PLAMUS

PLANO DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL DA GRANDE FLORIANÓPOLIS

Identificação e Estimativa de Potenciais Benefícios

Florianópolis

Janeiro/2014

REALIZAÇÃO: GOVERNO DE SANTA CATARINA

APOIO: BNDES

CONSÓRCIO: LOGIT strategy& MACHADO MEYER SENDACZ OPICE ADVOGADOS

Sumário

1. Introdução 11

2. Definição do cenário-base 12

3. Descrição dos cenários 17

3.1. Introdução 17

3.2. Sistema troncal de transporte público 18

3.2.1. Rede estrutural de transporte coletivo 18

3.2.2. Modos para sistema troncal 19

3.3. Propostas complementares 30

3.3.1. Forma de urbanização 30

3.3.2. Transporte aquaviário 33

3.3.3. Investimento em obras viárias de grande porte 36

3.3.4. Políticas de restrição à circulação de automóveis 37

3.4. Sumário dos cenários 38

4. Avaliação financeira 41

4.1. Descrição da avaliação financeira 41

4.2. Receita do sistema 43

4.2.1. Tarifa e impostos 43

4.2.2. Receitas não Tarifárias 45

4.3. Custos e despesas 48

4.3.1. Ônibus 48

4.3.2. BRT 54

4.3.3. VLT 56

4.3.4. Monotrilho 57

4.3.5. Transporte Aquaviário 57
4.4. Investimentos em Bens de Capital 58
4.4.1. Sistema de Ônibus 58
4.4.2. BRT 61
4.4.3. VLT 63
4.4.4. Monotrilho 64
4.4.5. Transporte Aquaviário 65
4.5. Depreciação e Perfil Etário da Frota 66
4.6. Despesas financeiras 70
4.7. Subsídios para operação 71
4.8. VPL 72
4.9. TIR 72
5. Avaliação socioeconômica 72
5.1. Descrição da avaliação socioeconômica 72
5.2. Parâmetros para cálculo do VPL socioeconômico 74
5.3. Valor do tempo 74
5.4. Custo ambiental 76
5.5. Custo de acidentes 81
5.6. Custos do transporte particular 82
5.7. Definição de preços-sombra 83
5.7.1. Encargos sobre materiais, sobressalentes e equipamentos 83
5.7.2. Encargos sobre combustíveis 84
5.7.3. Fator de correção dos gastos com pessoal 84
5.7.1. Preço-sombra dos investimentos em infraestrutura 85

6. Resultado e benefícios dos cenários....86
6.1. Metodologia de Análise....86
6.2. Seleção de Modo para o Sistema 2H....88
6.2.1. Resultados do Modelo de Transportes....88
6.2.2. Resultados da análise socioeconômica....107
6.2.3. Análise financeira....124

Lista de Figuras

Figura 1 –Evolução 2014 – 2040 - População, Empregos e Frota de Automóveis 12
Figura 2 –Estrutura de rotas prevista no Cenário-Base: Manutenção da Estrutura Atual 13
Figura 3 – Sistema viário do *Baseline*, destaque para obras comprometidas 14
Figura 4 – Sistema Troncal 18
Figura 5 - Rede estrutural – Cenário Tendencial 19
Figura 6 – Sistema BRT no Cenário Tendencial 22
Figura 7 – Sistema viário por onde circula o BRT no Cenário Tendencial 24
Figura 8 – Exemplo de VLT similar ao proposto para Florianópolis 25
Figura 9 – Sistema VLT/BRT no Cenário Tendencial 27
Figura 10 - Sistema viário por onde circulam BRT e VLT - Cenário Tendencial 29
Figura 11 - Modificação da tendência de desenvolvimento 31
Figura 12 – Sistema viário adicional para apoio ao Cenário de Desenvolvimento Orientado 32
Figura 13 - Sistema BRT no Cenário Orientado 33
Figura 14 – Rotas Potenciais para o Transporte Aquaviário 34
Figura 15 – Rede de transporte aquaviário simuladas 35
Figura 16 – Mapa das principais intervenções no Cenário de Expansão Viária 37
Figura 17 – Modelo de estacionamentos simulado na RMF 38
Figura 18 – Estrutura da Demonstração do Resultado do Exercício 42
Figura 19 – Estrutura do Fluxo de Caixa Livre para a Empresa (*Free Cash Flow For the Firm*) 43
Figura 20 – Estação Vodafone Sol em Madri – Exemplo de venda de *naming rights* 48
Figura 21 – Composição do Subsídio Tarifário 71
Figura 22 –Elementos da Análise Socioeconômica 73
Figura 23 – Preço do Carbono 77
Figura 1 –24: Organização Institucional para Gestão Integrada na RM 86
Figura 2 –25: Metodologia para Definir a Recomendação para a RMF 87
Figura 26 – Números do Sistema de Ônibus - Cenário Base 89
Figura 27 – Saturação no Horário de Pico no Sentido de Pico -2014 - Cenário-Base 90
Figura 28 – Saturação no Horário de Pico no Sentido de Pico - 2040 - Cenário-Base 90
Figura 29 – Comparação da Velocidade do Automóvel e do Transporte Público - Cenário-Base 91

Figura 30 – Uso do Transporte Público Por Faixa de Renda- Cenário-Base.....92
Figura 31 – Mapa do Cenário BRT.....94
Figura 32 – Uso de Transporte Público por Faixa de Renda - Cenário BRT.....96
Figura 31 – Mapa do Cenário BRT + VLT.....98
Figura 34 – Uso de Transporte Público por Faixa de Renda - Cenário BRT + VLT.....100
Figura 35 – Mapa do Cenário BRT + Monotrilho.....101
Figura 36 – Uso de Transporte Público por Faixa de Renda - Cenário BRT + Monotrilho.....104
Figura 37 – Tempo de Viagem Transporte Público – Comparação de Cenários.....105
Figura 38 – Tempo de Viagem Transporte Privado - Comparação de Cenários.....105
Figura 39 – Uso do Transporte Público - Comparação de Cenários.....106
Figura 40 – Tempo Médio Global de Viagem - Comparação de Cenários.....106
Figura 41 – Comparação de Rotas para os diversos Cenários.....107
Figura 42 – Impactos socioeconômicos para cenário-base.....108
Figura 43 – CAPEX Econômico do Cenário Base.....108
Figura 44 – Benefícios socioeconômicos por público e item de custo – BRT e BRT + VLT.....109
Figura 45 – Composição dos Benefícios Socioeconômicos por Usuários – Cenário BRT.....111
Figura 46 – Composição dos Benefícios de Custo do Tempo – Cenário BRT.....111
Figura 47 – Comparação da Evolução do OPEX – Cenário BRT.....112
Figura 48 – CAPEX Econômico – Cenário BRT.....112
Figura 49 – CAPEX Econômico Marginal – Cenário BRT.....113
Figura 48 – Composição do VPL Socioeconômico – Cenário BRT.....114
Figura 50 – Composição do VPL Socioeconômico – Cenário BRT.....114
Figura 52 – Composição dos Benefícios Socioeconômicos por Usuários – Cenário BRT + VLT.....115
Figura 53 – Composição do Custo do Tempo – Cenário BRT + VLT.....115
Figura 54 – Evolução do OPEX Econômico – Cenário BRT + VLT.....116
Figura 55 - CAPEX Econômico – Cenário BRT + VLT.....117
Figura 56 – CAPEX Marginal – Cenário BRT + VLT.....117
Figura 57 – Composição do VPL Socioeconômico – Cenário BRT + VLT.....118
Figura 58 – Composição dos Benefícios Socioeconômicos – Cenário BRT + Monotrilho.....118
Figura 59 – Composição do Custo do Tempo – Cenário BRT + Monotrilho.....119

Figura 60 – Evolução do OPEX Econômico – Cenário BRT + Monotrilho 119
Figura 61 CAPEX Econômico – Cenário BRT + Monotrilho.....120
Figura 62 – CAPEX Marginal – Cenário BRT + VLT.....121
Figura 63 – Composição do VPL Socioeconômico – Cenário BRT + Monotrilho.....121
Figura 64 – Comparação entre cenários - Benefícios Socioeconômicos 123
Figura 65 – Comparação entre cenários - CAPEX Econômico Marginal 123
Figura 66 – Comparação entre cenários - Balanço Socioeconômico 124
Figura 67 – Evolução dos Custos Operacionais – Cenário Base.....125
Figura 68 – Evolução dos Custos Operacionais – Cenário BRT 125
Figura 69 – CAPEX para Implantação do Cenário BRT 126
Figura 70 – Evolução dos Custos Operacionais – Cenário BRT + VLT.....127
Figura 71 – CAPEX para Implantação do Cenário BRT + VLT.....127
Figura 72 – Evolução dos Custos Operacionais – Cenário BRT + Monotrilho 128
Figura 73 – CAPEX para Implantação do Cenário BRT + Monotrilho 129
Figura 74 – OPEX Transporte Público – Comparação de Cenários 130
Figura 75 – CAPEX para Implantação – Comparação de Cenários.....132

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Sistema Viário Cenário Base – *Baseline* 15

Tabela 2 – Vias por onde circulam o sistema de BRT e faixas exclusivas no Cenário Tendencial 22

Tabela 3 – Terminais e garagens do sistema BRT 24

Tabela 4 - Vias por onde circulam o sistema de BRT/VLT e faixas exclusivas - Cenário Tendencial 28

Tabela 5 - Terminais e garagens do sistema VLT/BRT 29

Tabela 6 - Sistema viário adicional para apoio ao Cenário de Desenvolvimento Orientado 32

Tabela 7 - Vias por onde circula o sistema de BRT no Cenário Orientado 33

Tabela 8 – Indicadores da Análise Financeira 41

Tabela 9 – Distribuição dos Tipos de Usuários de Transporte Público na RM de Florianópolis 44

Tabela 10 – Alíquotas de impostos incidentes sobre a receita 44

Tabela 11 – Alíquotas do IRPJ e CSLL 45

Tabela 12 – Referências de representatividade das receitas não tarifárias 46

Tabela 13 – Receitas não tarifárias em metrópoles brasileiras 47

Tabela 14 – Parâmetros de Custo de Combustível para Sistema de Ônibus 49

Tabela 15 – Parâmetros de Custo de Pneus para Sistema de Ônibus 50

Tabela 16 – Parâmetros de Custo de Peças e Acessórios para Sistema de Ônibus 50

Tabela 17 – Parâmetros de Custo de Mão de Obra Operacional Sem Encargos (Ônibus) 51

Tabela 18 – Parâmetros de Custo de Licenciamento, Seguro e ITS 53

Tabela 19 – Parâmetro de Despesas Gerais de Administração 53

Tabela 20 – Resumo de Custos com Mão de Obra e Encargos Sociais (Ônibus) 54

Tabela 21 – Parâmetros de Custo de Mão de Obra Operacional Sem Encargos (BRT) 55

Tabela 22 – Resumo de Custos com Mão de Obra e Encargos Sociais (BRT) 55

Tabela 23 – Parâmetros de Custos Operacionais 56

Tabela 24 – Parâmetros de Custos Operacionais 57

Tabela 25 – Custos operacionais do transporte aquaviário 58

Tabela 26 – Características Mecânicas dos Ônibus 59

Tabela 27 – Características Mecânicas dos Ônibus 59

Tabela 28 – Parâmetros para determinação das áreas de garagem - BRT 60

Tabela 29 – Custo Unitário Básico (CUB) da Construção Civil - Sul....60
Tabela 30 – Custos de Equipamentos e ITS....61
Tabela 31 –Custos para Implantação do Sistema de ônibus....61
Tabela 32 – Parâmetros para Determinação de Investimentos de Capital - BRT....62
Tabela 33 – Custos de Projeto, Estudos Ambientais e Gerenciamento da Obra - BRT....62
Tabela 34 – Custos de Sistemas e Outros - VLT....63
Tabela 35 – Custos de Estações, Terminais e Estacionamento - VLT....63
Tabela 36 – Custo do Material Rodante - VLT....63
Tabela 37 – Custos de Serviços Iniciais - Monotrilho....64
Tabela 38 – Custos do Material Rodante - Monotrilho....64
Tabela 39 – Custos da Obra Civil - Monotrilho....64
Tabela 40 – *Track Switches* e Equipamentos de Pátio - Monotrilho....64
Tabela 41 – Custos dos Sistemas - Monotrilho....65
Tabela 42 – Características das Embarcações....66
Tabela 43 – Perfil Etário da Frota de Ônibus....67
Tabela 44 – Vida Útil e Valor Residual - Ônibus....67
Tabela 45 – Valor e Depreciação do Ônibus Básico de acordo com Idade....68
Tabela 46 – Valor e Depreciação do Ônibus *Padron* de acordo com Idade....68
Tabela 47 – Valor e Depreciação do Ônibus Articulado de acordo com Idade....69
Tabela 48 – Valor e Depreciação do Ônibus Biarticulado de acordo com Idade....69
Tabela 49 – Parâmetros Utilizados para Análise Socioeconômica....74
Tabela 50 – Fator de Emissão de CO_2 por Combustível....78
Tabela 51 – Consumo de combustível médio (automóveis)....78
Tabela 52 – Kg de CO_2 emitidas por Km Rodado (automóveis)....78
Tabela 53 – Consumo de Combustível (ônibus)....79
Tabela 54 – Kg de CO_2 emitido por Km rodado (ônibus)....79
Tabela 55 – Geração elétrica por fonte energética no Brasil (GWh)....80
Tabela 56 – Emissões de GEE provenientes da geração elétrica no Brasil....80
Tabela 57 – Coeficientes de emissão e custo por KWh (energia elétrica)....80
Tabela 58 – Resumo dos Custos Ambientais / km rodado....80

Tabela 59 – Estimativa de Custos Totais com Acidentes em 2010 81
Tabela 60 – Relação da proporção de acidentes entre diferentes modos 82
Tabela 61 – Parâmetros de Custos com Acidentes por pass*km 82
Tabela 62 – Distribuição dos Custos da Construção Civil - Sul 85
Tabela 63 – Fator de Correção e Impostos Incidentes Sobre Implantação da Infraestrutura 85
Tabela 64 – Comparação de Velocidades nos Veículos - Cenário-Base 91
Tabela 65 – Comparação de Tempo de Viagem - Cenário-Base 91
Tabela 66 – Uso do Transporte Público - Cenário-Base 92
Tabela 67 – Componentes do Tempo de Viagem do Transp. Público – Cenário Base 92
Tabela 68 – IPK – Cenário-Base 93
Tabela 69 – Índice de Transferências – Cenário-Base 93
Tabela 70 – Principais números para implantação do cenário BRT 94
Tabela 71 – Comparação de Velocidades nos Veículos - Cenário BRT 95
Tabela 72 – Comparação de Tempo de Viagem - Cenário BRT 95
Tabela 73 – Componentes do Tempo de Viagem do Transporte Público – Cenário BRT 96
Tabela 74 – Uso do Transporte Público - Cenário BRT 96
Tabela 75 – IPK – Cenário BRT 97
Tabela 76 – Índice de Transferências – Cenário BRT 97
Tabela 77 – Principais números para implantação do cenário BRT + VLT 98
Tabela 78 – Comparação de Velocidades nos Veículos - Cenário BRT + VLT 99
Tabela 79 – Comparação de Tempo de Viagem - Cenário BRT + VLT 99
Tabela 80 – Componentes do Tempo de Viagem do Transporte Público – Cenário BRT + VLT 99
Tabela 81 – Uso do Transporte Público - Cenário BRT + VLT 99
Tabela 82 – IPK – Cenário BRT + VLT 100
Tabela 83 – Índice de Transferências – Cenário-Base 101
Tabela 84 – Principais números para implantação do cenário BRT + Monotrilho 102
Tabela 85 – Comparação de Velocidades nos Veículos - Cenário BRT + Monotrilho 102
Tabela 86 – Comparação de Tempo de Viagem - Cenário BRT + Monotrilho 103
Tabela 87 – Componentes do Tempo de Viagem do Transp. Público – Cenário BRT + Monotrilho 103

Tabela 88 – Uso do Transporte Público - Cenário BRT + Monotriho 103
Tabela 89 – IPK – Cenário BRT + Monotrilho 104
Tabela 90 – Índice de Transferências – Cenário BRT + Monotrilho 104
Tabela 91 – CAPEX para a implantação do cenário BRT ano a ano (R$ Mil).....126
Tabela 92 – CAPEX para a implantação do cenário BRT+VLT ano a ano (R$ Mil).....128
Tabela 93 – CAPEX para a implantação do cenário BRT + Monotrilho ano a ano (R$ Mil) 129
Tabela 94 – OPEX Cenário BRT em 2040 (R$ MM) 130
Tabela 95 – OPEX Ônibus e BRT - Cenário BRT+VLT em 2040 (R$ MM) 131
Tabela 96 – OPEX VLT – Cenário BRT+VLT em 2040 (R$ MM).....131
Tabela 97 – OPEX Ônibus e BRT – Cenário BRT + Monotrilho em 2040 (R$ MM) 131
Tabela 98 – OPEX Monotrilho – Cenário BRT + Monotrilho em 2040 (R$ MM) 132

1. Introdução

Este documento tem como objetivo descrever a metodologia de identificação de benefícios e avaliação de projetos de transporte e mobilidade urbana adotada no PLAMUS e apresentar o resultado de sua aplicação às alternativas de mobilidade desenvolvidas para a Grande Florianópolis.

A identificação de benefícios socioeconômicos de alternativas de mobilidade e transporte é realizada seguindo as orientações do Banco Mundial, com base no valor líquido gerado por cada uma delas. Por valor líquido entende-se a diferença entre os custos e benefícios associados a cada uma das alternativas, medidos, sempre que possível, em unidades financeiras.

A avaliação financeira busca determinar os custos operacionais e investimentos necessários para cada cenário, possibilitando determinar qual deles exigiria maior desembolso do poder público para um mesmo patamar tarifário.

Este documento está estruturado em seis capítulos, sendo o primeiro deles esta introdução. Os dois capítulos seguintes definem o cenário-base e as propostas a serem avaliadas, incluindo aquelas comuns a todas as alternativas de mobilidade. Os capítulos quatro e cinco descrevem a metodologia utilizada para a avaliação socioeconômica e financeira das alternativas. Finalmente, o capítulo seis apresenta a aplicação da metodologia a cada um dos cenários, explicitando os potenciais benefícios de cada uma.

Vale ressaltar que este documento apresenta uma visão resumida dos cenários e seus resultados, não sendo apresentado detalhamento extensivo dos números para cada cenário, uma vez que isso será feito apenas para o cenário priorizado.

2. Definição do cenário-base

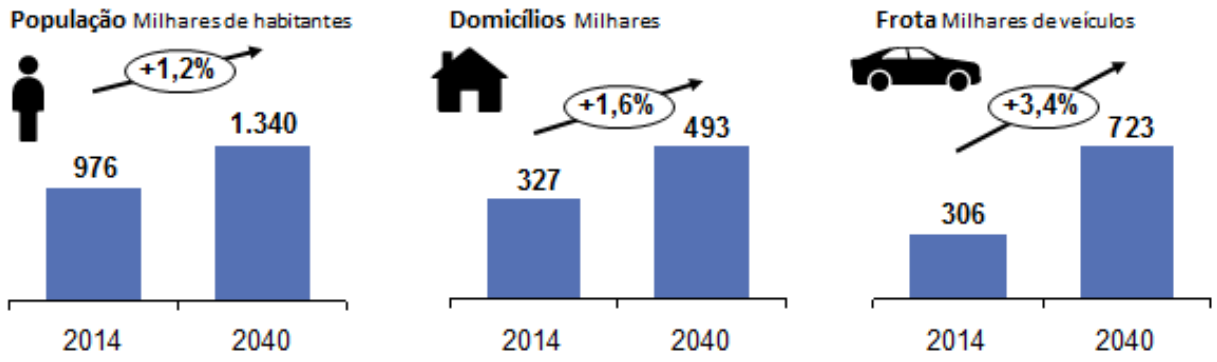
Para avaliar o valor líquido gerado por cada uma das alternativas de mobilidade urbana para a Grande Florianópolis, é necessário definir um cenário-base, também chamado 'de continuidade', contra o qual as intervenções sugeridas serão comparadas.

É importante ressaltar que o cenário de continuidade não deve ser apenas a manutenção da infraestrutura atual ao longo do horizonte de planejamento, mas uma representação realista da situação futura caso as medidas propostas não sejam adotadas. Ou seja, o cenário-base inclui melhorias em andamento e intervenções planejadas para a região em análise.

A seguir é apresentado um resumo das premissas socioeconômicas e de infraestrutura adotadas. Uma visão mais abrangente do cenário projetado pode ser encontrada no produto 11.

Os crescimentos populacional, de empregos e de posse de automóveis previstos são de 1,2%, 1,6% e 3,4% ao ano, respectivamente, como mostrado na figura abaixo:

Figura 1 –Evolução 2014 – 2040 - População, Empregos e Frota de Automóveis



O sistema de transportes do cenário-base foi definido a partir da configuração do sistema de transporte existente, tanto público quanto privado, incluindo a política tarifária vigente, sem integração tarifária.

Considera-se também a manutenção do desenho atual das linhas de ônibus, que continuariam a operar sem visão holística da demanda por transportes dentro da Grande Florianópolis.

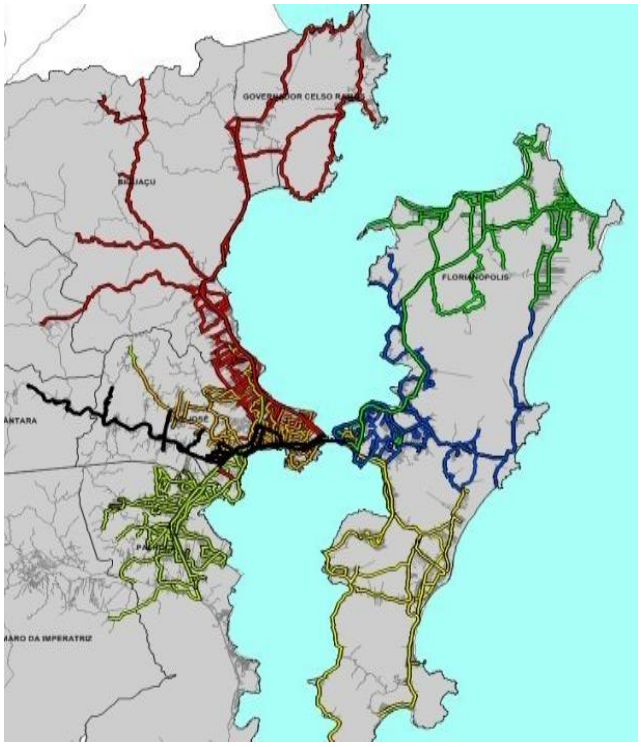


Figura 2 –Estrutura de rotas prevista no Cenário-Base: Manutenção da Estrutura Atual

Relativamente à infraestrutura, foi realizada uma avaliação crítica sobre a necessidade de realização das intervenções mapeadas junto aos órgãos responsáveis, considerando-se no cenário-base:

- Obras em andamento
- Obras em processo licitatório
- Obras consideradas críticas pelo corpo técnico

A Figura 3 ilustra as obras comprometidas incluídas no cenário-base.

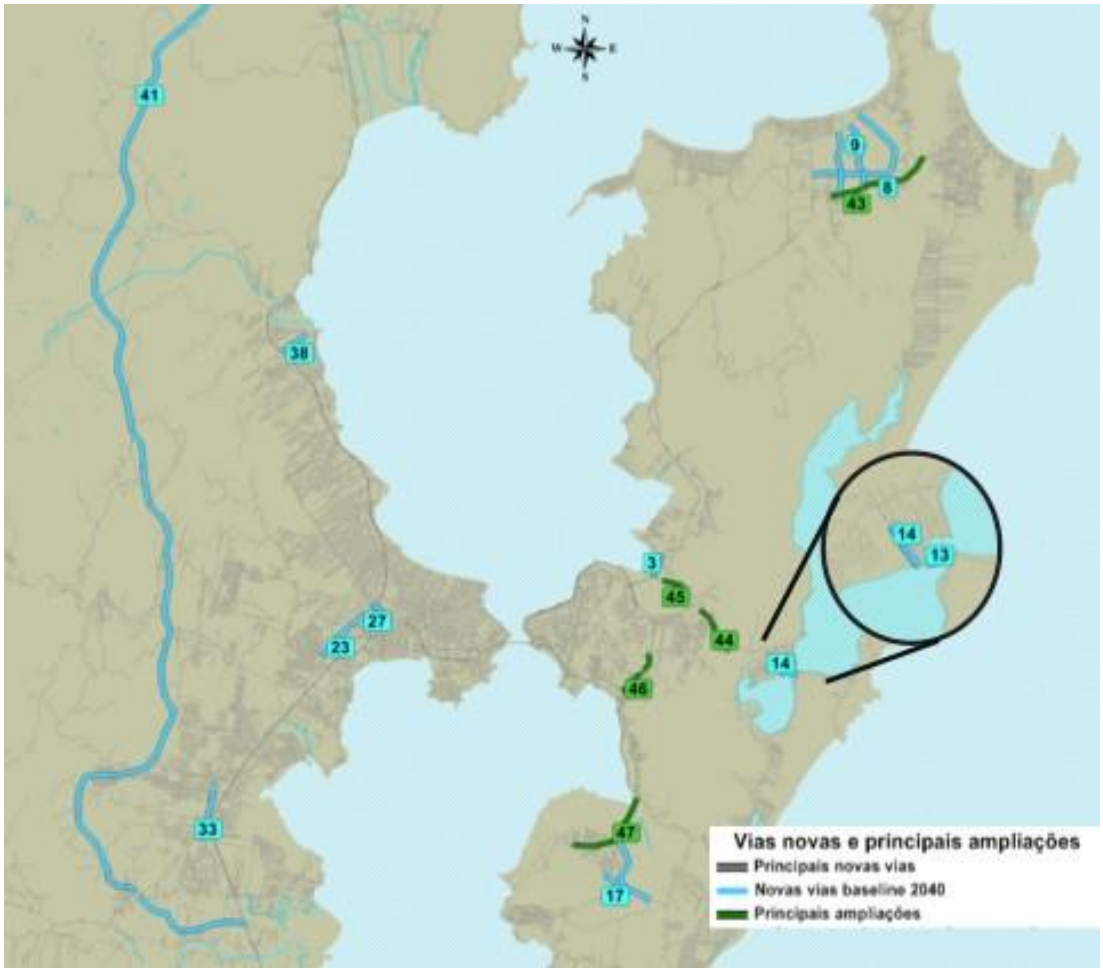


Figura 3 – Sistema viário do *Baseline*, destaque para obras comprometidas

Tabela 1 – Sistema Viário Cenário Base – *Baseline*

ID	Bairro	Via	Comprimento (m)		Cenário *Baseline*												Tipo de projeto	Ciclovia
					2014						2040							
					Hierarquia	Faixas efetivas		Faixas exclusivas		Capacidade (veic. equiv. /hora /sent.)	Hierarquia	Faixas efetivas		Faixas exclusivas		Capacidade (veic. equiv. /hora /sent.)		
						Sentido		Sentido				Sentido		Sentido				
			Total	Rua Completa		1	2	1	2			1	2	1	2			
3	João Paulo	Nova curva SC-401	876	0	Projeto futuro	0	0	0	0	0	Expressa	2	2	0	0	4367	**Via nova**	Sim
8	Canasvieiras	Contorno Sapiens Park	5548	0	Projeto futuro	0	0	0	0	0	Coletora	1	1	0	0	1191	**Via nova**	Sim
9	Canasvieiras	Coletoras	4865	0	Projeto futuro	0	0	0	0	0	Coletora	1	1	0	0	1191	**Via nova**	Sim
13	Lagoa da Conceição	Nova ponte	385	0	Projeto futuro	0	0	0	0	0	Local	1	1	0	0	496	**Via nova**	Sim
14	Lagoa da Conceição	Acesso nova ponte	672	0	Projeto futuro	0	0	0	0	0	Coletora	1	1	0	0	1191	**Via nova**	Sim
17	Carianos	Arterial ligando carianos e campeche	4031	0	Projeto futuro	0	0	0	0	0	Coletora	1	1	0	0	1191	**Via nova**	Sim
23	Forquilinhas/Roçado	Ligação Av. das Torres	2183	0	Projeto futuro	0	0	0	0	0	Coletora	2	2	0	0	2382	**Via nova**	Sim
33	Centro/Caminho Novo	Ligação br-282 Av das torres	1345	0	Projeto futuro	0	0	0	0	0	Arterial	2	2	0	0	2978	**Via nova**	Sim
38		Coletora cruzando R. Bento dos Santos	1096	0	Projeto futuro	0	0	0	0	0	Coletora	1	1	0	0	943	**Via nova**	Sim
41		Novo contorno br-101	47838	0	Projeto futuro	0	0	0	0	0	Expressa	3	3	0	0	6253	**Via nova**	Não
43	Cachoeira do Bom Jesus	Duplicação SC-403	3865	2629	Arterial	1	1	0	0	1489	Arterial	3	3	0	0	4466	**Ampliação de capacidade**	Sim

ID	Bairro	Via	Comprimento (m)		Cenário												Tipo de projeto	Ciclovia
					Baseline													
					2014						2040							
					Hierarquia	Faixas efetivas		Faixas exclusivas		Capacidade (veic. equiv. /hora /sent.)	Hierarquia	Faixas efetivas		Faixas exclusivas		Capacidade (veic. equiv. /hora /sent.)		
						Sentido		Sentido				Sentido						
			Total	Rua Completa		1	2	1	2			1	2	1	2			
44	Itacorubi	SC-404 (parte baixa da encosta oeste do morro da lagoa)	568	0	Arterial	1	1	0	0	893	Arterial	2	2	0	0	1786	Ampliação de capacidade	1
45	Itacorubi	SC-404 (Itacorubi)	2670	2250	Arterial	1	1	0	0	1489	Arterial	2	2	0	0	2977	Ampliação de capacidade	1
46	Pantanal	Edu Vieira	1735	0	Arterial	1	1	0	0	1290	Arterial	2	2	0	0	2580	Ampliação de capacidade	1
47	Carianos	Av. Dep. Diomício Freitas (acesso ao aeroporto)	3640	0	Arterial	1	1	0	0	1488	Arterial	2	2	0	0	2977	Ampliação de capacidade	1

3. Descrição dos cenários

3.1. Introdução

A melhoria das condições de mobilidade urbana na Grande Florianópolis depende da seleção do conjunto de propostas que, juntas, melhor abordem os problemas mapeados no diagnóstico e mais ajudem a desenvolver uma cidade mais humana, democrática e equitativa.

