques de Oliveira

1. Avaliação econômica. 2. Projeto de Transporte. 3. Modelo de contratação. 4. CBA.  
I. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. II. Título

## **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

DAHRUG, Guilherme da Rocha. **Análise e implantação de projetos de transporte no Brasil.** 2015. 78f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

## **CESSÃO DE DIREITOS**

NOME DO AUTOR: Guilherme da Rocha Dahrug

TÍTULO DO TRABALHO: Análise e implantação de projetos de transporte no Brasil

TIPO DO TRABALHO/ANO: Graduação / 2015

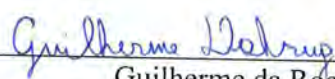
É concedida ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica permissão para reproduzir cópias deste trabalho de graduação e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem a autorização do autor.

---

Guilherme da Rocha Dahrug  
Pça Mal-do-Ar Eduardo Gomes, 50 – Vl. Acácias  
12228-900 – São José dos Campos - SP

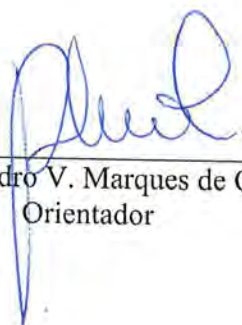
## **Análise e Implantação de Projetos de Transporte no Brasil**

Essa publicação foi aceita como Relatório Final de Trabalho de Graduação



---

Guilherme da Rocha Dahrug  
Autor



---

Prof. Ph.D Alessandro V. Marques de Oliveira (ITA)  
Orientador



---

Prof. Dr. Eliseu Lucena Neto  
Coordenador do Curso de Engenharia Civil Aeronáutica

São José dos Campos, 03 de dezembro de 2015

## **Agradecimentos**

Gostaria de agradecer a todos que contribuíram de alguma forma com a minha trajetória.

Em primeiro lugar agradeço aos meus pais por todo apoio e educação que me deram, formando a base do que sou hoje.

Agradeço também aos meus irmãos pela amizade, pelas risadas e por amadurecerem junto comigo.

Agradeço aos professores do meu colégio, que me incentivaram e me deram a base para que eu chegasse ao ITA, e aos amigos que lá conheci, que tornaram esse período tão incrível e me acompanham até hoje.

Agradeço aos grupos que me acolheram no ITA e foram fundamentais para superar as dificuldades e para que eu crescesse, em especial os amigos da vila, do Ruma, da Civil, da ITA Júnior e da Atlética.

Agradeço também aos professores da Civil, por toda a paciência e comprometimento. Em especial ao Alessandro, Eliseu e CJ, que me ajudaram nos meus momentos mais difíceis no curso, e ao Marcelo, por todo o carinho demonstrado para com a nossa turma.

Preciso agradecer também, àqueles que trabalharam comigo durante o meu estágio na Strategy&, onde iniciou o meu interesse pelo assunto e onde conheci o caso aqui apresentado: Alexandre Teixeira, Artur de Mendonça e Carlos Gondim.

Por fim agradeço também à minha namorada, Fabiana, que mudou a minha vida e que me apoiou ao longo da confecção desse trabalho.

## **Resumo**

O Brasil ainda é um país muito carente em infraestrutura, obtendo a 120ª colocação no quesito em avaliação do Fórum Econômico Mundial com 144 países envolvidos, e apesar dos recentes esforços em reverter esse cenário, o contexto nacional é de escassez de recursos para investimento. O BNDES, que foi o principal financiador nos últimos anos, está sendo obrigado a reduzir seus investimentos e muitas concessões de projeto no país não vem encontrando interessados. Dentro desse contexto, é fundamental que o país seja capaz de avaliar com eficiência os benefícios potenciais de cada projeto e garanta uma alocação ótima dos recursos, mas apesar disso não há uma norma para a avaliação econômica de projetos de transporte e faltam até mesmo guias alinhados com as principais práticas internacionais.

O presente trabalho busca apresentar as principais metodologias utilizadas em avaliações de projeto de transporte e estudar as opções de contratação no contexto brasileiro. Essas metodologias foram aplicadas em um caso real no Brasil, analisando o problema tanto do ponto de vista do setor público quando do privado, e analisando ainda as melhores opções de contratação e implementação desse projeto.

## **Abstract**

Brazil is a country that still has a very poor infrastructure, being ranked 120<sup>a</sup> out of 144 countries in this aspect according to an evaluation carried out by the World Economic Forum, and despite the recent efforts to revert this scenario, the national context is one of lack of resources for investments. The BNDES, which was the main financier throughout recent years, is being obligated to reduce its investments and, at the same time, a lot of project concessions in the country are not finding investors. In this context, it's essential for the country to be able to efficiently evaluate the potential benefits of each project in order to guarantee a good allocation of resources. However, there's no clear pattern for an economic evaluation of transport projects and there's even a shortage of guides aligned with the main international practices.

This paper intends to present the principal methodologies used in evaluations of transport and to study the options of hiring these projects in the brazilian context. These methodologies have been applied to a real case in Brazil, analysing the problem both from the public and private points of view, while also analysing the best options to hire and implement this project.

## Lista de Figuras

Figura 1: Esquema da comparação de equilíbrios envolvida na avaliação de projetos.....	15
Figura 2: Variação de prazos e custos – Projetos tradicionais vs PPPs.....	30
Figura 3: Variações de prazos e custos – Projetos tradicionais vs PPPs. ....	30
Figura 4: Riscos para o setor público na implementação de PPPs. ....	32
Figura 5: Fontes de financiamento do investimento na indústria e infraestrutura no Brasil. ....	34
Figura 6: Região Metropolitana de Florianópolis .....	39
Figura 7: Indicadores de mobilidade para a RMF – Previsão LOGIT .....	40
Figura 8: Estruturação de sistema troncal para a RMF .....	41
Figura 9: Estruturação de sistema troncal para a RMF .....	41
Figura 10: Obras viárias analisadas para a RMF.....	43
Figura 11: Obras viárias analisadas para a RMF.....	44
Figura 12: Processo de avaliação do caso. ....	44
Figura 13: Elementos da avaliação econômica. ....	57
Figura 14: Resultado econômico da implantação do BRT. ....	58
Figura 15: Resultado econômico da implantação do BRT+VLT. ....	58
Figura 16: Resultado econômico da implantação do BRT+Monotrilho.....	59
Figura 17: Critérios de análise da análise multicritério e seus respectivos pesos. ....	63
Figura 18: Critérios de análise da análise multicritério e seus respectivos pesos. ....	66
Figura 19: Critérios de análise da análise multicritério e seus respectivos pesos. ....	69
Figura 20: VPL econômico – Recomendação completa. ....	72



## Lista de Tabelas

Tabela 1: Impactos de um projeto de transporte e sua classificação segundo sua monetização. ....	19
Tabela 2: Comparação entre frameworks de avaliação econômica em diferentes países desenvolvidos. .....	24
Tabela 3: Impactos monetizados na análise econômica em diferentes países desenvolvidos. ....	24
Tabela 4: Formas de investimento público e suas características. ....	27
Tabela 5: Objetivos ao envolver o setor privado em obras de infraestrutura. ....	28
Tabela 6: Condições de financiamento do BNDES para projetos de infraestrutura de até R\$20 milhoes. .....	35
Tabela 7: Condições de financiamento do BNDES para projetos rodoviários, aeroportuários e portuários acima de R\$20 milhoes. ....	35
Tabela 8: Condições de financiamento do BNDES para projetos ferroviários acima de R\$20 milhoes. .....	35
Tabela 9: Condições de financiamento do BNDES para projetos hidroviários acima de R\$20 milhoes. .....	36
Tabela 10: Valores mais recentes de TJLP. ....	36
Tabela 11: Formas de investimento público e suas características. ....	37
Tabela 12: Custo de aquisição – Ônibus convencionais e ônibus BRT .....	47
Tabela 13: Parâmetros para determinação das áreas de garagem. ....	48
Tabela 14 – Custo Unitário Básico (CUB) da Construção Civil – Sul. ....	48
Tabela 15 – Custos de Equipamentos e ITS. ....	48
Tabela 16 – Parâmetros para Determinação de Investimentos de Capital - BRT .....	48
Tabela 17 – Custos de Projeto, Estudos Ambientais e Gerenciamento da Obra – BRT .....	49
Tabela 18 – Custo do Material Rodante – VLT .....	49
Tabela 19 – Custos de Sistemas e Outros – VLT. ....	49
Tabela 20 – Custos Estações, Terminais e Estacionamento – VLT .....	50
Tabela 21 – Custos de Serviços Iniciais – Monotrilho. ....	50
Tabela 22 – Custos do Material Rodante – Monotrilho .....	51
Tabela 23 – Custos da Obra Civil – Monotrilho .....	51
Tabela 24 – Track Switches e Equipamentos de Pátio – Monotrilho. ....	51
Tabela 25 – Custos dos Sistemas – Monotrilho .....	52
Tabela 26 – Custos de operação – Ônibus comum e BRT – Custos em R\$/km rodado .....	55
Tabela 27 – Custos de operação – Ônibus comum e BRT – Custos em R\$/ônibus/ano .....	55
Tabela 28 – Custos de operação – VLT .....	55
Tabela 29 – Resumo dos Custos Ambientais / km rodado. ....	56
Tabela 30 – Parâmetros de Custos com Acidentes por pax*km. ....	57
Tabela 31 – Resultado da análise financeira .....	61
Tabela 32 – Notas Finais da Avaliação Multicritério. ....	64
Tabela 33 – Comparação dos modelos de remuneração .....	70

## **Lista de Abreviaturas e siglas**

**BCR:** Benefit-Cost Ratio

**CBA:** Cost-Benefit Analysis

**CEA:** Cost-Effectiveness Analysis

**FYRR:** First Year Return Rate

**IRR:** Internal Rate of Return

**MCA:** Multi-Criteria Analysis

**NPV:** Net Present Value

**RMF:** Região Metropolitana de Florianópolis

**VPL:** Valor Presente Líquido

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
1.1	Motivação	13
1.2	Objetivos	13
1.3	Definição de projetos de transporte	14
1.4	Determinação dos efeitos de um projeto	14
1.5	Análise econômica vs análise financeira	16
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>18</b>
2.1	Métodos de Avaliação Econômica	18
2.1.1	Análise CEA	18
2.1.2	Análise CBA	18
2.1.3	Análise MCA	21
2.2	A avaliação de projetos em países desenvolvidos	22
2.2.1	EUA	22
2.2.2	Alemanha	23
2.2.3	Nova Zelândia	23
2.2.4	Suécia	23
2.2.5	Visão geral	24
<b>3</b>	<b>MODELOS DE CONTRATAÇÃO E FINANCIAMENTO</b>	<b>26</b>
3.1	Envolvimento do Setor Privado	26
3.1.1	Parceria Público-Privada	28
3.1.2	Especificações de Contrato	31
3.2	Financiamento do projeto	34
3.2.1	BNDES	34
3.2.2	Bancos Multilaterais de Fomento	36
3.2.3	Debêntures de Infraestrutura	37
<b>4</b>	<b>ESTUDO DE CASO</b>	<b>39</b>
4.1	Formulação do problema	39
4.2	Estruturação da análise	44
4.3	Seleção de modal para o troncal	46
4.3.1	Análise Econômica	46
4.3.2	Análise Financeira	59

4.3.3	Análise Multicritério.....	61
4.4	Avaliação das propostas complementares.....	64
4.4.1	Gestão de demanda .....	65
4.4.2	Expansão viária.....	65
4.4.3	Desenvolvimento orientado.....	65
4.4.4	Transporte aquaviário .....	66
4.4.5	Modelo tarifário alternativo.....	66
4.5	Análise do modelo de contratação .....	67
4.6	Recomendação final .....	71
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>73</b>
5.1	Conclusão .....	73
5.2	Trabalhos Futuros.....	73
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>74</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Motivação

O Brasil ainda é um país muito carente em infraestrutura, e os recursos disponíveis para investimento são escassos, dentro desse contexto, é fundamental que os recursos sejam alocados da melhor maneira possível, e para tal, é necessário ter uma metodologia consolidada e coerente para a avaliação desses projetos.

Como apontado em [1], não há no Brasil nenhum manual de caráter normativo para avaliações de projeto, apenas manuais de orientação, e esses documentos, apesar de serem satisfatórios em relação a aspectos de engenharia e tráfego, são pouco detalhados e específicos no que se refere às rotinas de uma avaliação econômica, e nem mesmo deixam claras as diferenças entre as avaliações financeiras e econômica de projetos

Como consequência da falta de norma e da falta de instrução, os métodos utilizados no Brasil são versões simplificadas das metodologias utilizadas nos EUA e Europa, e não há padronização em relação ao tipo de análise utilizada e nem de quais externalidades devem ser avaliadas e de que maneira. Além disso, não há evidências de que a avaliação econômica está sendo usada como instrumento para a escolha de projetos prioritários.

Dentre as etapas que envolvem um projeto de transporte, aquela que foi percebida como a mais deficitária no país foi a avaliação econômica, mas apesar disso, o trabalho se propôs também a analisar os canais de financiamento e os métodos de contratação de obras. Essas análises foram consideradas importantes por conta do contexto econômico atual, de grande escassez de recursos do governo, e também por conta de mudanças recentes nas leis de PPP no Brasil, criando novas possibilidades para a contratação das obras.

## 1.2 Objetivos

Esse trabalho se propõe a analisar diferentes etapas de um projeto de transporte: sua avaliação econômica, seu modelo de financiamento e seu modelo de contratação, e por fim analisar os três aspectos em um estudo de caso.

Para a análise econômica, objetiva-se levantar as melhores práticas utilizadas em outros países e comparar os manuais de diferentes países desenvolvidos, com normas consolidadas nesse âmbito.

Para a análise de opções de financiamento serão comparadas as condições dos principais canais que vem financiando obras no país no passado recente: bancos de fomento, BNDES e debêntures de infraestrutura.

A análise de modelo de contratação terá como enfoque a comparação entre o desempenho de obras e de operação de projetos com e sem a participação de um ente privado.

Por fim, o estudo de caso tem como intuito aplicar o que foi levantado nessas três áreas e realizar uma avaliação econômica para comparar diferentes opções de projeto para um caso real e complexo, utilizando as técnicas levantadas e o rigor necessário, e concluir com uma recomendação de financiamento e contratação juntando os aspectos levantados na pesquisa e o contexto econômico brasileiro.

### **1.3 Definição de projetos de transporte**

Projetos de transporte afetam o funcionamento de um mercado ao construir ou modificar uma infraestrutura. Como exemplos clássicos podemos apontar a construção de novas estradas, a implementação de uma linha de metrô ou a expansão de um aeroporto.

De acordo com [2], um projeto de transporte pode ser definido como uma intervenção em um mercado de transportes que altera o equilíbrio que seria atingido nesse mercado e no resto da economia caso não houvesse nenhuma intervenção.

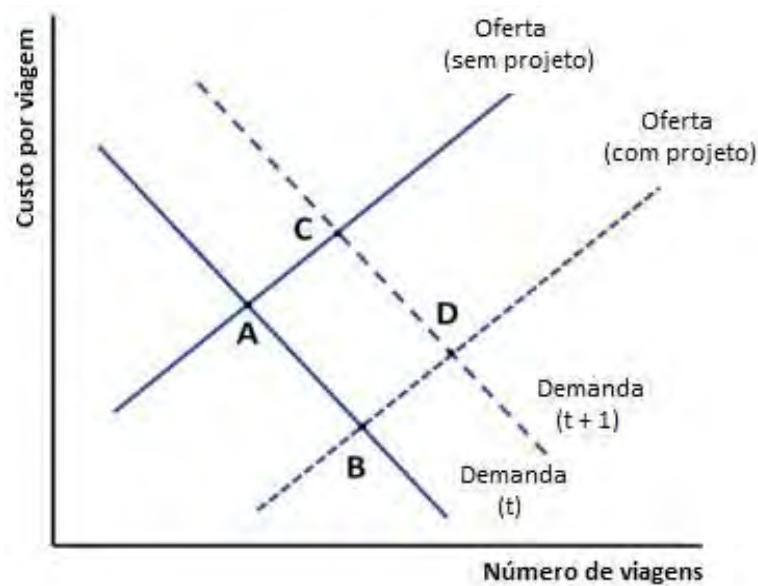
### **1.4 Determinação dos efeitos de um projeto**

O equilíbrio de um mercado de transportes normalmente é descrito como o total de viagens (ou o número de passageiros/bens transportados) durante um período e o preço pago pelos usuários. Esse preço inclui não apenas o valor monetário, mas também o valor do tempo de viagem e a monetização da desutilidade (desconforto, acidentes, perda de bagagens, etc.).

Objetiva-se que a avaliação considere o máximo de componentes do bem-estar social que são alterados por conta do projeto.

Como projetos de transporte, de maneira geral, tem efeitos que duram por vários anos, é fundamental que essa comparação seja feita por um longo período de tempo (se possível, por todo o período em que se perceba alterações por conta da obra), considerando alterações que deveriam ocorrer no mercado mesmo que nenhuma obra fosse feita.

A figura abaixo ilustra os conceitos apresentados:



**Figura 1: Esquema da comparação de equilíbrios envolvida na avaliação de projetos.**

Nessa representação do mercado, a função demanda segue a relação negativa entre o número de viagens e o custo generalizado destas (que inclui não apenas o custo monetário, como explicado anteriormente), e foi considerado que ela deve ser maior em um tempo  $(t + 1)$  por conta de fatores como aumento da população e aumento da renda. A função da oferta é crescente, já que, por exemplo, com um número maior de viagens cria-se um congestionamento, aumentando o tempo de viagem, o desconforto e conseqüentemente o custo generalizado, que na definição apresentada engloba esses valores.

O ponto A mostra o equilíbrio do mercado no período  $t$ , enquanto o ponto B aponta qual seria o equilíbrio caso, nesse período  $t$ , um projeto fosse realizado e aumentasse essa demanda, com isso, os benefícios e custos desse projeto no período  $t$  podem ser obtidos

comparando os equilíbrios A e B, mas essa medição não é suficiente para a avaliação, pois não se pode ignorar as alterações que já ocorreriam nesse mercado sem que nada fosse feito.

O ponto C demonstra o equilíbrio desse mercado em um período ( $t + 1$ ) sem a existência de projeto, enquanto o ponto D indica o equilíbrio nesse período com o projeto, de modo que os efeitos do projeto no período ( $t + 1$ ) são representados pela comparação entre os equilíbrios C e D.

O mesmo procedimento deve ser repetido por todo o período em que a obra será analisada, de modo a determinar os impactos do projeto em cada período, até que as consequências da intervenção deixem de influenciar o mercado ou até que acabe o período no qual a avaliação se propôs a analisar a obra.

O impacto de uma obra de transporte não se resume apenas aos efeitos diretos observados em seu mercado. Existem também efeitos indiretos em mercados secundários que possuam característica complementar ou substitutiva em relação a obra, além de afetar atividades econômicas que usam o transporte em sua cadeia de produção.

Em muitos casos, os efeitos indiretos podem ser ignorados caso o mercado secundário afetado opere competitivamente, ou caso, mesmo com distorções, a magnitude desses efeitos seja pequena comparada aos impactos diretos da obra.

Existem ainda fatores econômicos adicionais que podem ser trazidos pela obra, como por exemplo, um aumento na capacidade de atrair investimentos na região. Esses efeitos adicionais são difíceis de serem mensurados, e por conta disso não há consenso na literatura sobre como eles devem ser abordados, mas no caso de obras pequenas eles normalmente são ignorados.

Uma grande preocupação para a qual deve-se atentar avaliando um projeto de grande porte é não contar mais de uma vez o mesmo benefício ou custo, portanto se mudanças no serviço de transporte tem impacto em um outro mercado competitivo que utiliza esse serviço como input, esse efeito não deve ser analisado, pois se os dados de ambos os mercados estão completos, esse benefício já aparecerá na análise do mercado de transporte.

## **1.5 Análise econômica vs análise financeira**



A avaliação de projetos de transporte tem como base a comparação de benefícios e custos gerados ao longo do tempo. Do ponto de vista do agente que opera o projeto, só é relevante considerar as receitas e custos gerados, caracterizando uma análise financeira, porém, do ponto de vista da sociedade e do setor público, a comparação deve incluir todos os benefícios e custos sociais (como economia de tempo, redução de acidentes, redução de poluição, etc.) de todos os agentes afetados pelo projeto, ainda que indiretamente, resultando na análise econômica.

Em linhas gerais, a análise econômica busca responder se o projeto deve ser realizado do ponto de vista da sociedade, e se ele contribuirá para a melhoria da vida da população, enquanto a análise financeira busca avaliar a viabilidade financeira do projeto e a sua capacidade de atrair o interesse do setor privado.

As duas análises são complementares e fundamentais para analisar a viabilidade do projeto e interligadas para determinar a política de precificação e para envolver o setor privado na construção e/ou operação da obra.

Apesar de ambas as análises serem fundamentais, esse trabalho terá como foco a análise econômica, já que ela é formada por diversos componentes, quantitativos e qualitativos, e portanto muito mais complexa do que a análise financeira, que se resume a um estudo de receitas e custos.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Segundo [3], existem três principais técnicas para a avaliação econômica de projetos de transporte. Apesar das técnicas já serem conhecidas e utilizadas em vários países, elas são apenas guias gerais de que caminho a avaliação deve seguir, e existem diversas divergências quanto aos fatores e valores que devem ser considerados.

Essa seção do trabalho tem como objetivo levantar essas técnicas e analisar as diferenças entre as aplicações destas em diferentes países.

### **2.1 Métodos de Avaliação Econômica**

#### **2.1.1 Análise CEA**

A análise CEA (Cost-Effectiveness Analysis) é relativamente simples e limitada, e portanto não é muito utilizada [4], mas é útil para simplificar a análise de projetos que tenham um único objetivo e cujos benefícios sejam difíceis de mensurar monetariamente.

Nessa análise, todos os custos relevantes são convertidos para uma unidade monetária comparável, enquanto que os benefícios não são monetizados, mas são medidos quantitativamente. Essa análise tem como foco um único benefício (como número de pessoas ou de empresas atendidas no projeto) e se resume a uma comparação entre a razão benefício/custo entre os projetos concorrentes.

Uma das limitações dessa metodologia, é que permitem a análise de apenas um benefício, servindo então apenas para projetos nos quais há apenas um objetivo, ou um objetivo que se sobreponha muito em relação aos outros. Outra limitação é que essa metodologia permite apenas a comparação entre projetos, sem ajudar na decisão investir/não investir [5].

#### **2.1.2 Análise CBA**

A análise CBA (Cost-Benefit Analysis) é definida por [6] como “uma análise que quantifica em termos monetários tanto custos e benefícios de uma proposta quanto forem

possível, incluindo itens para os quais o mercado não possui uma medida satisfatória de valor econômico”, ou seja, a análise CBA busca apresentar todos os impactos de um projeto em termos monetários.

O grande desafio na implementação de uma análise CBA de qualidade é que muitos impactos são difíceis de serem medidos, e é necessário entender quais são relevantes ao projeto em questão e de que forma abordá-los. A Tabela 1: Impactos de um projeto de transporte e sua classificação segundo sua monetização., elaborada por [7], levanta os impactos tipicamente encontrados em projetos de transporte, separados em três categorias:

- Impactos que podem ser monetizados e apresentados na avaliação de projetos;
- Impactos que podem ser monetizados, mas que não costumam ser contabilizados pois sua metodologia de cálculo são consideradas menos robustas;
- Impactos que atualmente são impraticáveis de se monetizar.

**Tabela 1: Impactos de um projeto de transporte e sua classificação segundo sua monetização.**

Categoria do impacto	Impactos tipicamente monetizados	Impactos que podem se monetizados mas que não costumam ser contabilizados	Impactos que atualmente são impraticáveis de monetizar
Economia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tempo de viagem de usuários a trabalho</li> <li>• Novos usuários a trabalho</li> <li>• Prestadores de serviço (incluindo receita)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atração de novos investimentos para a região</li> <li>• Regeneração</li> </ul>	
Meio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Barulho</li> <li>• Qualidade do ar</li> <li>• Efeito estufa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paisagem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aparência da cidade</li> <li>• Biodiversidade</li> </ul>
Social	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Novos usuários a passeio</li> <li>• Tempo de viagem usuários a passeio</li> <li>• Acidentes</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Segurança</li> <li>• Acesso aos serviços</li> <li>• Acessibilidade</li> <li>• Segregação</li> </ul>

Categoria do impacto	Impactos tipicamente monetizados	Impactos que podem se monetizados mas que não costumam ser contabilizados	Impactos que atualmente são impraticáveis de monetizar
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conforto da jornada</li> <li>• Atividade física</li> </ul>		
Contas públicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custo da implantação e operação do projeto</li> <li>• Receita indireta com impostos</li> </ul>		

Em linhas gerais, a rotina de avaliação CBA baseia-se na comparação entre dois cenários: com obra e sem obra, comparando-os em um período de avaliação pré determinado.

Os valores da obra podem ser calculados de três maneiras, sem que haja consenso sobre qual é a mais correta, mas é necessário manter a consistência ao longo da análise:

- Preço de mercado: O preço em que um bem se encontra no mercado;
- Custo de fatores: Custo de produção, não inclui impostos pago ao governo, já que não são diretamente envolvidos no processo de produção;
- Custo percebido: O valor de um bem ou serviço na visão do consumidor.

É fundamental também que os valores sejam transformados em seus preços reais, contabilizando a inflação e trazendo custos e benefícios futuros para valor presente.

Após todos os custos e benefícios da obra ao longo de tempo serem contabilizados, existem algumas opções de parâmetro para comparar o desempenho e/ou analisar a viabilidade dos projetos, como mostrado em [8]:

- NPV (Net Present Value):

$$NPV = \sum [(B_i - C_i) * DF_i]$$

Em que:

NPV é o valor presente líquido.

$B_i$  é o benefício no ano  $i$ .

$C_i$  é o custo no ano  $i$ .

$DF_i$  é o fator de desconto, calculado a partir da taxa de desconto escolhida segundo:

$$DF_i = \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{DR}{100}\right)\right]^N}$$

Em que N é a diferença entre o ano i e o ano do desconto.

- **IRR (Internal Rate of Return):** É a taxa de desconto que igualaria o valor presente dos benefícios ao custo. Se esse valor for maior do que a taxa de desconto pretendida inicialmente, o projeto é viável.
- **FYRR (First Year Rate of Return):** Esse valor é obtido dividindo o benefício do primeiro ano pela soma de custo da obra (corrigida pela taxa de desconto) e expressado como porcentagem. Se o FYRR é maior do que a taxa de desconto planejada, o projeto é viável, e se for menor, porém com NPV positivo, a data de início deve ser adiada para obter-se um FYRR maior que a taxa de desconto.

$$FYRR = \frac{B_1}{C_a(1 + DR)^2 + C_b\left(1 + \frac{DR}{100}\right) + \frac{C_c}{100}} * 100\%$$

Em que:

FYRR é a taxa de retorno do primeiro ano.

$B_1$  é o benefício do ano 1.

DR é a taxa de desconto (%)

$C_a, C_b, C_c$  são os custos de construção nos três anos que antecedem o início da operação.

- **BCR (Benefit Cost Ratio):** É a razão entre o valor presente dos benefícios de um projeto e o valor presente dos custos.

### 2.1.3 Análise MCA

Na análise MCA (Multi-criteria Analysis), as alternativas são avaliadas seguindo um conjunto de critérios refletindo os objetivos dos stakeholders, sendo esses critérios rankeados segundo um procedimento de agregação. A pontuação de cada alternativa em cada critério não é necessariamente dada em termos monetários, pode ser dada em unidades físicas ou em notas para termos qualitativos. Esse procedimento permite incorporar aspectos quantitativos e qualitativos em uma mesma análise, seguindo a ordem de importância apontada pelos stakeholders do projeto.

Segundo [9], a análise multi-critério não busca a validação de um único projeto, e sim a comparação de diferentes alternativas, e é uma ferramenta útil quando um projeto pode ser implementado de maneiras diferentes (e conseqüentemente afetando os stakeholders diferentemente), quando várias opções estratégicas precisam ser avaliadas e também quando os stakeholders possuem objetivos muito distintos, pois auxilia na conciliação desses objetivos e reduz as disputas entre diferentes entes.

Em princípio, um efeito é considerado relevante se afeta pelo menos um stakeholder no processo de decisão [10]. Quando todos os efeitos foram estudados e medidos, as preferências dos entes envolvidos pode ser avaliada mais a fundo, estruturando uma hierarquia de peso para os critérios e buscando uma avaliação que seja considerada justa por todas as partes.

## **2.2 A avaliação de projetos em países desenvolvidos**

Apesar de todos os países com metodologias consolidadas seguirem diretrizes parecidas, existem diferenças entre quaisquer dois países que se compare. Essas diferenças encontram-se nos frameworks utilizados, nos impactos que são considerados, em como monetizar esses impactos e em como misturar os aspectos quantitativos e qualitativos presentes [11].

Essa etapa objetiva apresentar rapidamente a visão de alguns países sobre a análise econômica e algumas das principais diferenças entre suas abordagens.

### **2.2.1 EUA**

Nos EUA tem-se uma cartilha normativa para a avaliação de projetos que buscam recursos federais, mas projetos financiados pelos governos dos estados podem seguir outras metodologias.

A metodologia utilizada pelo governo federal segue uma análise CBA clássica, e tem enfoque apenas nos aspectos quantitativos, ignorando aspectos qualitativos analisados em muitos países europeus.

As análises realizadas pelos estados diferem bastante entre si, mas é possível notar uma grande presença de análises multi-critério, que buscam identificar fatos específicos que beneficiem a economia local.

### **2.2.2 Alemanha**

A análise de projetos na Alemanha une uma análise CBA e uma análise ambiental qualitativa. A análise ambiental exige que se estabeleçam medidas mitigativas para efeitos negativos ao meio ambiente e que essas medidas sejam quantificadas na análise CBA, que por fim rankeia os projetos segundo seu BCR para que a decisão seja tomada.

Não é previsto uma análise no impacto da economia local, mas são dados pontos extras para projetos que beneficiem regiões mais pobres.

### **2.2.3 Nova Zelândia**

A Nova Zelândia combina três análises para auxiliar na tomada de decisões: Uma análise CBA utilizando o BCR como métrica, uma avaliação da adequação do projeto aos objetivos políticos e uma avaliação da efetividade do projeto em resolver o problema identificado.

A decisão final é tomada pelo comitê de transportes do país a partir de uma análise multi-critério que toma como base as três análises realizadas anteriormente.

### **2.2.4 Suécia**

A Suécia apresenta forte inclinação para análises CBA usando o BCR como métrica, mas não há norma sobre como a decisão final deve ser tomada. O que se observa nos últimos 20 anos é que decisões de projeto tomadas por especialistas tendem a seguir a risca o ranqueamento feito a partir do BCR, enquanto que decisões tomadas por políticos são fortemente influenciadas pelo impacto na economia regional.

## 2.2.5 Visão geral

São muitas as diferenças entre as metodologias utilizadas por cada país para suas análises econômicas. As tabelas abaixo apresentam algumas dessas, a Tabela 2 mostra diferenças de framework entre esses países e a Tabela 3 expõe quais impactos que são monetizados por cada um deles.

**Tabela 2: Comparação entre frameworks de avaliação econômica em diferentes países desenvolvidos.**

	Inglaterra	Alemanha	Holanda	Suécia	EUA	Austrália	Nova Zelândia
Período de Avaliação	60 anos ou tempo de operação	Não especificado	100 anos ou infinito	40 a 60 anos	Tipicamente 25 a 30 anos	30 a 50 anos	30 anos
Taxa de Desconto	3,5% nos primeiros 30 anos – 3% após isso	3%	2,5% (mais 3% de prêmio de risco)	3,5%	Federal: 7% com sensibilidade de 3%; Estadual: 3-7%	7% com sensibilidade de 3%	8%
Unidade de Medida	Preço de mercado	Custo de fatores	Custo de fatores com imposto sobre o valor acrescentado	Preço de mercado	Preço de mercado	Custo de fatores	Custo de fatores
Métricas de Avaliação	NPV ; BCR	BCR	NPV ; BCR ; IRR	BCR	NPV; BCR	NPV ; BCR ; FYRR	BCR ; FYRR

**Tabela 3: Impactos monetizados na análise econômica em diferentes países desenvolvidos.**

	Inglaterra	Alemanha	Holanda	Suécia	EUA	Austrália	Nova Zelândia
Economia de Tempo	X	X	X	X	X	X	X
Efeito de Confiabilidade	X	X	X	X	X	X	X
Conforto	X		X	X		X	X
Segurança	X	X	X	X	X	X	X
Impactos na Economia	X		X	X	X	X	X



	Inglaterra	Alemanha	Holanda	Suécia	EUA	Austrália	Nova Zelândia
Regeneração	X					X	
Barulho	X	X	X	X	X	X	X
Poluição	X	X	X	X	X	X	X
Mudanças Climáticas	X	X	X	X	X	X	X
Paisagem e Biodiversidade	X	X	X			X	X
Outros Impactos		X	X			X	

## **3 MODELOS DE CONTRATAÇÃO E FINANCIAMENTO**

### **3.1 Envolvimento do Setor Privado**

Em uma obra de infraestrutura, o poder público tem a opção de arcar com todos os investimentos e de geri-lo após o término das obras, ou de envolver a iniciativa privada, sendo que esse envolvimento pode ser total ou parcial. A primeira questão a ser decidida na estruturação do modelo de contratação é se existirá envolvimento da iniciativa privada e em qual ponto ele terá início.

Por muito tempo acreditou-se que obras de infraestrutura e outros serviços que podem ser vistos como monopólios naturais deveriam ser providenciados e administrados unicamente pelo setor público [13], ou, em alguns casos, operados pelo setor privado sob regulação extremamente detalhada e restritiva.

Isso se deve à ideia de que o setor público deveria manter esse controle por questões estratégicas e à crença de que o setor público é capaz de administrar esses monopólios tão bem quanto o privado. Análises posteriores mostraram que esse raciocínio não se sustentava.

A existência de objetivos múltiplos no setor público, muitas vezes conflitantes, e a falta de incentivos financeiros na gestão, tornavam essas companhias públicas ineficientes. Além disso, o motivo mais forte para acreditar-se que essas estruturas não deveriam ficar sob responsabilidade do setor privado era o medo do abuso de monopólio, mas esses abusos também ocorrem dentro do setor público.

O conceito de monopólio natural também já não se aplica de maneira direta na área de transportes como antigamente, pois é possível incentivar a competição entre modais ou até dentro de um mesmo modal, sendo possível até mesmo promover a competição em um determinado trecho do sistema e manter o resto como monopólio.

Com a queda da noção de que esses serviços deveriam ser providos exclusivamente pelo setor público, o envolvimento do setor privado começou a ser cada vez mais comum, e hoje acredita-se que, com uma definição clara dos objetivos do governo e com uma boa elaboração do modelo de contratação, o setor privado é um importante aliado nesse tipo de obra [14].