Com esse objetivo, a identificação dos benefícios e priorização da solução para a região foi realizada através de cenários, ou seja, conjuntos de soluções articuladas que tratem, de forma abrangente, os objetivos definidos. Essa abordagem tem como principal mérito o reconhecimento da natureza sistêmica do problema de mobilidade urbana, reconhecendo que o valor de uma proposta é dependente das demais soluções e intervenções propostas, entendendo, ,por exemplo, que uma faixa exclusiva para o transporte público terá maior valor se acompanhada de uma revisão do traçado das rotas de ônibus e de incentivos ao uso de transporte público.

No PLAMUS, definiu-se um conjunto de propostas complementares e coerentes com as diretrizes definidas para o projeto presentes em todos os cenários: requalificação do sistema viário, priorização do transporte não motorizado, reestruturação do transporte público em torno de sistemas troncais de alta capacidade e realização de ações de gestão de demanda.

No entanto, como algumas propostas são concorrentes ou excludentes, a realização de uma inviabilizando a implantação da outra, ,os cenários foram estruturados para possibilitar a tomada de uma decisão-chave:

- Qual meio de transporte público de média capacidade melhor atende às necessidades da Grande Florianópolis? BRT, VLT ou Monotrilho?

Após a definição do modo recomendado, avalia-se ainda a viabilidade de propostas complementares, como a implantação de uma solução de transporte aquaviário, a construção de uma nova ponte, a adoção de políticas mais severas de restrição ao uso do automóvel, e a promoção do desenvolvimento orientado ao transporte público.

Abaixo é feita uma breve descrição dos cenários avaliados, das propostas comuns aos cenários e das propostas complementares, cuja viabilidade é avaliada após a definição do cenário. O

detalhamento das propostas de solução e dos cenários avaliados pode ser encontrado nos produtos 11 e 13.

3.2. Sistema troncal de transporte público

3.2.1. Rede estrutural de transporte coletivo

Todos os cenários consideram a estruturação de um sistema troncal e a revisão das rotas do transporte público, incorporando uma visão metropolitana ao seu desenho e aumentando a eficiência do sistema.

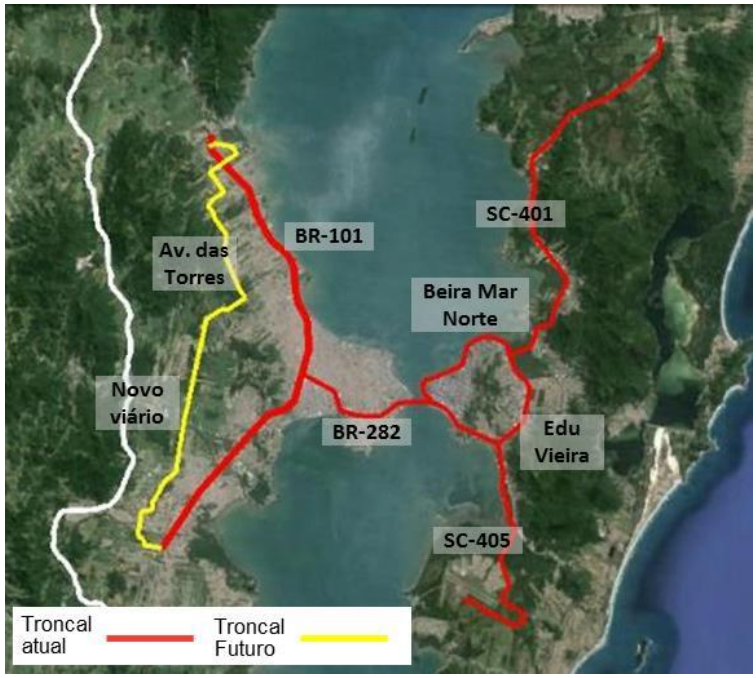


Figura 4 – Sistema Troncal

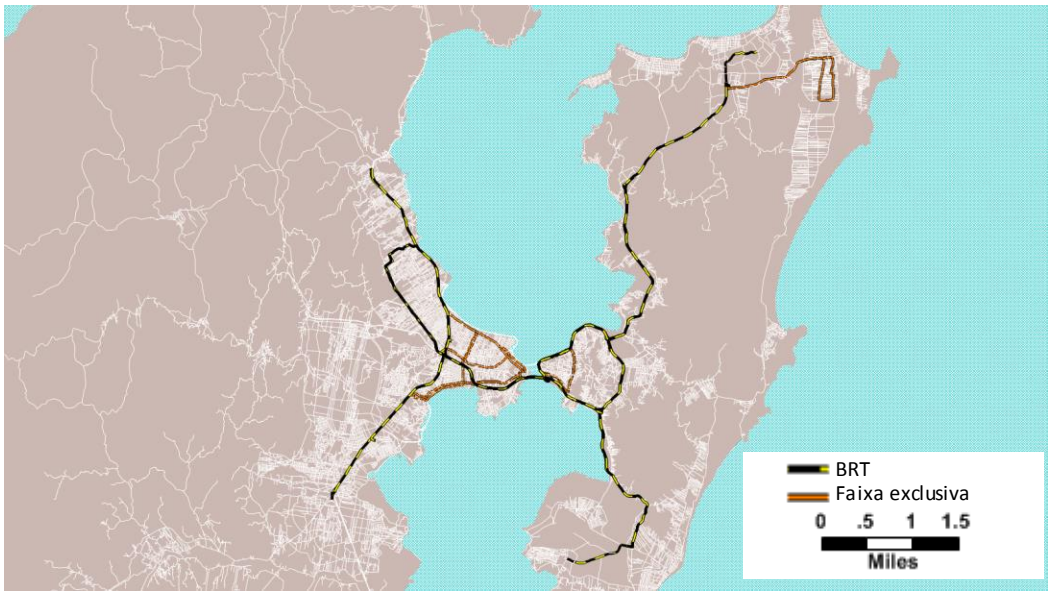
Independentemente do modo, que será definido posteriormente, o sistema testado segue o conceito de tronco-alimentação. As linhas troncais operam dentro de corredores segregados, com um sistema de terminais e linhas alimentadoras. A tecnologia de cartão inteligente permite que as transferências possam ser feitas em qualquer estação, com requisitos de janelas de tempo.

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 diferente. Análises posteriores verificam o impacto de outras estruturas tarifárias (p. ex. diferenciada por modomodo) O sistema considera ainda corredores com faixa preferencial para o transporte por ônibus (faixas exclusivas).

Finalmente, todas as alternativas consideram a implantação de um sistema de gestão integrada com sistemas de:

- GPS
- Controle de Bilhetagem
- ITS
- Sistema de Informação Gerencial
- Sistema de Informação para os usuários

Figura 5 - Rede estrutural – Cenário Tendencial



3.2.2. Modos para sistema troncal

As tecnologias de média capacidade consideradas como alternativas de investimento para o sistema de transporte integrado da Região Metropolitana da Grande Florianópolis são: BRT (*Bus Rapid Transit*), VLT (Veículo Leve sobre Trilhos) e Monotrilho.

A grande vantagem dos sistemas de BRT é seu custo e rapidez de implantação, muito inferior aos dos sistemas sobre trilhos. Sua grande desvantagem competitiva é o fato de ocupar espaço no sistema viário, considerado privilégio de uso dos automóveis. Além disso, BRT é uma nomenclatura generalizada para diferentes sistemas de ônibus operando em faixa segregada, e seu custo está muito relacionado com o espaço disponível, necessidade de desapropriação e a característica e capacidade do sistema proposto.

O transporte por VLT inclui diferentes sistemas ferroviários urbanos, entre os quais figura o bonde moderno (*tram*), e sistemas de trens em nível ou elevados (*light rail*). O custo também difere dependendo do sistema, da infraestrutura necessária e de necessidade de desapropriação.

O monotrilho é uma tecnologia reinventada recentemente com um grande *lobby* para países em desenvolvimento, e consiste em um veículo elétrico que roda sobre pneus em vigas elevadas. Sistemas de monotrilho apresentam como vantagem a criação de um novo espaço para circulação, pois dependem de uma via exclusiva fora da superfície das vias, sem cruzamentos ou interferências no solo. Entretanto, costumam representar problemas em sua inserção na paisagem, pois implicam na implantação de infraestrutura aérea com com impacto visual na cidade.

3.2.2.1. Sistema de BRT Proposto para a Região Metropolitana de Florianópolis

O sistema proposto segue o conceito de sistema tronco-alimentado, com faixas segregadas no centro da via e estação central. A operação pode ser fechada, com alimentação nos terminais ou com serviços diretos, ou em sistema aberto. No sistema com linhas diretas, parte dos serviços pode operar em faixas exclusivas ou mesmo em vias normais fora da infraestrutura segregada do BRT. Isso permite que o sistema possa ser construído em fases, com os trechos de maior capacidade sendo construídos antes.

A rede de BRT proposta no cenário tendencial usa a infraestrutura das vias estruturantes:

- No continente usa o espaço das BR-101 e BR-282
- Na Ilha usa o anel de contorno do Morro da Cruz, a SC-401 para o Norte e a SC-405 para o Sul, seguindo pela nova via de acesso ao novo terminal do aeroporto

O conceito de BRT adotado é o que tem sua operação em faixa segregada no centro da via, com estação central. Esse conceito é o que resulta em melhor desempenho do sistema.

O sistema inclui 11 terminais de integração para transferência protegida em áreas com facilidades. A área vizinha a esses terminais deve ser objeto de projetos de reurbanização, com uso de conceito de desenvolvimento orientado para o transporte coletivo.

O sistema final forma uma rede de transporte coletivo prioritário ilustrado na Figura 6, com 87 Km de corredores com faixas segregadas de BRT, 52 km de faixas exclusivas para ônibus e seus no Cenário Tendencial, como apresenta a

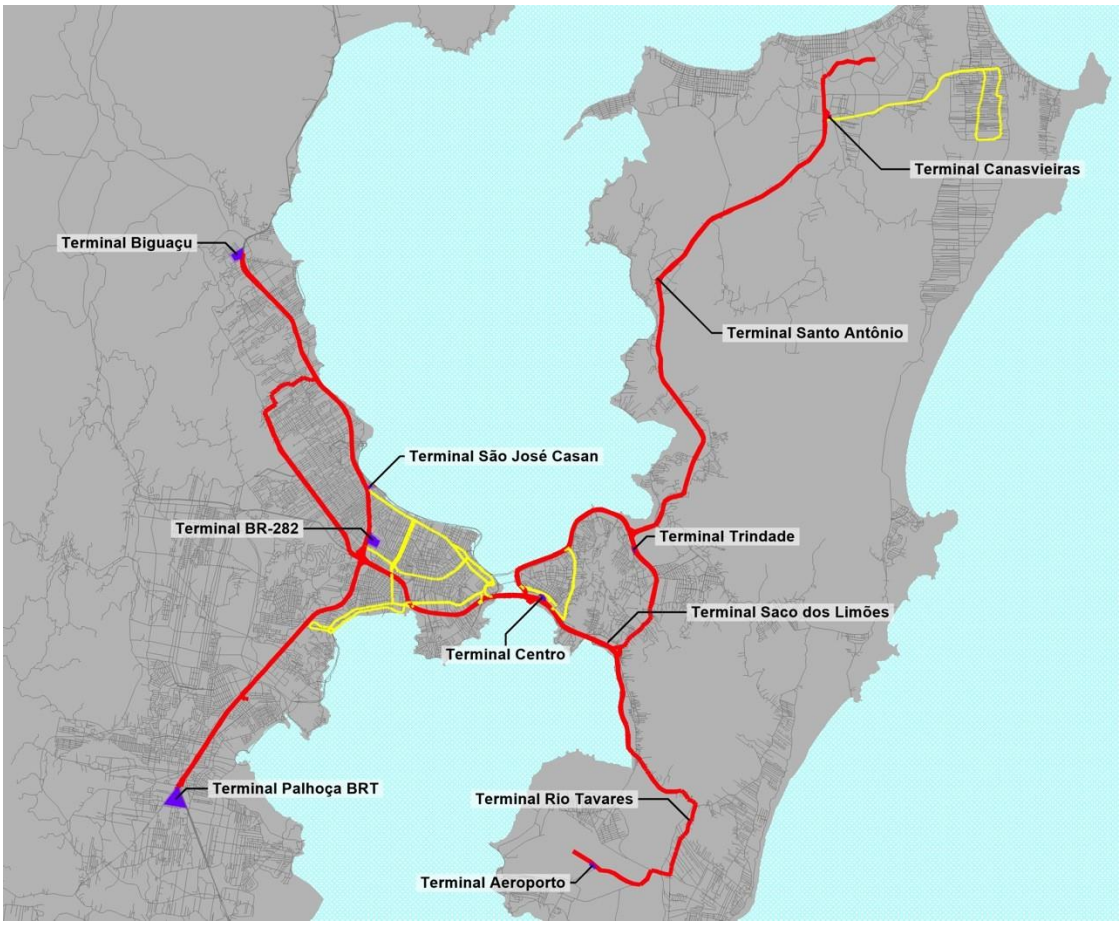


Figura 6 – Sistema BRT no Cenário Tendencial

Tabela 2 e ilustra a

.

Na Figura 7 – Sistema viário por onde circula o BRT no Cenário Tendencial

Tabela 3 são mostrados, para cada terminal de integração, as área de terreno onde estão implantados, no caso dos terminais existentes, e área disponíveis para ampliação ou construção de garagem, se houver. No caso dos novos terminais, é apresentada a área dos terrenos para sua implantação e das garagens. Estes terrenos devem ser reservados pelo poder público através de decreto, não sendo permitindo seu uso para outros fins antes que se consolide o projeto final do sistema.

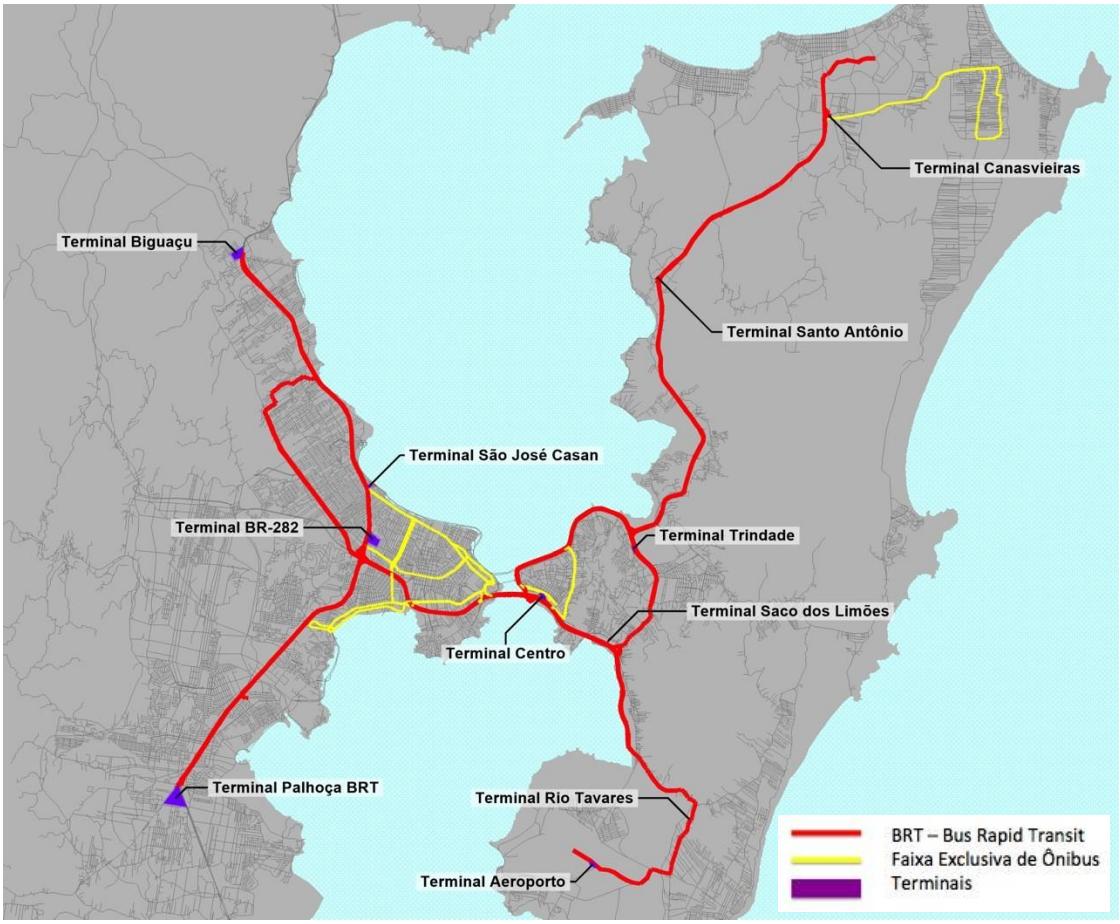


Figura 6 – Sistema BRT no Cenário Tendencial

Tabela 2 – Vias por onde circulam o sistema de BRT e faixas exclusivas no Cenário Tendencial

Número	Prefixo	Logradouro	Comprimento	
			BRT	FE
1	Rodovia	APARÍCIO RAMOS CORDEIRO	2.920	0
3	Rodovia	BR-101	13.830	0
4	Rodovia	BR-101 - PISTA LATERAL	10.630	0
5	Rodovia	BR-282	5.440	0
6	Avenida	DA SAUDADE	820	0

7	Rua	DEP. ANTÔNIO EDU VIEIRA	1.860	0
8	Corredor	GOV. GUSTAVO RICHARD/GOV. ADERBAL RAMOS DA SILVA	7.530	0
9/12	Ponte	GOV. COLOMBO MACHADO SALLES/GOV. PEDRO IVO CAMPOS	1.320	0
10	Corredor	DEP. JOÃO BERTOLI/GOV. GUSTAVO RICHARD	2.780	890
11	Avenida	GOV. IRINEU BORNHAUSEN	3.220	0
13	Rua	JOÃO LUIZ DUARTE	670	0
14	Avenida	JORN. RUBENS DE ARRUDA RAMOS	1.950	100
15	Avenida	OSVALDO JOSÉ DO AMARAL	3.090	0
16	Avenida	OSVALDO RODRIGUES CABRAL	1.210	150
17	Avenida	PRF. HENRIQUE DA SILVA FONTES	2.560	0
18	Rua	QUINZE	3.070	0
19	Rodovia	SC-401	18.780	0
20	Rodovia	SC-405	5.250	0
22	Corredor	JOÃO AMARAL RIOS/DOMINGOS FILOMENO/ACIONI SOUZA FILHO	0	2.730
23	Rua	AFONSO PENA	0	1.080
24	Corredor	ATLÂNTICA/EDELBERTO DE OLIVEIRA	0	1.800
26	Estrada	DÁRIO MANOEL CARDOSO	0	3.060
27	Rua	ELESBÃO PINTO DA LUZ	0	1.590
28	Corredor	FÚLVIO ADUCCI/CEL. PEDRO DEMORO	0	1.840
29	Corredor	GEN. EURICO GASPAR DUTRA/GEN. LIBERATO BITTENCOURT	0	2.010
30	Corredor	GOV. IVO SILVEIRA/ENG. MAX DE SOUZA	0	7.700
32	Rodovia	JOÃO GUALBERTO SOARES	0	2.210
33	Corredor	JOAQUIM NABUCO/GERÔNCIO THIVES	0	2.990
34	Rua	JOSUÉ DI BERNARDI	0	1.370
35	Avenida	LEOBERTO LEAL	0	1.550
36	Rua	MAR. MAX SCHRAMM	0	2.000
37	Corredor	MAURO RAMOS/SILVA JARDIM	0	5.000
38	Avenida	PAULO FONTES	0	2.410
39	Corredor	PRES. KENNEDY/JOAQUIM ANTÔNIO VAZ/DR. CONSTÂNCIO KRUMMEL/LUIZ FAGUNDES	0	3.180
40	Rodovia	SC-403	0	8.450
Total (m)			**86.930**	**52.110**

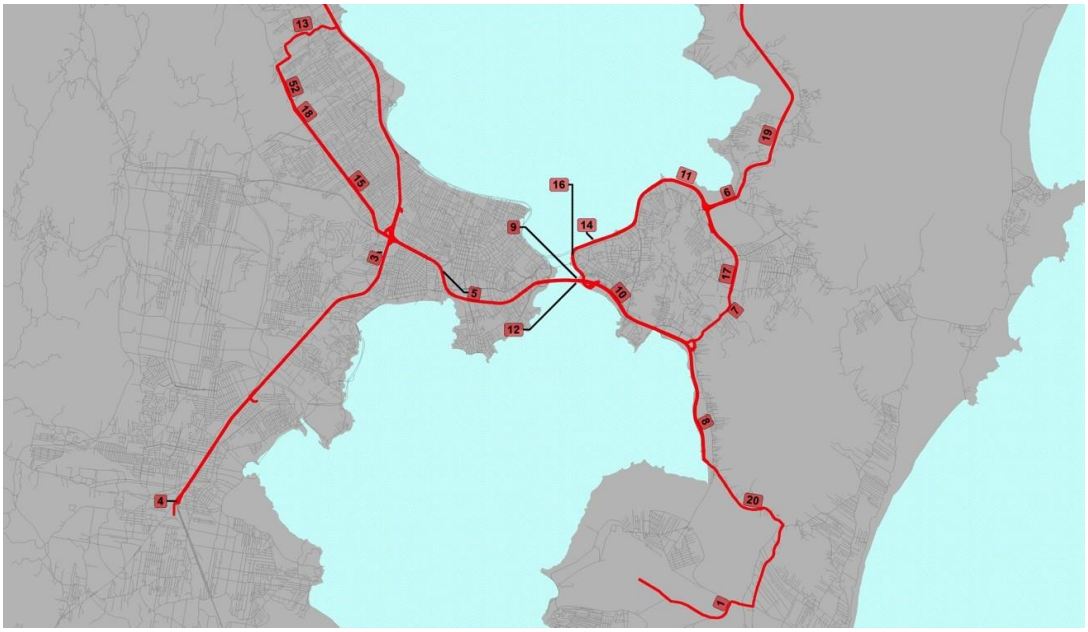


Figura 7 – Sistema viário por onde circula o BRT no Cenário Tendencial

Tabela 3 – Terminais e garagens do sistema BRT

Terminal	Intervenção	Área disponível (m^{-2})	garagem BRT
TISAN	REFORMAR	1.626	
TICEN	REFORMAR	32.094	
TITRI	REFORMAR	12.494	
TIRIO	REFORMAR	2.398	
TICAN	REFORMAR	5.633	x
TISAC	REATIVAR	2.741	
TIAER	CONSTRUIR	26.044	x
BARREIROS (CASAN)	CONSTRUIR	14.401	
PALHOÇA	CONSTRUIR	254.324	x
PALHOÇA – alternativa para garagem	CONSTRUIR	98.127	
BIGUAÇU	CONSTRUIR	95.640	x
CRUZAMENTO 282 X 101	CONSTRUIR	110.835	x

3.2.2.2. Sistema de BRT + VLT proposto para a Região Metropolitana de Florianópolis

O VLT para a Região Metropolitana da Grande Florianópolis é do tipo bonde moderno como no exemplo da Figura 8. O posicionamento do corredor é em nível, no meio da via, com estações centrais da mesma forma que para o BRT.

Na Beira Mar, o VLT poderia ser posicionado na lateral junto ao mar, para facilitar os movimentos de conversão à esquerda dos outros veículos. Como o pavimento pode ser diferente, os dois sentidos de movimento podem ser colocados do mesmo lado da via, com separadores bem claros para evitar acidentes.

O sistema seria composto de trechos com VLT onde houver maior demanda, complementado por trechos de BRT onde as demandas sejam menores. As faixas exclusivas permanecem, para apoio ao sistema VLT/BRT.

Figura 8 – Exemplo de VLT similar ao proposto para Florianópolis

O sistema final no cenário tendencial forma uma rede de transporte coletivo prioritário ilustrada na Figura 9, com 54 km de corredores com faixas segregadas de BRT, 34 km de VLT e 52 km de

faixas exclusivas, como detalhado na

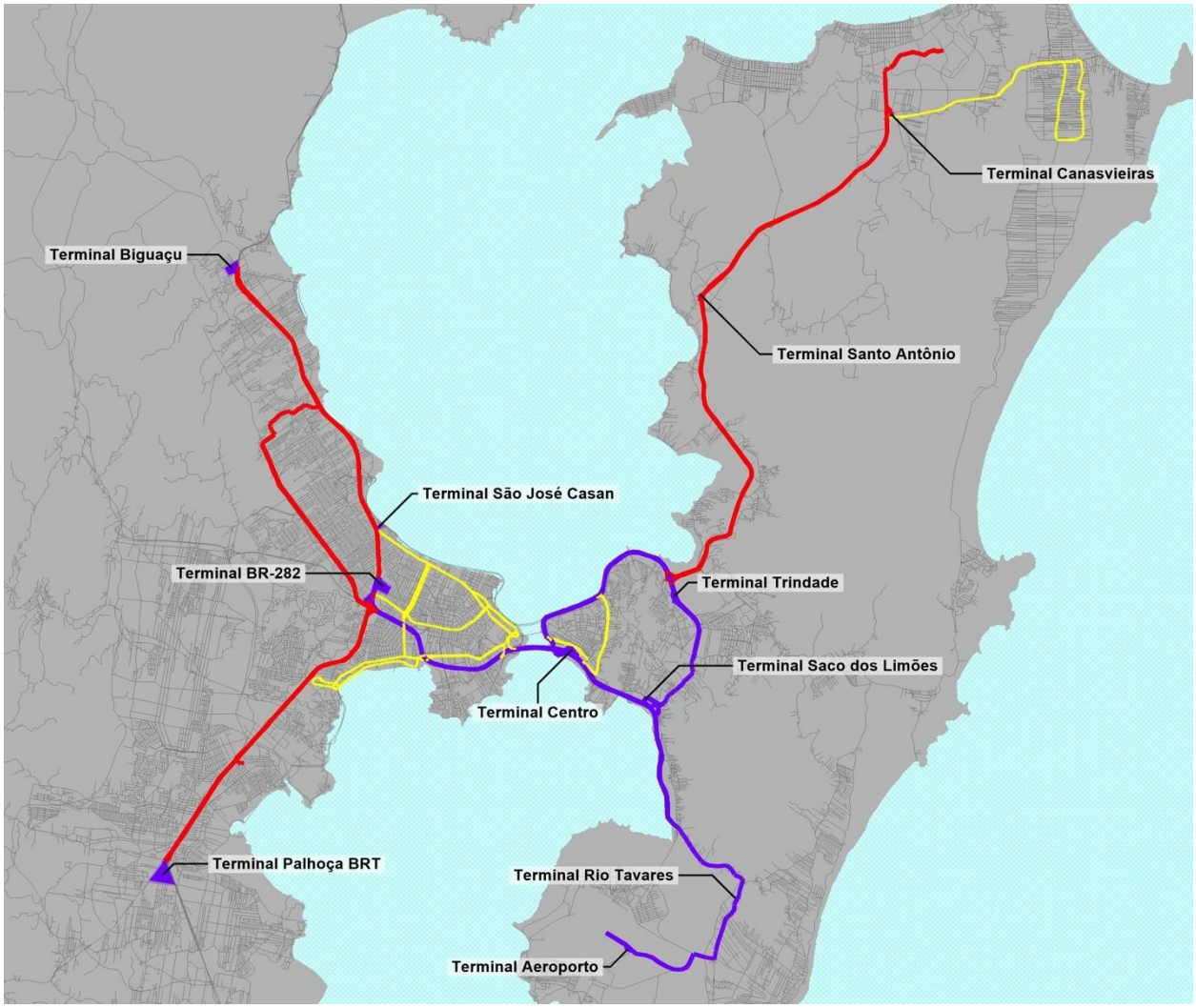


Figura 9 – Sistema VLT/BRT no Cenário Tendencial

Tabela 4 e na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**.