Existem diferentes modelos usuais de parceria entre o setor público e privado, e é necessário entender suas particularidades, bem como os objetivos do setor público para com a parceira, para escolher o mais adequado às particularidades do projeto. A tabela abaixo [15] resume as características dos principais modelos:

**Tabela 4: Formas de investimento público e suas características.**

Modelo de Parceria	Tipo de Contratação	Projeto	Obra Civil	Operação	Posse	Capital Investido	Riscos	Posse ao fim do contrato
Formas Tradicionais	Contratação de Obra Pública	Setor Público	Setor Privado	Setor Público	Setor Público	Setor Público	Setor Público	Setor Público
Formas Tradicionais	DB – Design & Build	Setor Privado	Setor Privado	Setor Público	Setor Público	Setor Público	Setor Público	Setor Público
Formas Tradicionais	Terceirização de Serviços - Outsourcing	Setor Público	Setor Público	Setor Privado	Setor Público	Setor Público	Setor Público	Setor Público
Formas Tradicionais	Aluguel de Ativos - Leasing	Setor Público	Setor Público	Setor Privado	Setor Público	Setor Público	Setor Público	Setor Público
PPP	BOT – Build, Operate & Transfer	Setor Público	Setor Privado	Setor Privado	Setor Privado	Setor Público	Compartilhado	Setor Público
PPP	DBFT – Design, Build, Finance & Transfer	Setor Privado	Setor Privado	Setor Público	Setor Privado	Setor Privado	Compartilhado	Setor Público
PPP	DBFOT – Design, Build, Finance, Operate & Transfer	Setor Privado	Setor Privado	Setor Privado	Setor Privado	Setor Privado	Compartilhado	Setor Público
PPP	BOOT – Build, Own, Operate & Transfer	Setor Público	Setor Privado	Setor Privado	Setor Privado	Setor Público	Compartilhado	Setor Público
PPP	DBFO – Design, Build, Finance & Operate	Setor Privado	Setor Privado	Setor Privado	Setor Privado	Setor Privado	Compartilhado	Setor Privado
Concessões	Concessão – Operação de ativos auto-sustentáveis	Setor Público	Setor Público	Setor Privado	Setor Privado	Setor Privado	Setor Privado	Setor Público
Privatização	BOO – Build, Operate & Own	Setor Público	Setor Privado	Setor Privado	Setor Privado	Setor Público	Setor Privado	Setor Privado
Privatização	DBOO – Design, Build, Operate & Own	Setor Privado	Setor Privado	Setor Privado	Setor Privado	Setor Público	Setor Privado	Setor Privado
Privatização	Privatização – Compra de ativos pré-existent	Setor Público	Setor Público	Setor Privado	Setor Privado	Setor Privado	Setor Privado	Setor Privado

A escolha do modelo de parceria está diretamente ligada às necessidades do governo e de quais objetivos motivaram o envolvimento do setor privado. A tabela abaixo resume alguns dos principais objetivos que motivam essas parcerias [15]:

**Tabela 5: Objetivos ao envolver o setor privado em obras de infraestrutura**

Tipo de Objetivo	Objetivos
Econômicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar crescimento econômico e aprofundar mercados financeiros, atraindo economias domésticas e investimento internacional</li> <li>• Melhorar Eficiência de projetos, custo, velocidade de entrega e disponibilidade de serviços</li> <li>• Desenvolver o mercado e introduzir competição no setor</li> </ul>
Tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fornecer benefícios tecnológicos em termos de transferência de know-how e atualização de serviços</li> <li>• Incentivar a inovação na solução adotada</li> </ul>
Fiscais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compartilhar risco financeiro do desenvolvimento do projeto com o setor privado, redirecionando fundos públicos para setores com maior necessidade</li> <li>• Evitar custos extras adotando uma abordagem de “ciclo de vida” para o custo do projeto</li> <li>• Reduzir subsídios</li> </ul>
Socioambientais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar padrões de vida fornecendo serviços de infraestrutura com um framework ambiental sustentável</li> </ul>
Políticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminuir o envolvimento direto do governo na provisão de serviços de infraestrutura</li> <li>• Redefinir o papel do governo no setor de transportes, facilitando a integração metropolitana do sistema</li> </ul>

Com a definição do escopo do projeto e dos objetivos do modelo de concessão, é possível analisar qual modelo é o mais adequado.

### 3.1.1 Parceria Público-Privada

Tradicionalmente no Brasil as contratações eram feitas por meio de concessões, leasing ou outsourcing [15]. A partir da lei 11.079/04, surgiram as parcerias público-privadas (PPP) como opção, ao se diferenciarem de outras formas de aquisição de serviço pela sua natureza cooperativa e de divisão de riscos.

Os benefícios potenciais da PPP são maiores quando o serviço pode ser bem especificado e avaliado, de modo que é possível obter um contrato robusto para garantir que o serviço vai atender às necessidades do setor público [16]. O serviço em obras de transporte pode ser bem especificado e sua qualidade pode ser avaliada objetivamente, portanto, as principais restrições às PPPs não se aplicam nesse caso, tornando-as uma opção atraente.

Como esses contratos são tipicamente de longo prazo e esse modelo de negócios é recente no Brasil, não é viável até o presente momento avaliar a eficácia dos projetos realizados nessas condições no país, mas diversos estudos de casos internacionais apontam vantagens desse modelo em relação ao tradicional.

Os principais pontos a serem destacados são que as PPPs entregam o que foi acordado em relação a custo, prazo e serviço com uma frequência muito maior do que os projetos nos modelos tradicionais. A junção das etapas da obra permite que se especifique a fundo o serviço, deixando certa liberdade no design, o que abre espaço para inovações ao mesmo tempo em que garante que o serviço será satisfatório. Outra vantagem destacável é que nas PPPs feitas com um bom contrato, o risco realmente pode ser dividido e alocado com o setor mais adequado, como reflexo disso, são poucos os exemplos de obras nesse modelo que falharam, isto é, que o setor público não obteve o serviço desejado. Além disso, as avaliações da qualidade do serviço feitas por usuários e pelas equipes de projeto são predominantemente boas.

Esses benefícios descritos foram percebidos em diversos estudos:

Em [17] mostrou-se que, dentre as obras analisadas na Austrália, nos projetos tradicionais houve um acréscimo médio de 35,3% do custo e 25,6% do prazo em relação à previsão inicial, enquanto nos projetos em modelo PPP esses acréscimos foram de 11,6% e 13,2%, respectivamente.

Em [18], mostrou-se que nos projetos em modelo tradicional realizados no Reino Unido, em 73% dos casos o orçamento inicial foi ultrapassado e em 70% dos casos o prazo foi estourado. Nos projetos em formato PPP foram 22% e 24%, respectivamente.

De acordo com [19], a partir de 29 obras em formato PPP, calculou-se que elas apresentaram, em média, uma economia de 17% em relação ao seu custo caso seguissem o modelo tradicional.

A partir da análise das quatro primeiras PPPs para a construção de estradas no Reino Unido, calculou-se em [20] que esse modelo de contrato permitiu uma economia de 13% dos custos totais dessas obras.

Os dois primeiros casos citados encontram-se ilustrados na figura abaixo:

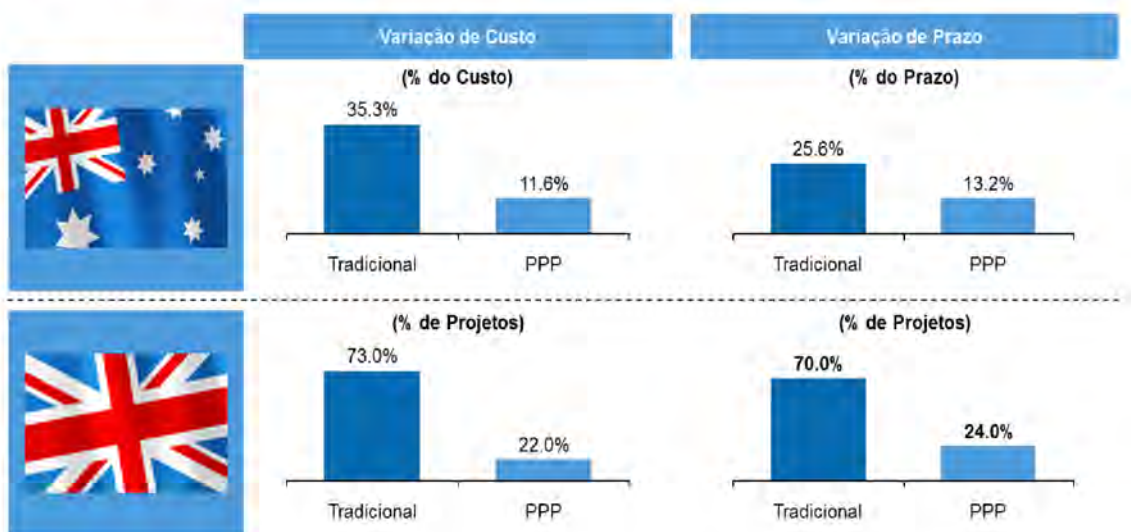


Figura 2: Variação de prazos e custos – Projetos tradicionais vs PPPs.

A boa percepção de qualidade também foi comprovada em estudos internacionais, como mostra a figura abaixo, adaptada de [21]:

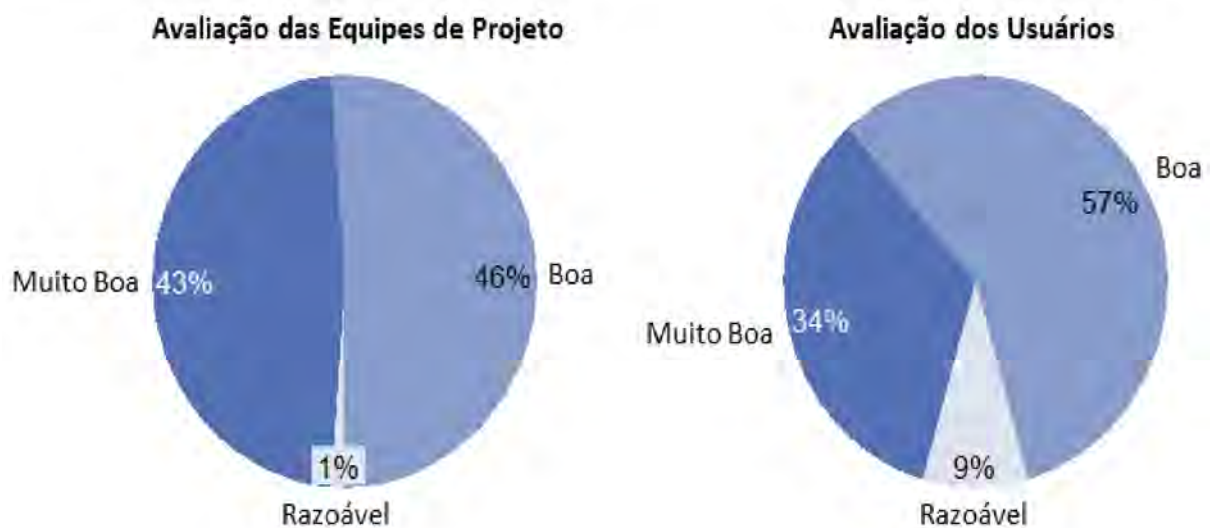


Figura 3: Avaliação da Qualidade dos Projetos em Projetos de PPP.

Dentro do contexto brasileiro, faltam dados sobre resultados finais dessas obras, porém é evidente que a variação de custos e de prazos em relação ao cálculo inicial são grandes problemas em obras públicas no país, indicando que caso a tendência de economia se confirme, as PPPs podem trazer grandes benefícios.

### **3.1.2 Especificações de Contrato**

Em grandes obras de mobilidade, os contratos de PPPs são tipicamente de pelo menos 20 anos, sendo que um contrato com a menor duração possível traz como vantagem para o setor público a maior flexibilidade, pois permite que as diretrizes do contrato sejam revistas mais rapidamente, reduzindo os riscos inerentes. Além disso, leva uma maior pressão ao setor privado para que sejam respeitados o custo e prazo previstos, pois terá menos tempo para recuperar seu investimento.

O problema de contratos de curta duração é que são menos atraentes para o setor privado, o que pode potencialmente afastar consórcios. Enquanto isso, contratos longos (o maior permitido por lei é de 35 anos), são melhores para atrair a competição no setor privado, e trazem um tempo maior para a amortização dos custos.

Apesar das PPPs possuírem grande potencial benéfico, a captura desses benefícios é bastante sensível à sua implementação. É preciso entender que existem alguns riscos inerentes às PPPs que devem ser atentados para viabilizar o modelo, como mostra a figura abaixo, adaptada de [22]:



**Figura 4: Riscos para o setor público na implementação de PPPs.**

Vê-se que para o sucesso de uma PPP é fundamental que a escolha do parceiro privado seja acertada. Para tal, é necessário que o processo de licitação seja bem executado, com critérios e cláusulas alinhados com as necessidades do governo e com a presença de competição.

As licitações de PPPs de transporte no Brasil vêm apresentando sucesso variado. Algumas apresentaram um único competidor (VLT do Rio de Janeiro [23] e VLT de Goiânia [24]), enquanto outras tiveram maior sucesso, com destaque para o VLT Parangaba-Mucuripe [25], com 10 consórcios disputando a licitação, indicando que é possível estimular a competição no país por meio de uma licitação bem estruturada, tornando a obra interessante ao setor privado.

A qualidade da licitação depende de vários termos para ajudar na escolha do ente privado e para proteger o governo. A seguir encontram-se algumas práticas usadas para aumentar a qualidade da licitação e garantir que o parceiro privado atende às características desejadas [26]:

**Requerimentos de pré-qualificação:** É comum exigir que os consórcios comprovem sua capacidade em algum âmbito, dependendo dos riscos do projeto:

- **Risco de Construção:** Pode ser exigido que o consórcio tenha experiência em obras similares, em técnica e/ou porte;
- **Risco Operacional:** Para que a empresa comprove sua capacidade de operação, pode ser avaliada a sua experiência em outras obras, ou a experiência de seu staff ou até mesmo pedir que demonstrem sua capacidade em obter equipamentos;



- **Risco Financeiro:** Para lidar com esse risco podem ser pedidos os balanços e histórico financeiro de cada membro do consórcio.

**Critério de escolha do vencedor:** Existem diversas possibilidades para o critério de escolha, e esta escolha deve estar alinhada com os objetivos do setor público. Os critérios mais comumente usados nessas obras são:

- **Duração:** É possível que a duração do contrato não seja previamente definida, e o consórcio que apresentar a proposta de menor duração, atendendo ao restante dos critérios, é o vencedor;
- **Menor tarifa cobrada:** O consórcio vencedor pode ser aquele que ofereça o serviço combinado pela menor tarifa. Isso pode ser problemático por conta de eventuais mudanças econômicas que podem ocorrer e pela dificuldade que isso pode causar em futuras integrações;
- **Maior benefício fiscal:** Isso pode ser medido pela proposta que necessita de menos subsídio do governo ou pela proposta que pague um maior valor pela obra;
- **Maior nível de investimento:** Critério que pode ser aplicado em locais com grande necessidade de investimento, no qual o consórcio disposto a investir o maior valor será o vencedor.

**Especificações de performance:** As especificações de performance são mais importantes do que especificações de design. Essa abordagem protege o interesse do governo, ao mesmo tempo que deixa espaço aberto para inovações.

**Direito de Desenvolvimento Auxiliar:** Obras de infraestrutura de grande porte promovem grande valorização imobiliária da região. O direito de exploração desse fator pode ser usado para negociar melhores condições com o setor privado.

**Cláusulas de Término:** É de extrema importância que o funcionamento do serviço após o término do contrato seja levado em consideração, o que inclui alguns pontos:

- Garantir que o sistema esteja em condições satisfatórias de uso, o que pode ser feito por meio de cláusulas que penalizem o consórcio caso os investimentos em manutenção não sejam satisfatórios;
- Garantir que, ao término do contrato, serão retidos os funcionários capacitados na operação do sistema;
- Reter as propriedades do operador que são necessárias para a operação do sistema.

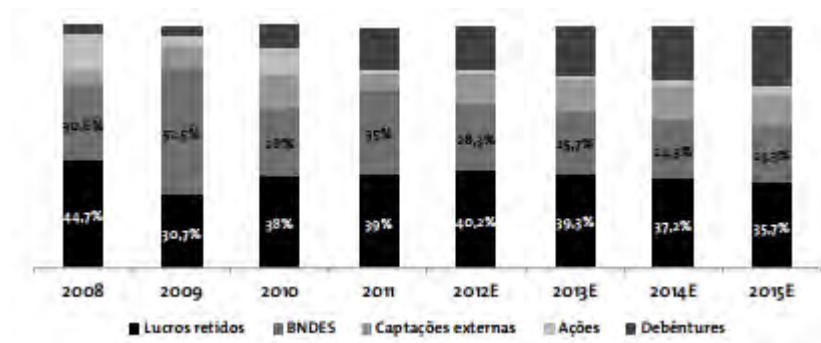
**Obrigações do governo:** O papel do governo em uma PPP deve ser bem definido para evitar ambiguidades. Existem algumas obrigações que normalmente ficam sob responsabilidade do poder público:

- Garantir que o parceiro privado compreendeu e concordou com todas as condições do contrato;

- Fiscalização do serviço segundo o especificado;
- Desapropriação do trecho necessário.

### 3.2 Financiamento do projeto

Essa etapa tem como finalidade apresentar as alternativas de financiamento para obras de infraestrutura de médio e grande porte no Brasil e a perspectiva de cada opção para os próximos anos. O cenário atual pode ser verificado na figura abaixo, tirada de [28]:



**Figura 5: Fontes de financiamento do investimento na indústria e infraestrutura no Brasil.**

Como mostrou a figura, o BNDES vem sendo a principal fonte de recursos para o financiamento de infraestrutura no Brasil, porém, por conta do amplo pipeline de projetos de infraestrutura previstos para o país nos próximos anos, notou-se que não é viável que o banco mantenha a sua atual participação como provedor de recursos.

Em meio a esse contexto, o governo federal vem incentivando o mercado privado de financiamento de longo prazo por meio de incentivos tributários, como será explicado posteriormente, e por conta disso outras opções vem atingindo participações cada vez maiores.

#### 3.2.1 BNDES

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social (BNDES) é uma empresa pública federal vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, cujo objetivo é apoiar empreendimentos que contribuam para o desenvolvimento do Brasil. É hoje o principal instrumento de financiamento de longo prazo para obras de infraestrutura no país.

Os financiamentos concedidos pelo BNDES usam como referência a Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP). Sobre essa taxa é acrescido um prêmio relativo ao risco de crédito do financiamento, chamado de spread e a remuneração básica do BNDES.