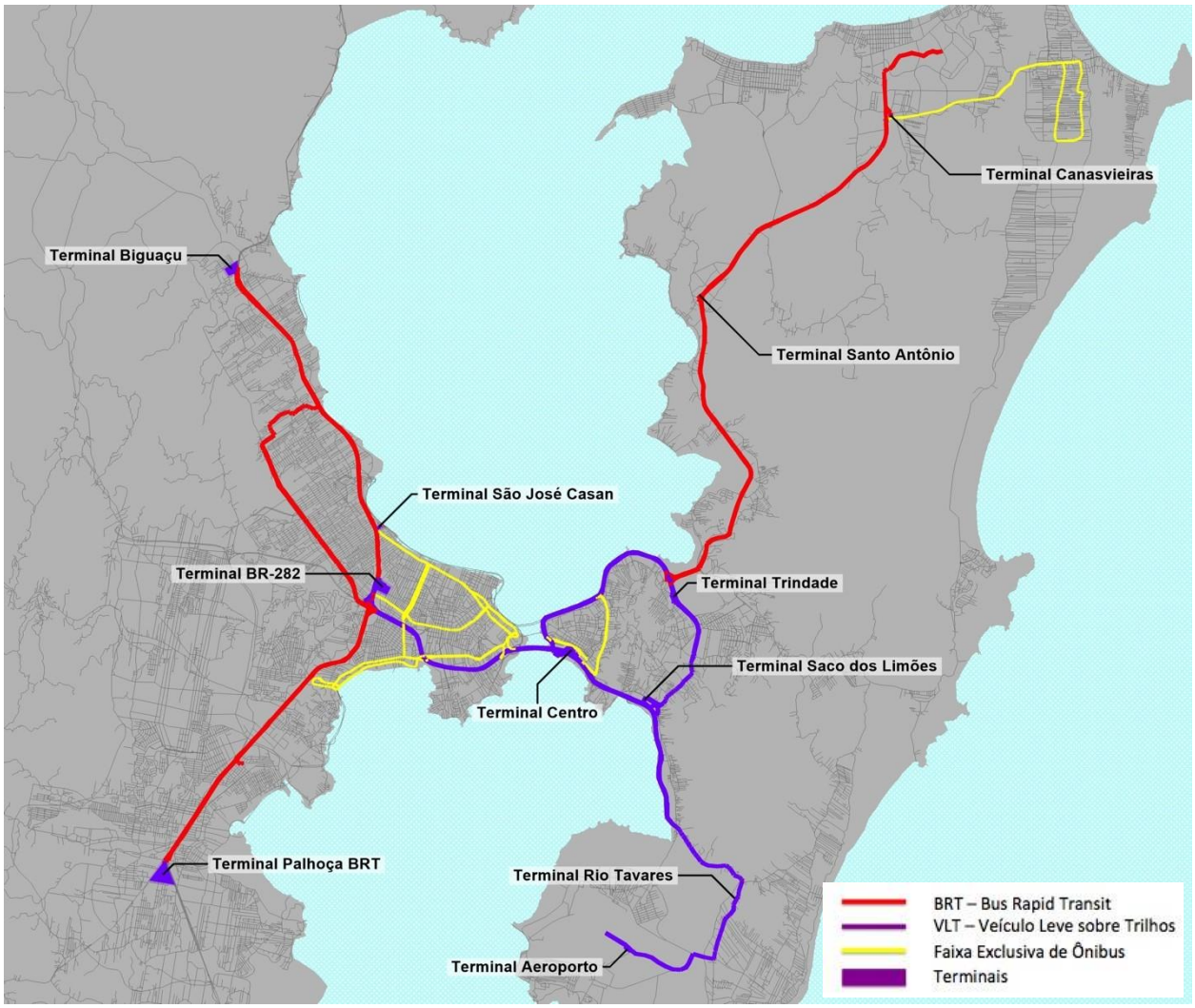


Figura 9 – Sistema VLT/BRT no Cenário Tendencial

Tabela 4 - Vias por onde circulam o sistema de BRT/VLT e faixas exclusivas - Cenário Tendencial

ID	Prefixo	Logradouro	Comprimento		
			BRT	VLT	FE
1	Rodovia	APARÍCIO RAMOS CORDEIRO	0	2.920	0
3	Rodovia	BR-101	13.830	430	0
4	Rodovia	BR-101 - PISTA LATERAL	10.630	0	0
5	Rodovia	BR-282	0	5.440	0
6	Avenida	DA SAUDADE	820	0	0
7	Rua	DEP. ANTÔNIO EDU VIEIRA	0	1.860	0
8	Corredor	GOV. GUSTAVO RICHARD/GOV. ADERBAL RAMOS DA SILVA	0	7.530	0
9/12	Ponte	GOV. COLOMBO MACHADO SALLES/GOV. PEDRO IVO CAMPOS	0	1.320	0
10	Corredor	DEP. JOÃO BERTOLI/GOV. GUSTAVO RICHARD	2.780	0	890
11	Avenida	GOV. IRINEU BORNHAUSEN	0	3.220	0
13	Rua	JOÃO LUIZ DUARTE	670	0	0
14	Avenida	JORN. RUBENS DE ARRUDA RAMOS	0	1.950	100
15	Avenida	OSVALDO JOSÉ DO AMARAL	3.090	0	0
16	Avenida	OSVALDO RODRIGUES CABRAL	0	1.210	150
17	Avenida	PRF. HENRIQUE DA SILVA FONTES	0	2.560	0
18	Rua	QUINZE	3.070	0	0
19	Rodovia	SC-401	18.780	0	0
20	Rodovia	SC-405	0	5.590	0
22	Corredor	JOÃO AMARAL RIOS/DOMINGOS FILOMENO/ACIONI SOUZA FILHO	0	0	2.730
23	Rua	AFONSO PENA	0	0	1.080
24	Corredor	ATLÂNTICA/EDELBERTO DE OLIVEIRA	0	0	1.800
26	Estrada	DÁRIO MANOEL CARDOSO	0	0	3.060
27	Rua	ELESBÃO PINTO DA LUZ	0	0	1.590
28	Corredor	FÚLVIO ADUCCI/CEL. PEDRO DEMORO	0	0	1.840
29	Corredor	GEN. EURICO GASPAR DUTRA/GEN. LIBERATO BITTENCOURT	0	0	2.010
30	Corredor	GOV. IVO SILVEIRA/ENG. MAX DE SOUZA	0	0	7.700
32	Rodovia	JOÃO GUALBERTO SOARES	0	0	2.210
33	Corredor	JOAQUIM NABUCO/GERÔNCIO THIVES	0	0	2.990
34	Rua	JOSUÉ DI BERNARDI	0	0	1.370
35	Avenida	LEOBERTO LEAL	0	0	1.550
36	Rua	MAR. MAX SCHRAMM	0	0	2.000
37	Corredor	MAURO RAMOS/SILVA JARDIM	0	0	5.000
38	Avenida	PAULO FONTES	0	0	2.410
39	Corredor	PRES. KENNEDY/JOAQUIM ANTÔNIO VAZ/DR. CONSTÂNCIO KRUMMEL/LUIZ FAGUNDES	0	0	3.180
40	Rodovia	SC-403	0	0	8.450
Total			**53.670**	**34.030**	**52.110**

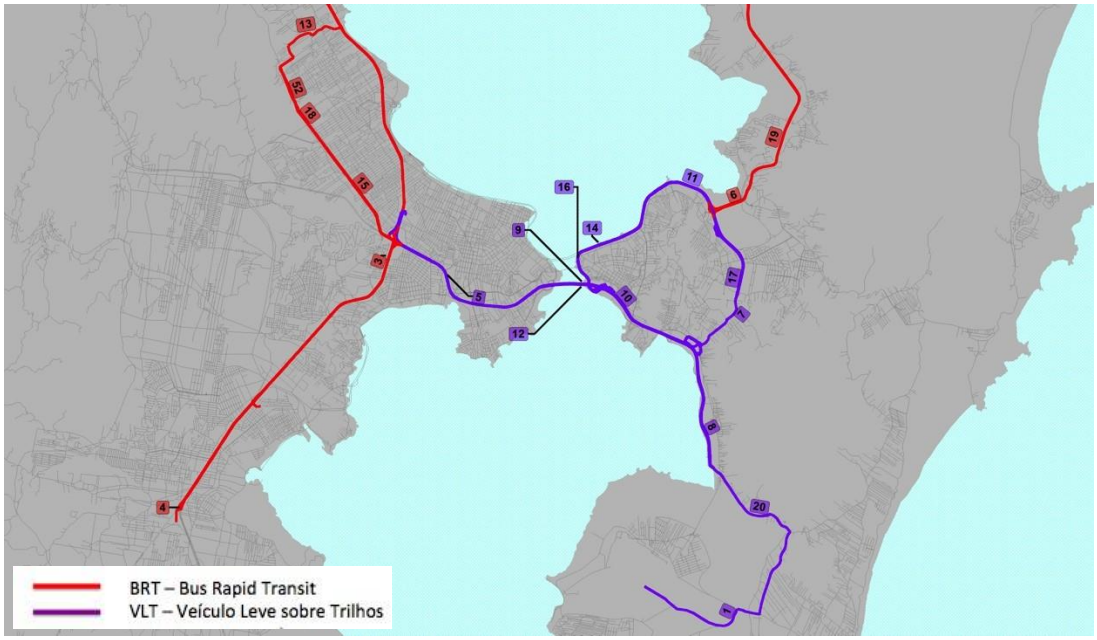


Figura 10 - Sistema viário por onde circulam BRT e VLT - Cenário Tendencial

Tabela 5 - Terminais e garagens do sistema VLT/BRT

Terminal	Intervenção	Área disponível (m²)	Garagem BRT/VLT
TISAN	REFORMAR	1.626	
TICEN	REFORMAR	32.094	
TITRI	REFORMAR	12.494	
TIRIO	REFORMAR	2.398	
TICAN	REFORMAR	5.633	só BRT
TISAC	REATIVAR	2.741	
TIAER	CONSTRUIR	26.044	só VLT
BARREIROS (CASAN)	CONSTRUIR	14.401	
PALHOÇA	CONSTRUIR	254.324	só BRT
PALHOÇA – alternativa para garagem	CONSTRUIR	98.127	
BIGUAÇU	CONSTRUIR	95.640	só BRT
CRUZAMENTO 282 X 101	CONSTRUIR	110.835	só BRT

3.2.2.3. Sistema de BRT + Monotrilho proposto para a Região Metropolitana de Florianópolis

O monotrilho proposto para a Região Metropolitana da Grande Florianópolis segue o mesmo itinerário sugerido para o VLT. A grande discussão que se apresenta para a construção do

monotrilho é seu impacto na paisagem. Uma estrutura elevada certamente viria a ter impacto muito forte nas Avenidas Beira Mar.

Mesmo assim, o sistema foi testado e avaliado como alternativa para melhoria do transporte coletivo para efeito de comparação e apresentação.

3.3. Propostas complementares

3.3.1. Forma de urbanização

Foram definidos dois cenários de desenvolvimento urbano para os quais foram consideradas ações de investimento em infraestrutura, tratamento do espaço público e uso e ocupação do solo:

- **Desenvolvimento Urbano Tendencial** – A área urbana continua a se expandir de acordo com os padrões atuais, considerando modificações apontadas nos Planos Diretores dos municípios e as tendências imobiliárias da época do estudo.
- **Desenvolvimento Urbano Orientado:** O desenvolvimento urbano se volta para o continente, com a ocupação planejada da área entre a BR-101 e a Via de Contorno, tendo como catalisador e estruturador a implantação de um novo eixo Norte-Sul entre Palhoça, São José e Biguaçu, aliado à promoção de políticas públicas de desconcentração de atividades, seja por meio de incentivos fiscais, legislação, instrumentos do Estatuto da Cidade ou por ações diretas da administração pública (implantação de equipamentos sociais, órgãos públicos, autarquias, hospitais de referência, universidades, escolas técnicas e outros). No Cenário Orientado são previstos ainda polos de adensamento junto à rede estrutural de transporte coletivo, nos locais onde o zoneamento atual, a disponibilidade de terrenos propensos à renovação urbana e os condicionantes ambientais sejam favoráveis.

As duas alternativas consideram como prioritária a implantação de corredores de transporte coletivo de média capacidade, tendo os modais BRT, VLT ou Monotrilho como alternativas para avaliação.

O desenvolvimento considerando conceitos de orientação para o transporte coletivo e de crescimento inteligente visa quebrar a lógica atual de produzir uma cidade que incentiva a dependência de uso do automóvel como modo de transporte. Para tal, são incentivadas ocupações junto às infraestruturas de transporte público segundo um modelo de urbanização que favoreça a vida cotidiana, com mais deslocamentos não motorizados, com vias adequadas à escala do pedestre

e do ciclista, fácil acesso às redes de transporte público, comércio local no térreo dos edifícios, arborização de passeios, quadras pequenas e diversificação de uso do solo.

A expansão para a área Oeste gera uma distribuição distinta das atividades, com a criação de novos polos. O desenvolvimento urbano com padrões urbanísticos deve atrair novos investimentos e migração para a nova área. Entretanto, esse efeito não foi considerado nas alternativas, de modo a que se pudesse medir melhor o resultado do novo desenvolvimento.

A Ilustração de mudança de lógica é mostrada na figura abaixo, estruturada pela rede de transportes de média capacidade. No desenvolvimento tendencial, a relação continua sendo de cidade central, com todos os movimentos convergindo para o centro de Florianópolis na Ilha. O desenvolvimento orientado cria o novo eixo a Leste da BR-101, transformando o centro desse novo eixo Norte-Sul na grande centralidade futura.

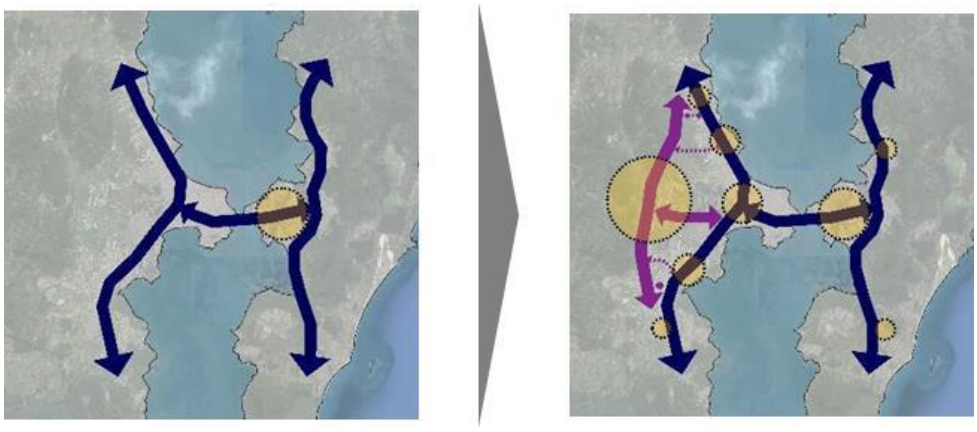


Figura 11 - Modificação da tendência de desenvolvimento

Dessa forma, o desenvolvimento orientado altera o crescimento populacional e a densidade e distribuição de empregos entre as regiões da Ilha e tem como objetivo distribuir melhor as atividades, reduzindo a concentração de fluxos e a pendularidade das viagens.

A Tabela 6 relaciona os projetos viários e suas respectivas características, concebidos para apoiar o desenvolvimento da região Oeste de São José, no cenário de Desenvolvimento Orientado ao Transporte (Cenário Orientado). O sistema principal desta região está estruturado sobre 2 trinários que consistem em 3 vias: 2 com duas faixas por sentido e sentido único para a circulação de automóveis e outra com 1 faixa por sentido para a circulação do BRT. Essas vias são intercaladas pelas quadras edificadas com uso misto. A Figura 12 ilustra o sistema viário de apoio ao cenário de desenvolvimento orientado ao transporte.

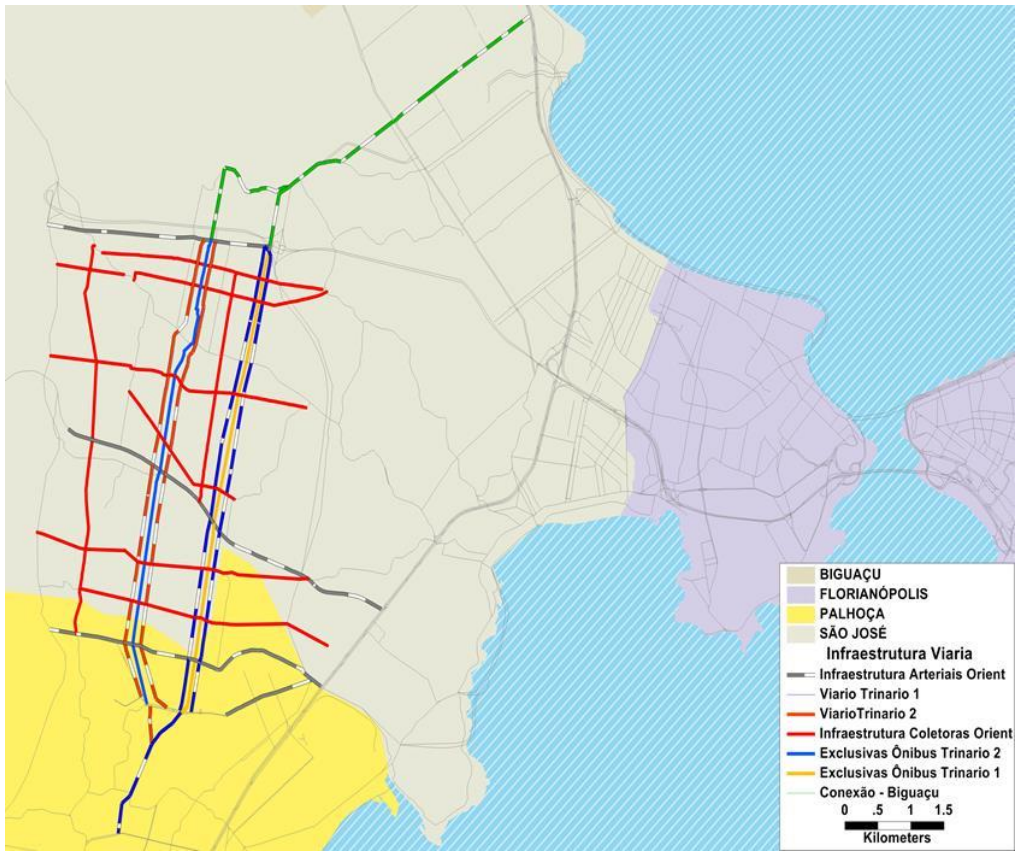


Figura 12 – Sistema viário adicional para apoio ao Cenário de Desenvolvimento Orientado

Tabela 6 - Sistema viário adicional para apoio ao Cenário de Desenvolvimento Orientado

		Trecho – Logradouro	Comprimento
i	Avenida	Conexão Biguaçu (2 faixas por sentido)	7.3
k	Avenida	Trinario 1 (2 faixas por sentido)	6.5
j	Avenida	Trinario 2 (2 faixas por sentido)	6.5
m	Exclusiva	Trinario 1 (1 faixa por sentido)	6.3
l	Exclusiva	Trinario 2 (1 faixa por sentido)	6.3
n	Avenida	Conexões Transversais Oeste - Leste (2 faixas por sentido)	14.6
Total de vias arteriais			**47.57**
o	Rua	Vias Coletoras estruturantes (2 faixas por sentido)	30.2
Total de vias coletoras			**30.2**
Total de sistema viário estruturante			**77.73**

Além da infraestrutura viária adicional, são criados dois novos corredores no sentido Norte-Sul na área entre a BR-101 e o Contorno Rodoviário, como apoio ao crescimento orientado. Além dos corredores Norte-Sul, são criados três eixos Leste-Oeste para conexão com os centros continentais de São José e Florianópolis e ligação com a Ilha. O sistema final forma uma rede de transporte coletivo prioritário, ilustrada na Figura 13, com 122 km de corredores com faixas segregadas de BRT e 90 km de faixas exclusivas para ônibus.

Tabela 7 - Vias por onde circula o sistema de BRT no Cenário Orientado

		Trecho - Logradouro	**Comprimento**
A	Avenida	Trecho Biguaçu	7,3
B	Avenida	Trecho Conexão BR 282 Novo Contorno Urbano	7
C	Avenida	Trinario 2	7
D	Avenida	Trinário 1	8,3
E	Rodovia	SC 407	3,9
F	Rua	Pagani	1,7
Total (km)			**35,17**

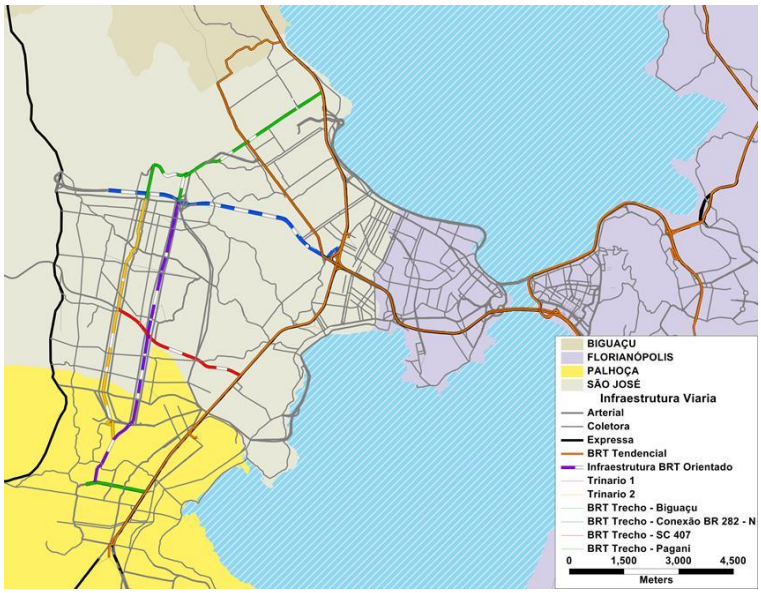


Figura 13 - Sistema BRT no Cenário Orientado

3.3.2. Transporte aquaviário

O transporte aquaviário entre o continente e a Ilha de Santa Catarina foi uma das alternativas ao transporte estudadas pela equipe do PLAMUS, com o objetivo de indicar como o Governo do Estado

poderia implantar um projeto-piloto de transporte marítimo, face às demandas potenciais e linhas de interesse existentes, considerando as condições de navegabilidade e de integração intermodal com o atual sistema urbano de transporte de passageiros.

Para tanto, foram levantados estudos anteriores e realizadas visitas técnicas aos possíveis locais para implantação de terminais de atracação, com especial avaliação das margens próximas ao Centro de Florianópolis, na Ilha, e as cidades de Biguaçu, São José e Palhoça, no continente. Foram também caracterizadas as condições de navegabilidade da enseada entre a Ilha e continente, assim como as regiões de acesso às margens dos terminais citados. A equipe avaliou o estado atual dos terminais atuais e de outros pequenos terminais utilizados por embarcações de turismo.

Figura 14 – Rotas Potenciais para o Transporte Aquaviário

As rotas apontadas na figura acima identificam o potencial de navegabilidade da enseada da Grande Florianópolis. Em setas amarelas são mostrados os possíveis trechos de navegação ligando agrupamentos de maior concentração populacional ao Centro de Florianópolis ou de maior potencial para interligar importantes regiões com maior desenvolvimento ocupacional - a exemplo

de Canasvieiras. Em setas laranja são mostrados trechos de localidades com uma certa concentração populacional e de interesse turístico, sendo importante fonte de negócios para a população local.

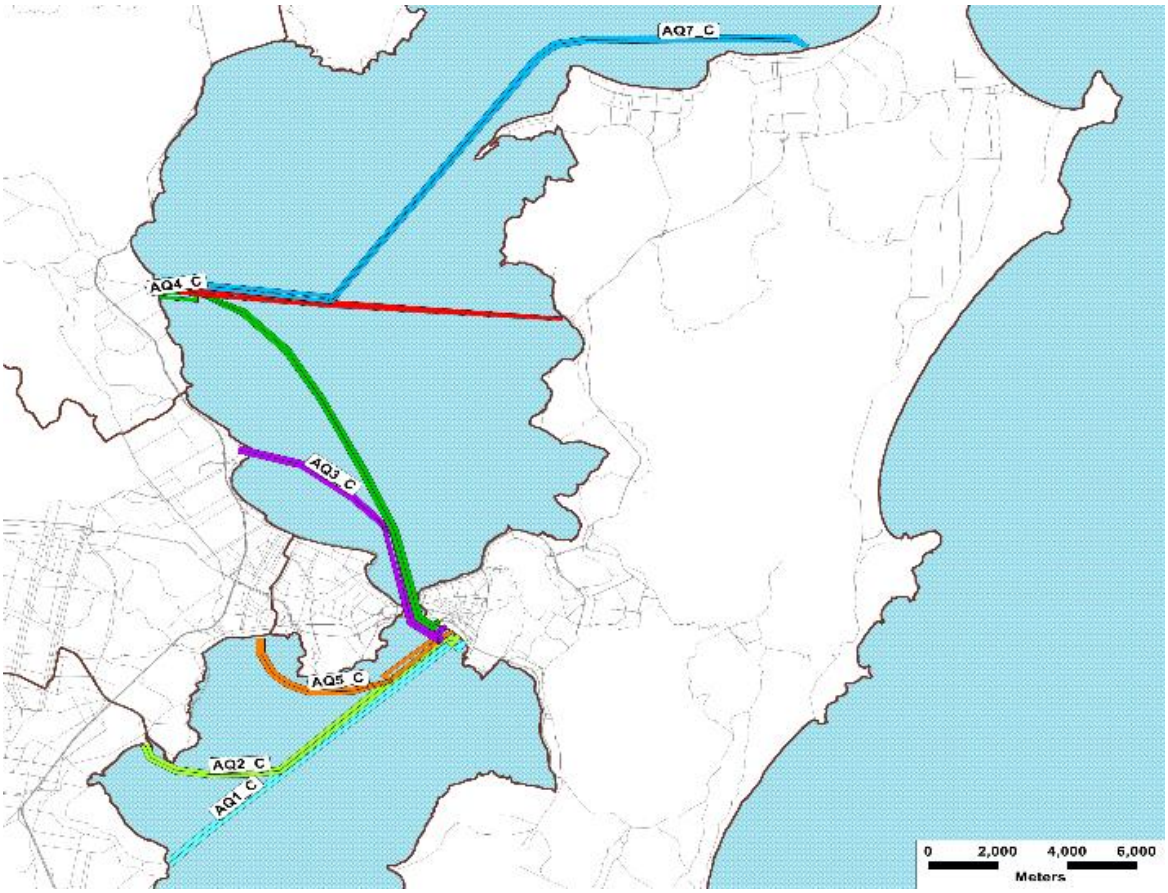


Figura 15 – Rede de transporte aquaviário simuladas

Elaboração: PLAMUS

Embora tenham sido simuladas todas as rotas apresentadas na Figura 15, com base em levantamentos e visitas técnicas aos pontos de atracação, bem como a avaliação preliminar do potencial de demanda, optou-se por avaliar com maior profundidade os trechos de navegação entre São José Norte, São José Sul, Biguaçu, Palhoça e o Centro, de modo a atender aos grandes movimentos populacionais entre o continente e o centro de Florianópolis:

- São José Norte - Centro

- São José Sul – Centro
- Biguaçu – Centro após a execução dos molhes previstos para a foz do rio Biguaçu e,
- Palhoça – Centro

3.3.3. Investimento em obras viárias de grande porte

A expansão da capacidade viária é a alternativa adotada com maior frequência para melhoria da qualidade da velocidade urbana. No entanto, observa-se que o aumento da oferta de capacidade tende a ser acompanhado por um aumento da demanda, levando à permanência dos problemas existentes.