As condições exatas dependem do porte e tipo do projeto, e estão detalhadas nas tabelas abaixo. Nos casos em que aparecem mais de uma opção de taxa, a definição depende do país sede da empresa, do domicílio do controlador e da atividade econômica realizada, e nos casos em que as condições estão separadas pelo porte da empresa, são consideradas empresas média-grandes aquelas que tem receita operacional bruta anual maior que R\$90 milhões:

**Tabela 6: Condições de financiamento do BNDES para projetos de infraestrutura de até R\$20 milhões.**

Custo financeiro	TJLP
Remuneração básica do BNDES	3,0% ao ano (a.a.)
Taxa de intermediação financeira	0,5% a.a.
Remuneração da instituição credenciada	Negociada entre a instituição e o cliente

**Tabela 7: Condições de financiamento do BNDES para projetos rodoviários, aeroportuários e portuários acima de R\$20 milhões.**

Porte da Empresa	Micro, pequenas e médias empresas	Média-grandes e grandes empresas
Custo financeiro	TJLP	Máximo de 50% TJLP + Mínimo de 50% Cesta ou IPCA ou TS ou TJ3 ou TJ6
Remuneração básica do BNDES	A partir de 1,5% a.a.	
Taxa de risco de crédito	1% a.a. para Estados, Distrito Federal e Municípios Ou Até 4,18% a.a., conforme risco de crédito do cliente	

**Tabela 8: Condições de financiamento do BNDES para projetos ferroviários acima de R\$20 milhões.**

Porte da Empresa	Micro, pequenas e médias empresas	Média-grandes e grandes empresas
Custo financeiro	TJLP	
Remuneração básica do BNDES	A partir de 1,5% a.a.	A partir de 1,2% a.a.
Taxa de risco de crédito	1% a.a. para Estados, Distrito Federal e Municípios Ou	

Porte da Empresa	Micro, pequenas e médias empresas	Média-grandes e grandes empresas
	Até 4,18% a.a., conforme risco de crédito do cliente	

**Tabela 9: Condições de financiamento do BNDES para projetos hidroviários acima de R\$20 milhões.**

Porte da Empresa	Micro, pequenas e médias empresas	Média-grandes e grandes empresas
Custo financeiro	TJLP	
Remuneração básica do BNDES	A partir de 1,5% a.a.	A partir de 1,2% a.a.
Taxa de risco de crédito	1% a.a. para Estados, Distrito Federal e Municípios Ou Até 4,18% a.a., conforme risco de crédito do cliente	

Na tabela abaixo encontram-se os valores mais recentes da TJLP:

**Tabela 10: Valores mais recentes de TJLP.**

	2013	2014	2015
Janeiro a Março	5%	5%	5,5%
Abril a Junho	5%	5%	6%
Julho a Setembro	5%	5%	6,5%
Outubro a Dezembro	5%	5%	7%

### 3.2.2 Bancos Multilaterais de Fomento

Os bancos multilaterais de fomento recebem essa denominação devido ao objetivo comum de promover o desenvolvimento econômico e social em países em desenvolvimento. Para projetos de infraestrutura no Brasil, pode-se destacar o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), o International Finance Corporation (IFC) e a Corporação Andina de Fomento (CAF). Dentre esses, aquele que movimenta a maior quantidade de dinheiro no Brasil é o BID (USD 3,4 bilhões em 2013), e portanto, será o foco da análise.

Os empréstimos do BID tomam como base a taxa LIBOR, e acrescem a ela uma taxa de remuneração que é igual para todos os financiamentos e recalculada trimestralmente. Os valores mais atuais indicam empréstimos com taxa de 4,5% a.a. (último trimestre de 2014). Esse valor é indexado ao dólar, portanto, deve ser computado nele a variação entre as moedas (no caso dólar e real) nesse período, o que gera um risco notável nessas negociações.

### 3.2.3 Debêntures de Infraestrutura

Até 2011 era pequena a participação de debentures no financiamento de longo prazo no Brasil. O cenário começou a mudar com o surgimento da lei 12.431, em 24 de junho de 2011, que cria incentivos tributários para investidores de títulos privados de renda fixa, em especial para investimentos em debêntures simples e cotas de fundos de investimento. Dentre os incentivos tributários, destaca-se a alíquota zero de Imposto de Renda nesses investimentos.

Adicionalmente, a lei criou as debêntures de infraestrutura, que se enquadram no benefício caso atendam aos requisitos:

- Objeto de oferta pública com esforços amplos ou restritos de distribuição;
- Emitidas por projetos ou holdings controladoras de projetos dos setores de logística e transporte, mobilidade urbana, energia, telecomunicações, radiodifusão, saneamento básico e irrigação;
- Remuneração baseada em taxa de juros prefixada, vinculada ao índice de preços ou à taxa referencial;
- Prazo médio ponderado superior a quatro anos;
- Vedação à recompra do título por parte do emissor nos primeiros dois anos;
- Vedação à liquidação antecipada do título por meio de resgate ou pré-pagamento.

Desde então essa fonte vem ganhando importância, e foi responsável por R\$ 5,1 bilhões em financiamento de obras de infraestrutura no período de 2012 a 2013 [28].

A taxa de remuneração das debentures é calculada a partir de uma taxa indicativa, que é a taxa do título público federal comparável e a spread, taxa calculada a partir do risco e prazo do financiamento.

Os financiamentos feitos em 2012 e 2013 tiveram como valores [28]:

**Tabela 11: Formas de investimento público e suas características.**

	Volume (R\$ milhões)	Data do book	Rating	NTN-B comparável*	Remuneração (%)	Taxa Indicativa (%)	Spread (%)
Linhas de transmissão de Montes Claros	25	21/09/2012	N/D	2035	8,75	4,23	4,52
ALL Malha Norte	160	25/09/2012	A	2012	10,10	9,26	0,84

	Volume (R\$ milhões)	Data do book	Rating	NTN-B comparável*	Remuneração (%)	Taxa Indicativa (%)	Spread (%)
Autoban – quarta emissão	135	10/10/2012	AAA	2016	2,71	2,70	0,01
Cart	380	12/12/2012	A+	2023	5,80	3,39	2,41
Santo Antônio Energia	420	27/12/2012	N/D	2020	6,20	3,09	3,11
Interligação Elétrica Madeira	350	18/03/2013	N/D	2022	5,50	3,80	1,70
Ecovias – 1ª emissão	200	16/04/2013	AAA	2020	3,80	3,80	0,00
Ecovias – 2ª emissão	681	16/04/2013	AAA	2024	4,28	4,08	0,20
Rodovias do Tietê	1.065	19/06/2013	AA	2024	8,00	5,84	2,16
Norte Brasil	200	17/09/2013	AA+	2023	7,15	5,60	1,55
Comgás – 2ª série	269	25/09/2013	AA+	2018	5,10	5,10	0,00
Comgás – 3ª série	143	25/09/2013	AA+	2020	5,57	5,26	0,31
Autoban – 5ª emissão	450	27/09/2013	AAA	2017	4,88	4,91	(0,03)
Jauru	39	18/11/2013	AA-	2030	8,00	5,71	2,29
Odebrecht Transport S.A.	300	22/10/2013	A+	2024	7,32	5,68	1,64
Termelétrica Pernambuco III	300	03/12/2013	AA+	2020	9,11	6,36	2,75

\*Na emissão de All Malha Norte o título de referência é a NTN-F

O período teve uma taxa indicativa média de 4,6%, da qual foi desconsiderada a emissão de ALL Malha Norte, por usar um título de referência diferente do padrão, e um spread médio de 1,4%, resultando em uma remuneração média de 6,0%.

O valor em janeiro de 2015 para a NTN-B de 2035 é de 6,0%, portanto, com a média verificada dos spreads, a expectativa de remuneração é de 7,4% a.a.

## 4 ESTUDO DE CASO

### 4.1 Formulação do problema

A Região Metropolitana de Florianópolis (Figura 6) concentra a maior parte das residências na porção continental e a maior parte dos postos de trabalho na parte insular, por conta dessa característica, a região é marcada por um forte movimento pendular, com tráfego intenso em direção à ilha pela manhã e tráfego intenso no sentido contrário no fim da tarde, causando um grande congestionamento na única ponte de acesso entre eles.



**Figura 6: Região Metropolitana de Florianópolis**

Além disso, a região apresenta um uso de transporte coletivo menor do que outras capitais, e o alto uso de automóveis privados agrava o problema de trânsito na região.

O diagnóstico completo da situação foi feito pela empresa LOGIT, que extrapolou os dados atuais a partir da tendência de crescimento populacional e modelou os cenários futuros com o auxílio do software Transcad, verificou-se que a tendência é que a situação esteja muito pior até 2040 caso a mesma estrutura seja mantida, como mostram os dados a seguir [30]:

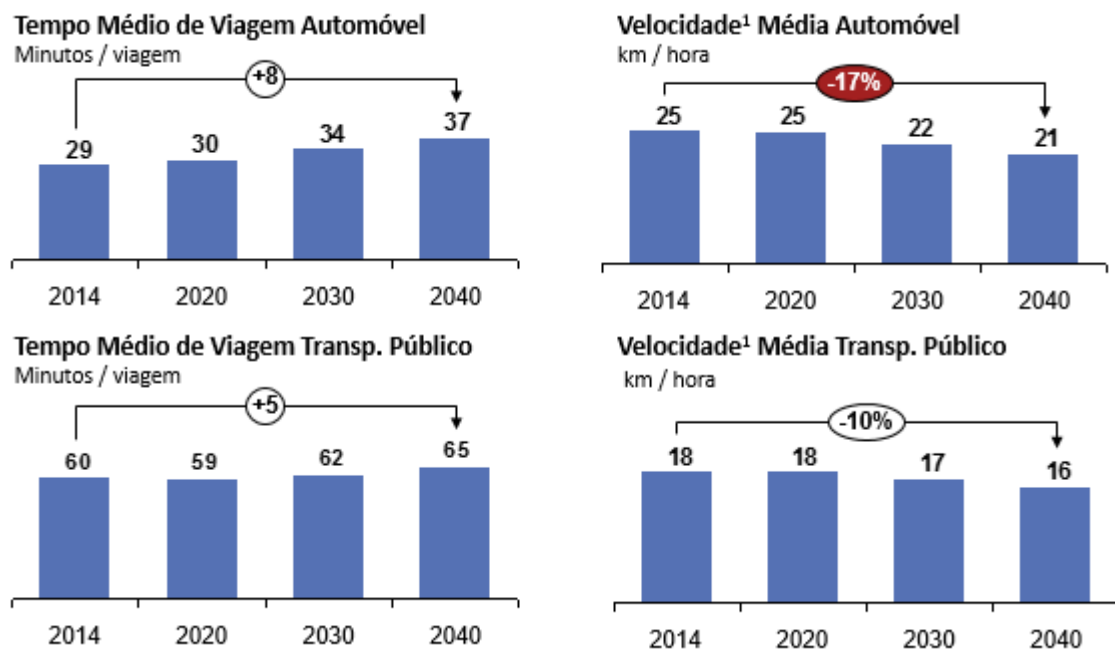
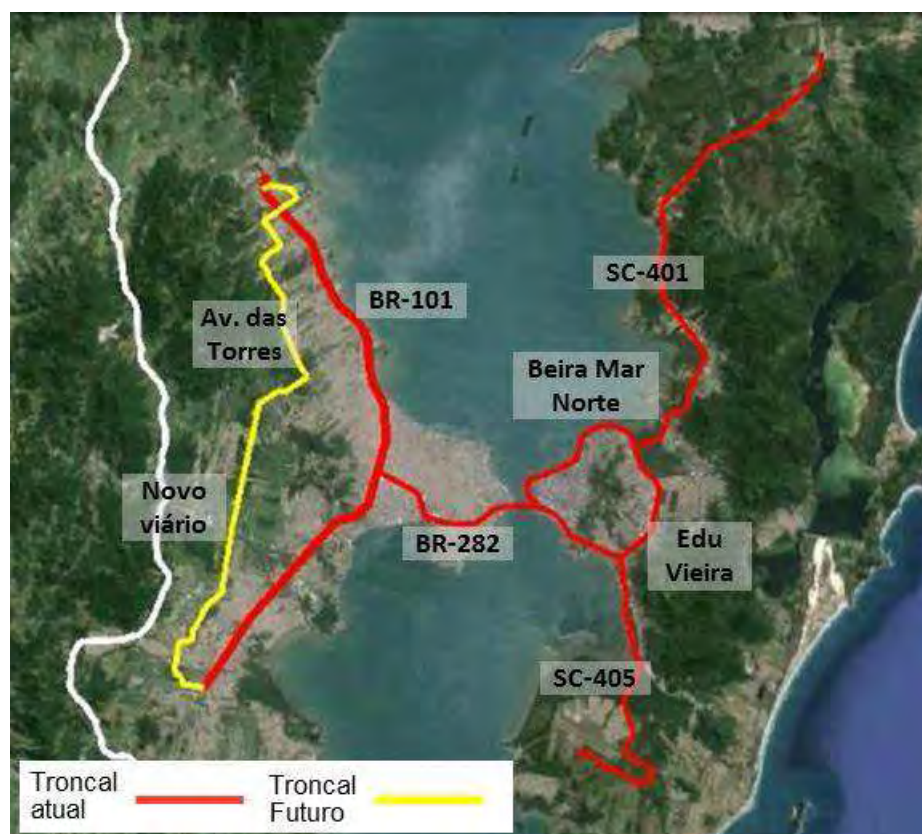


Figura 7: Indicadores de mobilidade para a RMF – Previsão LOGIT

Para resolver esse problema, foram estudados dois grupos de propostas.

Em primeiro lugar, analisou-se a possibilidade de implantar-se um modal de transporte público de média capacidade, integrado com as linhas de ônibus alimentadoras, conforme o desenho abaixo mostra:





**Figura 8: Estruturação de sistema troncal para a RMF**

O estudo resumiu-se à linha tracejada em vermelho na imagem, sendo a parte amarela um guia para uma possível expansão futura. Para o modal do trajeto indicado, foram avaliados o BRT, o VLT e o Monotrilho, mas independentemente do modal, que será definido posteriormente, o sistema testado segue o conceito de tronco-alimentação. As linhas troncais operam dentro de corredores segregados, com um sistema de terminais e linhas alimentadoras.

As alternativas consideram inicialmente uma tarifa única de qualquer origem para qualquer destino com exceção das linhas para os municípios não conurbados, cujos serviços foram mantidos com tarifa diferenciada. Análises posteriores verificam o impacto de outras estruturas tarifárias (p.e. diferenciada por modal). O sistema considera ainda corredores com faixa preferencial para o transporte por ônibus (faixas exclusivas).

Devido ao alto custo de implantação do VLT e do Monotrilho, seria inviável a implantação de algum deles em todo o trajeto descrito, então nesses cenários foi considerado que esses modais seriam utilizados apenas na região central de Florianópolis e que o restante do troncal seria BRT (com integração total entre os dois). Como mostra a figura abaixo para o VLT, sendo o desenho analisado para o Monotrilho análogo:



**Figura 9: Estruturação de sistema troncal para a RMF**

Além da análise da implantação do sistema troncal, que divide-se na decisão de implantar ou não o sistema e na escolha de qual é a melhor opção de modal, avaliou-se também a viabilidade de quatro propostas complementares, a serem avaliadas uma a uma após a definição da implantação do sistema troncal:

**Gestão da demanda de automóveis:** Para potencializar os efeitos do novo sistema troncal, podem ser utilizados instrumentos de gestão da demanda: políticas de restrição à circulação de automóveis são usadas em diversos locais na forma de cobrança pelas externalidades provocadas pelos automóveis nas cidades e para fazer com que a relação de competitividade do transporte público seja mais equitativa.

Os estudos mostraram que poucos motoristas pagam para estacionar em seus deslocamentos, usando espaço público para finalidade privada. Esse fato mostrou que a política de restrição de estacionamento por diminuição do número de vagas e por precificação do uso do espaço viário para estacionar era a mais indicada no momento.

Foram identificadas as áreas com maior demanda por estacionamento e considerada uma política de preço de estacionamento nessas áreas, adotando um custo de R\$10,00 por viagem para estacionar na região do centro de Florianópolis e R\$6,00 no restante da cidade e na porção do continente próxima à ponte.

**Expansão viária:** Analisou-se a viabilidade da realização das principais obras previstas nos planos diretores dos municípios da RMF: nova ponte, túnel Barra da Lagoa, Beira mar Norte Sul e ligação Contorno BR-101 e via expressa (conforme detalhado na figura a seguir):



**Figura 10: Obras viárias analisadas para a RMF.**

**Promoção do desenvolvimento orientado ao transporte público:** A origem do problema encontrado na RMF é a falta de planejamento urbano, com acelerada expansão urbana no continente e concentração dos postos de trabalho na ilha. A política de promoção do desenvolvimento orientado busca amenizar esse problema por meio de políticas públicas que incentivem a criação de novos postos de trabalho no continente e que incentivem que o crescimento populacional seja compatível com o sistema troncal desenvolvido.

**Implantação de transporte aquaviário:** De forma complementar à solução de transporte e aproveitando as características naturais da região, foi avaliada a implantação de rotas aquaviárias ligando as 4 maiores cidades da região metropolitana: Palhoça, Biguaçu, São José e Florianópolis (conforme figura a seguir). Vale ressaltar que as três rotas convergem para o mesmo ponto de Florianópolis, próximo de um dos principais polos geradores de viagens.

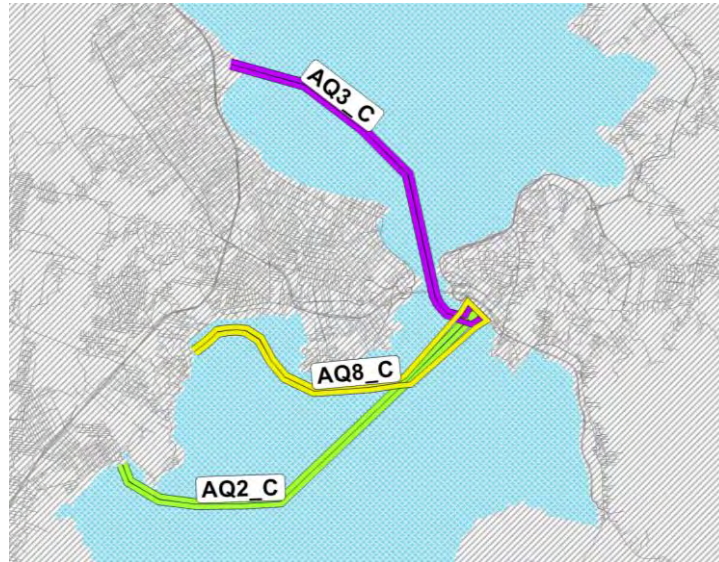


Figura 11: Obras viárias analisadas para a RMF.