Para a RMF foram consideradas as principais obras de expansão da capacidade viária constantes dos planos diretores dos municípios, a saber:

- Nova ponte (itens 1 e 2 do mapa)
- Túnel Barra da Lagoa (item 5 do mapa)
- Beira Mar Norte Sul Continental (itens 19 e 20 do mapa)
- Ligação Contorno Rodoviário da BR-101 à via expressa (item 27 do mapa)

No total foi considerada a criação de 37 quilômetros de vias, a um custo de R$ 2 bilhões, com uma margem de erro de R$ 500 milhões para mais ou para menos.

Esse cenário foi construído em cima do cenário tendencial, ou seja, sem a implantação das linhas troncais de transporte coletivo. Isso foi feito para que os impactos da expansão viária pudessem ser medidos de maneira mais adequada e para verificar se essa solução, sozinha, seria capaz de resolver o problema de mobilidade na Região Metropolitana de Florianópolis.

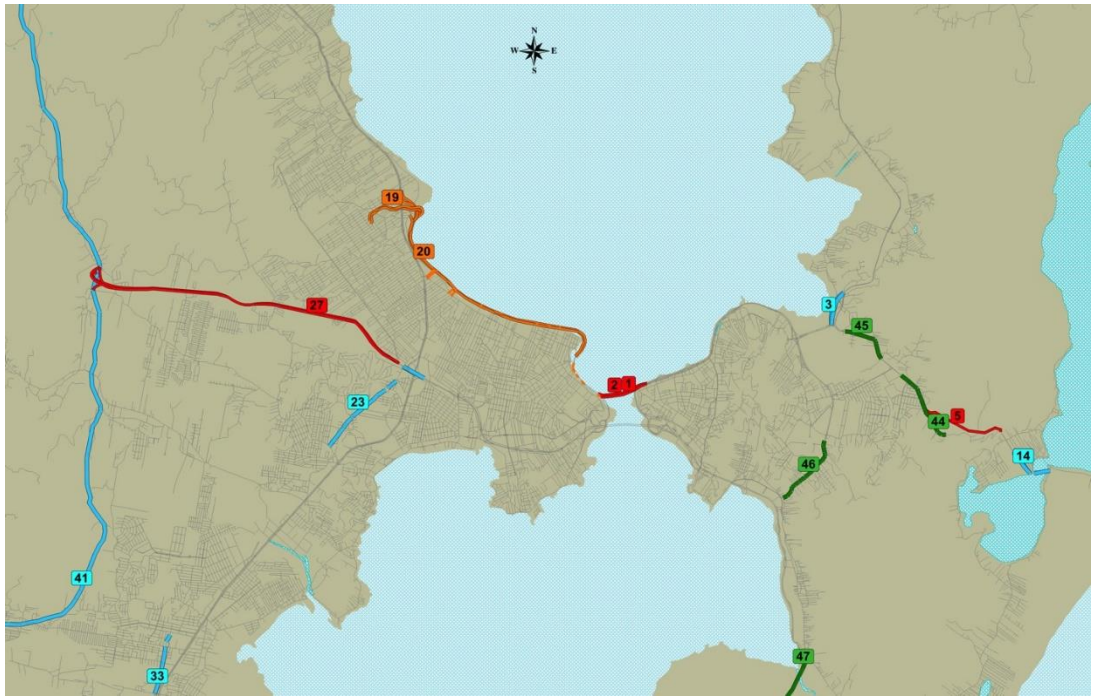


Figura 16 – Mapa das principais intervenções no Cenário de Expansão Viária

3.3.4. Políticas de restrição à circulação de automóveis

Políticas de restrição à circulação de automóveis são usadas em diversos locais como fonte extra de recursos e saída para a redução do número de veículos em determinadas áreas da cidade.

Na RMF, verificou-se que poucos motoristas pagam estacionamento em seus deslocamentos, daí tendo tendosurgido a principal opção de política de restrição. Idealizou-se uma região na qual todo motorista teria que pagar para estacionar e analisou-se o impacto dessa medida por meio da comparação de cenários, com a restrição como única diferença . A área estipulada para a restrição encontra-se na figura abaixo. Na região do Centro, foi estimado um custo diário de R$10,00 para os motoristas que utilizam carro, enquanto no restante das regiões demarcadas foi estimado um custo de R$6,00.

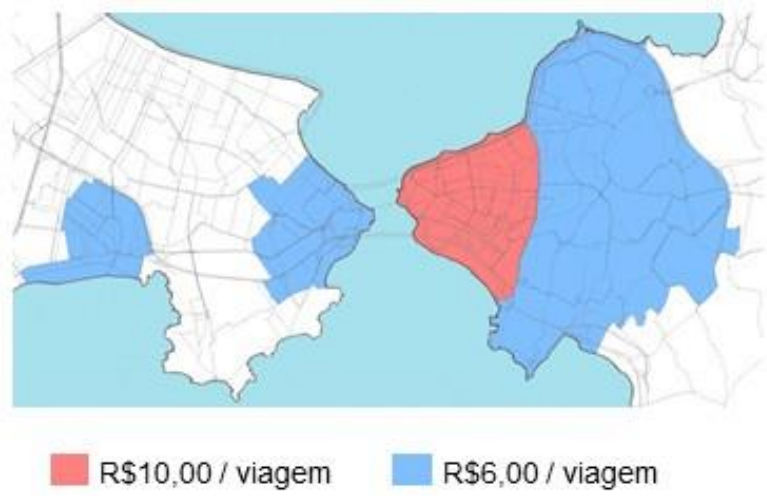


Figura 17 – Modelo de estacionamentos simulado na RMF

3.4. Sumário dos cenários

Cenário-Base

O cenário-base foi desenhado com base nas pesquisas realizadas pelo projeto PLAMUS e se propõe a representar a mobilidade urbana na atual Grande Florianópolis, assim como sua tendência de evolução até 2040. O intuito é que esse cenário sirva como base de comparação para os cenários com implantação de linhas troncais.

Cenário BRT

O cenário BRT prevê a implantação de um sistema troncal baseado em ônibus articulados. Além da implantação do sistema troncal, também foi considerada a realização de obras de infraestrutura já licitadas ou em andamento.

O sistema foi simulado considerando integração tarifária completa, com a tarifa por viagem dede R$ 2,65. O prazo estimado para a implantação do sistema BRT é de 3 a 5 anos, tendo sido adotado o prazo de 5 anos para possibilitar uma comparação mais efetiva com os outros sistemas, de forma que os horizontes de simulação e análise coincidissem.

Cenário BRT + VLT

O cenário BRT + VLT prevê a implantação de dois sistemas troncais complementares, um baseado em veículos leves sobre trilhos e outro baseado em ônibus articulados. Além da implantação do sistema troncal também foi considerada a realização de obras de infraestrutura já licitadas ou em andamento.

O sistema foi simulado considerando-se integração tarifária completa, com tarifa por viagem de R$ 2,65, igual à simulada para o sistema BRT. O prazo estimado para a implantação do sistema VLT é de 5 a 7 anos. De modo a possibilitar uma comparação mais efetiva com o sistema BRT, entretanto, adotou-se o prazo de 5 anos, para que os horizontes de simulação e análise coincidissem.

Cenário BRT + Monotrilho

O cenário BRT + Monotrilho prevê a implantação de dois sistemas troncais complementares, um baseado em trilhos elevados (monotrilho) e outro baseado em ônibus articulados. Além da implantação dos sistemas troncais, também foi considerada a realização de obras de infraestrutura já licitadas ou em andamento.

O sistema foi simulado considerando integração tarifária completa, com tarifa por viagem de R$ 2,65, idêntica à simulada para o sistema BRT. O prazo estimado para a implantação do sistema Monotrilho é de 7 anos, com uma margem de erro de 2 anos. Da mesma forma usada nos cenários anteriores, no entanto, de modo a possibilitar uma comparação mais efetiva com o sistema BRT, adotou-se o prazo de 5 anos, para que os horizontes de simulação e análise coincidissem.

Propostas Complementares

As propostas complementares avaliadas são: a implantação de um sistema de transporte aquaviário, a adoção de medidas de gestão da demanda e incentivo ao uso do transporte público, investimentos adicionais em infraestrutura viária e a promoção do desenvolvimento orientado ao transporte público.

Como sua aplicabilidade e retorno socioeconômico é dependente da solução escolhida para o sistema troncal, o detalhamento de seus benefícios e priorização será realizado no produto 16 - Priorização do Cenário Proposto para a RM da Grande Florianópolis.

4. Avaliação financeira

4.1. Descrição da avaliação financeira

O objetivo da avaliação financeira é determinar a sustentabilidade financeira de cada cenário, ou seja, como as receitas esperadas se comparam com os custos da operação e se a geração de caixa desta operação é suficiente para financiar os investimentos em infraestrutura necessários em cada cenário.

Vale ressaltar que, diferentemente de trabalhos que se concentram exclusivamente na atratividade financeira de um empreendimento para o setor privado, esta análise abarca a perspectiva do operador e do setor público, concomitantemente, respondendo às seguintes questões:

- Quais os investimentos necessários para a implantação da solução?
- Qual o subsídio necessário para equilibrar o sistema considerando a estrutura tarifária selecionada?
- Qual a taxa interna de retorno e o valor presente líquido (VPL) que um agente privado obteria ao realizar os investimentos necessários e operar esse sistema?

A tabela abaixo apresenta um resumo dos indicadores elaborados na análise financeira e seus objetivos.

Tabela 8 – Indicadores da Análise Financeira

Indicador	Descrição
OPEX por Passageiro (R$ / viagem)	Custo operacional do sistema, sem incluir remuneração do material rodante e da infraestrutura, dividido pelo número total de passageiros.
CAPEX	Investimento total necessário para a implementação da solução.
Subsídio (R$ / viagem)	Lacuna entre a tarifa de equilíbrio e a tarifa vigente, incluindo integração tarifária e gratuidades.
TIR (%)	Taxa para a qual o valor presente do fluxo de caixa resultante do modelo tarifário escolhido é zero.
VPL (R$)	Valor presente do fluxo de caixa para a taxa de desconto selecionada.

Utilizado na Priorização | **Não utilizado na priorização**

Ressalta-se que o subsídio por viagem, a TIR e o VPL são indicadores dependentes do patamar tarifário, do modelo de concessão e da estrutura de capital adotada, parâmetros que, dentro da metodologia empregada, serão definidos após a priorização da solução de mobilidade para a Região Metropolitana de Florianópolis. Assim, para análise comparativa, são utilizados o CAPEX necessário e a tarifa de equilibro por viagem, métricas indiferentes aos fatores supracitados.

Para calcular os indicadores da análise financeira é preciso projetar o fluxo de caixa esperado para cada cenário. Isso pode ser feito a partir da receita bruta, abatendo-se os impostos, subtraindo-se os custos de produção e gestão do sistema, os custos de capital e os impostos sobre o resultado e incorporando-se os valores de depreciação e os investimentos.

A seguir, apresenta-se a metodologia e as premissas utilizadas para determinação dos elementos do fluxo de caixa que são: receitas do sistema, custos e despesas, investimentos, depreciação, remuneração do capital e despesas financeiras.

Figura 18 – Estrutura da Demonstração do Resultado do Exercício

DRE
Receita Bruta
Receita Tarif‡ria
Receita Acess–ria
Impostos Indiretos
Impostos Sobre Receita Tarif‡ria
Impostos Sobre Receita Acess–ria
Receita L'quida
Custos
Custos n nibus / BRT
Custos VLT / Monotrilho
Lucro Bruto
Despesas
Despesas n nibus / BRT
Despesas VLT / Monotrilho
EBITDA
DepreciaK‹ o
EBIT
Despesas Financeiras
EBT
IR & CS
Lucro L'quido

Figura 19 – Estrutura do Fluxo de Caixa Livre para a Empresa (*Free Cash Flow For the Firm*)

4.2. Receita do sistema

4.2.1. Tarifa e impostos

Para o cenário-base a tarifa utilizada, tanto no modelo de transportes, como na análise financeira foi a tarifa vigente durante a realização das pesquisas realizadas pela Equipe PLAMUS no primeiro semestre de 2014.

Embora cada linha tenha sido definida com sua tarifa no modelo de transportes, para análise financeira foi calculada a tarifa média por viagem e, a partir dela, determinada a receita do sistema. Assim, a tarifa por embarque é utilizada implicitamente na determinação da tarifa média por viagem, mas não explicitamente no cálculo da receita total.

Esse método foi escolhido pela sua simplicidade e eficácia, principalmente se levarmos em conta o fato do foco da análise ser o sistema como um todo e não as rotas de forma separada. Outro ponto importante é que, no caso da integração tarifária completa, a aplicação desse método se torna muito transparente, uma vez que o pagamento será realizado por viagem, e não por embarque.

Para fins de arrecadação, e até mesmo para cálculos de eficiência do sistema e de reajuste tarifário, existe uma diferenciação entre a demanda transportada e a demanda equivalente. A demanda transportada considera os passageiros pelo espaço que eles ocupam dentro do ônibus, já a

demanda equivalente considera o passageiro pela receita que este transfere para o sistema, ou seja, leva em conta apenas a parcela da tarifa que cada passageiro efetivamente paga, imprescindível para o cálculo tarifário. Desta forma, é necessário transportar dois passageiros que recebam 50% de desconto para obter um passageiro equivalente.

As pesquisas realizadas pelo projeto PLAMUS no início de 2014 levantaram os percentuais de utilização de transporte público apresentados na tabela abaixo.

Tabela 9 – Distribuição dos Tipos de Usuários de Transporte Público na RM de Florianópolis

Tipo de Usuário	% de Embarques
Com Cartão	44%
Idosos	1%
Estudantes	16%
Deficientes	1%
Gratuidade Outros	1%
Transferência	3%
Pago em Dinheiro	33%

Fonte: Pesquisas do Projeto PLAMUS, Equipe PLAMUS

Para os demais cenários, a mesma metodologia foi aplicada, sendo a receita tarifária definida em função do valor da tarifa e do modelo tarifário recomendado.

Com relação aos impostos incidentes sobre a receita, existe uma distinção entre a alíquota sobre a receita tarifária e a alíquota sobre a receita com publicidade (acessória), como apresentado abaixo:

Tabela 10 – Alíquotas de impostos incidentes sobre a receita

Imposto Sobre a Receita	Receita Tarifária (Alíquota %)	Receita Acessória (Alíquota %)
PIS/Pasep	0,01 %	1,65 %
Cofins	3,00 %	7,60 %
ICMS	0,00 %	0,00 %
ISS	0,00 %	2,50 %
INSS	2,00 %	2,00 %

Fonte: Edital de Concorrência para Concessão de Serviços Públicos de Transporte Coletivo Urbano de Passageiros do Município de Florianópolis (2013), Equipe PLAMUS.

Além dos impostos sobre a receita apresentados anteriormente, também foram considerados o Imposto de Renda da Pessoa Jurídica e a Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (IRPJ e CSLL, respectivamente). As alíquotas utilizadas são apresentadas na tabela a seguir.

Tabela 11 – Alíquotas do IRPJ e CSLL

Imposto	Alíquota
IRPJ Sobre Lucro Tributável Total	15%
IRPJ Sobre Lucro Tributável Acima de R$ 240.000	10%
Contribuição Social Sobre o Lucro Total	9%

Fonte: Receita Federal, Equipe PLAMUS

A seguir apresentamos a estrutura da demonstração dos resultados e do fluxo de caixa livre para a empresa.

4.2.2. Receitas não Tarifárias

Os modos de transporte público podem gerar receita de diversas maneiras além da tarifa cobrada, algumas das mais comuns sendo:

- Publicidade dentro dos veículos
- Publicidade na parte externa dos veículos
- Publicidade nas estações e/ou pontos de parada
- Locação de espaço nas estações para uso comercial
- Mídia digital embarcada
- Venda de materiais inservíveis e sucata
- Comissão para autorização da venda de bilhetes
- Permissão de uso da linha para transporte de carga
- Permissão de uso da linha para passagem subterrânea
- Venda de *naming rights* de estação ou linha

Os sistemas de transporte público comumente exploram essas opções para complementarem sua receita total, e conseguem com isso um acréscimo de até 10% em sua receita, como mostrado na tabela abaixo:

Tabela 12 – Referências de representatividade das receitas não tarifárias

Cidade	Modos Analisados	Receita não tarifária em relação à total (%)
Singapura	Trem, LRT e ônibus	10,7
Sydney	Ônibus	8,3
São Paulo	Metrô	7,7
Londres	Metrô, trem, LRT e ônibus	5,4
Porto Alegre	Metrô e trem	4,9
Rio de Janeiro	Metrô	4,8
São Paulo	Trem	3,1
Paris	Metrô, trem e ônibus	2,9
Belo Horizonte	Ônibus	0,9

Fonte: Relatório das concessionárias; Equipe PLAMUS

Para prever o potencial de receita não tarifária em cada alternativa de solução para a mobilidade urbana, optou-se por analisar separadamente cada fonte de receita, e considerar apenas aquelas que seguramente poderão ser utilizadas:

- Publicidade interna e externa;
- Publicidade nos pontos de parada; e
- Mídia embarcada digital.

Para estimar a receita que cada uma dessas fontes pode gerar, usaram-se como base valores encontrados em outras metrópoles brasileiras, os casos escolhidos encontram-se na tabela a seguir.

Tabela 13 – Receitas não tarifárias em metrópoles brasileiras

Cidade	Fonte de Receita	Receita Gerada
Belo Horizonte	Publicidade interna e externa em ônibus comuns e em pontos de parada	R$ 3.000 / ônibus
Curitiba	Previsão de receita de mídia digital embarcada em BRT	R$ 7.400 / ônibus
São Paulo	Publicidade interna em trens	R$ 0,04 / passageiro

Fonte: BHTRANS; URBS; CPTM; Análise Strategy&

A publicidade em ônibus comuns pode ser explorada com anúncios nos próprios veículos, e também em pontos de parada. Como o potencial de cada ponto de parada é diferente e dependente de seu movimento, considerou-se que a receita potencial total deles é proporcional ao número de veículos que circulam na cidade, de modo que a receita, juntando veículos e pontos, pode ser estimada apenas pelo número de ônibus.

Com o uso dessas e a previsão de frota e demanda calculada pelo modelo de transporte, torna-se possível estimar a receita total que se pode esperar para cada cenário a cada ano, sendo adotado para a publicidade não digital no BRT o mesmo valor esperado para os ônibus comuns.

Além dessas receitas, a venda de *naming rights,* que é a venda do direito de dar o nome, completo ou parcial, a uma estação de BRT e VLT, tem ganhado espaço.

Essa forma de negócio ainda deve ser vista com cautela, pois existem cidades, como Londres, na qual grande parcela da população desaprovou a ideia, fazendo com que a prefeitura desistisse da venda, e casos em que os *naming rights* foram colocados à venda e não houve compradores, como em Boston e Mumbai.

Esses problemas podem ser evitados, pois no caso de Londres a principal resistência foi devida à tradição das estações, problema atenuado em linhas recém-construídas, enquanto em outros casos atribui-se o insucesso ao alto valor mínimo pedido.

Existem também diversos casos em que a venda foi bem sucedida nos últimos anos, como em Nova York, Filadélfia, Dubai, Madri, Cleveland, Gurgaon, Rio de Janeiro e Porto Alegre. Os valores variam desde R$ 108 mil / ano (Porto Alegre) até € 1 milhão / ano (Madri), para contratos de três a cinco anos.

Figura 20 – Estação Vodafone Sol em Madri – Exemplo de venda de *naming rights*

Vê-se que, apesar dos casos de sucesso, algumas cidades não conseguiram concretizar vendas. Optou-se por postura conservadora, não sendo somada essa fonte de receita na avaliação do equilíbrio financeiro das soluções.

4.3. Custos e despesas

Os custos e despesas variam significativamente para cada tipo de modo e por isso serão apresentados de maneira separada, tendo sido estimados com base nos parâmetros utilizados em licitações, documentos de cálculos tarifários, relatórios de procedimentos de manifestação de interesse e análises de viabilidade técnica, entre outros. Por fim, os valores finais foram validados por especialistas na área de transportes com ampla experiência em projetos de mobilidade.

4.3.1. Ônibus

Os custos operacionais de um sistema de ônibus podem ser divididos em:

- Combustível
- Pneus

- Peças e Acessórios
- Mão de Obra
- Outros

Item: Combustível (Ônibus/BRT)

Métrica: R$/Km rodado

Cálculo do parâmetro: A partir do consumo de litros de diesel por quilômetro rodado, foi acrescentado um percentual relativo ao aumento de consumo por conta do ar condicionado, sendo então usado o preço do litro de diesel para calcular o custo em R$/Km rodado.

Preço do Diesel: R$ 2,40

Tabela 14 – Parâmetros de Custo de Combustível para Sistema de Ônibus

Tipo de Ônibus	Consumo sem Ar Cond. (L/Km)	% Consumo Extra do Ar-Condicionado	Consumo com Ar Cond. (L/Km)	R$/km
Básico	0,41	15%	0,47	1,14
Padron *	0,50	15%	0,58	1,38
Articulado	0,74	15%	0,85	2,04
Biarticulado	0,86	15%	0,99	2,37

** As principais características do Padron são motor traseiro, maior comprimento (13m), transmissão automática, capacidade de passageiros em torno de 100*

Fonte: Parâmetros de custos de Operação do Sistema – SPTrans, Manual do BRT, ANP, Equipe PLAMUS.

Item: Pneus e Rodagem (Ônibus/BRT)

Métrica: R$/Km rodado

Cálculo do parâmetro: O valor do parâmetro foi obtido a partir do custo unitário do pneu completo, número médio de recapagens, custo unitário da recapagem, vida útil e quantidade de pneus por tipo de ônibus.

Tabela 15 – Parâmetros de Custo de Pneus para Sistema de Ônibus

Tipo de Ônibus	Quantidade de pneus	Vida útil	Número de recapagens	Custo Unitário do Pneu	Custo Unitário Recapagem	Parâmetro de Custo (R$/Km)
Básico	6	138.204	2,59	1.521,00	370	0,108
Padron	6	138.204	2,59	1.521,00	370	0,108
Articulado	10	138.204	2,59	1.521,00	370	0,179
Biarticulado	14	138.204	2,59	1.521,00	370	0,251

Fonte: Benchmark de Sistemas de Ônibus – LOGIT, Equipe PLAMUS.

Item: Peças e Acessórios (Ônibus/BRT)

Métrica: R$/Km rodado

Cálculo do parâmetro: O valor desse parâmetro é obtido a partir de um coeficiente técnico de custos atrelado a uma quilometragem anual. O custo por km é igual ao coeficiente técnico multiplicado pelo valor do veículo novo e dividido pela quilometragem média.

Tabela 16 – Parâmetros de Custo de Peças e Acessórios para Sistema de Ônibus

Tipo de Ônibus	Valor veículo c/ AC	Coeficiente Técnico	Percurso Médio Anual	Parâmetro de Custo (R$/Km)
Básico	310.227	4,00%	78.000	0,16
Padron	416.300	4,00%	78.000	0,21
Articulado	838.911	4,00%	78.000	0,43
Biarticulado	1.230.050	4,00%	78.000	0,63

Fonte: Benchmark de Sistemas de Ônibus - LOGIT, Tabela de Preços de Insumos e Salários - Prefeitura de Curitiba, Equipe PLAMUS.

Item: Mão de Obra Operacional Sem Encargos (Ônibus)

Métrica: R$/Veículo

Cálculo do parâmetro: O valor foi calculado por veículo, de acordo com sua taxa de utilização e o salário declarado no edital da concessão do sistema de ônibus licitada em 2013.

Tabela 17 – Parâmetros de Custo de Mão de Obra Operacional Sem Encargos (Ônibus)

Cargo	Fator de Utilização	Salário Mensal (R$)
Motorista	2,5	1.684
Cobrador	1,25	1.008
Fiscal/Despachante	0,15	2.392
Agente de Terminal	0,11	1.244

Fonte: Edital de Concorrência para Concessão de Serviços Públicos de Transporte Coletivo Urbano de Passageiros do Município de Florianópolis (2013), Equipe PLAMUS.

A partir dos valores da tabela acima, chegamos a um custo anual de mão de obra operacional, sem os encargos sociais, para um Ônibus Comum, no valor de R$ 71.578,06.

Item: Mão de Obra Manutenção (Ônibus/BRT)

Métrica: R$/Veículo

Cálculo do parâmetro: O valor dos custos com o pessoal de manutenção é vinculado ao valor calculado para o pessoal de operação através de um coeficiente técnico. Como o intervalo recomendado pelo Ministério dos Transportes para despesas com pessoal de manutenção situa-se entre 12% e 15% das despesas com pessoal de operação, adotou-se um coeficiente médio de 13,5%.

Dessa forma, o custo anual da mão de obra de manutenção, sem os encargos, para um Ônibus Comum, é de R$ 9.663,04. Vale ressaltar que para o sistema BRT foi adotado o mesmo custo da mão de obra de manutenção usado para o sistema de ônibus. Isso foi feito porque, embora o BRT não precise de cobrador, o que diminui os custos com mão de obra operacional, isso não deve se refletir numa redução dos custos de mão de obra da manutenção.

Item: Mão de Obra Administrativa (Ônibus/BRT)

Métrica: R$/Veículo

Cálculo do parâmetro: O valor dos custos com o pessoal de administração é também vinculado ao valor calculado para o pessoal de operação através de um coeficiente técnico. Tendo em vista que o intervalo recomendado pelo Ministério dos Transportes para as despesas com pessoal de

manutenção situa-se entre 8% e 13% das despesas com o pessoal de operação, foi adotado um coeficiente médio de 10,5%.

Dessa forma o custo anual da mão de obra de manutenção, sem os encargos, para um Ônibus Comum, é de R$ 7.515,70. Vale ressaltar que para o sistema BRT foi adotado o mesmo custo da mão de obra administrativa usado para o sistema de ônibus. A razão foi a mesma explicada anteriormente, ou seja que, embora o BRT não precise de cobrador, o que diminui os custos com mão de obra operacional, isso não deve se refletir nos custos da mão de obra administrativa.

Item: Benefícios (Ônibus/BRT)

Métrica: R$/Veículo

Cálculo do parâmetro: O valor gasto com benefícios aos funcionários, já parametrizado com R$/Veículo, foi obtido do Estudo dos Custos do Sistema Regular de Transporte de Passageiros de Florianópolis (Abril de 2013) - SRTPP/FLN e atualizado pelo IPCA. Foi adotado como premissa que o custo dos benefícios é o mesmo para o Sistema de Ônibus e para o Sistema de BRT.

O valor corrigido foi de R$ 2.729,53 mensais, resultando em R$ 32.754,31 anuais.

Item: Licenciamento, Seguro e ITS (Ônibus/BRT)

Métrica: R$/Veículo

Cálculo do parâmetro: Os valores gastos com o licenciamento, seguro obrigatório e administração do sistema de ITS (bilhetagem e monitoramento) foram obtidos através de estudos de propriedade da LOGIT e estão apresentados abaixo:

Tabela 18 – Parâmetros de Custo de Licenciamento, Seguro e ITS

Item de Custo	Custo Anual (R$)
Operação Sistema de Bilhetagem	266,34
Operação Sistema de Monitoramento	332,92
Seguro Obrigatório e Licenciamento	727,67
Total Licenciamento, Seguro e ITS	1.326,93

Fonte: Benchmark de Sistemas de Ônibus – LOGIT, Equipe PLAMUS.

O valor total para o Licenciamento, Seguro e ITS foi de R$ 1.326,93 anuais.