## 4.2 Estruturação da análise

O processo foi dividido em quatro etapas, detalhadas a seguir:

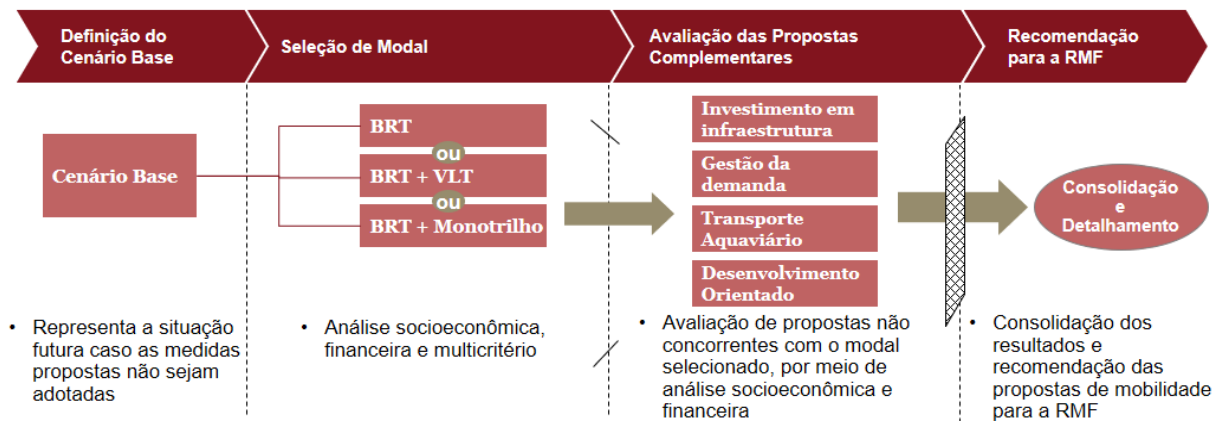


Figura 12: Processo de avaliação do caso.

**Definição do Cenário Base** – Representa a situação futura da RMF caso as medidas propostas não sejam adotadas, considerando apenas as intervenções que já estão em andamento. Esse cenário é definido para que as soluções simuladas possam ser comparadas e seus benefícios medidos em relação à tendência atual.

**Seleção de Modal para o Sistema Troncal** – As três opções de modal simuladas: BRT, BRT+VLT e BRT+Monotrilho são comparadas entre si a partir de três análises: econômica, financeira e multicriterial.

**Avaliação das Propostas Complementares** – Após a escolha do modal, avaliam-se as propostas não concorrentes que possuem potencial de complementar a solução. Essas propostas serão avaliadas segundo a metodologia CBA, por meio do cálculo de seu valor presente líquido econômico. Além das propostas complementares apresentadas, será avaliada pelo mesmo procedimento uma alternativa de modelo tarifário, com integração parcial entre o sistema alimentador e o troncal, ao invés da integração total.

As propostas complementares são avaliadas independentemente e, após a determinação da composição ideal das propostas complementares, são simuladas todas em conjunto num cenário completo.

**Recomendação para a RMF** – A partir da escolha do modal e da avaliação de cada proposta complementar é feita a consolidação dos resultados e recomendação das propostas. Nessa etapa também será feita a recomendação de modelo de contratação da obra, segundo as melhores práticas apresentadas anteriormente.

A simulação dos casos foi feita pela equipe LOGIT, que identificou o número de viagens e mapeou os pontos de origem e destino por meio de entrevistas na RMF, a extrapolação para casos futuros seguiu as tendências de crescimento populacional identificadas, e com isso cada cenário foi modelado no software Transcad para os anos de 2015, 2020, 2030 e 2040, sendo que os resultados para anos intermediários foram obtidos a partir de interpolações.

A partir dos dados de entrada, o software simula para cada passageiro do sistema o modal mais provável que ele escolha para a sua viagem e o tempo que ele levará. Por fim, obtém-se como saída para cada modal do sistema quantas viagens foram realizadas, a duração e o espaço percorrido nessas, além de dados como quais e quantas integrações foram realizadas e de quantos veículos de cada modal foram necessários para o sistema funcionar adequadamente. A partir desses dados e dos parâmetros de custo expostos em 4.3.1.1, é possível concluir as análises descritas.

## **4.3 Seleção de modal para o troncal**

A escolha de modal para o sistema troncal passou por três avaliações: Uma avaliação econômica, cujo principal intuito é analisar se é viável ou não a implantação do sistema idealizado, uma análise financeira para verificar a atratividade do projeto para o setor privado e por fim uma análise multicritério, para escolher a opção de modal que melhor atende às necessidades dos stakeholders.

### **4.3.1 Análise Econômica**

O principal intuito da análise econômica é analisar se o projeto é benéfico para a sociedade e, portanto, se deve ser implementado. O indicador escolhido para essa análise foi o VPL econômico (apresentado em 2.1.2 como NPV), pois um valor positivo de VPL já indica que o projeto é benéfico para a sociedade.

Como essa análise é feita do ponto de vista do setor público, optou-se por utilizar todos os parâmetros em custo de fatores, ou seja, sem a inclusão de alíquotas de imposto, taxas e encargos, como explicado em 2.1.2. A taxa de desconto escolhida foi de 12%, que é a taxa recomendada pelo Banco Mundial para projetos de infraestrutura em países em desenvolvimento, e é consideravelmente maior do que as encontradas em países desenvolvidos, pois em locais com escassez de recursos requer-se maior rigurosidade na aprovação de projetos de grande porte.

O principal objetivo desse trabalho é apresentar o framework utilizado e os resultados finais, de modo que os detalhes de escolha de parâmetros de custo serão secundários e apresentados resumidamente.

#### **4.3.1.1 Taxas e encargos**

Essa seção apresenta os impostos e encargos considerados para transformar o preço de mercado em custo de fatores:

**Encargos sobre materiais e equipamentos:** Considerou-se as alíquotas de IPI = 5% e ICMS = 18%, resultando em uma tributação de 21,90%

**Encargos sobre combustíveis:** Considerou-se o imposto embutido no preço do óleo diesel como 23,1% [31]

**Gastos com pessoal:** Segundo a abordagem adotada pelo Banco Mundial [5] para estudos de viabilidade, no caso da inexistência de estudos a respeito da situação trabalhista na região do projeto, considera-se simplificada, o valor dos encargos sociais incidentes na folha de pagamento, como uma primeira aproximação para tal fator, para a região de Florianópolis considerou-se o fator médio de encargos sociais de 40,06 % [32].

**Investimentos em infraestrutura:** De acordo com [33], para a região sul do Brasil, os custos de construção civil são tais que aproximadamente 60% são referentes à mão de obra e 40% a materiais, e essa proporção será utilizada para calcular o fator de correção total desses investimentos. Seguindo os encargos já apresentados para materiais e para gasto com pessoal, a média gasta com impostos nos investimentos em infraestrutura é de 32,76%.

#### 4.3.1.2 Custos de implantação

Estão expostos os custos de implantação para os três modais concorrentes, assim como para os ônibus comuns, já que o crescimento das linhas de ônibus convencionais não é o mesmo no cenário base e nos cenários estudados. Os ônibus convencionais encontram-se nas tabelas denominados “ônibus básico” e os ônibus do BRT encontram-se como “ônibus padron”.

As Tabelas 12 a 17 apresentam os custos para a implantação dos ônibus convencionais e BRT. Considerou-se uma vida útil de 10 anos para os ônibus e foi levado em consideração a faixa etária da frota atual para simular adequadamente quantos veículos deveriam ser adquiridos em cada ano:

**Tabela 12: Custo de aquisição – Ônibus convencionais e ônibus BRT [34]**

Tipo do Veículo	Preço do Ônibus Sem Ar Condicionado (R\$ / Veículo)	Unidade de Ar Cond. por Veículo	Preço da Unidade (R\$)	Aumento % para Instalação do Euro 5	Custo Total Com Ar Condicionado (R\$ / Veículo)
Básico	248.023,85	1	25.000	15%	310.227,43
Padron	340.260,82	1	25.000	15%	416.299,94

**Tabela 13: Parâmetros para determinação das áreas de garagem [35]**

Item	Área (m <sup>2</sup> /ônibus)	Descrição
Área Total Necessária	104,00	Metragem quadrada necessária da área de terreno para a garagem por veículo.
Área de Oficina	2,75	Metragem quadrada de oficina necessária por veículo, considerando máximo de ônibus em reparo igual à frota reserva (10% da frota).
Área Administrativa	2,00	Metragem quadrada de área administrativa por veículo.

**Tabela 14 – Custo Unitário Básico (CUB) da Construção Civil – Sul [33]**

Item	R\$ / m2
CUB - Total	1.235,00
CUB - Materiais	499,53
CUB - Mão de Obra	674,08
CUB - Despesas Administrativas	54,32
CUB - Equipamentos	7,06

**Tabela 15 – Custos de Equipamentos e ITS [36]**

Item	R\$ / ônibus
Equipamentos	29.741,26
Bilhetagem	7.274,31
Vídeo Monitoramento	3.139,02
Monitoramento - GPS	1.925,35

**Tabela 16 – Parâmetros para Determinação de Investimentos de Capital - BRT [37]**

Item	Observação	Preço (R\$)	Unidade
Corredor	Rígido (Concreto)	500,00	m <sup>2</sup>
Estação unidirecional dupla	2 módulos de 35 m	1.200.000,00	unid.
Estação bidirecional simples	1 módulo de 35 m	850.000,00	unid.
Estação bidirecional dupla	2 módulos de 35 m	1.700.000,00	unid.
Terminais – reforma	-	1.050,00	m <sup>2</sup>
Novos terminais	-	1.500,00	m <sup>2</sup>
Sinalização	Horizontal (média 450 m <sup>2</sup> /km)	13.500,00	Km
Sinalização	Vertical (média 10 m <sup>2</sup> /km)	6.400,00	Km
Sinalização	Semafórica	100.000,00	unid.
Sistema Operacional (ITS)	PMV Fixo / Monitores	100.000,00	Km



Item	Observação	Preço (R\$)	Unidade
Sistema Operacional (ITS)	Sistema detecção do Ônibus RFID/OCR	150.000,00	Km
Sistema Operacional (ITS)	CFTV Cameras	250.000,00	Km
Sistema Operacional (ITS)	Sistema de cobrança eletrônica (Catracas)	160.000,00	Km
Sistema Operacional (ITS)	Sistema de Informações a bordo	90.000,00	Km
Sistema Operacional (ITS)	Rede de fibra Ótica	160.000,00	Km

A largura média dos corredores considerada foi de 7 m, resultando num custo de R\$ 3,5 milhões por km de via. Considerou-se que 90% das estações seriam Bidirecionais Simples e 10% seriam Bidirecionais Duplas.

Além dos custos descritos acima também foram considerados custos relacionados com o projeto do sistema. Esses custos foram parametrizados como percentuais dos custos de implantação das vias e estão descritos na tabela abaixo.

**Tabela 17 – Custos de Projeto, Estudos Ambientais e Gerenciamento da Obra – BRT [38]**

Item	% do Valor da Implantação da Via
Projetos	4,00%
Estudos Ambientais e de Licenciamento	0,40%
Gerenciamento das Obras	0,50%

Os custos referentes ao VLT estão apresentados da Tabela 18 até a Tabela 20:

**Tabela 18 – Custo do Material Rodante – VLT [38]**

Item	Valor	Métrica
VLT – Até 500 passageiros	14.123.999	R\$ / Veículo

**Tabela 19 – Custos de Sistemas e Outros – VLT [38]**

Item	Valor	Métrica
Sistema de Controle Operacional	59.291.526	R\$ / Sistema
Sistema de Subestações	9.320.878	R\$ / Sistema
Sistema APS (Advanced Planning & Scheduling)	114.849.969	R\$ / Sistema
Sistema do CIOM	77.260.716	R\$ / Sistema
Equipamentos Administrativos	13.555.373	R\$ / Sistema
Sistemas de bilhetagem, contagem de pax e TI	818.334	R\$ / Estações
Sistemas de detecção de incêndio, elevadores e escadas rolantes	866.097	R\$ / Km de Via

**Tabela 20 – Custos Estações, Terminais e Estacionamento – VLT [38]**

Item	Valor	Métrica
Estação Simples	650.779	R\$ / Estação
Novos Terminais	1.500	R\$ / m2
Reforma de Terminais	1.050	R\$ / m2
Custo Médio da Via	28.560.110	R\$ / Km de Via
Sinalização Ferroviária	748.770	R\$ / Km de Via
Sinalização Viária	936.279	R\$ / Km de Via
Pátio de Estacionamento	4,987	R\$ / m2

Os custos referentes ao Monotrilho estão apresentados da Tabela 21 até a Tabela 25:

**Tabela 21 – Custos de Serviços Iniciais – Monotrilho [39]**

Item	Valor	Métrica
Projetos	58.687.802	Custo Fixo (R\$)
Administração local	76.612.742	Custo Fixo (R\$)
Instalação e operação do canteiros	32.041.974	Custo Fixo (R\$)
Mobilização	1.200.324	Custo Fixo (R\$)
Desvio de tráfego e sinalização	4.913.070	Custo Fixo (R\$)
Investigações geotécnicas	2.750.457	Custo Fixo (R\$)

**Tabela 22 – Custos do Material Rodante – Monotrilho [39]**

Item	Valor	Métrica
Material Rodante	19.498.540	R\$ / Veículo

**Tabela 23 – Custos da Obra Civil – Monotrilho [39]**

Item	Valor	Métrica
Via permanente	58.687.802	R\$ / Km de Via
Recomposição de pavimentos	76.612.742	R\$ / Km de Via
Estações	32.041.974	R\$ / Estação
Ponte	1.200.324	Custo Fixo (R\$)

**Tabela 24 – Track Switches e Equipamentos de Pátio – Monotrilho [39]**

Item	Valor	Métrica
Track switch via permanente	4.898.904	R\$ / Km de Via

Item	Valor	Métrica
Track switch pátio	9.854.065	Custo Fixo (R\$)
Veículo de manutenção	6.789.000	Custo Fixo (R\$)
Equipamento pátio	32.879.666	Custo Fixo (R\$)

**Tabela 25 – Custos dos Sistemas – Monotrilho [39]**

Item	Valor	Métrica
Subestações retificadoras	2.651.417	R\$ / Km de Via
Subestação auxiliares com bt	1.553.797	R\$ / Km de Via
Rede 22kv	3.282.490	R\$ / Km de Via
Sistema de comunicações fixas - scf	641.671	R\$ / Km de Via
S. De com. Móveis de voz e dados - scmvd	1.083.082	R\$ / Km de Via
Sistema de transmissão de dados - std	1.040.824	R\$ / Km de Via
Sistema de monitoração eletrônica - sme	611.096	R\$ / Km de Via
Sistema multimídia - smm	631.491	R\$ / Km de Via
Sistema de controle local - scl	541.338	R\$ / Km de Via
Detecção de alarme e incêndio	421.769	R\$ / Km de Via
Sistema de iluminação e vias	515.634	R\$ / Km de Via
Sistema de bombeamento	75.131	R\$ / Km de Via

Item	Valor	Métrica
Sistema de captação de energia - linhas de contato	3.292.040	R\$ / Km de Via
Bancos de resistores	1.329.469	R\$ / Km de Via
Sistema de captação de energia - instalação	535.555	R\$ / Km de Via
Sistemas auxiliares / ar condicionado e ventilação	460.460	R\$ / Km de Via
Sistema de sinalização	15.578.788	R\$ / Km de Via
Bilhetagem e fluxo de passageiros	451.969	R\$ / Estação
Porta de plataforma	4.399.989	R\$ / Estação
Bandejamento das estações e pátio	5.103.200	R\$ / Estação
Subestação primária 69kv/22kv	22.276.659	Fixo
Sistema de controle centralizado - scc	8.310.383	Custo Fixo (R\$)

#### 4.3.1.3 Benefícios considerados

Os benefícios considerados no caso foram separados em cinco categorias: Ganho de tempo, economia na operação de transporte particular, economia na operação de transporte público, custo ambiental e custo de acidentes.

A medição dos benefícios segue a diretriz da metodologia CBA, para cada categoria é monetizado o gasto total no cenário base e no cenário estudado, e a diferença entre eles é o benefício desse cenário. Essa seção apresenta como foram monetizadas cada uma dessas categorias.

##### 4.3.1.3.1 Valor do tempo

O modelo conceitual no qual está embasada a atribuição de valor ao tempo dos usuários de transporte público toma como premissa que tanto os gastos financeiros como os gastos de tempo de uma pessoa são limitados. Sendo assim uma pessoa precisa dividir seu tempo entre

trabalho, atividades de lazer e tempo de locomoção, e o faz com o intuito de maximizar seu bem-estar e satisfação. Esse mecanismo utilizado inconscientemente pelas pessoas no momento de decidir qual meio de transporte vão utilizar nos permite criar uma base de comparação entre o ganho de tempo e o valor financeiro associado a ele.

Um dos problemas da utilização do valor da hora de trabalho de cada indivíduo para o cálculo do valor do seu tempo é que isso privilegiaria a avaliação de soluções que favorecessem os segmentos mais afluentes da sociedade, o que vai contra o princípio de políticas públicas ligadas ao transporte que visa favorecer de maneira equânime a população. Por isso, adotou-se a renda média mensal per capita da Região Metropolitana de Florianópolis para todo o tempo gasto em viagens urbanas.

Para calcular o valor do tempo utilizou-se:

- Renda média per capita da Região Metropolitana de Florianópolis em 2014: R\$ 1.420,23 / mês [40];
- Fator de Ajuste da inflação: 9,9% (IPCA acumulado de novembro de 2014 até outubro de 2015) [41];
- Carga horária trabalho: 180 horas/mês (42h de jornada média semanal vezes média anual de 4,28 semanas por mês);
- Ajuste de férias e décimo terceiro relativos ao salário mensal:  $(4/3)/12 = 0,11$ ;
- Relação entre valor do tempo em deslocamento e valor do tempo de trabalho: 30% [5].