Item: Despesas Gerais de Administração (Ônibus/BRT)

Métrica: R$/Veículo

Cálculo do parâmetro: Segundo o edital da concessão licitada em 2014 para sistemas de ônibus de Florianópolis, as despesas gerais de administração incluem: água, energia elétrica, telefone, fax, informática, material de expediente, aluguéis, manutenção e conservação de máquinas, instalações e equipamentos de escritório, recrutamento, seleção, treinamento de pessoal e serviços de terceiros. Seu valor paramétrico é vinculado ao preço do Ônibus Comum. O Ministério dos Transportes recomenda para o coeficiente de despesas gerais de administração um intervalo de confiança entre 0,17% e 0,33%, resultado de seu levantamento nacional. Adotou-se, portanto, valor médio de 0,25% ao mês, resultando em 3% ao ano.

Tabela 19 – Parâmetro de Despesas Gerais de Administração

Preço do Ônibus Comum (R$)	Coeficiente Técnico	Despesa Gerais de Administração (R$/Ônibus)
310.227,43	3,00 %	9.306,82

Fonte: Edital de Concorrência para Concessão de Serviços Públicos de Transporte Coletivo Urbano de Passageiros do Município de Florianópolis (2013), Tabela de Preços de Insumos e Salários - Prefeitura de Curitiba, Benchmark de Sistemas de Ônibus – LOGIT, Equipe PLAMUS.

Item: Encargos Sociais (Ônibus)

Métrica: R$/Ônibus

Cálculo do parâmetro: O valor total dos encargos sociais foi calculado utilizando-se o percentual apresentado no Estudo dos Custos do Sistema Regular de Transporte de Passageiros de Florianópolis - SRTPP/FLN (Abril 2013), que é de 44,06%.

Tabela 20 – Resumo de Custos com Mão de Obra e Encargos Sociais (Ônibus)

Categoria da Mão de Obra	Custo Sem Encargos (R$)	Encargos Sociais (R$)
Operação	71.578,06	31.537,29
Manutenção	9.663,04	4.257,53
Administrativo	7.515,70	3.311,42

Fonte: Edital de Concorrência para Concessão de Serviços Públicos de Transporte Coletivo Urbano de Passageiros do Município de Florianópolis (2013), Tabela de Preços de Insumos e Salários - Prefeitura de Curitiba, Benchmark de Sistemas de Ônibus – LOGIT, Equipe PLAMUS.

4.3.2. BRT

O sistema BRT incorre praticamente nos mesmos custos operacionais do sistema de ônibus, com diferenças apenas na mão de obra operacional, nos encargos incidentes sobre essa mão de obra e na inserção de um custo de operação das estações. Esses custos são apresentados a seguir.

Item: Mão de Obra Operacional Sem Encargos (BRT)

Métrica: R$/Veículo

Cálculo do parâmetro: Os fatores de utilização para o sistema de BRT foram considerados como os mesmos do sistema de ônibus, com exceção do cobrador que deixou de existir. Os salários também foram considerados os mesmos, com exceção do motorista que teve um aumento de 20%. Esse percentual de aumento foi calculado com base na convenção coletiva de trabalho 2013/2014 do Sindicato Municipal dos Trabalhadores Empregados em Empresas de Transporte Urbano de Passageiros do Município do Rio de Janeiro.

Tabela 21 – Parâmetros de Custo de Mão de Obra Operacional Sem Encargos (BRT)

Cargo	Fator de Utilização	Salário
Motorista	2,5	2.020
Fiscal/Despachante	0,15	2.392
Agente de Terminal	0,11	1.244

Fonte: Edital de Concorrência para Concessão de Serviços Públicos de Transporte Coletivo Urbano de Passageiros do Município de Florianópolis (2013), Convenção Coletiva de Trabalho 2013/2014 do Sindicato Municipal dos Trabalhadores Empregados em Empresas de Transporte Urbano de Passageiros do Município do Rio de Janeiro, Equipe PLAMUS.

A partir dos valores da tabela acima, obteve-se um custo anual de mão de obra operacional, sem os encargos sociais, para um ônibus BRT, no valor de R$ 66.557,11.

Item: Encargos Sociais (BRT)

Métrica: R$/Ônibus

Cálculo do parâmetro: O valor total dos encargos sociais foi calculado utilizando-se o percentual apresentado no Estudo dos Custos do Sistema Regular de Transporte de Passageiros de Florianópolis - SRTPP/FLN (Abril 2013), que é de 44,06%.

Tabela 22 – Resumo de Custos com Mão de Obra e Encargos Sociais (BRT)

Categoria da Mão de Obra	Custo Sem Encargos (R$)	Encargos Sociais (R$)
Operação	66.557,11	29.325
Manutenção	8.985,21	3.959
Administrativo	6.988,50	3.079

Fonte: Edital de Concorrência para Concessão de Serviços Públicos de Transporte Coletivo Urbano de Passageiros do Município de Florianópolis (2013), Tabela de Preços de Insumos e Salários - Prefeitura de Curitiba, Benchmark de Sistemas de Ônibus – LOGIT, Equipe PLAMUS.

Item: Custo de Operação de Estação (BRT)

Métrica: R$/Estação

Cálculo do parâmetro: O custo de operação da estação de BRT considera, tanto os custos com pessoal, como a manutenção da estação e foi obtido a partir de um estudo de propriedade da LOGIT.

O custo anual desse item é dede R$ 216.461,42 por ano, por estação.

4.3.3. VLT

A principal fonte de custos operacionais para a avaliação econômica e financeira do VLT foi o Estudo de Viabilidade Técnica e Econômico-Financeira (EVTE) para Implantação do Veículo Leve Sobre Trilhos (VLT) no Eixo Anhanguera, Município de Goiânia. Os parâmetros de cada item estão associados a métricas que permitem o aumento ou diminuição dos custos de acordo com a configuração do sistema e sua operação.

Além desse estudo, também foram analisados dados da *National Transport Database* – FTA USA, do documento *Light Rail in Australia* elaborado pelo 'The Australian Greens' e da Declaração Ambiental de Produto – Bombardier. Essas outras fontes foram utilizadas para a validação das informações extraídas do EVTE do VLT de Goiânia e para a definição do consumo energético do material rodante.

Tabela 23 – Parâmetros de Custos Operacionais

Item	Parâmetro	Métrica	Fonte
Custo com Energia	0,15	R$/KWh	Entrevista com especialista do setor elétrico.
Consumo Energético	4,00	KWh/Km	National Transporte Database – FTA USA, documento "Light Rail in Australia" elaborado pelo The Australian Greens, Declaração Ambiental de Produto – Bombardier.
Manutenção Material Rodante	465.000,00	R$/Trem	EVTE para Implantação do VLT no Eixo Anhanguera no Município de Goiânia.
Manutenção Instalações Fixas	255.000,00	R$/Km extensão	EVTE para Implantação do VLT no Eixo Anhanguera no Município de Goiânia.
Manutenção Via Permanente e Edif.	528.284,35	R$/Km extensão	EVTE para Implantação do VLT no Eixo Anhanguera no Município de Goiânia.
Manutenção do Pátio	81.223,26	R$/Trem	EVTE para Implantação do VLT no Eixo Anhanguera no Município de Goiânia.
Mão de Obra Operação	615.726,89	R$/Trem	EVTE para Implantação do VLT no Eixo Anhanguera no Município de Goiânia.
Mão de Obra Adm.	64.651	R$/Trem	Coeficiente técnico de 10,5% em relação aos custos com Mão de Obra de Operação.
Gerência Manutenção	24.329,16	R$/Trem	EVTE para Implantação do VLT no Eixo Anhanguera no Município de Goiânia.

Fonte: EVTE para Implantação do VLT no Eixo Anhanguera no Município de Goiânia, National Transporte Database – FTA USA, documento "Light Rail in Australia" elaborado pelo The Australian Greens, Declaração Ambiental de Produto – Bombardier, Equipe PLAMUS.

4.3.4. Monotrilho

A principal referência utilizada para o levantamento de custos operacionais do monotrilho foi o Procedimento de Manifestação de Interesse (PMI) de Mobilidade Urbana para a Grande Florianópolis. Além da documentação gerada pelo PMI, também consultou-se a *National Transport Database* – FTA USA e o *Regional Monorail Exploratory Study* – WILMAPCO. Essas outras fontes foram usadas para validação dos parâmetros adotados e, em especial, para o refinamento da previsão de consumo energético da solução.

Tabela 24 – Parâmetros de Custos Operacionais

Item	Parâmetro	Métrica	Fonte
Custo com Energia	0,35	R$/KWh	Entrevista com especialista do setor elétrico.
Consumo Energético	8,00	KWh/Km	National Transporte Database – FTA USA, PMI de Mobilidade Urbana para Grande Florianópolis., Regional Monorail Exploratory Study – WILMAPCO.
Manutenção Material Rodante	7,82	R$/Km rodado	PMI de Mobilidade Urbana para Grande Florianópolis.
Manutenção Instalações Fixas	255.000,00	R$/Km extensão	PMI de Mobilidade Urbana para Grande Florianópolis.
Manutenção Via Permanente e Edif.	528.284,35	R$/Km extensão	PMI de Mobilidade Urbana para Grande Florianópolis.
Manutenção do Pátio	81.223,26	R$/Trem	PMI de Mobilidade Urbana para Grande Florianópolis.
Mão de Obra Operação	10,35	R$/Km rodado	PMI de Mobilidade Urbana para Grande Florianópolis.
Mão de Obra Adm.	615.343,91	R$/Km extensão	PMI de Mobilidade Urbana para Grande Florianópolis.
Gerência Manutenção	53.667,26	R$/Km extensão	PMI de Mobilidade Urbana para Grande Florianópolis.

Fonte: Procedimento de Manifestação de Interesse (PMI) de Mobilidade Urbana para Grande Florianópolis, National Transporte Database – FTA USA, Regional Monorail Exploratory Study – WILMAPCO, Equipe PLAMUS.

4.3.5. Transporte Aquaviário

Antes de serem realizadas as simulações dos cenários com transporte aquaviário, foi realizado um estudo específico para determinação dos parâmetros operacionais que deveriam ser adotados no caso da implantação desse sistema na Região Metropolitana de Florianópolis. Esse estudo culminou

no relatório "Transporte Aquaviário na Região da Grande Florianópolis – Resultados" e serviu como base para parametrização da análise financeira e socioeconômica dessa alternativa.

Como a operação desse modo já foi detalhada em relatório específico, para a avaliação dos potenciais benefícios foram usados os parâmetros de custos operacionais agregados nas seguintes métricas:

- Custos Variáveis por km
- Custos Fixos por embarcação

Os valores utilizados são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 25 – Custos operacionais do transporte aquaviário

Custo	Métrica	Valor
Variável	R$ / km navegado	8,93
Fixo (com exceção da Mão de Obra)	R$ / (Embarcação*ano)	1.823.000

Fonte: Relatório: "Transporte Aquaviário na Região da Grande Florianópolis – Resultados – PLAMUS", Equipe PLAMUS.

4.4. Investimentos em Bens de Capital

4.4.1. Sistema de Ônibus

Os custos de investimento de capital para implantação do sistema de ônibus podem ser divididos em três itens:

- Material rodante
- Terreno
- Garagem e ITS

Nesse estudo considera-se a possibilidade de quatro tipos de ônibus, com as características mecânicas apresentadas na tabela a seguir.

Tabela 26 – Características Mecânicas dos Ônibus

Categoria da Mão de Obra	Potência Mínima (CV)	Comprimento (mm)
Básico	210	12250 ± 250
Padron	230	13000 ± 200
Articulado	310	Máximo 20300
Biarticulado	340	27600 ± 400

Fonte: Manual de Especificações da Frota - Rede Integrada de Transporte de Curitiba, Equipe PLAMUS.

Para determinação do preço dos veículos, partimos da alternativa sem ar condicionado e adicionamos os custos de adaptação para o padrão euro 5 de vedação e das unidades de ar condicionado. Apresentamos os detalhes dessas considerações e o valor final adotado na tabela abaixo.

Tabela 27 – Características Mecânicas dos Ônibus

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
Articulado	606.854,79	2	25.000	30%	838.911,23
Biarticulado	907.731,10	2	25.000	30%	1.230.050,43

Fonte: Tabela de Preços de Insumos e Salários - Prefeitura de Curitiba, Benchmark de Sistema de Ônibus – LOGIT, Equipe PLAMUS.

Além da frota veicular, a aquisição de garagem para os veículos representa uma despesa de capital significativa. Para sua quantificação, a referência adotada foi o Edital de Concorrência para Concessão de Serviços Públicos de Transporte Coletivo Urbano de Passageiros do Município de Florianópolis (2013). Apresentamos a área média necessária para cada ônibus na tabela abaixo.

Tabela 28 – Parâmetros para determinação das áreas de garagem - BRT

Item	Área (m^2/ônibus)	Descrição
Área Total Necessária	104,00	Metragem quadrada necessária de 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.

Fonte: Edital de Concorrência para Concessão de Serviços Públicos de Transporte Coletivo Urbano de Passageiros do Município de Florianópolis (2013), Equipe PLAMUS.

O custo da compra do terreno foi calculado a partir do valor de uma área às margens da BR-101, na altura de Barreiros, com frente para o mar e para a rodovia, cujo custo atualizado pelo IPCA é de R$ 950 por metro quadrado. Foi adotado, então, como custo do terreno R$98.723 por ônibus.

Para determinar o custo com edificações, foi utilizado o Custo Unitário Básico (CUB) da construção civil na Região Sul do Brasil, obtido através do Banco de Dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção e apresentado na Tabela 29. A área edificada considerada inclui a área da oficina e a área administrativa, totalizando 4,75m^2. Esta, multiplicada pelo CUB, resulta no valor para edificação de R$ 5.866,23.

Tabela 29 – Custo Unitário Básico (CUB) da Construção Civil - Sul

Item	R$ / m^2
CUB - Total	1.235,00
CUB - Materiais	499,53
CUB - Mão de Obra	674,08
CUB - Despesas Administrativas	54,32
CUB - Equipamentos	7,06

Fonte: Banco de Dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção, Equipe PLAMUS.

Além dos custos com terreno e edificações, também foram levantados os custo de equipamentos a serem instalados nas oficinas, sistemas de bilhetagem, vídeo monitoramento e monitoramento por

GPS. Foram usados como referência os valores da licitação do sistema de ônibus de Vitória, realizada em dezembro de 2013, ajustados pelo IPCA.

Tabela 30 – Custos de Equipamentos e ITS

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

Fonte: Licitação para exploração das linhas de ônibus do sistema de transporte público de Vitória/ES, Equipe PLAMUS.

O resumo dos custos para implantação do sistema de ônibus é apresentado na tabela a seguir.

Tabela 31 –Custos para Implantação do Sistema de ônibus

Item	R$ / ônibus
Custo Terreno	98.723,13
Edificações	5.866,23
Equipamentos	29.741,26
Bilhetagem	7.274,31
Vídeo Monitoramento	3.139,02
Monitoramento - GPS	1.925,35

Fonte: Edital de Concorrência para Concessão de Serviços Públicos de Transporte Coletivo Urbano de Passageiros do Município de Florianópolis (2013), Licitação para exploração das linhas de ônibus do sistema de transporte público de Vitória/ES, Banco de Dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção, Equipe PLAMUS.

4.4.2. BRT

Além dos custos apresentados para o sistema de ônibus, o BRT incorpora custos relacionados à implantação da via, estações e sistemas de controle. Os parâmetros utilizados no cálculo dos investimentos em bens de capital foram obtidos a partir de comparativos de Custos de Sistemas de BRT realizado pela LOGIT. Os parâmetros utilizados são apresentados na tabela a seguir:

Tabela 32 – Parâmetros para Determinação de Investimentos de Capital - BRT

Item	Observação	Preço (R$)	Unidade
Corredor	Rígido (Concreto)	500,00	m²
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	m²
Novos terminais	-	1.500,00	m²
Sinalização	Horizontal (média 450 m²/km)	13.500,00	km
Sinalização	Vertical (média 10 m²/km)	6.400,00	km
Sinalização	Semafórica	100.000,00	unid.
Sistema Operacional (ITS)	PMV Fixo / Monitores	100.000,00	km
Sistema Operacional (ITS)	Sistema detecção do Ônibus RFID/OCR	150.000,00	km
Sistema Operacional (ITS)	CFTV CamerasCâmeras	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

Fonte: Benchmark de Sistemas de BRT - LOGIT, Equipe PLAMUS.

A largura média dos corredores considerada foi de 7 metros, resultando num custo de R$ 3,5 milhões por quilômetro de via. Com relação à quantidade de semáforos, estimou-se que seriam necessários cinquenta semáforos no trecho central e cinco na ligação do centro ao aeroporto. Não seria necessária a implantação de semáforos nos outros eixos, por se tratarem principalmente de rodovias. 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 33 – Custos de Projeto, Estudos Ambientais e Gerenciamento da Obra - BRT

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

Fonte: Quadro de Custos de Mobilidade – VLT do Rio de Janeiro, Equipe PLAMUS.

4.4.3. VLT

Os parâmetros utilizados para determinação do investimento de capital necessário para implantação do VLT foram levantados com base no projeto do VLT do Rio de Janeiro. Foram analisadas quais as métricas mais adequadas para prever a variação dos custos de cada item, de acordo com as características previstas para o sistema. Os parâmetros finais escolhidos e suas respectivas métricas são descritos nas tabelas a seguir:

Tabela 34 – Custos de Sistemas e Outros - VLT

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 passageiros e TI	818.334	R$ / Estações
Sistemas de detecção de incêndio, elevadores e escadas rolantes	866.097	R$ / Km de Via

Fonte: Quadro de Custos de Mobilidade – VLT do Rio de Janeiro, Equipe PLAMUS.

Tabela 35 – Custos de Estações, Terminais e Estacionamento - VLT

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

Fonte: Quadro de Custos de Mobilidade – VLT do Rio de Janeiro, Equipe PLAMUS.

Tabela 36 – Custo do Material Rodante - VLT

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

Fonte: Quadro de Custos de Mobilidade – VLT do Rio de Janeiro, Equipe PLAMUS.

4.4.4. Monotrilho

Os parâmetros utilizados para determinação do investimento de capital necessário para implantação do Monotrilho foram levantados com base no Projeto PMI de Florianópolis. Foram analisadas quais as métricas mais adequadas para estimar a variação dos custos de cada item de acordo com as características previstas para o sistema. Os parâmetros finais escolhidos e suas respectivas métricas estão descritos nas tabelas a seguir.

Tabela 37 – Custos de Serviços Iniciais - Monotrilho

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$)
Investigações geotécnicas	2.750.457	Custo Fixo (R$)

Fonte: Projeto PMI de Florianópolis, Equipe PLAMUS.

Tabela 38 – Custos do Material Rodante - Monotrilho

Item	Valor	Métrica
Material Rodante	19.498.540	R$ / Veículo

Fonte: Projeto PMI de Florianópolis, Equipe PLAMUS.

Tabela 39 – Custos da Obra Civil - Monotrilho

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$)

Fonte: Projeto PMI de Florianópolis, Equipe PLAMUS.

Tabela 40 – *Track Switches* e Equipamentos de Pátio - Monotrilho

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

Fonte: Projeto PMI de Florianópolis, Equipe PLAMUS.

Tabela 41 – Custos dos Sistemas - Monotrilho

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
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$)

Fonte: Projeto PMI de Florianópolis, Equipe PLAMUS.

4.4.5. Transporte Aquaviário

Os dois principais itens de investimento de capital necessários para a implantação do sistema aquaviário são a implantação dos terminais de passageiros e as embarcações.

O tipo de embarcação escolhido foi o catamarã em alumínio, devido ao baixo calado da região e por esse material permitir que a embarcação desenvolva maior velocidade. Foram avaliados modelos com capacidades de 100 e 130 passageiros, sendo escolhida a menor das duas para simulação. Na tabela a seguir apresentam-se as características das embarcações.

Tabela 42 – Características das Embarcações

Item	Valor
Custo da Embarcação (R$)	1.972.000
Capacidade (Passageiros)	100
Comprimento total (m)	22,00
Boca total (m)	8,00
Boca de cada casco (m)	1,80
Calado de projeto (m)	0,80
Pontal (m)	2,00
Deslocamento (t)	60,00

Fonte: Equipe PLAMUS.

Os custos de implantação dos terminais aquaviários foram estimados entre R$ 20 milhões e R$ 80 milhões, com base em pesquisa de custos de implantação de terminais realizada pela equipe do PLAMUS. Seriam necessários quatro terminais para atender as três rotas simuladas:

- São José-Norte
- Palhoça
- Biguaçu
- Florianópolis Centro

A implantação desses quatro terminais totaliza um investimento de R$ 50 Milhões.

4.5. Depreciação e Perfil Etário da Frota

Ao contrário dos outros sistemas de transporte público analisados, o sistema de ônibus possui a vantagem de já operar na Grande Florianópolis e contar com uma frota da mesma ordem de grandeza dada prevista em nossos cenários de simulação. Dessa forma, seria injusto não considerar essa vantagem inerente ao sistema de ônibus, já que sua frota não precisaria ser inteiramente nova.

Mesmo que alguns ônibus, principalmente os do tipo articulado, precisassem ser comprados novos, muitos poderiam ser adquiridos da frota atual, reduzindo de maneira significativa os investimentos em material rodante. Essa redução dos investimentos iniciais permite que a tarifa de equilíbrio calculada seja mais próxima da real e faz com que a necessidade de investimentos no sistema seja

mais constante ao longo dos anos. Isso acontece por se operar com frota de idade mais distribuída, o que faz com que sua renovação possa ser feita um pouco a cada ano. De maneira similar, a depreciação total do sistema é mais homogênea ao longo dos anos.

O perfil etário da frota de ônibus para a Grande Florianópolis foi definido a partir da extrapolação desse perfil nono município de Florianópolis. A tabela abaixo apresenta o percentual de ônibus adotado para cada faixa dede tempo de uso.

Tabela 43 – Perfil Etário da Frota de Ônibus

Faixa Etária (anos)	Ônibus Básico	Ônibus Padron	Ônibus Articulado	Ônibus Biarticulado
0 a 1	- %	- %	- %	100%
1 a 2	4%	4%	- %	- %
2 a 3	10%	10%	55%	- %
3 a 4	19%	19%	35%	- %
4 a 5	15%	15%	- %	- %
4 a 6	- %	- %	- %	- %
6 a 7	14%	14%	10%	- %
7 a 8	21%	21%	- %	- %
8 a 9	17%	17%	- %	- %
9 a 10	- %	- %	- %	- %

Fonte: Projeto PMI de Florianópolis, Equipe PLAMUS.

O valor do capital investido em veículos antigos foi estimado a partir da soma dos valores venais dos veículos. A depreciação anual dos veículos foi estimada pela técnica da soma dos dígitos (método de depreciação de Cole). Considerou-se valor residual de 30% para os ônibus de tipos básico e *padron*, com mercado de revenda maior, e 10% para os articulados, com mercado de revenda ainda muito limitado no Brasil.

Tabela 44 – Vida Útil e Valor Residual - Ônibus

Tipo de Ônibus	Vida Útil (Anos)	Valor Residual (% do Valor Inicial)
Básico	8	30%
Padron	10	30%
Articulado	10	10%
Biarticulado	10	10%

Fonte: Estudo dos Custos do Sistema Regular de Transporte de Passageiros de Florianópolis--SRTPP/FLN, Benchmark de Sistemas de Ônibus - LOGIT, Equipe PLAMUS.

Tabela 45 – Valor e Depreciação do Ônibus Básico de acordo com Idade

Faixa Etária (anos)	Valor do Veículo (R$)	Depreciação (% do Valor Inicial)	Depreciação (R$)
0 a 1	310.227	15,56%	48.258
1 a 2	261.970	13,61%	42.225
2 a 3	219.744	11,67%	36.193
3 a 4	183.551	9,72%	30.161
4 a 5	153.390	7,78%	24.129
4 a 6	129.261	5,83%	18.097
6 a 7	111.165	3,89%	12.064
7 a 8	99.100	1,94%	6.032
8 a 9	93.068	- %	-
9 a 10	93.068	- %	-

Fonte: Benchmark de Sistemas de Ônibus - LOGIT, Tabela de Preços de Insumos e Salários - Prefeitura de Curitiba, Edital de Concorrência para Concessão de Serviços Públicos de Transporte Coletivo Urbano de Passageiros do Município de Florianópolis (2013), Equipe PLAMUS.

Tabela 46 – Valor e Depreciação do Ônibus *Padron* de acordo com Idade

Faixa Etária (anos)	Valor do Veículo (R$)	Depreciação (% do Valor Inicial)	Depreciação (R$)	Remuneração do Capital (R$)
0 a 1	416.300	12,73%	52.984	49.956
1 a 2	363.316	11,45%	47.685	43.598
2 a 3	315.631	10,18%	42.387	37.876
3 a 4	273.244	8,91%	37.089	32.789
4 a 5	236.156	7,64%	31.790	28.339
4 a 6	204.365	6,36%	26.492	24.524
6 a 7	177.874	5,09%	21.193	21.345
7 a 8	156.680	3,82%	15.895	18.802
8 a 9	140.785	2,55%	10.597	16.894
9 a 10	130.188	1,27%	5.298	15.623

Fonte: Benchmark de Sistemas de Ônibus - LOGIT, Tabela de Preços de Insumos e Salários - Prefeitura de Curitiba, Edital de Concorrência para Concessão de Serviços Públicos de Transporte Coletivo Urbano de Passageiros do Município de Florianópolis (2013), Equipe PLAMUS.

Tabela 47 – Valor e Depreciação do Ônibus Articulado de acordo com Idade

Faixa Etária (anos)	Valor do Veículo (R$)	Depreciação (% do Valor Inicial)	Depreciação (R$)	Remuneração do Capital (R$)
0 a 1	838.911	16,36%	137.276	100.669
1 a 2	701.635	14,73%	123.549	84.196
2 a 3	578.086	13,09%	109.821	69.370
3 a 4	468.265	11,45%	96.093	56.192
4 a 5	372.172	9,82%	82.366	44.661
4 a 6	289.806	8,18%	68.638	34.777
6 a 7	221.168	6,55%	54.911	26.540
7 a 8	166.257	4,91%	41.183	19.951
8 a 9	125.074	3,27%	27.455	15.009
9 a 10	97.619	1,64%	13.728	11.714

Fonte: Benchmark de Sistemas de Ônibus - LOGIT, Tabela de Preços de Insumos e Salários - Prefeitura de Curitiba, Edital de Concorrência para Concessão de Serviços Públicos de Transporte Coletivo Urbano de Passageiros do Município de Florianópolis (2013), Equipe PLAMUS.

Tabela 48 – Valor e Depreciação do Ônibus Biarticulado de acordo com Idade

Faixa Etária (anos)	Valor do Veículo (R$)	Depreciação (% do Valor Inicial)	Depreciação (R$)	Remuneração do Capital (R$)
0 a 1	1.230.050	16,36%	201.281	147.606
1 a 2	1.028.769	14,73%	181.153	123.452
2 a 3	847.617	13,09%	161.025	101.714
3 a 4	686.592	11,45%	140.897	82.391
4 a 5	545.695	9,82%	120.769	65.483
4 a 6	424.927	8,18%	100.640	50.991
6 a 7	324.286	6,55%	80.512	38.914
7 a 8	243.774	4,91%	60.384	29.253
8 a 9	183.389	3,27%	40.256	22.007
9 a 10	143.133	1,64%	20.128	17.176

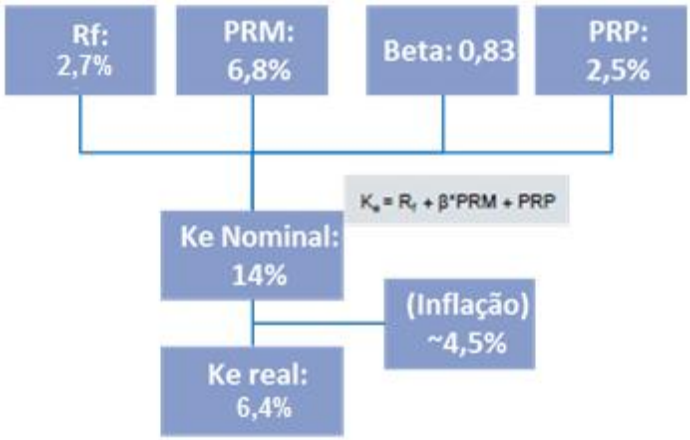
Fonte: Benchmark de Sistemas de Ônibus - LOGIT, Tabela de Preços de Insumos e Salários - Prefeitura de Curitiba, Edital de Concorrência para Concessão de Serviços Públicos de Transporte Coletivo Urbano de Passageiros do Município de Florianópolis (2013), Equipe PLAMUS.

Para os sistemas de VLT e Monotrilho a taxa de depreciação considerada foi a que consta na Instrução Normativa SRF nº 162, de 31 de dezembro de 1998, instituindo que locomotivas e locotratores, de fonte externa de eletricidade ou de acumuladores elétricos, possuem vida útil de 10 anos e taxa anual de depreciação de 10%.

Foi adotado como critério de renovação da frota a utilização dos veículos até o fim da sua vida útil, com o intuito de maximizar o valor extraído do mesmo e minimizar a necessidade de reinvestimentos.

4.6. Despesas financeiras

As despesas com empréstimos dependem do percentual de capital de terceiros, do tempo de duração do empréstimo, da taxa de juros e do tipo de amortização adotado. Como a estrutura de capital será detalhada após a definição do modelo de financiamento da solução priorizada, para efeito de análise, adotou-se estrutura de capital 100% próprio, como ilustrado na figura abaixo:



Onde:

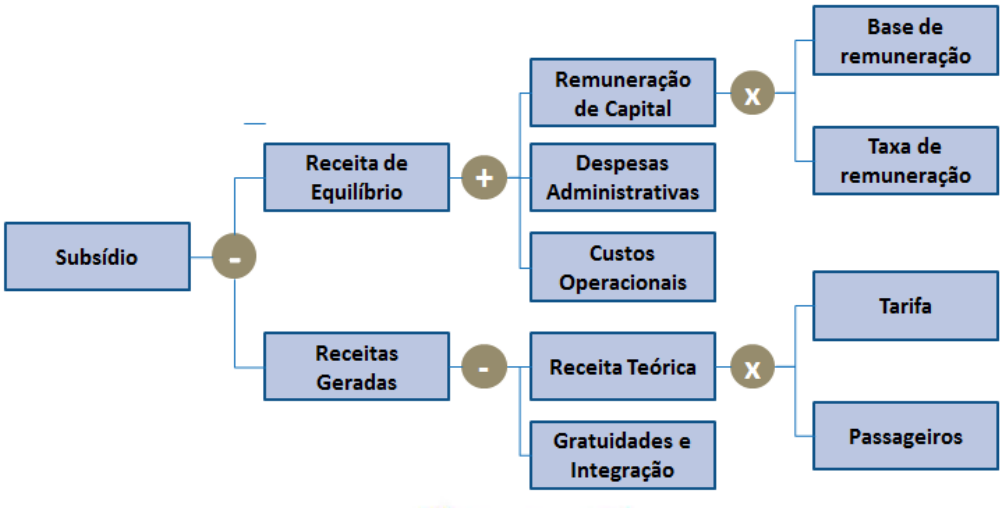
- Taxa livre de risco (Rf) 2,7% – Média do retorno do título do governo dos EUA, referência 10 anos, nos últimos 5 anos até 10/09/2014
- Beta (β) 0,83 – Segundo estudo do professor Damodaran, da New York University, que indica que, em empresas do setor de transportes em países em desenvolvimento, cerca de 62% do capital não é próprio, resultando em um beta alavancado de 0,83.
- Prêmio de risco de mercado (PRM) 6,8% - Baseado em estudo independente preparado pela Ibbotson Associates de 2012.
- Prêmio de risco país (PRP) 2,5% - Também baseado em estudo feito pela Ibbotson Associates em 2012.

4.7. Subsídios para operação

Os subsídios para operação representam, anualmente, a lacuna entre a remuneração esperada pelo operador e as receitas geradas pelo sistema, considerando o nível tarifário vigente, gratuidades e integração tarifária. Em geral, esse valor é aportado pelo governo para preservar o equilíbrio econômico-financeiro do operador privado.

É importante notar que o valor do subsídio é dependente, tanto do valor da tarifa e benefícios concedidos (integração, gratuidades) que impactam a receita gerada, quanto dos investimentos realizados pelo operador que afetam sua remuneração. Sendo assim, aumentos na tarifa do sistema ou participação do setor público nos investimentos iniciais reduzem o valor do subsídio necessário.

O subsídio para a operação pode ser calculado pela diferença entre a receita esperada, considerando gratuidades e integração tarifária, e a receita de equilíbrio, definida como a receita necessária para cobrir os custos e despesas do sistema, incluindo a remuneração do operador e da infraestrutura.



Fonte: Equipe PLAMUS

Figura 21 – Composição do Subsídio Tarifário

Assim como outros aspectos da análise financeira, a avaliação do subsídio necessário será aprofundada após a definição do cenário priorizado e da recomendação para o modelo de financiamento.

4.8. VPL

O VPL (valor presente líquido) representa a soma do valor presente de cada fluxo de caixa que ocorre ao longo da vida estimada para o projeto, sejam positivos ou negativos.

Para tal, é necessário aplicar em cada fluxo futuro a taxa de desconto referente e somá-los, como mostra a fórmula abaixo:

$$VPL = FC_0 + \frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \cdots + \frac{FC_n}{(1+i)^n}$$

Em que:
FC_j = Fluxo de caixa no período j;

i = Taxa de desconto utilizada;
n= Tempo de vida estimado do projeto.

4.9. TIR

A TIR (taxa interna de retorno) corresponde à taxa que, se aplicada ao VPL dos fluxos de caixa do projeto durante todo o seu período de vida útil, leva a um resultado igual a zero. Dessa maneira, pode ser interpretada como uma taxa fixa de retorno que, se aplicada no instante inicial ao montante equivalente ao investimento realizado, no final do período do projeto iguala o retorno esperado ao investimento.

Essa taxa é um importante indicador da viabilidade de um projeto, pois pode ser comparada a outras taxas de remuneração para avaliar o investimento com maior potencial de retorno financeiro.

5. Avaliação socioeconômica

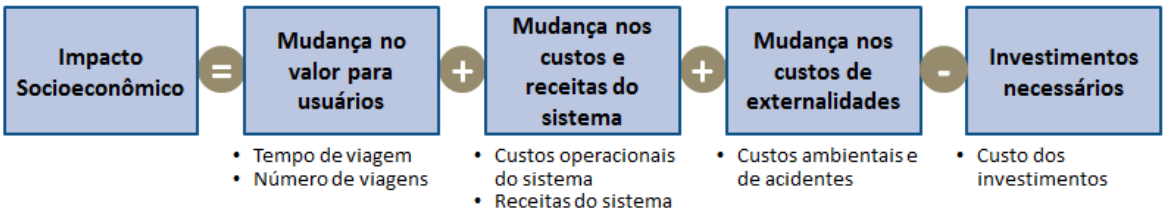
5.1. Descrição da avaliação socioeconômica

Uma característica importante das decisões de transportes e mobilidade urbana é que elas impactam diversos atores – usuários de transporte público e particular, operadores do sistema de transporte, empresas e moradores da região – cada um com uma perspectiva sobre o resultado das

políticas de mobilidade. Exatamente por isso, decisões sobre projetos e políticas públicas devem procurar avaliar seus impactos para a sociedade como um todo, da forma mais holística possível.

Para realizar esta avaliação, adotou-se a metodologia de custo-benefício (*cost benefit analysis*), usada pelo Banco Mundial, para avaliação econômica de projetos de sistemas de transportes urbanos.

A abordagem se concentra em avaliar os impactos gerados pela ação avaliada em usuários do sistema de transporte, operadores e governo, como ilustrado no esquema a seguir:



Fonte: BID, Equipe PLAMUS

Figura 22 –Elementos da Análise Socioeconômica

De forma geral, as soluções de mobilidade propostas envolvem a realização de investimentos com o objetivo de aumentar o valor para os usuários, reduzir os custos do sistema de transportes e mitigar as externalidades. Assim, os principais elementos avaliados na análise socioeconômica são:

- Tempos de Viagem
- Custos Ambientais
- Custos de Acidentes
- Custos Operacionais
- Investimentos necessários

5.2. Parâmetros para cálculo do VPL socioeconômico

A metodologia descrita permite calcular o impacto socioeconômico para um ano determinado. Para completar a análise, é preciso elaborar a avaliação para a vida útil do projeto. Assim, é preciso determinar horizonte de projeção, taxa de desconto, inflação e "preços-sombra" que possibilitem a análise ano a ano do impacto socioeconômico e o cálculo do Valor Presente Líquido Socioeconômico (VPL socioeconômico). A tabela abaixo ilustra os parâmetros e critérios utilizados.

Tabela 49 – Parâmetros Utilizados para Análise Socioeconômica

Parâmetro	Valor
Início do Projeto	2015
Início da Operação	2020
Anos simulados	2015, 2020, 2030 e 2040
Horizonte de Análise	2015 a 2040
Taxa de desconto	12%*
Unidade monetária	Preços Domésticos – Reais (R$)
Preços reais ou nominais	Preços reais
Uso de "preços sombra[1]"	Insumos, investimento e trabalho

**Valor recomendado pelo Banco Mundial na avaliação socioeconômica de projetos de mobilidade em países emergentes – O alto valor prioriza projetos com retorno rápido para a sociedade*

Fonte: Banco Mundial, Equipe PLAMUS

A seguir, são apresentadas as métricas e valores utilizados para quantificar cada elemento da análise socioeconômica.

5.3. Valor do tempo

A economia de tempo da população costuma ser um dos principais benefícios socioeconômicos resultantes da melhoria da mobilidade urbana, principalmente quando são realizadas obras de

[1] Custos econômicos dos insumos necessários, livres de distorções de mercado. Evitam que efeitos alheios à solução (p. ex. alta taxa de imposto sobre algum insumo) afetem a análise socioeconômica. Neste estudo, o custo econômico dos insumos, mão de obra e investimentos são avaliados antes da incidência de impostos, para evitar distorções.

infraestrutura viária ou implantados de sistemas troncais de transporte público. Por isso, fazer uma estimativa adequada dos ganhos de tempo se revela importante, tanto para servir como indicador do nível de trânsito que a cidade enfrentará nos anos futuros, como para incluir o equivalente monetário do tempo economizado na análise de custo benefício (VPL socioeconômico).

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, empregado inconscientemente pelas pessoas no momento de decidir qual meio de transporte 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 dede maior renda da sociedade, o que contraria o princípio de políticas públicas ligadas ao transporte que visem favorecer de maneira equânime a população. Por isso, adotou-se a renda média mensal per capita da Região Metropolitana de Florianópolis para valorização do 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 (apresentada no produto "Projeção das Variáveis Condicionantes da Demanda" do PLAMUS.);
- Fator de Ajuste da inflação: 6,4% (IPCA acumulado de janeiro de 2014 até dezembro de 2014)
- Carga horária de trabalho: 180 horas/mês (42h de jornada média semanal, multiplicadas pela média anual de 4,28 semanas por mês);
- Ajuste de férias e décimo terceiro salário relativos ao salário mensal: (4/3)/12 = 0,11111;
- Relação entre valor do tempo em deslocamento e valor do tempo de trabalho: 30%;

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

5.4. 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.

Essa avaliação socioeconômica não se aprofundou no impacto ambiental das obras, por serem custos altamente dependentes das técnicas e métodos utilizados na implantação das obras, análise que foge do escopo deste projeto. No momento oportuno serão realizados estudos de Avaliação do Impacto Ambiental que julgarão de maneira adequada os impactos e as possíveis formas de mitigá-los. Nesta avaliação, o impacto ambiental da construção da infraestrutura será considerado apenas na análise multicritério.

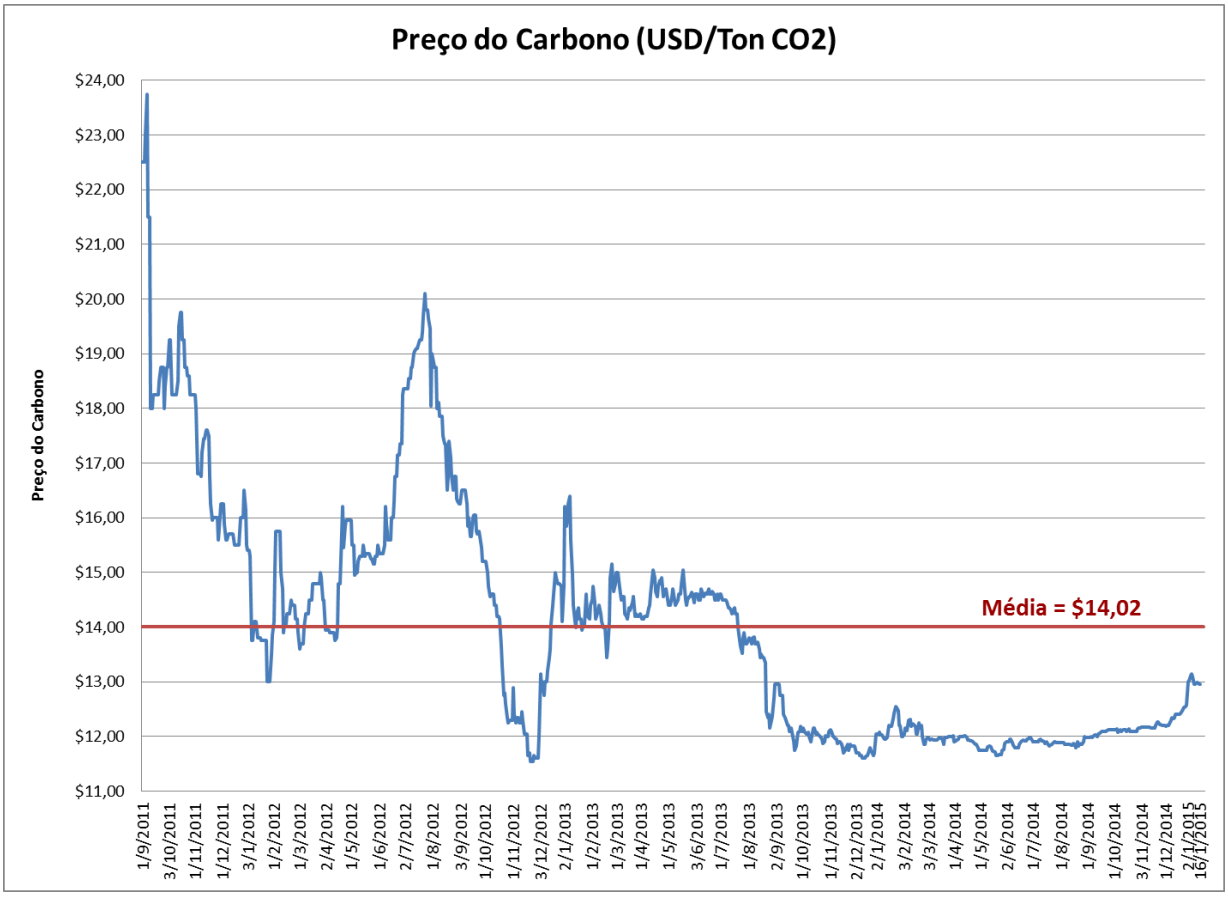
Para avaliar o custo das emissões utilizou-se o conceito de créditos de carbono. Os créditos de carbono criam um mercado para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, dando um valor monetário ao custo de poluir o ar, sendo assim uma forma direta de encontrar o equivalente monetário da emissão de poluentes.

Infelizmente o mercado de créditos de carbono sofreu impacto muito grande na crise econômica mundial que se instalou em 2008, fazendo com que muitos dos créditos, principalmente os europeus, perdessem quase completamente seu valor. O valor tão baixo de alguns créditos não significa, entretanto, que o custo para reduzir emissões de carbono foi drasticamente reduzido, mas sim que seu mercado de compra e venda perdeu estabilidade e, consequentemente, deixou de ser representativo para comparação com os custos reais da emissão de gases.

Sendo assim, neste estudo optou-se por adotar um crédito de carbono que se manteve estável nos últimos anos, continuando a ser emitido e comercializado: o "*California Carbon Allowance*", também conhecido como "CCA".

A seguir é apresentado um gráfico da variação de preços desse crédito de carbono entre setembro de 2011 e janeiro de 2015. A primeira venda pública foi realizada em 14 de novembro de 2012, um pouco antes do programa de vendas entrar em operação, em 1º de janeiro de 2013. Para datas anteriores a essa primeira venda pública, este gráfico mostra o preço de *vintage futures* (títulos lastreados em ativos que possuem variações periódicas devido a suas características). De 2013 em

diante todos os preços são para o *vintage future* com o contrato vencendo em dezembro do mesmo ano.



Fonte: Intercontinental Exchange Inc. (ICE), Equipe PLAMUS

Figura 23 – Preço do Carbono

A quantidade de CO_2 emitida por um veículo é diretamente proporcional à quantidade de combustível utilizada. Apresentamos abaixo uma tabela com o fator de emissão dos principais combustíveis usados pelo transporte público urbano.

Tabela 50 – Fator de Emissão de CO_2 por Combustível

Modo	Fator de Emissão	Unidade
Gasolina A	2,27	kg/L
Etanol Anidro	1,23	kg/L
Etanol Hidratado	1,18	kg/L
Diesel	2,67	kg/L
Gás Natural Veicular	2,00	kg/m3

Fonte: 1o Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas Por Veículos Automotores Rodoviário - Ministério do Meio Ambiente, Equipe PLAMUS.

Tabela 51 – Consumo de combustível médio (automóveis)

Ano de fabricação	% da frota	Km/L Gasolina C	Km/L Etanol Hidratado
2006 a 2009	35%	10,46	6,90
2001 a 2005	26%	11,35	7,77
1996 a 2000	21%	11,52	7,34
1991 a 1995	10%	10,77	8,06
1957 a 1990	8%	10,44	8,29
Média Ponderada		**10,94**	**7,45**

Fonte: 1o Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviário - Ministério do Meio Ambiente, Equipe PLAMUS, análise Strategy&.

Tabela 52 – Kg de CO_2 emitidas por Km Rodado (automóveis)

Tipo de Combustível	% da frota	Kg CO2 / Km Rodado
Gasolina C	57%	0,19
Etanol Hidratado	37%	0,16
Flex Fuel	6%	_
Flex Gas.	3%	0,18
Flex Etan.	3%	0,16
Média Ponderada Auto. (Kg CO2 / Km Rodado)		**0,17**

Fonte: 1o Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviário - Ministério do Meio Ambiente, Equipe PLAMUS, análise Strategy&.

Considerando o custo médio da tonelada de carbono apresentado anteriormente, e uma taxa de conversão de 2,61 R$/USD, obtém-se um custo de emissão dos automóveis de R$ 0,0064 por km rodado.

O consumo de diesel por km rodado para os tipos de ônibus existentes na frota da Região Metropolitana de Florianópolis é apresentado na tabela a seguir.

Tabela 53 – Consumo de Combustível (ônibus)

Tipo de Veículo	Consumo Sem Ar Condicionado (L/Km)	Consumo Com Ar Condicionado (L/Km)	Kg de CO2 / Km Rodado (Ônibus c/ Ar Cond.)
Básico	0,41	0,47	1,27
Padron	0,50	0,58	1,54
Articulado	0,74	0,85	2,27
Biarticulado	0,86	0,99	2,64

Fonte: Parâmetros de custos de Operação do Sistema - SPTrans, Equipe PLAMUS.

Tabela 54 – Kg de CO_2 emitido por Km rodado (ônibus)

Tipo de Veículo	Kg de CO2 / Km Rodado (Ônibus c/ Ar Cond.)	Custo Ambiental (R$/Km rodado)
Básico	1,27	0,0464
Padron	1,54	0,0562
Articulado	2,27	0,0832
Biarticulado	2,64	0,0967

Fonte: Parâmetros de custos de Operação do Sistema - SPTrans, 1o Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviário - Ministério do Meio Ambiente, Equipe PLAMUS.

No caso de veículos que utilizam energia elétrica, alguns estudos consideram que o impacto causado pelas emissões é zero uma vez que as emissões acontecem nas usinas de geração de eletricidade que costumam ser distantes do perímetro urbano. Neste estudo, assume-se que estas emissões continuam tendo um custo para a sociedade que, portanto, foi considerado.

A matriz de geração de energia elétrica brasileira é altamente baseada em usinas hidrelétricas, que possuem baixa emissão de poluentes quando comparadas com usinas termoelétricas (principalmente as de queima de carvão), porém existe um mix sazonal com geração termoelétrica. Com o intuito de obter uma média das emissões por kWh que fosse representativa, foi analisado um horizonte de 5 anos – 2008 a 2012, sendo que neste período, de forma agregada, geração hidráulica representou 79% do total e a geração dos tipos nuclear, biomassa e eólica (baixa emissão) representaram mais 8,8% do total.

O custo de emissão por km rodado adotado para o VLT foi de R$ 0,0079 e de R$ 0,0159 no caso do Monotrilho.

Tabela 55 – Geração elétrica por fonte energética no Brasil (GWh)

Tipo de Geração	2008 (GWh)	2009 (GWh)	2010 (GWh)	2011 (GWh)	2012 (GWh)
Total	**463.120,00**	**462.976,00**	**515.799,00**	**531.758,00**	**552.498,00**
Gás Natural	28.778,00	13.182,00	36.476,00	25.095,00	46.760,00
Hidráulica (i)	369.556,00	389.858,00	403.290,00	428.333,00	415.342,00
Derivados de Petróleo (ii)	15.628,00	12.549,00	16.065,00	12.239,00	16.214,00
Carvão	6.730,00	5.416,00	8.263,00	6.485,00	8.422,00
Nuclear	13.969,00	12.957,00	14.523,00	15.659,00	16.038,00
Biomassa (iii)	19.199,00	20.572,00	31.523,00	31.633,00	34.662,00
Eólica	1.183,00	1.238,00	2.177,00	2.705,00	5.050,00
Outras (iv)	8.076,00	7.205,00	3.481,00	9.609,00	10.010,00

Fonte: Anuário Estatístico de Energia Elétrica - Empresa de Pesquisa Energética, Equipe PLAMUS.

Tabela 56 – Emissões de GEE provenientes da geração elétrica no Brasil

Tipo de Geração	2008 ($MtCO_2e$)	2009 ($MtCO_2e$)	2010 ($MtCO_2e$)	2011 ($MtCO_2e$)	2012 ($MtCO_2e$)
Total	**34,50**	**23,35**	**35,84**	**32,13**	**46,73**
SIN	19,98	9,98	19,18	14,89	28,52
Sistemas Isolados	6,40	6,87	6,92	7,11	7,58
Autoprodução	8,12	6,50	9,74	10,13	10,63

Fonte: Anuário Estatístico de Energia Elétrica - Empresa de Pesquisa Energética, Equipe PLAMUS.

Tabela 57 – Coeficientes de emissão e custo por KWh (energia elétrica)

Tipo de Geração	2008	2009	2010	2011	2012	Média
t CO2e / kWh	0,000074	0,000050	0,000069	0,000060	0,000085	0,000068
R$ / kWh	0,0022	0,0015	0,0020	0,0018	0,0025	0,0020

Fonte: Anuário Estatístico de Energia Elétrica - Empresa de Pesquisa Energética, Equipe PLAMUS.

Tabela 58 – Resumo dos Custos Ambientais / km rodado

Tipo de Geração	R$ / Km Rodado
Automóvel	0,0064
Básico	0,0464
Padron	0,0562
Articulado	0,0832
Biarticulado	0,0967
VLT	0,0079
MNT	0,0159

Fonte: Parâmetros de custos de Operação do Sistema - SPTrans, 1o Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviário - Ministério do Meio Ambiente Anuário Estatístico de Energia Elétrica - Empresa de Pesquisa Energética, Equipe PLAMUS.

5.5. Custo de acidentes

A implantação de um sistema de transporte urbano mais eficiente tende a reduzir a quantidade de acidentes, por diminuir o número de veículos circulando assim como o número de quilômetros rodados, considerando que a taxa de acidentes por quilômetro seja mantida constante entre os diferentes cenários. Na prática, esse número diminui ainda mais com as intervenções viárias que melhoram o fluxo de veículos e a sinalização. Nesta análise, porém, adotou-se premissa conservadora, considerando apenas o primeiro efeito.

Os parâmetros dos custos de acidentes foram calculados a partir de três estudos: "Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Aglomerações Urbanas Brasileiras em 2003", realizado pela IPEA / ANTP; "*Low Carbon Country Studies Brasil*" realizado pelo Banco Mundial; "*Análisis de la movilidad urbana Espacio, medio ambiente y equidade*" realizado pela CAF.

A estimativa de custos totais com acidentes foi obtida do estudo do IPEA/ANTP e ajustada para a mesma data dos outros estudos, usando o INPC. Dividiu-se o total de custos com acidentes pela quilometragem total percorrida por passageiros, obtida no estudo do Banco Mundial, para então definir uma **estimativa do custo por quilômetro rodado, por passageiro**.

Tabela 59 – Estimativa de Custos Totais com Acidentes em 2010

Modo	Milhares de R$	Milhares de pass.*km	R$ / pass*km
Auto	1.095.480,51	68.942.083	0,01589
Moto	205.038,54	3.867.846	0,05301
Ônibus	221.346,09	116.568.057	0,00190

Fonte: Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Aglomerações Urbanas Brasileiras em 2003 - IPEA / ANTP, Low Carbon Country Studies Brasil - Banco Mundial, Equipe PLAMUS.

Para extrapolar esses valores para outros meios de transporte, como o BRT e o VLT, utilizou-se os seguintes dados, obtidos no estudo da CAF:

Tabela 60 – Relação da proporção de acidentes entre diferentes modos

Modo	Mortes por 100 MM de passageiros/km	Índice Relativo Em Relação a Metrô	Índice Relativo Em Relação a Ônibus
Moto	13.800,00	394	197
A pé	6.400,00	183	91
Bicicleta	5.400,00	154	77
Automóvel	0,7	20	10
Ônibus, BRT e VLT Não Segregado	0,07	2	1
Trem, Metrô e Monotrilho	0,035	1	0,5

Fonte: Análisis de la movilidad urbana Espacio, medio ambiente y equidade - CAF, Equipe PLAMUS.

A partir desses índices relativos, calculou-se os parâmetros de custos para os outros meios de transporte do sistema, como apresentado na tabela a seguir.

Tabela 61 – Parâmetros de Custos com Acidentes por pass*km

Tipo de Veículo	R$ / pass*km
Básico	0,002
Padron	0,002
Articulado	0,002
Biarticulado	0,002
Automóvel	0,016
VLT	0,002
MNT	0,001

Fonte: Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Aglomerações Urbanas Brasileiras em 2003 - IPEA / ANTP, Low Carbon Country Studies Brasil - Banco Mundial, Análisis de la movilidad urbana Espacio, medio ambiente y equidade - CAF, Equipe PLAMUS.

5.6. Custos do transporte particular

Para a comparação entre os diferentes cenários consideraram-se, tanto os custos operacionais do transporte público, como uma estimativa dos custos econômicos do deslocamento através do transporte privado. Em ambos os casos foram considerados o preço-sombra dos itens de custo, para evitar possíveis distorções advindas de custos não relacionados diretamente com a produção do insumo.

A necessidade de se considerar os custos operacionais do transporte público é clara, uma vez que estes se refletem diretamente na necessidade de recursos (tarifários ou subsídios) necessários para

viabilizar a solução proposta, refletindo-se na mobilidade urbana e na eficiência operacional proporcionada pela solução.

Consideraram-se também os custos das viagens de transporte particular, pois o valor dispendido nesse modo é significativo perante o sistema como um todo e, no caso de uma migração considerável vinda de usuários de automóveis, seria possível atingir uma situação na qual os custos operacionais do transporte público aumentariam devido a uma maior demanda pelo serviço, tornando necessário considerar uma contrapartida de diminuição de custos por parte do modo originalmente usado. Foi considerado um custo financeiro médio de R$ 0,30 por quilômetro rodado. Retirando-se 33% desse valor por conta dos impostos incidentes sobre a gasolina, chegamos a um custo econômico de R$ 0,20 por quilômetro rodado.

5.7. Definição de preços-sombra

A transformação dos custos financeiros em valores econômicos consiste na eliminação das alíquotas de impostos, taxas e encargos incidentes em cada um dos insumos necessários para a construção e operação do sistema. Para tanto, as componentes fixas e variáveis dos custos foram tratadas em função da natureza específica de cada componente.

5.7.1. Encargos sobre materiais, sobressalentes e equipamentos

Este ônus é constituído basicamente pelo IPI e pelo ICMS, incidentes sobre todos os produtos adquiridos no mercado nacional.

As alíquotas consideradas foram:

- IPI[2] = 5%

[2] 5% aplicados "por fora", ou seja, adicionados ao valor do produto

- ICMS[3] = 18%,

Levando o percentual de tributação sobre materiais, sobressalentes e equipamentos a ser de 21,90%.