Através desses parâmetros definiu-se valor do tempo em deslocamento como sendo R\$ 2,80 por hora.

#### **4.3.1.3.2 Operação – Transporte particular**

O benefício na operação de transporte particular é a diferença entre a soma total do gasto da sociedade com a operação de automóveis nos dois cenários.

Calculou-se um custo médio de R\$ 0,30 / km rodado para o uso de automóveis particulares, mas com uma alíquota de imposto sobre o combustível de 33%, o custo econômico considerado foi de R\$ 0,20 / km.

#### 4.3.1.3.3 Operação – Transporte público

Nesse quesito é necessário somar o gasto total do sistema com a operação de transporte público. O gasto dos modais estão resumidos a seguir:

**Tabela 26 – Custos de operação – Ônibus comum e BRT – Custos em R\$/km rodado [37][42]**

	Combustível	Lubrificante	Rodagem	Peças e Acessórios	Valor Financeiro
Ônibus Comum	1,14	0,02	0,11	0,21	1,73
BRT	1,38	0,07	0,18	0,43	2,73

**Tabela 27 – Custos de operação – Ônibus comum e BRT – Custos em R\$/ônibus/ano [35][37]**

	Pessoal				Despesas Gerais	Bilhetagem	Monitoramento	Seguro e Licenciamento	Total
	Operação	Manutenção	Administração	Encargos + Benefícios					
Ônibus Comum	71.578	9.663	7.516	71.861	9.307	266	334	728	<b>171.251</b>
BRT	66.557	8.985	6.989	69.117	9.307	266	334	728	<b>162.282</b>

Considerou-se ainda um custo anual de operações de R\$ 216,5 mil por estação [34]

**Tabela 28 – Custos de operação – VLT [43][44]**

Métrica	Manutenção					Energia	Mão de Obra		Valor Financeiro
	Material Rodante	Instalações Fixas	Vias Permanentes	Pátio	Gerência de Manutenção		Operação	Administração	
R\$ / km rodado						1,41			1,41
R\$ / km de extensão (mil)		255,0	528,3						783,3
R\$ / trem (mil)	465,0			81,2	24,3		615,7	64,7	1250,9

#### 4.3.1.3.4 Custo ambiental

Os dois principais custos ambientais ligados à mobilidade urbana são o custo da emissão de gases e partículas pelos veículos e o impacto ambiental das obras de infraestrutura. Nesta avaliação socioeconômica não se aprofundou no impacto ambiental das obras por serem custos altamente dependentes das técnicas e métodos utilizados na implantação das obras, cuja análise foge do escopo deste projeto.

Para avaliar o custo das emissões utilizou-se o conceito de créditos de carbono. Os créditos de carbono criam um mercado para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, dando um valor monetário ao custo de poluir o ar, sendo assim uma forma direta de encontrar o equivalente monetário da emissão de poluentes. Calculou-se um valor médio de US\$ 14,02 / ton CO<sub>2</sub> entre julho de 2011 e junho de 2015 [45].

A partir da emissão média de poluentes dos veículos e da emissão média de carbono na produção de energia elétrica (para calcular a emissão da operação do VLT e Monotrilho), tem-se como custo ambiental:

**Tabela 29 – Resumo dos Custos Ambientais / km rodado [42][46]**

Veículo	R\$ / Km Rodado
Automóvel	0,0064
Básico	0,0464
Padron	0,0562
VLT	0,0079
Monotrilho	0,0159

#### 4.3.1.3.5 Custo de acidentes

A implantação de um sistema de transporte urbano mais eficiente tende a reduzir a quantidade de acidentes porque diminui o número de veículos circulando assim como o número de quilômetros rodados, e porque aumenta a proporção de usuários viajando em transporte público, que apresentam menor índice de acidentes do que automóveis particulares [47]. A análise considera que a taxa de acidentes de cada modal por quilômetro é mantida constante entre os diferentes cenários.



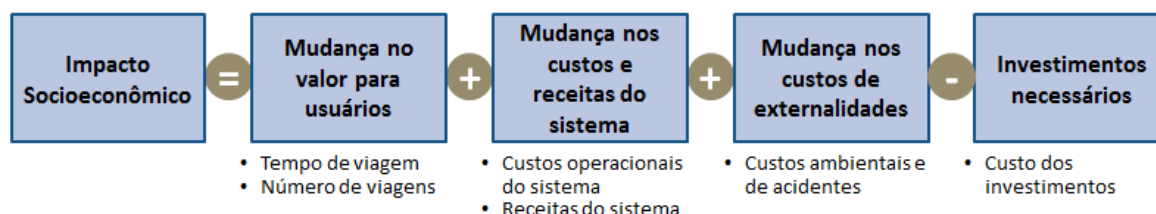
Um estudo do IPEA [48] estimou os custos totais com acidentes de trânsito no Brasil para automóveis particulares, e em [47] tem-se a proporção entre os números de acidentes sofridos em cada modal, de modo que juntando as informações é possível estimar o custo total esperado por modal no Brasil:

**Tabela 30 – Parâmetros de Custos com Acidentes por pax\*km**

Tipo de Veículo	R\$ / pax*km
Básico	0,002
Padron	0,002
Automóvel	0,016
VLT	0,002
Monotrilho	0,001

#### 4.3.1.4 Resultado final

A análise econômica resume-se a calcular todos os custos do sistema no cenário base e comparar com os custos totais do cenário estudado. Trazendo essa diferença para o valor presente a partir da taxa de desconto determinada, obtem-se o VPL econômico de cada cenário, e caso esse seja positivo o projeto é considerado benéfico para a sociedade.



**Figura 13: Elementos da avaliação econômica.**

Para cada cenário foi calculado o saldo econômico em cada benefício avaliado e o saldo do CAPEX, ou seja, a diferença entre os investimentos necessários em relação ao cenário base. Os valores apresentados abrangem o período de 2015 a 2040 e estão todos em R\$ milhões:

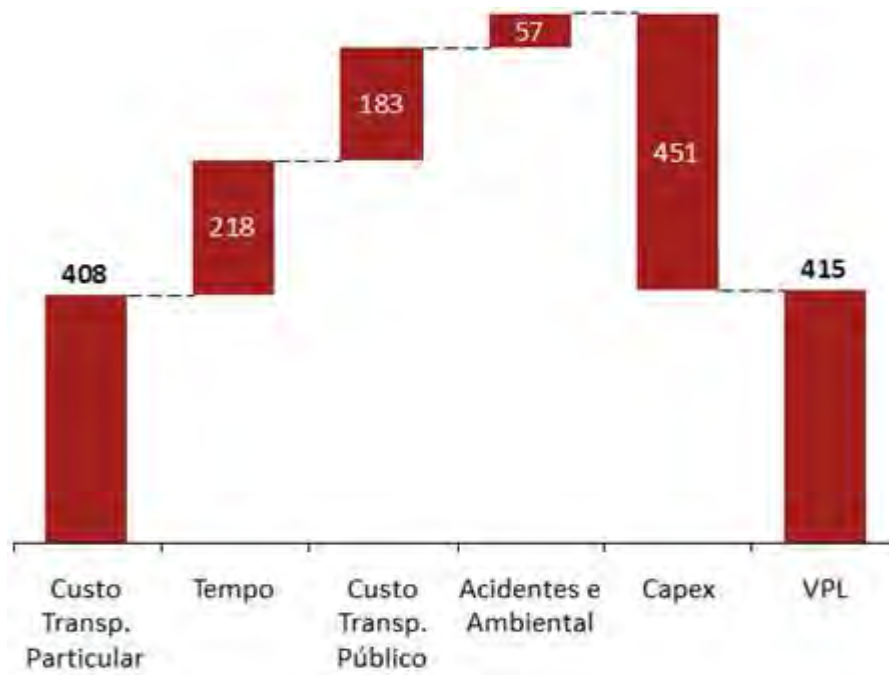


Figura 14: Resultado econômico da implantação do BRT.

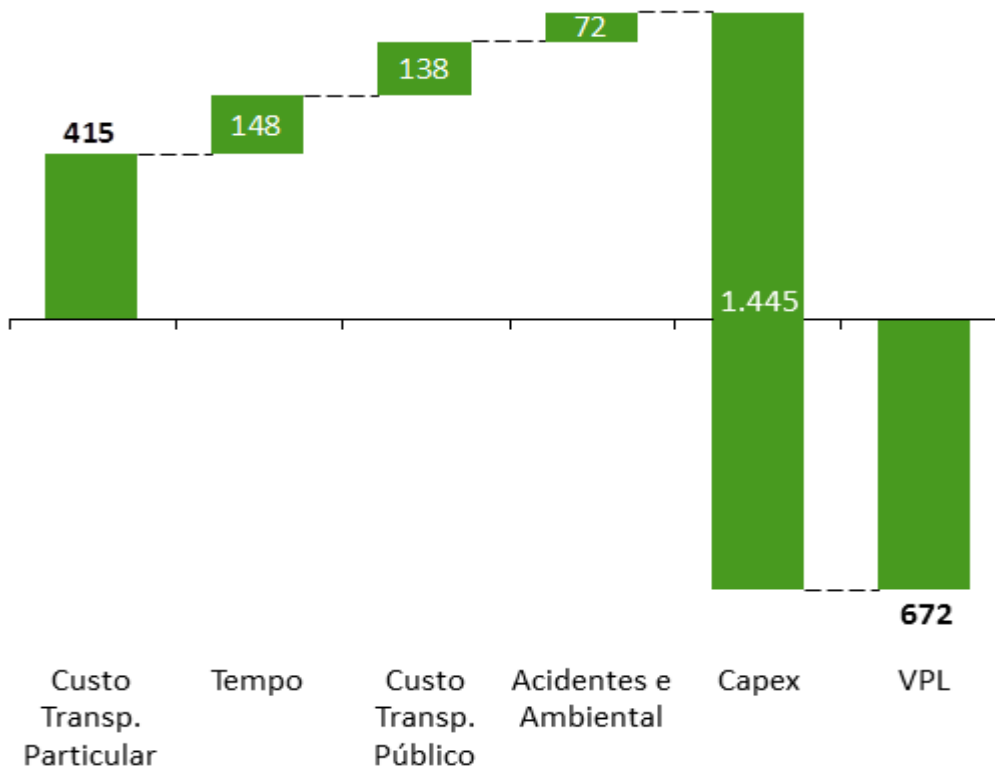
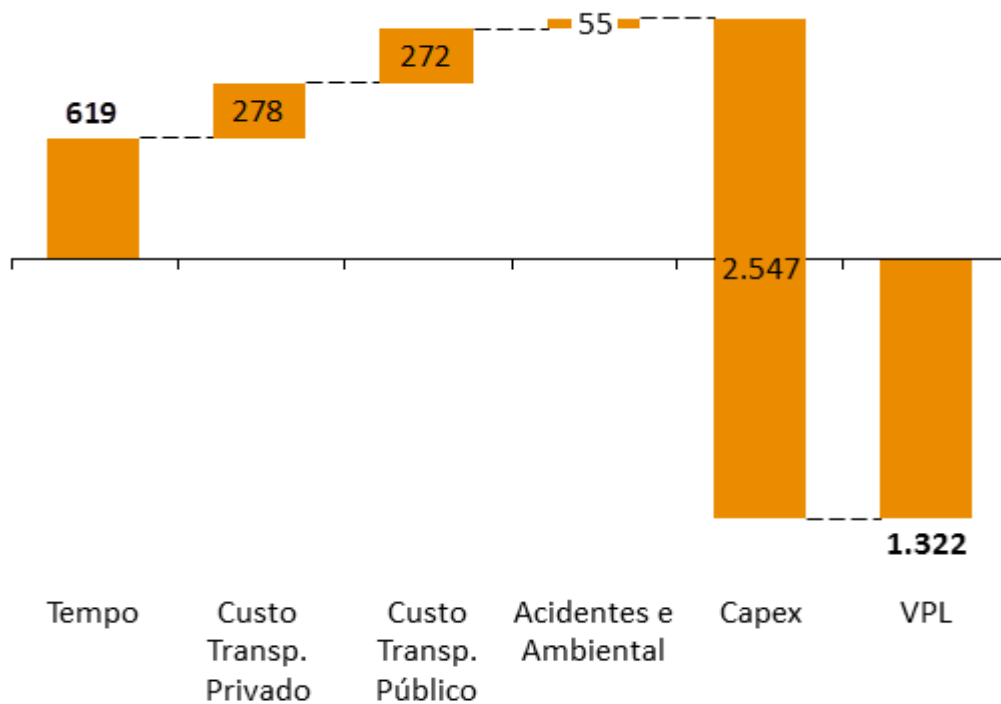


Figura 15: Resultado econômico da implantação do BRT+VLT.



**Figura 16: Resultado econômico da implantação do BRT+Monotrilho.**

A implantação do VLT ou do Monotrilho traz um valor presente dos benefícios maior do que a implantação do BRT, porém os dois cenários apresentam Capex muito elevado, tornando o VPL do cenário negativo. A implantação do BRT, por sua vez, é benéfica para a sociedade, com um saldo em valor presente de R\$ 415 milhões.

Apesar de apenas um dos cenários ser recomendável pela análise econômica, ainda é possível que a implantação do VLT ou do Monotrilho seja positiva ao serem implantados junto às propostas complementares que serão estudadas posteriormente, ou caso se comprove que a sua implantação traria benefícios econômicos não estudados, como a atração de um grande investidor para a região. Por conta disso, a análise multicritério será mantida como principal ferramenta de escolha de cenário, sendo a análise econômica um de seus pilares.

## 4.3.2 Análise Financeira

### 4.3.2.1 Cálculo do Custo de Capital

Essa seção tem como intuito calcular uma taxa de desconto financeira adequada para o projeto, para obter um parâmetro de comparação para analisar se a taxa de retorno financeira atingida está adequada para atrair o setor privado.

A formulação do cálculo segue [49]:

$$K_e = R_f + \beta * PRM + PRP$$

Em que:

- Taxa livre de risco ( $R_f$ ) 2,7% – Média do retorno do título do governo dos EUA, referência 10 anos nos últimos 5 anos [50];
- Beta ( $\beta$ ) 0,83 – Segundo [51], em empresas do setor de transportes em países em desenvolvimento cerca de 62% do capital não próprio, resultando em um beta alavancado de 0,83;
- Prêmio de risco de mercado (PRM) 6,8% [52];
- Prêmio de risco país (PRP) 2,5% [52].

O  $K_e$  nominal encontrado foi de 10,84%. Sendo a média da inflação brasileira nos últimos 10 anos de 5,74% [41], obtém-se um  $K_e$  real de 5,1%. Uma taxa de retorno financeiro menor do que essa implica em necessidade de maior subsídio do estado para que o sistema seja sustentável.

#### **4.3.2.2 Receita do sistema**

Considerou-se inicialmente todo o sistema de transporte público da RMF como integrado, ou seja, ao comprar uma única passagem o usuário pode trocar de modal ao longo de sua viagem sem custos extras, e a tarifa foi mantida com o mesmo preço atual, de R\$2,65. Posteriormente será feita uma análise sobre o impacto de um modelo tarifário sem integração total.

Verificou-se no diagnóstico da LOGIT que atualmente 12,5% da receita teórica do sistema é perdida por conta de passageiros que utilizam o transporte gratuitamente ou pagam apenas metade do valor (idosos, estudantes, etc.). Dessa forma, apenas 87,5% da receita total foi considerada e o restante aparece na análise financeira como subsídio do estado.

#### **4.3.2.3 Resultado final**

A tabela abaixo aponta os principais indicadores financeiros calculados:

**Tabela 31 – Resultado da análise financeira**

Tipo de Veículo	BRT	BRT + VLT	BRT + Monotrilho
TIR (%)	3,7%	-3,0%	-5,4%
Opex / pax em 2040 (R\$)	1,76	1,88	1,80

Novamente o BRT saiu-se melhor na análise, porém, o seu retorno financeiro encontrado foi menor do que o Ke calculado, indicando a necessidade de subsídios do estado para que o sistema seja estável e atraente. Devido a esse problema, outras alternativas tarifárias serão estudadas posteriormente.

### **4.3.3 Análise Multicritério**

#### **4.3.3.1 Criação da estrutura de análise**

A análise multicritério foi estruturada seguindo o método AHP – Análise Hierárquica de Projetos. É importante ressaltar que não se trata de uma técnica que busca a solução ótima para determinado problema, mas sim, uma ferramenta de apoio à tomada de decisão que, utilizando modelos quantitativos e um método estruturado, auxilia os atores no processo decisório. Essa ferramenta pode ser estruturada nos seguintes passos:

- Definir o problema;
- Estruturar a decisão de forma hierárquica, partindo do objetivo principal até os níveis mais baixos;
- Desenvolver comparações hierárquicas para critérios do mesmo nível hierárquico e, a partir delas, definir o peso de cada critério;
- Avaliar cada solução dentro dos critérios, calculando-se a prioridade total de cada alternativa.