5.7.2. Encargos sobre combustíveis

Considerou-se, para fins de cálculo do preço-sombra dos combustíveis, o percentual de impostos embutidos nos preços do óleo diesel, conforme legislação vigente. Segundo dados da ANP, oo percentual de impostos incidentes sobre os preços dos combustíveis é:

- Diesel = 23,1%

5.7.3. Fator de correção dos gastos com pessoal

Este ajuste torna-se necessário, uma vez que os salários efetivamente pagos dificilmente traduzem de maneira fiel os reais custos de mão-de-obra empregada.

Segundo a abordagem adotada pelo Banco Mundial para estudos de viabilidade, no caso da inexistência de estudos a respeito da situação trabalhista na região do projeto, considera-se simplificadamente, o valor dos encargos sociais incidentes na folha de pagamento, como uma primeira aproximação para tal fator.

Para fins de análise de viabilidade econômica, considerou-se o fator médio de encargos sociais de 40,06 %, conforme apresentado pela Secretaria e Transportes, Mobilidade e Terminais da Prefeitura de Florianópolis, no documento "Estudo dos Custos do Serviço Regular de Transporte Coletivo", de abril de 2013.

[3] 18% aplicados "por dentro", ou seja, inclusos no preço

5.7.1. Preço-sombra dos investimentos em infraestrutura

Para determinação de seus preços-sombra, valores de investimento em infraestrutura precisam ser separados em duas componentes: materiais e equipamentos e mão-de-obra. Os percentuais referentes à mão de obra e materiais foram considerados com base nos componentes do Custo Unitário Básico (CUB) da Construção Civil na região Sul do Brasil. Aproximadamente 60% são gastos referentes à mão de obra e 40% gastos com materiais. A tabela a seguir apresenta a composição média dos custos de investimentos.

Tabela 62 – Distribuição dos Custos da Construção Civil - Sul

Item	Distribuição
Materiais	40%
Mão de Obra	55%
Despesas Administrativas	4%
Equipamentos	1%

Fonte: Banco de Dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção, Equipe PLAMUS.

O fator de correção relativo aos encargos sobre a mão de obra na implantação da infraestrutura, e o percentual de impostos sobre materiais e equipamentos são apresentados a seguir.

Tabela 63 – Fator de Correção e Impostos Incidentes Sobre Implantação da Infraestrutura

Item	Alíquota
Fator de Correção de Encargos Sobre Mão de Obra	57,55%
Percentual de Impostos Sobre Materiais e Equipamentos	21,90%

Fonte: Banco de Dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção, Equipe PLAMUS.

O percentual total de impostos e encargos pode ser calculado a partir da formula a seguir:

$$Percentual\,Total = \left(1 - \frac{FMdO}{1 + FCE} - FME * (1 - PIME)\right) * 100$$

Onde:

$FMdO$ – Fração da Mão de Obra
FCE – Fator de Correção de Encargos
FME – Fração de Materiais e Equipamentos
$PIME$ – Percentual de Impostos sobre Materiais e Equipamentos

Dessa forma, chega-se ao percentual de impostos incidentes sobre a implantação da infraestrutura de 30,68%.

6. Resultado e benefícios dos cenários

6.1. Metodologia de Análise

As propostas de soluções do PLAMUS foram agrupadas segundo a gestão integrada das soluções na RMF:

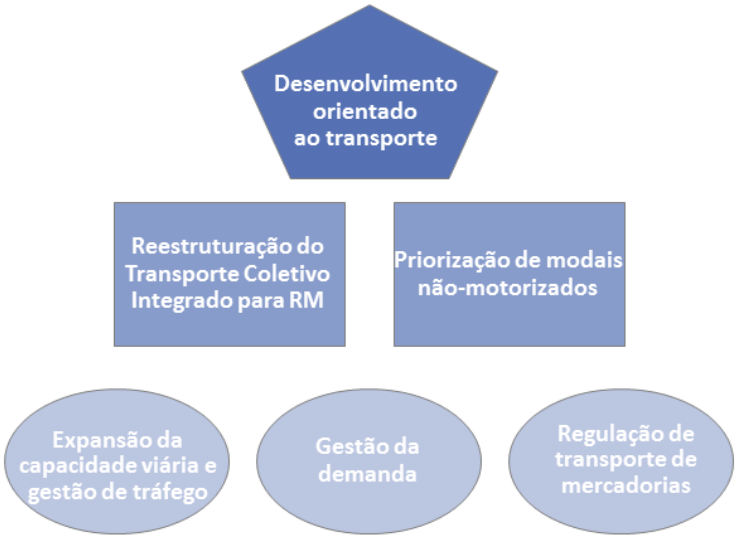


Figura 1 –24: Organização Institucional para Gestão Integrada na RM

Seguindo essas diretrizes, definiu-se a metodologia para a análise dos cenários e formulação da recomendação:

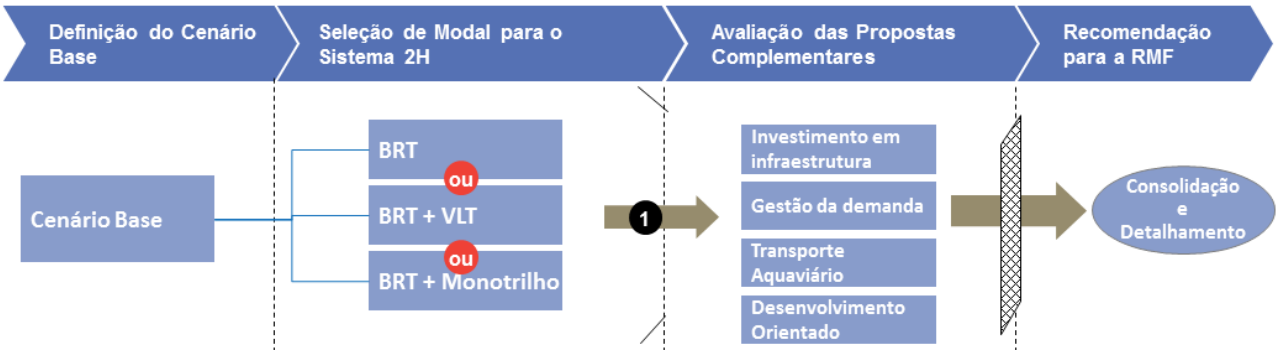


Figura 2 –25: Metodologia para Definir a Recomendação para a RMF

As etapas consistem em:

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 Modo para o Sistema 2H – As três opções de modo simuladas: BRT, BRT+VLT e BRT+Monotrilho são comparadas entre si a partir de três análises: socioeconômica, financeira e multicritério

Avaliação das Propostas Complementares – Após a escolha do modo, avaliam-se propostas não concorrentes que possuam potencial de complementar a solução:

- Investimento em infraestrutura
- Gestão da demanda
- Transporte Aquaviário
- Desenvolvimento orientado

Cada proposta complementar é simulada junto ao troncal escolhido, e comparada ao cenário em que se implanta apenas o troncal, de modo a medir o benefício marginal de cada uma e decidir quais são recomendadas.

Recomendação para a RMF – A partir da escolha do modo e da avaliação de cada proposta complementar é feita a consolidação dos resultados e recomendação das propostas, incluindo análise financeira e recomendação de modelo tarifário.

6.2. Seleção de Modo para o Sistema 2H

6.2.1. Resultados do Modelo de Transportes

6.2.1.1. Cenário-Base

Sendo o cenário-base usado como referência para a avaliação do valor gerado pelas alternativas de solução, é importante que as premissas adotadas para sua simulação sejam bem fixadas. De maneira geral, assume-se não apenas a manutenção da infraestrutura e da realidade atual, mas a representação das consequências futuras caso as medidas propostas não sejam adotadas.

As principais premissas adotadas na definição do cenário-base foramforam:

- Manutenção do sistema de rotas atual
- Ausência de integração tarifária na região metropolitana
- Realização de obras importantes de infraestrutura, já em andamento ou previstas, descritas no capítulo 2 deste documento
- Investimento de aproximadamente R$ 350 MM em obras viárias e cerca de R$ 255 MM na renovação, manutenção e melhoria dos terminais de ônibus, pátios e garagens.

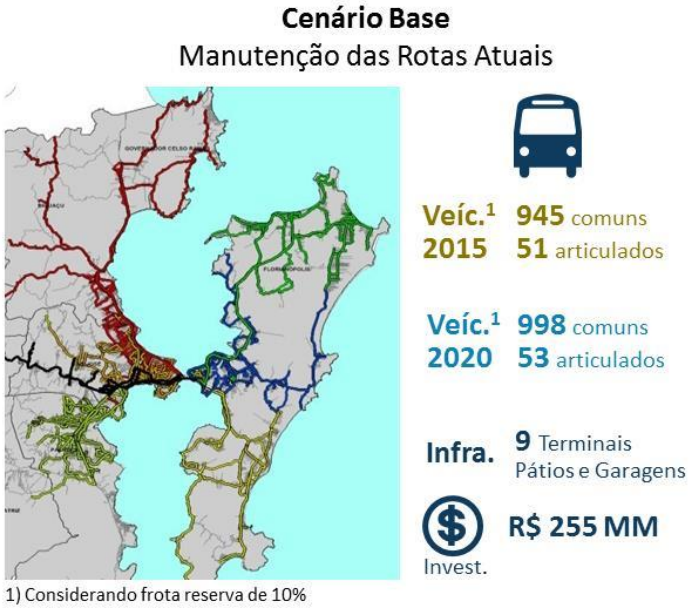


Figura 26 – Números do Sistema de Ônibus - Cenário Base

O cenário-base foi criado a partir dos resultados das pesquisas realizadas pelo projeto PLAMUS, e incorpora os problemas de mobilidade existentes na Grande Florianópolis, dos quais os principais são :

- Dispersão entre residência e trabalhos/serviços, levando à àgrande pendularidade de viagens;
- Sistema de transporte coletivo com baixa utilização;
- Forte presença do transporte individual;
- Pouco incentivo aos modos não motorizados.

Caso o cenário de mobilidade evolua seguindo a tendência atual, a população continuará enfrentando os mesmos problemas, possivelmente agravados. De forma geral existe a necessidade de investimentos em infraestrutura para que o nível atual de mobilidade seja mantido; isso não sendo feito haverá uma deterioração ainda mais significativa da mobilidade urbana.

Na próxima página apresentam-se dois gráficos mostrando a saturação das principais vias da região metropolitana em 2014 e em 2040. Como se pode ver, já existem pontos de afunilamento, mas essa situação se agrava drasticamente até 2040.

Vale ressaltar que os congestionamentos acontecem não só na ponte, mas também nas principais vias tanto do continente como da Ilha.

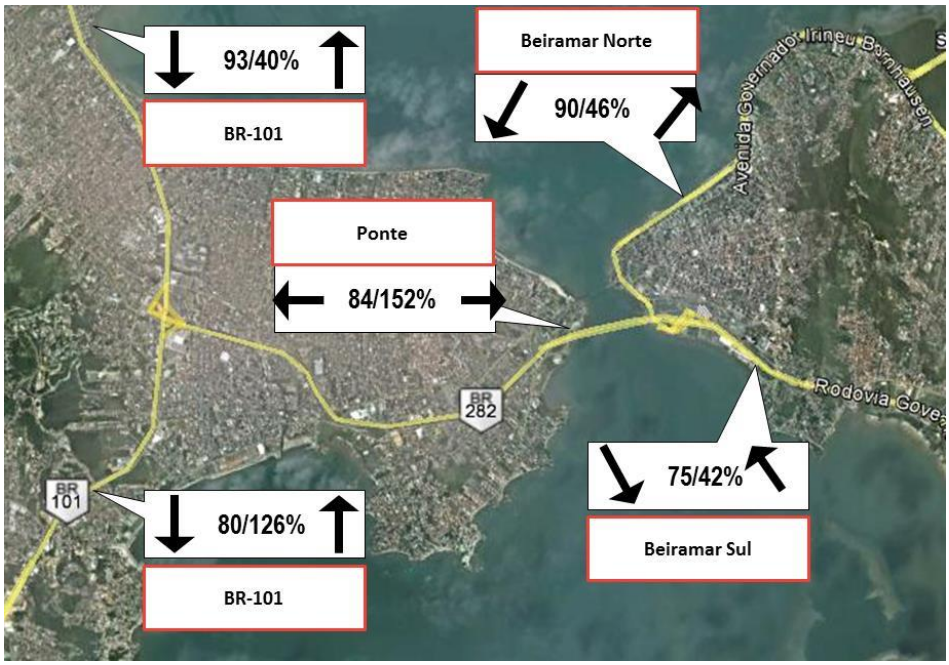


Figura 27 – Saturação no Horário de Pico no Sentido de Pico -2014 - Cenário-Base

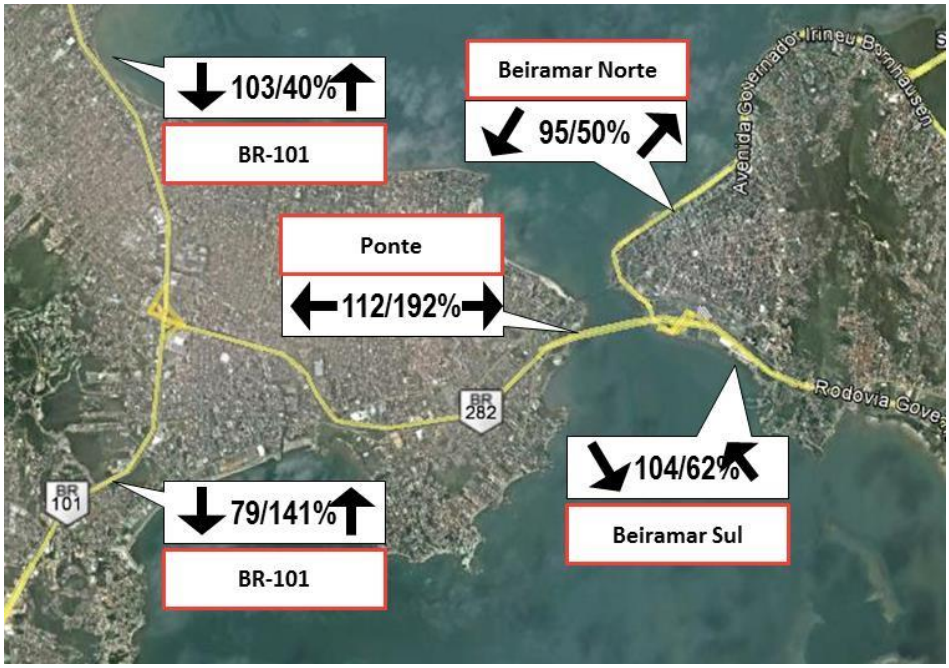


Figura 28 – Saturação no Horário de Pico no Sentido de Pico - 2040 - Cenário-Base

Como é possível observar nas figuras acima, ocorre um aumento generalizado na saturação das vias, indicador de que a mobilidade urbana vai se deteriorando com o passar dos anos. Esse aumento da saturação das vias se reflete diretamente na diminuição da velocidade média e no aumento do tempo de viagem, como mostram as tabelas a seguir.

Tabela 64 – Comparação de Velocidades nos Veículos - Cenário-Base

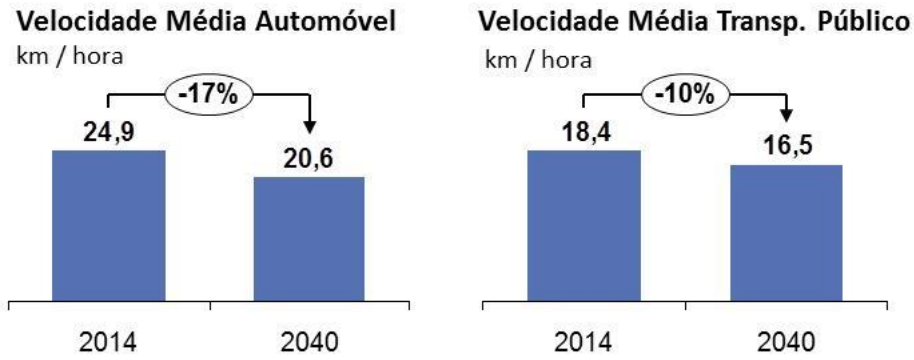
Velocidade	2015	2020	2030	2040
Velocidade Média Ônibus (km/h)	18,39	18,45	17,43	16,52
Velocidade Média Articulado /BRT (km/h)	17,89	16,59	15,88	14,73
Velocidade Média VLT / MNT (km/h)	N/A	N/A	N/A	N/A
Velocidade Média Transporte Público (km/h)	18,37	18,39	17,38	16,46
Velocidade Média Transporte Particular (km/h)	24,92	24,58	22,36	20,58
Velocidade Global (km/h)	22,22	21,97	20,36	18,93

Tabela 65 – Comparação de Tempo de Viagem - Cenário-Base

Tempo de Viagem	2015	2020	2030	2040
Tempo de Viagem Transporte Público (min)	59,84	59,50	61,70	65,08
Tempo de Viagem Transporte Particular (min)	29,03	30,17	33,72	36,81
Tempo de Viagem Global (min)	39,7	40,77	43,72	47,11

Como se nota, há uma deterioração generalizada na velocidade e no tempo de viagem, com o transporte particular sofrendo uma piora relativa maior.

Figura 29 – Comparação da Velocidade do Automóvel e do Transporte Público - Cenário-Base



Outro ponto característico do cenário-base é a manutenção da preferência pelo transporte privado, como automóveis e motocicletas, em detrimento do transporte público. Abaixo, mostra-se o

percentual de uso do transporte público por faixa de renda e em seguida a evolução da distribuição modal nos horizontes de tempo simulados.

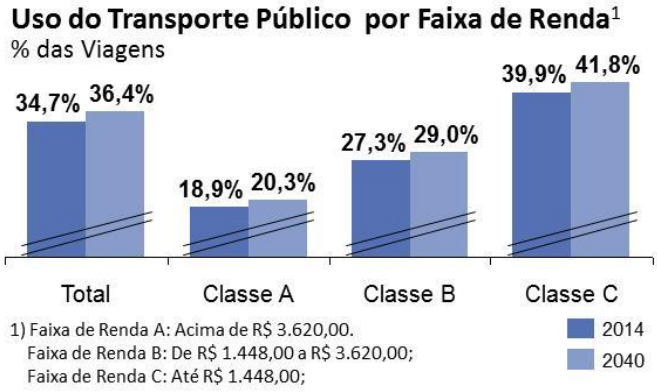


Figura 30 – Uso do Transporte Público Por Faixa de Renda- Cenário-Base

Tabela 66 – Uso do Transporte Público - Cenário-Base

Utilização Modal	2015	2020	2030	2040
Automóvel	65,35%	63,85%	64,23%	63,58%
Ônibus / BRT	34,65%	36,15%	35,77%	36,42%
VLT / Monotrilho	- %	- %	- %	- %
Número Total de Viagens Motorizadas	396.748.155	437.517.460	512.135.587	582.684.642

Embora existam diversas razões que levam a população a preferir o transporte privado, a diferença na velocidade, e consequentemente no tempo médio de viagem, são pontos determinantes. Além da velocidade média no veículo, outros fatores que impactam bastante no tempo de viagem, e consequentemente na escolha modo, são o tempo de espera e de caminhada.

Tabela 67 – Componentes do Tempo de Viagem do Transp. Público – Cenário Base

Tempo de Viagem	2015	2020	2030	2040
Tempo de Espera (min)	8,06	6,82	6,79	6,86
Tempo de Caminhada (min)	13,39	13,75	14,32	15,22
Tempo no Veículo (min)	38,40	38,93	40,59	43,00
Tempo Total de Viagem T. Público (min)	59,84	59,50	61,70	65,08

Outros dois indicadores muito representativos do sistema de transporte público são o Índice de Passageiros por Quilômetro e a Taxa de Transferência, ambos apresentados a seguir.

Tabela 68 – IPK – Cenário-Base

IPK Índice de Passageiros por Quilômetro	2015	2020	2030	2040
Ônibus / BRT	1,53	1,67	1,71	1,83
VLT / Monotrilho	-	-	-	-
Total	1,53	1,67	1,71	1,83

O fato de o IPK estar aumentando indica que o sistema se torna mais eficiente, pelo menos do ponto de vista financeiro, já que o número de passageiros se reflete diretamente na receita arrecadada e o número de quilômetros nos custos incorridos. Essa maior eficiência pode, no entanto, estar relacionada a uma deterioração da qualidade do serviço, como por exemplo no caso de uma superlotação dos ônibus no horário de pico. Outro ponto importante que deve ser ressaltado é que o IPK apresentado é calculado a partir do número de embarques realizados, de maneira similar ao IPK calculado pelas operadoras de ônibus. Foi escolhida essa métrica para facilitar a comparação com valores de outras cidades e sistemas. A passagem do IPK por embarques para o IPK por "viagens", independentemente de quantos embarques sejam realizados, é feita através do índice de transferências, que representa exatamente a relação entre o número de embarques e o número de viagens. No caso do cenário-base o índice de transferência não sofre mudanças significativas ao longo do horizonte de tempo da simulação.

Tabela 69 – Índice de Transferências – Cenário-Base

Índice de Transferências (Embarques/ Viagens)	2015	2020	2030	2040
Ônibus / BRT	1,29	1,33	1,33	1,36
VLT / Monotrilho	-	-	-	-
Total	1,29	1,33	1,33	1,36

6.2.1.2. Cenário BRT

A implantação de sistemas troncais de BRT - *Bus Rapid Transit* - foi uma das soluções simuladas. Nesse cenário considerou-se a revisão das rotas de ônibus, a realização de obras de infraestrutura

já licitadas ou em andamento, e a adoção de um sistema tarifário integrado. Para efeitos de simulação, adotou-se uma tarifa de R$ 2,65 por viagem, embora esse valor não necessariamente reflita o que deverá ser utilizado no sistema real. Em termos práticos, como a análise socioeconômica se baseia na comparação entre cenários e não nos números puros, a calibração da tarifa adequada não é necessária neste momento, desde que seja utilizada a mesma tarifa nos diferentes cenários.

A implantação do sistema de BRT exige prazo de 3 a 5 anos e por isso foi considerado que em 2020 ele estaria completamente implantado. Na página a seguir são exibidos o mapa do sistema BRT e os principais números relacionados com sua implantação.

Figura 31 – Mapa do Cenário BRT

Tabela 70 – Principais números para implantação do cenário BRT

Ano 2020	Ônibus/BRT
Veículos[1]	640 comuns; 315 articulados
Investimento em Veículos[2]	R$ 610 MM
Vias	87 km
Estações	94 simples; 9 duplas
Investimento em Infraestrutura	R$ 790 MM
Investimento Total	R$ 1.400 MM

1) Considera frota reserva de 10 %
2)Valor considerando veículos com ar condicionado e renovação total de ônibus articulados

Como consequência da implantação do BRT, observa-se uma clara melhoria nos indicadores de mobilidade. Nas figuras a seguir estão caracterizados os mesmos indicadores que foram apresentados anteriormente para o cenário-base.

Com relação à velocidade média dos diferentes meios de transporte, percebemos que o ônibus comum e o articulado, agora utilizado somente no troncal BRT, tiveram melhorias muito significativas. O BRT, a ser implantado em 2020, possui uma velocidade média muito superior ao transporte privado, que sofreria uma deterioração entre 2015 e 2040. Essas variações na velocidade se refletem diretamente no tempo médio de viagem, com o tempo de viagem do transporte público continuando a ser pior, mesmo com uma velocidade média maior, principalmente por causa do tempo de caminhada e espera. As variações na Velocidade Global consideram as velocidades do conjunto de todas as viagens por modos motorizados na região, sejam elas por transporte público ou privados, oferecendo uma média ponderada desse aspecto.

Tabela 71 – Comparação de Velocidades nos Veículos - Cenário BRT

Velocidade	2015	2020	2030	2040
Velocidade Média Ônibus (km/h)	18,39	23,88	23,34	22,69
Velocidade Média Articulado /BRT (km/h)	17,89	33,22	33,29	33,32
Velocidade Média VLT / MNT (km/h)	N/A	N/A	N/A	N/A
Velocidade Média Transporte Público (km/h)	18,37	28,58	28,41	28,07
Velocidade Média Transporte Particular (km/h)	24,92	20,85	19,63	17,89
Velocidade Global (km/h)	22,22	23,88	22,84	21,50

Tabela 72 – Comparação de Tempo de Viagem - Cenário BRT

Tempo de Viagem	2015	2020	2030	2040
Tempo de Viagem Transporte Público (min)	59,84	46,94	47,26	48,32
Tempo de Viagem Transporte Particular (min)	29,03	33,96	36,83	40,73
Tempo de Viagem Global (min)	39,71	39,52	41,24	43,98

Tabela 73 – Componentes do Tempo de Viagem do Transporte Público – Cenário BRT

Tempo de Viagem	2015	2020	2030	2040
Tempo de Espera (min)	8,06	5,58	5,60	5,64
Tempo de Caminhada (min)	13,39	12,22	12,70	12,80
Tempo no Veículo (min)	38,40	29,14	28,96	29,88
Tempo Total de Viagem Transporte Público (min)	59,84	46,94	47,26	48,32

O tempo de espera e de caminhada diminui com a implantação do sistema de BRT e com a reconfiguração das rotas, porém continuam sendo um componente considerável no tempo de viagem do transporte público.

Graças a uma melhoria no transporte público e uma piora no transporte privado, acontece uma grande migração modal, de cerca de 8 pontos percentuais. Essa migração traz benefícios socioeconômicos para o cenário, principalmente pela maior eficiência do transporte público.

Tabela 74 – Uso do Transporte Público - Cenário BRT

Utilização Modal	2015	2020	2030	2040
Automóvel	65,35%	57,14%	57,70%	57,21%
Ônibus / BRT	34,65%	42,86%	42,30%	42,79%
VLT / Monotrilho	- %	- %	- %	- %
Número Total de Viagens Motorizadas	396.748.155	437.517.460	512.135.587	582.684.642

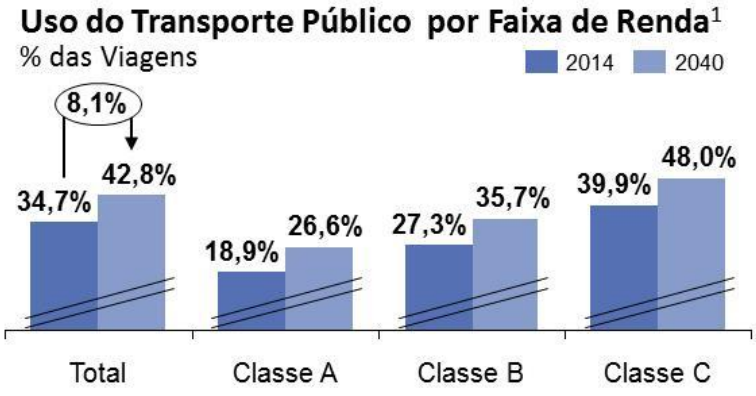


Figura 32 – Uso de Transporte Público por Faixa de Renda - Cenário BRT

Embora continue havendo uma maior utilização do transporte público por parte das classes com renda mais baixa, podemos perceber que a migração modal aconteceu em todas as classes.

O IPK sofre aumento muito significativo, passando a cerca de cinco embarques por veículo e por quilômetro percorrido. Isso é reflexo de uma eficiência muito maior do sistema, que é capaz de circular por menos quilômetros, fazer as pessoas esperar menos, levando mais pessoas e de forma mais rápida.

Tabela 75 – IPK – Cenário BRT

IPK Índice de Passageiros por Quilômetro	2015	2020	2030	2040
Ônibus / BRT	1,53	4,57	4,80	5,01
VLT / Monotrilho	-	-	-	-
Total	1,53	4,57	4,80	5,01

O índice de transferências aumenta bastante também, fator importante para ter em mente quando se analisa o IPK já que esses aumentos estão de certa forma relacionados. O índice de transferências aumenta principalmente por causa da nova organização das linhas e da adoção da integração tarifária.

Tabela 76 – Índice de Transferências – Cenário BRT

Índice de Transferências (Embarques/ Viagens)	2015	2020	2030	2040
Ônibus / BRT	1,29	2,03	2,01	2,05
VLT / Monotrilho	-	-	-	-
Total	1,29	2,03	2,01	2,05

6.2.1.3. Cenário BRT + VLT

O cenário BRT + VLT prevê a implantação de dois sistemas troncais complementares, um baseado em veículos leves sobre trilhos e outro baseado em ônibus articulados. Além da implantação do sistema troncal, também foi considerada a realização de obras de infraestrutura já licitadas ou em andamento.