O intuito da análise multicritério é atender as expectativas de diferentes entes envolvidos no projeto da maneira mais justa o possível. Para tal, foi criado um comitê técnico agentes públicos e privados interessados no projeto, que realizou o mapeamento dos critérios de avaliação, definindo inicialmente seis macrocritérios que foram divididos em subcritérios:

- **Viabilidade:**
  - **Retorno socioeconômico** – balanço socioeconômico da implantação da solução de mobilidade, avaliado pelo VPL socioeconômico;
  - **Investimentos necessários** – investimentos em infraestrutura e material rodante necessários para a implantação da solução, medidos através do valor presente dos mesmos ao longo do tempo;
  - **Subsídio para a operação** – o valor do subsídio depende de determinações e escolhas políticas, mas para comparar a necessidade de subsídio entre as opções será utilizado o Opex/pax em 2040;
  - **Retorno financeiro** – taxa de desconto para a qual o fluxo de caixa resultante do modelo tarifário escolhido é zero (TIR).
- **Impacto social:**
  - **Abrangência territorial** – capacidade da solução de atender de forma eficaz os municípios mais afastados;
  - **Inclusão social** – intensidade dos impactos distributivos da solução proposta, medido através da razão entre os benefícios em valor presente socioeconômico para a classe C e os benefícios totais.
- **Serviço ao Usuário** – qualidade do serviço prestado pelo sistema de transporte público proposto:
  - **Tempo médio de viagem** – tempo médio de viagem dos usuários de transporte coletivo, incluindo caminhada e espera (minutos);
  - **Conforto** – Conforto físico, sonoro e visual proporcionado pela solução avaliada;
  - **Segurança** – impacto da solução proposta na ocorrência de acidentes de trânsito fatais e não fatais, medidos através de seu custo equivalente.
- **Perfil dos modais**
  - **% Transporte coletivo** - participação do transporte coletivo no total de viagens;
  - **% Modal não motorizado** – participação do transporte não motorizado no total de viagens (qualitativo).
- **Impacto ambiental**
  - **Meio físico** – magnitude da intervenção necessária no meio físico para implantação da solução proposta (qualitativo);

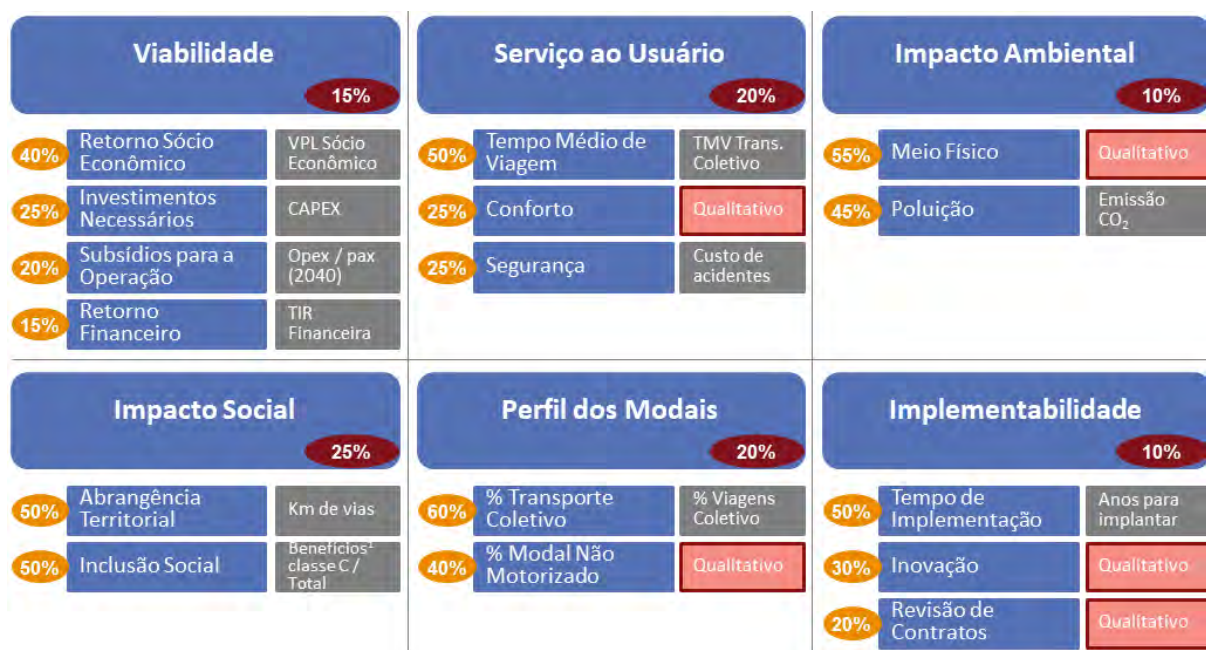
- **Poluição** – impacto da solução proposta na qualidade do ar, avaliado através das emissões de gás carbônico.

- **Implementabilidade**

- **Tempo de implementação** – Prazo para implantação completa da solução proposta (anos);
- **Inovação** – Imagem inovadora da solução proposta (qualitativo);
- **Revisão dos contratos** – necessidade de revisão dos contratos vigentes e do modelo de concessão atual para implementação da solução (qualitativo).

O próximo da metodologia é a definição dos pesos, para tal, utilizou-se o método AIP (aggregation of individuals priorities) [53]. Para a aplicação do método, cada membro do comitê técnico ordenou os 16 subcritérios selecionados de acordo com a importância de cada um em sua opinião, e com a aplicação do AIP esse ordenamento é normalizado e o peso de cada critério é definido.

A figura abaixo resume o framework encontrado ao fim do processo, bem como a métrica escolhida para a avaliação de cada critério:



**Figura 17: Critérios de análise da análise multicritério e seus respectivos pesos.**

No caso do critério de inclusão social, os benefícios das classes mais baixas em relação ao total é em termos de VPL econômico.

#### 4.3.3.2 Resultado final

As notas em cada quesito são sempre comparativas entre os quatro cenários (cenário base, BRT, BRT + VLT e BRT + Monotrilho). Nos critérios quantitativos, o melhor dos quatro recebe nota 10, o pior recebe nota 0 e os outros dois recebem notas proporcionais a seus valores, já nos critérios qualitativos, o primeiro colocado recebe 10, o segundo 7,5, o terceiro 5,0 e o último recebe 2,5, sendo que no caso de empate ambos recebem a nota média entre as duas classificações.

A tabela a seguir apresenta os resultados finais da aplicação da análise multicritério:

**Tabela 32 – Notas Finais da Avaliação Multicritério**

Critério	Cenário BRT	Cenário BRT + VLT	Cenário BRT + Monotrilho
Viabilidade	8,3	4,2	2,2
Impacto Social	7,5	7,5	7,4
Serviço ao Usuário	8,3	8,9	9,9
Perfil dos Modais	8,0	7,9	7,9
Impacto Ambiental	7,8	7,9	5,8
Implementabilidade	7,5	7,6	7,9
<b>Total</b>	<b>7,9</b>	<b>7,4</b>	<b>7,1</b>

A análise multicritério diminuiu a discrepância entre as alternativas ao incorporar mais aspectos qualitativos na avaliação, mas apesar disso, o cenário BRT manteve-se como o mais adequado e foi o escolhido para a recomendação.

#### 4.4 Avaliação das propostas complementares

As propostas complementares não são concorrentes, de modo que cada uma foi avaliada individualmente comparando-se os cenários: Implantação do BRT e Implantação do BRT + proposta complementar. A ferramenta de decisão foi o cálculo do VPL econômico a partir da metodologia CBA. Devido ao escopo do trabalho, não há necessidade de explicar



extensivamente os parâmetros de custo para cada proposta, e serão apresentados aqui apenas o resumo dos resultados obtidos e das recomendações formadas.

#### **4.4.1 Gestão de demanda**

As simulações considerando as políticas de restrição de estacionamento geraram um retorno econômico atrativo (VPL de R\$ 640 MM, contra R\$ 415 MM do cenário com BRT e sem restrições), além disso, essa política gera receitas para o governo, tornando-a ainda mais atraente. Com esse resultado, a proposta complementar de restrição da demanda integrou as recomendações finais.

#### **4.4.2 Expansão viária**

Nessa etapa analisou-se a viabilidade da realização das principais obras previstas nos planos diretores dos municípios da RMF: nova ponte, túnel Barra da Lagoa, Beira mar Norte Sul e ligação Contorno BR-101 e via expressa.

O conjunto das obras, analisado como um todo, teve VPL negativo, devido ao alto custo da nova ponte e do túnel, porém ao analisar apenas as obras de menor porte, o saldo encontrado foi positivo, de modo que as obras de ligação contorno BR-101 e via expressa fazem parte da recomendação final.

#### **4.4.3 Desenvolvimento orientado**

A sustentabilidade do crescimento urbano da Região Metropolitana de Florianópolis passa necessariamente pela reversão do processo de expansão urbana tradicional, que concentra o foco do desenvolvimento na ilha e não no continente.

A proposta está orientada para a promoção de políticas públicas de desconcentração de atividades – seja por meio de incentivos fiscais, legislação, instrumentos do Estatuto da Cidade ou ações diretas da administração pública (implantação de equipamentos sociais, órgãos públicos, autarquias, hospitais de referência, universidades, escolas técnicas etc.).

A expansão para a área oeste implica em novos investimentos viários e torna necessário a ampliação da linha de BRT planejada para o cenário inicial, mas apesar disso, o balanceamento da matriz origem-destino na RMF traz um saldo econômico bastante positivo e é extremamente recomendado, como mostra a figura abaixo:

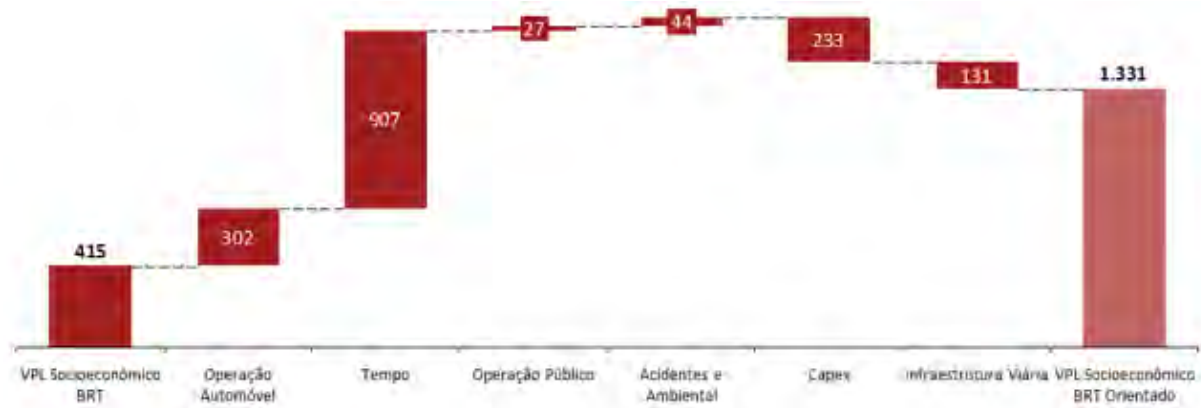


Figura 18: Critérios de análise da análise multicritério e seus respectivos pesos.

#### 4.4.4 Transporte aquaviário

O transporte aquaviário foi simulado sem a presença do BRT e com a presença do BRT. Vê-se que no cenário sem o troncal, o transporte aquaviário possui VPL positivo e ajuda nos índices de mobilidade da região, porém após a implementação do BRT esse modal tem a sua demanda reduzida drasticamente e passa a ter VPL negativo.

Tendo esse cenário em vista, considerou-se que a implementação ou não do transporte aquaviário depende das condições do governo de atingir um prazo adequado para o troncal e para o aquaviário. Caso possa ser implementado o modal aquaviário com alguns anos de antecedência em relação ao BRT, ele será de grande ajuda para mitigar o problema, mas se os prazos indicarem que ambos seriam implementados com um intervalo pequeno de tempo, não há valor na implementação desse modal.

#### 4.4.5 Modelo tarifário alternativo

Os cenários analisados até o momento contaram com a premissa de uma tarifa integrada para todo o sistema, no valor R\$ 2,65, por fim, comparou-se o desempenho desse modelo

tarifário com uma alternativa, mantendo a tarifa em R\$ 2,65 mas acrescentando 30% (~ R\$ 0,80) a cada transferência realizada entre modais.

Esse modelo alternativo trouxe grandes melhorias nos resultados financeiros do cenário BRT, elevando a TIR financeira de 3,73% para 9,06%. Já era esperado que com um aumento no custo para a população o resultado econômico seria prejudicado, e de fato, houve redução de R\$ 33 milhões no VPL econômico.

Apesar da redução, o VPL continuou bastante positivo (R\$ 382 milhões), e os índices financeiros melhoraram substancialmente, atingindo um patamar atraente ao setor privado, de modo que, apesar da redução do saldo econômico, esse modelo tarifário foi considerado mais adequado ao projeto.

#### **4.5 Análise do modelo de contratação**

É notável no Brasil os constantes aumentos de prazo e de orçamento que ocorrem na grande maioria das obras públicas. No contexto do caso estudado, um atraso de um ano nas obras reduziria o VPL econômico em quase R\$ 200 milhões; Tendo isso em vista, os benefícios das PPPs apontados em 3.1.1, que incluem uma redução em atrasos de obras, encaixam-se bem no contexto brasileiro.

As primeiras definições necessárias para a licitação da PPP são o tamanho desta, ou seja, a porção do sistema de transporte que será licitado e a duração do contrato, sendo que todos os outros parâmetros do contrato dependerão dessas definições.

Para o sistema alimentador, as alternativas viáveis para serem consideradas incluem a licitação única de todo o sistema, bem como a separação por linhas ou por área. No caso do sistema troncal, devido ao seu tamanho, não é viável uma separação muito fragmentada, reduzindo a análise para as opções de licitar todo o sistema junto ou dividi-lo em duas linhas.

A escolha por pedaços grandes em uma mesma licitação traz como vantagem a praticidade em licitar, que é um processo custoso e demorado no Brasil. Reduzindo o número de licitações necessárias, espera-se uma maior agilidade no início do projeto, de forma que seus benefícios comecem a ser capturados mais rapidamente, isso, associado ao maior tamanho da

obra, torna o projeto mais interessante para os grandes players. Além disso, proporciona um aumento de sinergia entre as partes, que pode ser um problema quando há integração entre diferentes operadores.

A principal desvantagem dessa opção, principalmente no caso em que todo o sistema é licitado em um só pacote, é que no caso do consórcio vencedor demonstrar-se inapto a realizar o serviço com a qualidade esperada, há uma maior dificuldade para contornar a situação. Por conta disso, é vital que o contrato seja escrito de forma a prever essa possibilidade e reduzir o prejuízo social e financeiro para o estado em uma eventual falha do parceiro privado.

A separação em pedaços menores para a licitação ajuda a dissolver o problema da existência de um mau operador, e ainda promove a competição no sistema, incentivando inovações e melhorias dos operadores. Apesar disso, o excesso de burocracia, junto ao tempo e dinheiro que podem ser perdidos por conta dela, compensam pelas vantagens.

No caso do sistema alimentador, em que as opções de separação do sistema são por linha ou por área, deve-se avaliar a escolha pensando no contexto do projeto, em que o objetivo é prover a integração de toda a Região Metropolitana. Uma separação por áreas iria contra essa diretriz, e por conta disso a opção foi descartada.

Quando definida essa diretriz, o próximo passo é a escolha do tempo do contrato. Em licitações com construção e operação conjuntas, os contratos sempre possuem longa duração, para que seja possível recuperar o investimento feito, sendo que quanto maior o porte da obra e o investimento necessário, maior deve ser esse tempo.

Em grandes obras de mobilidade, os contratos de PPPs são tipicamente de pelo menos 20 anos, sendo que um contrato com a menor duração possível traz como vantagem para o setor público a maior flexibilidade, pois permite que as diretrizes do contrato sejam revistas mais rapidamente, reduzindo os riscos inerentes. Além disso, leva uma maior pressão ao setor privado para que sejam respeitados o custo e prazo previstos, pois terá menos tempo para recuperar seu investimento.

O problema de contratos de curta duração é que são menos atraentes para o setor privado, o que pode potencialmente afastar consórcios. Enquanto isso, contratos longos (o maior permitido por lei é de 35 anos), são melhores para atrair a competição no setor privado, e trazem um tempo maior para a amortização dos custos.

Após definidos esses parâmetros, existem ainda quatro pontos fundamentais a se atentar na licitação, o primeiro são os critérios de escolha do parceiro privado, o segundo é a boa especificação das obrigações de cada parte, o terceiro é a divisão dos riscos entre o setor público e privado, uma peculiaridade das PPPs e que deve ser bem utilizada para tirar o máximo proveito dessa forma de contrato e por fim o modelo de remuneração do operador. Os dois primeiros pontos levantados foram cobertos no item 3.1.2, que contém algumas boas práticas para a elaboração de contratos desse tipo.

A divisão de riscos, é possível por meio de condições do contrato que obriguem uma parte a compensar a outra no caso de um risco se concretizar, transformando-se em um problema. Abaixo encontram-se alguns dos principais riscos envolvidos e uma alocação sugerida, com algumas sugestões de como realizar essas alocações.

	Risco	Fonte do Risco	Impacto Gerado	Alocação Sugerida
Fase de Desenvolvimento	Risco de Design	Erro de concepção ou de interpretação das especificações	Design inadequado e/ou de pior custo-benefício	
	Risco de Construção	Aspectos externos (autorizações, aprovações, leis...)	Atraso na construção	
	Risco de Execução	Inabilidade do Consórcio em cumprir os prazos combinados	Atraso na construção	
Fase de Operação	Risco de Operação	Operador ineficiente	Operação de baixa qualidade e/ou custos extras	
	Risco de Demanda	Demanda abaixo da projeção	Receita abaixo da esperada	
Riscos Gerais	Risco de Moeda	Desvalorização da moeda local	Aumento da dívida (se há financiamento estrangeiro)	
	Risco de Taxa de Juros	Volatilidade em taxas	Aumento do custo de financiamento	

Risco do Poder Públicos    
 Risco do Concessionário

**Figura 19: Critérios de análise da análise multicritério e seus respectivos pesos.**

Dentre os riscos levantados, os considerados mais críticos são aqueles que fogem da competência de ambos os lados: Risco de Construção, Risco de Demanda, Risco de Moeda e Risco de Taxa de Juros.

Para lidar com os Riscos de Construção e de Taxa de Juros, recomenda-se que seja previsto em contrato uma dissolução de possíveis prejuízos entre os setores.

O Risco de Demanda pode ser minimizado com reavaliações periódicas da demanda esperada e a adoção de um mecanismo de compensação para caso a demanda real difira em mais de 10% da projetada. O mecanismo deve prever que o setor beneficiado pela diferença remunere parcialmente o outro, de modo a reduzir a disparidade.

Por fim, o Risco de Moeda pode ser mitigado a partir da inclusão do índice IGP-M na fórmula de reajuste da remuneração do parceiro privado.

Existe ainda um outro fator relevante a ser discutido, que é o modelo de remuneração do operador, que é um ponto essencial para o equilíbrio de interesses dos setores público e privado. É importante um modelo que proteja o setor privado de ter prejuízos, para que seja atraente, mas também é necessário que o incentive a focar na qualidade do serviço, e não apenas na receita gerada. A tabela seguinte apresenta uma breve análise dos modelos mais tradicionais [54]:

**Tabela 33 – Comparação dos modelos de remuneração**

Características	Vantagens	Desvantagens
Direta – Remunerados diretamente pela tarifa (receita privada)	Não gera déficits orçamentários e privilegia a eficiência, já que os operadores têm que buscar o equilíbrio econômico-financeiro e aumento de demanda	Pode comprometer a qualidade dos serviços, já que o operador tende a reduzir a oferta para aumentar a produtividade; Dificulta a política de integração
Indireta – Remunerados pela quilometragem produzida e frota (receita pública)	Modelo propicia o aumento da oferta e da qualidade, pois não há objeções por parte do operador para se aumentar a oferta; Facilita a integração tarifária	Podem gerar déficits e necessidade de subsídios; Podem ocorrer desequilíbrios econômico-financeiros pelo descompasso entre oferta e demanda (por exemplo, operador pode fazer os Ônibus rodarem mais kms nos horários fora de pico).
Indireta – Remunerados pelo volume de passageiros transportados (tarifa de remuneração)	Estimula o operador a entender bem a demanda para aumentar seus rendimentos; Facilita integração tarifária	Podem gerar déficits e necessidade de subsídios ou no sentido inverso sobre lucro em caso de alta volatilidade da demanda

Vê-se que nenhuma dessas opções é capaz de atender a todas as necessidades do sistema sozinha, de modo que é necessário um modelo misto de remuneração para atender a todos os interesses. Os componentes da remuneração proposta são:

**Número de ativos (n):** O operador será remunerado por um valor  $F_o$  para cada ônibus em sua frota. Isso garante a cobertura dos custos fixos, de modo que a empresa não sentirá necessidade de economizar fazendo um investimento abaixo do necessário.

**KM rodados (km):** Será pago um valor  $V_k$  a cada quilômetro rodado para incentivar que o operador melhore a eficiência da gestão do sistema, buscando reduzir o seu custo/km.

**# de passageiros pagantes (pax):** Como forma de incentivar os operadores a combater a evasão de receita e fraudes nas gratuidades, será pago um valor  $V_p$  a cada passageiro pagante.

**Fator de qualidade ( $F_q$ ):** O fator de qualidade deve ter valor de 0 a 1 e é composto por indicadores do nível de serviço prestado e serve para garantir que o operador privado vai entregar um serviço de qualidade satisfatória. Alguns exemplos de indicadores que podem ser usados [55]:

- Intervalo entre os ônibus;
- Tempo médio de percurso;
- Cumprimento da oferta programada;
- Acidentes de usuários;
- Crimes com usuários;
- Índice de satisfação do usuário;
- Acessibilidade da linha;
- Índices referentes ao nível de manutenção dos ônibus.

**Peso Fator Qualidade ( $P_q$ ):** Peso atribuído ao fator de qualidade dentro da remuneração global do operador.

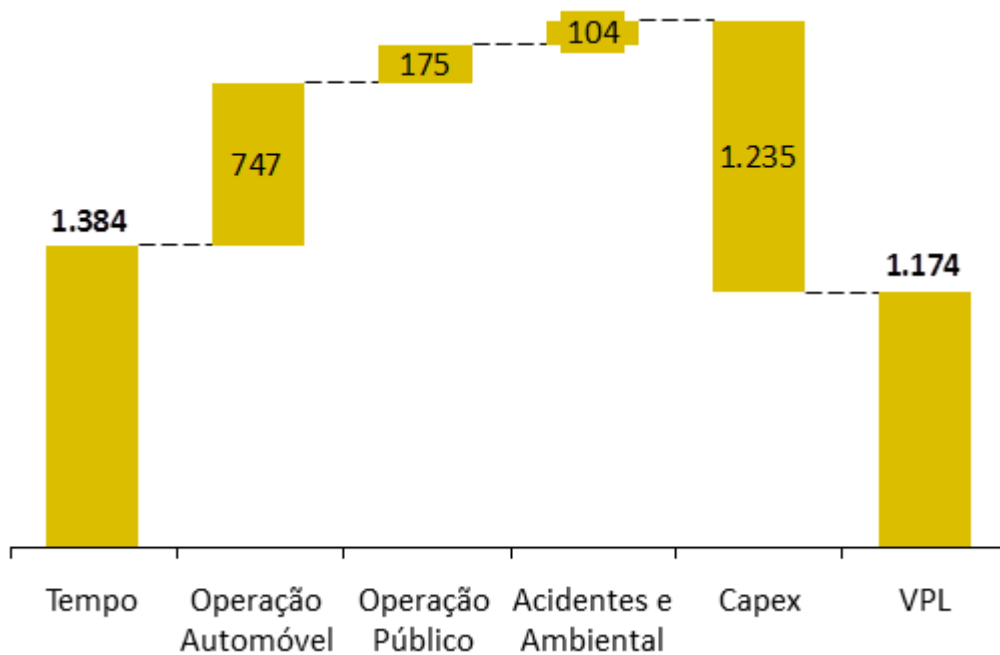
A partir dos pontos levantados, a estrutura recomendada de modelo de remuneração de operadores do sistema de transporte é apresentada abaixo:

$$Rem = n * F_o + (km * V_k + pax * V_p) * ((1 - P_q) + P_q * F_q)$$

## 4.6 Recomendação final

Após o término das análises, foi simulado um cenário incluindo todas as soluções propostas: implantação do BRT, gestão da demanda, obras de ligação contorno BR-101 e via expressa, desenvolvimento orientado, modelo tarifário com integração parcial e incluindo também a implantação do sistema aquaviário, ainda que sua participação seja discutível e dependente de outros fatores.

O VPL desse cenário não é igual à soma do VPL dos cenários separados, pois alguns fatores concorrem entre si, como por exemplo as obras de expansão viária, que reduzem o benefício da implantação do BRT e da implantação do desenvolvimento orientado (já que ambas as medidas são mais efetivas quando o transporte privado está em uma situação pior), ou o transporte aquaviário, que concorre com o BRT, mas essas diferenças foram pequenas e o resultado final apresentou um resultado bastante satisfatório:



**Figura 20: VPL econômico – Recomendação completa.**

A TIR financeira desse cenário foi de 9,71%, portanto, o cenário também desempenhou bem nesse quesito.



## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **5.1 Conclusão**

A avaliação econômica de projetos de transporte, apesar de ser debatida a décadas, é um tema que continua atual e continua avançando no mundo, sem ainda ter atingido um consenso sobre qual é a melhor metodologia e sobre quais aspectos devem ser considerados. Ainda que não haja um único método correto, existem algumas diretrizes consolidadas, que infelizmente ainda não são necessariamente seguidas no Brasil.

Uma norma unificada para a avaliação é essencial para uma alocação justa dos recursos, isenta de disparidades por erros de avaliação, e espera-se com esse trabalho ter chamado um pouco a atenção para esse fato, ainda mais no contexto em que a economia brasileira encontra-se, com grande dificuldades de bancar todos os projetos de infraestrutura pretendidos.

### **5.2 Trabalhos Futuros**

Esse trabalho reuniu informações sobre a aplicação de metodologias de avaliação em vários países e apresentou uma aplicação para um caso específico, porém não acrescentou novos fatores que podem ser úteis para o contexto brasileiro ainda que não apareçam em outros locais. Além disso, o trabalho teve um caráter mais expositivo, sem dar um fechamento de recomendação de modelo de avaliação para o Brasil.

Para dar continuidade a esse trabalho uma possibilidade interessante é analisar as diferenças de modelo em cada local e entender quais as opções mais interessantes para o Brasil, chegando em um trabalho mais assertivo e de maior aplicação.

## 6 REFERÊNCIAS

1. DALBEM, Marta C.; BRANDÃO, L.; MACEDO-SOARES, T. D. L. V. A. Avaliação econômica de projetos de transporte: melhores práticas e recomendações para o Brasil
2. CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACION DE OBRAS PUBLICAS. Economic Evaluation of Transport Projects. Guidelines, 18 de outubro de 2010.
3. SHIFTAN, Yoram; BEN-AKIVA, Moshe; JONG, Gerard de; HAKKERT, Shalom; SIMMONDS, David. Evaluation of Externalities in Transport Projects.
4. LITMAN, Todd. What's it Worth?
5. WORLD BANK. A Framework for the Economic Evaluation of Transport Projects. Transport Note No. TRN-5.
6. THE GREEN BOOK. Appraisal and Evaluation in Central Government. 2003
7. DEPARTMENT FOR TRANSPORT. Cost-Benefit Analysis. TAG Unit A1.1.
8. WORLD BANK. Total Economic Valuation of Infrastructure Project.
9. BRUCKER, Klaas; MACHARIS, Cathy; VERBEKE, Alain. Multi-criteria analysis in transport Project evaluation: an institutional approach.
10. BERNARD, Roy. Méthodologie Multicritère d'Aide à la Décision.
11. MACKIE, Peter; WORSLEY, Tom. International Comparisons of Transport Appraisal Practice.
12. JONES, Heather; MOURA, Filipe; DOMINGOS, Tiago. Transport Infrastructure Project Evaluation Using Cost-benefit Analysis.
13. SANTOS, E. (2000) Concentração em mercados de ônibus urbanos no Brasil: uma análise do papel da regulamentação.
14. COX, Wendell. Competitive Participation in U.S. Public Transport: Special Interests Versus the Public Interest.
15. THAMER, Rogerio. Projetos de Parceria Público-Privada: Fatores que Influenciam o Sucesso dessas Iniciativas.
16. ELGAR, Edward. The Worldwide Revolution in Infrastructure Provision and Project Finance.
17. INFRASTRUCTURE PARTNERSHIPS AUSTRALIA. Performance of PPPs and Traditional Procurement in Australia.
18. NATIONAL AUDIT OFFICE. PFI: Construction Performance, 2003, UK.

19. ARTHUR ANDERSEN AND ENTERPRISE LSE, (2000). Value for Money Drivers in the Private Financial Initiative, Treasure Task Force.
20. NATIONAL AUDIT OFFICE. Private Finance Projects, 1998.
21. NATIONAL AUDIT OFFICE. A Paper for the Lords Economic Affairs Committee, October 2009.
22. NATIONAL AUDIT OFFICE. PFI: Construction Performance.
23. GOVERNO RIO DE JANEIRO. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/web/scch/exibeconteudo?id=410174>. Acesso em outubro de 2015.
24. G1. Disponível em: <http://g1.globo.com/goias/transito/noticia/2013/12/unico-consorcio-interessado-vence-licitacao-para-obra-do-vlt-em-goiania.html>. Acesso em outubro de 2015.
25. METROFOR. Disponível em: <http://www.metrofor.ce.gov.br/index.php/noticias/8-licitacao-para-construcao-do-vlt-parangabamucuripe-recebe-10-propostas->. Acesso em outubro de 2015.
26. UNESCAP. A Primer to Public-Private Partnerships in Infrastructure Development.
27. GOVERNO BRASILEIRO. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/assuntos/programa-de-investimento-em-logistica-pil/noticias/bndes-continua-como-principal-financiador-de-infraestrutura-do-pais>. Acesso em novembro de 2015
28. BNDES. Disponível em: [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev4108.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev4108.pdf). Acesso em novembro de 2015
29. IADB. Disponível em: <http://www.iadb.org/pt/bid-financas/portugues/solucoes-financeiras.1978.html>. Acesso em outubro de 2015.
30. Dados LOGIT. Não disponível.
31. ANP. Disponível em: [http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/folder\\_portarias/portarias\\_dnc/1994/pdnc%2030%20-%201994.xml](http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/folder_portarias/portarias_dnc/1994/pdnc%2030%20-%201994.xml). Acesso em fevereiro de 2015.
32. BIGUAÇU TRANSPORTES. Disponível em em: <http://www.biguacutransportes.com.br/portal/noticias/setuf-informa:-publicacao-de-custos-do-transporte-coletivo-de-sao-jose--abril-maio-e-junho-de-2015/329.0>. Acesso em Outubro de 2015.
33. CBIC. Disponível em <http://www.cbicdados.com.br/menu/custo-da-construcao/>. Acesso em Outubro de 2015.

34. URBS. Disponível em <http://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/transporte/tarifas-custos>. Acesso em Outubro de 2015.
35. MPF FLORIPA. Disponível em <https://mplfloripa.files.wordpress.com/2013/09/edital.pdf>. Acesso em Novembro de 2015.
36. AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. Licitação de Serviços de Transporte Rodoviário Interestadual de Passageiros.
37. Benchmarking de Sistemas de BRT – LOGIT. Documento sigiloso.
38. AZEVEDO, Daniel; CARVALHO, Mariane. Estudo Comparativo de Novas Alternativas em Mobilidade Urbana: Tecnologia Maglev-Cobra HTS e Tecnologia VLT.
39. SLIDESHARE. Disponível em <http://pt.slideshare.net/governosc/pmi-mobilidade-urbana-grande-florianopolis>. Acesso em fevereiro de 2015
40. IBGE. Disponível em [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2013/default\\_xls\\_otica.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2013/default_xls_otica.shtm). Acesso em Novembro de 2015.
41. CALCULADOR. Disponível em <http://www.calculador.com.br/tabela/indice/IPCA>. Acesso em Novembro de 2015.
42. BIDERMAN, Ciro. Uma Análise Simplificada do Sistema de Remuneração Corrente.
43. THE AUSTRALIAN GREENS. Light Rail in Australia.
44. GOVERNO DE GOIÁS. Disponível em <http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2013-12/evte-vlt-anhanguera-06112013.pdf>. Acesso em Fevereiro de 2015.
45. INTERCONTINENTAL EXCHANGE INC. Disponível em <https://www.theice.com/cex>. Acesso Setembro de 2015.
46. ANAC. Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas da Aviação Civil.
47. CAF. Análisis de la movilidad urbana Espacio, meio ambiente y equidade.
48. IPEA/ANTP. Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Aglomerações Urbanas Brasileiras em 2003.
49. INSTITUTO ASSAF. Disponível em: [http://www.institutoaassaf.com.br/downloads/metodologia\\_calculo\\_ke\\_brasil.pdf](http://www.institutoaassaf.com.br/downloads/metodologia_calculo_ke_brasil.pdf). Acesso em fevereiro de 2015.
50. EUROPEAN CENTRAL BANK. Disponível em: [http://sdw.ecb.europa.eu/quickview.do?SERIES\\_KEY=143.FM.M.US.USD.4F.BB.R\\_US10YT\\_RR.YLDA](http://sdw.ecb.europa.eu/quickview.do?SERIES_KEY=143.FM.M.US.USD.4F.BB.R_US10YT_RR.YLDA). Acesso em fevereiro de 2015.

51. NEW YORK UNIVERSITY. Disponível em [http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/Betas.html](http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html). Acesso em fevereiro de 2015.
52. GARRÁN, Felipe; MARTELANC, Roy. Metodologias em Uso no Brasil para Determinação do Custo de Capital Próprio.
53. FORMAN, E.; PENIWATI, K., 1998, “Aggregating individual judgements and priorities with the Analytic Hierarchy Process”, European Journal os Operating Research, Vol. 108, pp. 165-169.
54. IPEA. Modelos de Concessão de Transporte Urbano por Ônibus.
55. CASADEI, Ermínio. A PPP da Linha 4 – Amarela do metrô de São Paulo.

## FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO

1. CLASSIFICAÇÃO/TIPO <p style="text-align: center;">TC</p>	2. DATA <p style="text-align: center;">04 de dezembro de 2015</p>	3. REGISTRO N° <p style="text-align: center;">DCTA/ITA/TC-102/2015</p>	4. N° DE PÁGINAS <p style="text-align: center;">78</p>
5. TÍTULO E SUBTÍTULO: <p>Análise e implantação de projetos de transporte no Brasil</p>			
6. AUTOR(ES): <p><b>Guilherme da Rocha Dahrug</b></p>			
7. INSTITUIÇÃO(ÕES)/ÓRGÃO(S) INTERNO(S)/DIVISÃO(ÕES): <p>Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA</p>			
8. PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELO AUTOR: <p>1. Avaliação Econômica 2. Projeto de Transporte 3. Modelo de Contratação 4. CBA.</p>			
9. PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO: <p>Avaliação econômica; Alocação de recursos; Infraestrutura (transporte); Implementação de projetos; Transportes.</p>			
10. APRESENTAÇÃO: <p style="text-align: center;"><b>X Nacional      Internacional</b></p> <p>ITA, São José dos Campos. Curso de Graduação em Engenharia Civil-Aeronáutica. Orientador: Prof. Ph.D. Alessandro Vinicius Marques de Oliveira. Publicado em 2015.</p>			
11. RESUMO: <p>O Brasil ainda é um país muito carente em infraestrutura, obtendo a 120ª colocação no quesito em avaliação do Fórum Econômico Mundial com 144 países envolvidos, e apesar dos recentes esforços em reverter esse cenário, o contexto nacional é de escassez de recursos para investimento. O BNDES, que foi o principal financiador nos últimos anos, está sendo obrigado a reduzir seus investimentos e muitas concessões de projeto no país não vem encontrando interessados. Dentro desse contexto, é fundamental que o país seja capaz de avaliar com eficiência os benefícios potenciais de cada projeto e garanta uma alocação ótima dos recursos, mas apesar disso não há uma norma para a avaliação econômica de projetos de transporte e faltam até mesmo guias alinhados com as principais práticas internacionais. O presente trabalho busca apresentar as principais metodologias utilizadas em avaliações de projeto de transporte e estudar as opções de contratação no contexto brasileiro. Essas metodologias foram aplicadas em um caso real no Brasil, analisando o problema tanto do ponto de vista do setor público quando do privado, e analisando ainda as melhores opções de contratação e implementação desse projeto.</p>			
12. GRAU DE SIGILO: <p style="text-align: center;"><b>(X) OSTENSIVO      ( ) RESERVADO      ( ) SECRETO</b></p>			