O sistema foi simulado considerando integração tarifária completa, com a tarifa por viagem igual a R$ 2,65, semelhante à simulada para o sistema BRT. O prazo estimado para a implantação do sistema VLT é de 5 a 7 anos. Para possibilitar uma comparação mais efetiva com o sistema BRT, adotou-se o prazo de 5 anos, de forma que os horizontes de simulação e análise coincidissem.

Figura 33 – Mapa do Cenário BRT + VLT

Tabela 77 – Principais números para implantação do cenário BRT + VLT

Ano 2020	Ônibus/BRT	VLT	Sistema
Veículos[1]	684 comuns; 121 articulados	56 VLTs	805 ônibus; 56 VLTs
Investimento em Veículos[2]	R$ 460 MM	R$ 790 MM	R$ 1.250 MM
Vias	51 km	36 km	87 km
Estações	60 simples; 6 duplas	37 estações	103 estações
Investimento em Infraestrutura	R$ 500 MM	R$ 1.600 MM	R$ 2.090 MM
Investimento Total	R$ 960 MM	R$ 2.390 MM	R$ 3.350 MM

1) Considera frota reserva de 10 %.
2)Valor considerando veículos com ar condicionado e renovação total de ônibus articulados.

A seguir estão representados os mesmos indicadores de mobilidade apresentados anteriormente para os outros cenários.

Observa-se que, de forma semelhante ao cenário BRT, no cenário BRT + VLT acontece uma melhoria significativa no transporte público e uma piora no transporte privado. Uma observação interessante

é que, embora a velocidade do VLT seja ligeiramente superior à velocidade do BRT, o tempo global de viagem é pior no cenário BRT + VLT. Isso se deve principalmente à menor eficiência das rotas que, por causa da mudança de modo, obriga os passageiros a fazerem transferências que no cenário BRT não são necessárias. Isso faz com que, em 2040, o cenário BRT+ VLT tenha um tempo de viagem quase um minuto maior do que o cenário BRT puro.

Tabela 78 – Comparação de Velocidades nos Veículos - Cenário BRT + VLT

Velocidade	2015	2020	2030	2040
Velocidade Média Ônibus (km/h)	18,39	23,61	23,32	22,41
Velocidade Média Articulado /BRT (km/h)	17,89	35,06	35,04	35,05
Velocidade Média VLT / MNT (km/h)	N/A	36,01	36,04	35,92
Velocidade Média Transporte Público (km/h)	18,37	29,55	29,50	28,95
Velocidade Média Transp. Particular (km/h)	24,92	20,86	19,74	17,62
Velocidade Global (km/h)	22,22	24,32	23,46	21,58

Tabela 79 – Comparação de Tempo de Viagem - Cenário BRT + VLT

Tempo de Viagem	2015	2020	2030	2040
Tempo de Viagem Transporte Público (min)	59,84	48,46	49,33	49,55
Tempo de Viagem Particular (min)	29,03	33,97	36,28	41,62
Tempo de Viagem Global (min)	39,71	40,15	41,83	44,96

Tabela 80 – Componentes do Tempo de Viagem do Transporte Público – Cenário BRT + VLT

Tempo de Viagem	2015	2020	2030	2040
Tempo de Espera (min)	8,06	6,82	6,79	6,86
Tempo de Caminhada (min)	13,39	13,75	14,32	15,22
Tempo no Veículo (min)	38,40	38,93	40,59	43,00
Tempo Total de Viagem Transp. Público (min)	59,84	59,50	61,70	65,08

Tabela 81 – Uso do Transporte Público - Cenário BRT + VLT

Utilização Modal	2015	2020	2030	2040
Automóvel	65%	57%	57%	58%
Ônibus / BRT	35%	31%	31%	31%
VLT / Monotrilho	- %	11%	11%	11%
Número Total de Viagens Motorizadas	396.748.155	437.517.460	512.135.587	582.684.642

O uso do transporte público é maior do que no cenário-base, porém diminui ligeiramente com relação ao cenário BRT, principalmente por causa do tempo maior de viagem no transporte público. Com relação à distribuição de modo por faixa de renda, ela continua semelhante aos outros cenários: quanto menor a renda, maior o uso do transporte público.

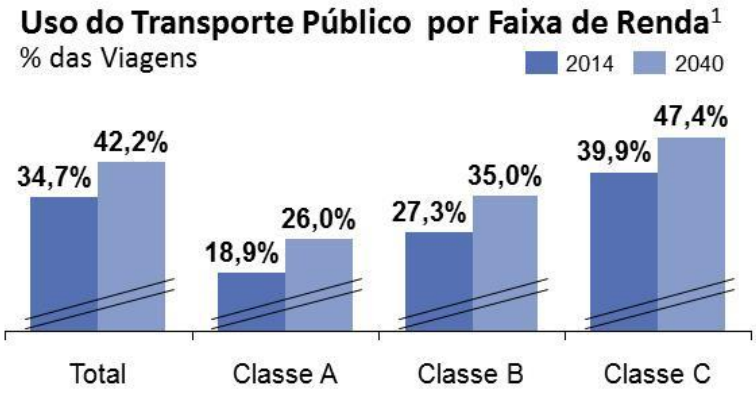


Figura 34 – Uso de Transporte Público por Faixa de Renda - Cenário BRT + VLT

O IPK aumenta consideravelmente com relação ao cenário-base e é um pouco maior do que no cenário BRT, impulsionado pela maior eficiência do sistema sobre trilhos. Pelo índice de transferências, pode-se observar que os passageiros fazem mais baldeações nesse cenário do que no cenário BRT.

Tabela 82 – IPK – Cenário BRT + VLT

IPK Índice de Passageiros por Quilômetro	2015	2020	2030	2040
Ônibus / BRT	1,53	4,57	4,64	4,81
VLT / Monotrilho	-	16,88	17,62	18,37
Total	1,53	5,67	5,76	5,98

Tabela 83 – Índice de Transferências – Cenário-Base

Índice de Transferências (Embarques/ Viagens)	2015	2020	2030	2040
Ônibus / BRT	1,29	2,17	2,12	2,15
VLT / Monotrilho	-	2,17	2,12	2,15
Total	1,29	2,17	2,12	2,15

6.2.1.4. Cenário BRT + Monotrilho

O cenário BRT + Monotrilho prevê a implantação de dois sistemas troncais complementares, um baseado em trilhos elevados (monotrilho) e outro baseado em ônibus articulados. Além da implantação dos sistemas troncais, também foi considerada a realização de obras de infraestrutura já licitadas ou em andamento.

O sistema foi simulado considerando a integração tarifária completa, com a tarifa por viagem igual a R$ 2,65, semelhante à simulada para o sistema BRT. O prazo estimado para a implantação do sistema Monotrilho é de 7 anos, com uma margem de erro de 2 anos. Para possibilitar uma comparação mais efetiva com o sistema BRT, adotou-se o prazo de 5 anos, de forma que os horizontes de simulação e análise coincidissem.

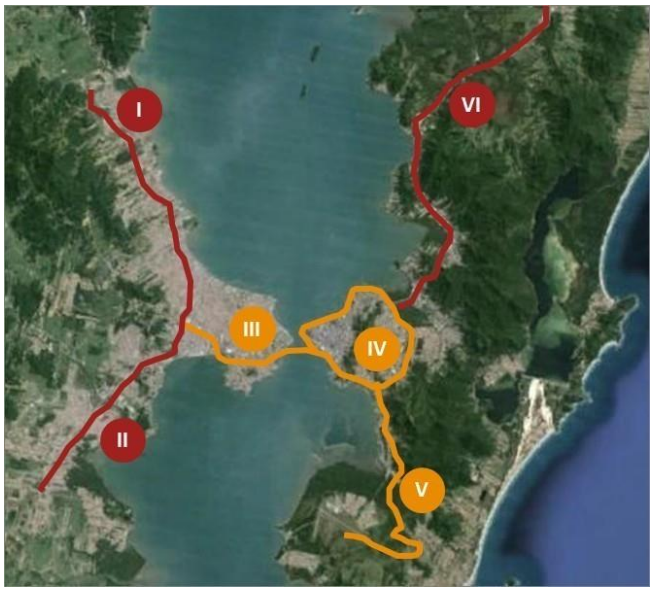


Figura 35 – Mapa do Cenário BRT + Monotrilho

Tabela 84 – Principais números para implantação do cenário BRT + Monotrilho

Ano 2020	Ônibus/BRT	Monotrilho	Sistema
Veículos[1]	667 comuns; 88 articulados	13 Monotrilhos	805 ônibus; 13 Monotrilhos
Investimento em Veículos[2]	R$ 420 MM	R$ 235 MM	R$ 655 MM
Vias	51 km	36 km	87 km
Estações	60 simples; 6 duplas	37 estações	103 estações
Investimento em Infraestrutura	R$ 505 MM	R$ 3.990 MM	R$ 4.495 MM
Investimento Total	R$ 925 MM	R$ 4.225 MM	R$ 5.150 MM

1) Considera frota reserva de 10 %.
2)Valor considerando veículos com ar condicionado e renovação total de ônibus articulados.

A seguir estão representados os mesmos indicadores de mobilidade apresentados anteriormente para os outros cenários.

A principal diferença com relação aos cenários BRT e BRT + VLT é que nas regiões onde o Monotrilho é implantado o número de faixas para o transporte privado não precisa ser reduzido. Dessa forma, o transporte público melhora significativamente com a implantação dos troncais, continua acontecendo uma migração modal já que o transporte público passa a ser mais vantajoso para diversas pessoas, porém o transporte privado não é penalizado. Na verdade, graças à migração para o transporte público, as vias ficam menos congestionadas e o trânsito flui melhor.

Pode-se observar nas tabelas a seguir que as velocidades são maiores do que nos outros cenários e consequentemente os tempos de viagem menores.

Tabela 85 – Comparação de Velocidades nos Veículos - Cenário BRT + Monotrilho

Velocidade	2015	2020	2030	2040
Velocidade Média Ônibus (km/h)	18,39	23,63	23,06	22,42
Velocidade Média Articulado /BRT (km/h)	17,89	35,19	35,20	35,27
Velocidade Média VLT / MNT (km/h)	N/A	40,73	40,70	40,66
Velocidade Média Transporte Público (km/h)	18,37	29,97	29,75	29,36
Velocidade Média Transporte Particular (km/h)	24,92	24,47	23,09	20,93
Velocidade Global (km/h)	22,22	26,57	25,53	24,10

Tabela 86 – Comparação de Tempo de Viagem - Cenário BRT + Monotrilho

Tempo de Viagem	2015	2020	2030	2040
Tempo de Viagem Transporte Público (min)	59,84	46,14	46,81	47,91
Tempo de Viagem Transporte Particular (min)	29,03	29,14	31,36	34,76
Tempo de Viagem Global (min)	39,71	35,85	37,46	40,30

Tabela 87 – Componentes do Tempo de Viagem do Transp. Público – Cenário BRT + Monotrilho

Tempo de Viagem	2015	2020	2030	2040
Tempo de Espera (min)	8,06	5,61	5,65	5,66
Tempo de Caminhada (min)	13,39	12,98	13,49	13,54
Tempo no Veículo (min)	38,40	27,54	27,67	28,70
Tempo Total de Viagem Transp. Público (min)	59,84	46,14	46,81	47,91

Tabela 88 – Uso do Transporte Público - Cenário BRT + Monotriho

Utilização Modal	2015	2020	2030	2040
Automóvel	65%	60%	60%	58%
Ônibus / BRT	35%	30%	30%	32%
VLT / Monotrilho	- %	9%	9%	10%
Número Total de Viagens Motorizadas	396.748.155	437.517.460	512.135.587	582.684.642

Mesmo sendo menor nos primeiros horizontes de tempo simulados, a migração para o transporte público em 2040 se aproxima da do cenário BRT + VLT. Isso acontece principalmente devido à deterioração do transporte privado, como indicam a redução significativa da sua velocidade média e o aumento do tempo de viagem. A distribuição modal por faixa de renda continua semelhante à dos outros cenários: quanto menor a renda, maior o uso do transporte público.

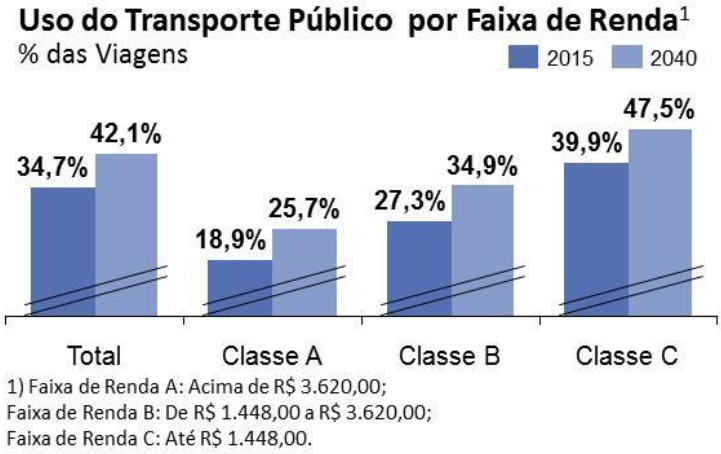


Figura 36 – Uso de Transporte Público por Faixa de Renda - Cenário BRT + Monotrilho

O IPK aumenta consideravelmente com relação ao cenário-base e é o maior de todos os cenários avaliados. Isso se deve à alta eficiência do Monotrilho que foi simulado com parâmetros operacionais próximos aos de um metrô. O índice de transferências é menor do que nos outros cenários, indicando uma menor ocorrência de baldeações.

Tabela 89 – IPK – Cenário BRT + Monotrilho

IPK Índice de Passageiros por Quilômetro	2015	2020	2030	2040
Ônibus / BRT	1,53	4,60	4,39	4,58
VLT / Monotrilho	-	49,98	52,78	50,27
Total	1,53	5,89	5,62	5,85

Tabela 90 – Índice de Transferências – Cenário BRT + Monotrilho

Índice de Transferências (Embarques/ Viagens)	2015	2020	2030	2040
Ônibus / BRT	1,29	1,96	1,95	2,00
VLT / Monotrilho	-	1,96	1,95	2,00
Total	1,29	1,96	1,95	2,00

6.2.1.5. Comparação entre cenários BRT, BRT + VLT e BRT + Monotrilho

O tempo de viagem do transporte público diminui significativamente em todos os cenários de implantação do troncal, sendo mais baixo no cenário do BRT + Monotrilho, porém com uma diferença muito pequena (cerca de 1%) para o cenário só com BRT.

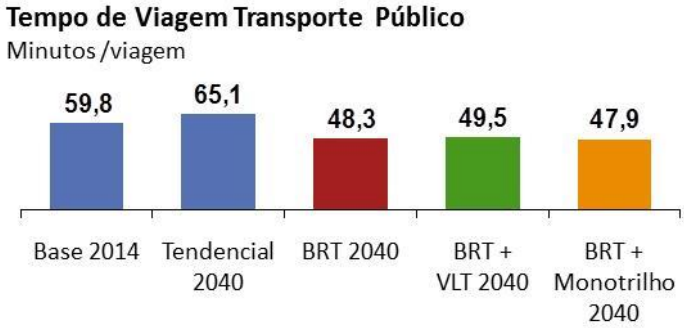


Figura 37 – Tempo de Viagem Transporte Público – Comparação de Cenários

O tempo de viagem do transporte privado em todos os casos se deteriora com relação ao ano de 2014. No caso dos cenários BRT e BRT + VLT a deterioração é acentuada pela utilização de faixas viárias exclusivamente para o transporte público. No cenário BRT + Monotrilho, como não são retiradas faixas para implantação do Monotrilho, e acontece uma migração significativa para o transporte público, o tempo de viagem do transporte privado apresenta redução em relação ao cenário tendencial em 2040.

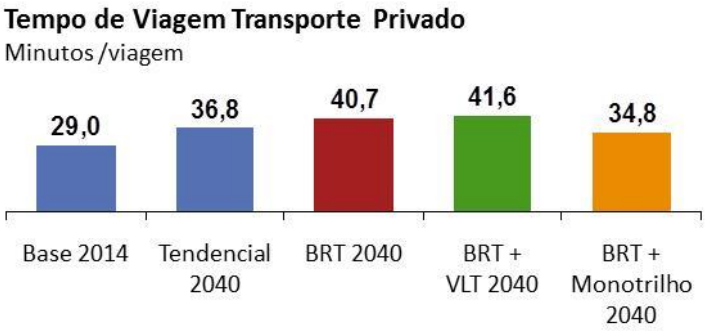


Figura 38 – Tempo de Viagem Transporte Privado - Comparação de Cenários

Em todos os cenários ocorre migração significativa para o transporte público, pelo fato de seu desempenho melhorar drasticamente em relação ao transporte privado.

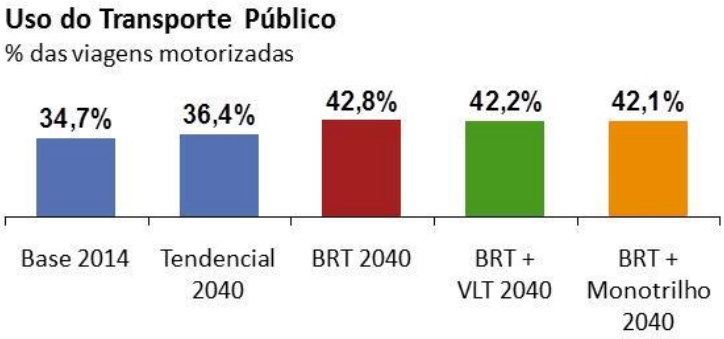


Figura 39 – Uso do Transporte Público - Comparação de Cenários

O tempo médio global das viagens motorizadas piora em todos os cenários, sendo, no entanto, inferior nos cenários com a implantação dos sistemas troncais do que no cenário tendencial. O melhor tempo de viagem em 2040 acontece para o cenário BRT + Monotrilho, devido principalmente a ser a situação em que o transporte privado não piora.

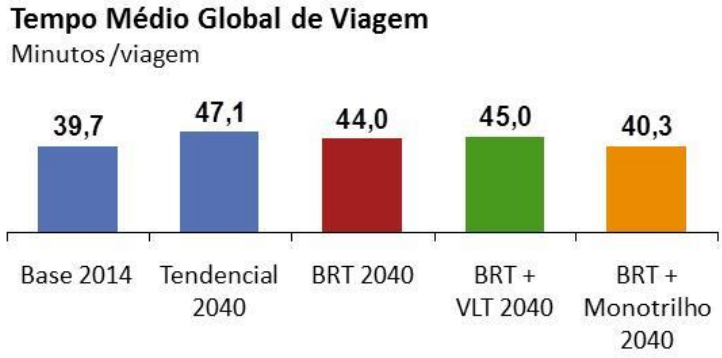


Figura 40 – Tempo Médio Global de Viagem - Comparação de Cenários

No cenário BRT+VLT e BRT+Monotrilho existe a obrigatoriedade de transferência intermoda em pontos específicos do sistema, representados no mapa a seguir. Isso leva a um aumento no tempo de viagem e a uma menor migração para o transporte público.

Figura 41 – Comparação de Rotas para os diversos Cenários

6.2.2. Resultados da análise socioeconômica

6.2.2.1. Cenário-base

Para cada um dos impactos socioeconômicos avaliados foram utilizadas métricas específicas, já descritas anteriormente neste relatório. Na figura abaixo recapitulamos os itens avaliados, juntamente com exemplos das suas métricas e o valor relativo do custo total de cada item no cenário-base.

Impacto	Descrição	Métrica (Custo)	Valor (Base 100)
Benefício do Tempo	• Melhoria da mobilidade urbana se reflete em menores tempos de viagem	• R$ 2,79 / hora	100
Benefício de Operação –Automóvel	• Migração de usuários para o transporte público reduz o número de viagens e km. percorridos por automóveis	• R$ 0,30 / km (combustível)	64
Benefício de Operação –Transporte Público	• Implantação de novos modais pode reduzir custos de operação do sistema de transporte público	• Específica por modal e cenário	36
Benefício de Acidentes	• Redução nos custos de acidentes, fatais e não fatais, associada ao uso de modais mais seguros (p.e. BRT e VLT)	• R$ 0,02/pax*km (automóvel) • R$ 0,002 /pax*km (VLT/BRT/ônibus) • R$ 0,001 /pax*km (monotrilho)	7
Benefício Ambiental	• Redução na emissão de poluentes devido à maior utilização de transporte público e sistemas mais eficientes	• R$ 0,0064 /km (automóvel) • R$ 0,0464 /km (ônibus comum) • R$ 0,0079/km (VLT) • R$ 0,0562 /km (BRT) • R$ 0,0159 /km (Monotrilho)	3

Figura 42 – Impactos socioeconômicos para cenário-base

Um ponto muito importante para que a comparação com os demais cenários seja feita é a definição do valor presente líquido do CAPEX do cenário-base, representado na figura a seguir.

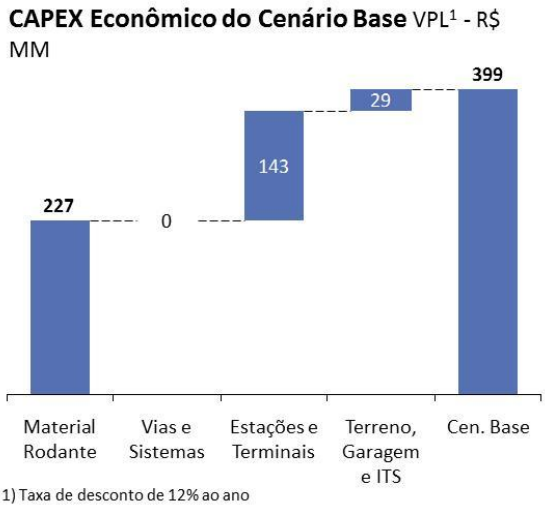


Figura 43 – CAPEX Econômico do Cenário Base

Como se observa, o custo das vias e sistemas é inexistente, já que o cenário-base não considera a implantação de um sistema troncal de média-alta capacidade. O custo de Terreno, Garagem e ITS é relativo apenas aos investimentos necessários para acompanhar a frota de ônibus que cresce significativamente até 2040. O custo das estações e terminais está relacionado com a renovação e melhoria dos terminais de ônibus. O custo com material rodante se refere à necessidade de renovação da frota e é significativo, já que a vida útil dos ônibus é menor que o período de análise.

Com relação aos outros cenários, a implantação de um sistema troncal de média-alta capacidade traz claros benefícios socioeconômicos. Apresentamos na tabela a seguir a variação dos benefícios advindos da implantação de um sistema troncal por item de custo e por perfil de passageiro. Vale ressaltar que esses benefícios precisarão ser comparados com os investimentos em cada cenário e com o necessário para a manutenção do sistema atual.

CONCEITUAL

Transporte Utilizado			Item de Custo			Total
Cen. Base	Cen. BRT	Descrição	Tempo	Custos Privado	Custos Público	
Transp. Público	Transp. Público	~36% dos usuários[1] utilizavam Transp. Público antes da implantação das soluções	+ + +	N/A	+ +	+ +
Transp. Privado	Transp. Público	~6% dos usuários [1] migram para o Transp. Público	−	+ +		+
Transp. Privado	Transp. Privado	~57% dos usuários[1] continua utilizando transp. privado	−	~	N/A	−
Total			+	+	+	+

1) Usuários de transporte motorizado em 2040

+ Impacto Positivo − Impacto Negativo

Figura 44 – Benefícios socioeconômicos por público e item de custo – BRT e BRT + VLT

Os usuários que utilizavam transporte público no cenário-base, e que continuam usando-o nos cenários BRT e BRT + VLT, auferem benefícios de tempo muito significativos e geram uma redução do custo operacional do transporte público. No custo operacional do transporte público não foi medido o custo da tarifa, mas sim os custos econômicos em que a sociedade incorre para que o sistema de transporte opere.

O usuário que migra do transporte privado no cenário-base para o transporte público nos cenários BRT e BRT+VLT também é beneficiado. Apesar de, em média, gastar mais tempo na locomoção, o benefício advindo da diferença entre o custo do transporte privado em que incorria e o novo custo do transporte público excede essa perda.

Os usuários que utilizavam transporte privado no cenário-base e que continuam a fazê-lo no cenário com BRT e BRT + VLT são levemente prejudicados, por gastarem mais tempo nas viagens, devido principalmente à diminuição do número de faixas disponíveis para os automóveis.

Para o cenário BRT + Monotrilho todos os fenômenos da tabela acima acontecem, com exceção da deterioração do tempo do transporte privado.

6.2.2.2. Cenário BRT

Apresenta-se no gráfico abaixo a composição dos benefícios socioeconômicos, sob o ponto de vista dos usuários que são classificados em três categorias:

- Os que usavam transporte público no cenário-base e continuam usando no cenário BRT;
- Os que usavam transporte privado no cenário-base e passaram a usar transporte público no cenário BRT;
- Os que usavam transporte privado no cenário-base e continuam usando transporte privado no cenário BRT.

Fica claro no gráfico que os benefícios advindos da implantação do BRT são usufruidos pelos usuários do transporte público, seja pelos que já o utilizavam, seja pelos que migraram de transporte privado para transporte público. Os usuários de transporte privado, por sua vez, sofrem um leve prejuízo por causa do maior tempo gasto nas viagens.

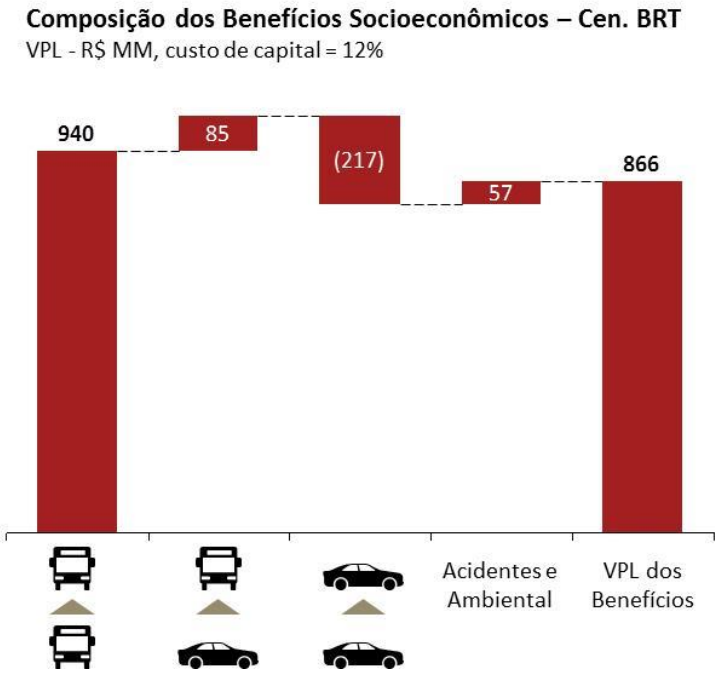


Figura 45 – Composição dos Benefícios Socioeconômicos por Usuários – Cenário BRT

No gráfico abaixo apresenta-se o comportamento dos benefícios de custo do tempo no cenário BRT. De maneira geral, o custo do tempo é o benefício mais relevante dentro da análise socioeconômica, se comparado seu valor total ao dos outros custos. Neste cenário, observamos que, embora os ganhos de tempo para os usuários de transporte público tenham sido muito grandes, o impacto final deles é diminuído por causa da piora no transporte privado e da migração para o transporte público, que continua exigindo tempos de viagem maiores que o particular.

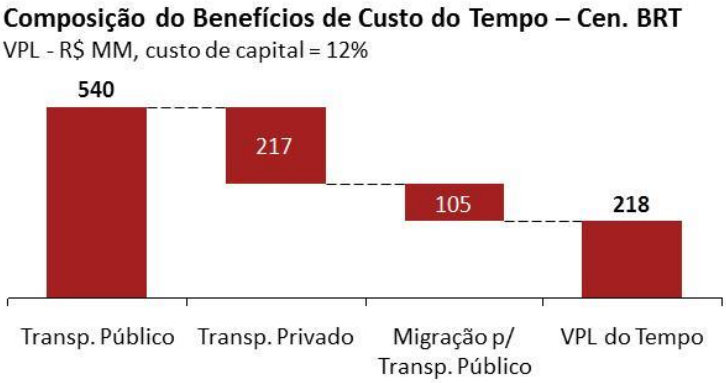


Figura 46 – Composição dos Benefícios de Custo do Tempo – Cenário BRT

Como se pode observar no gráfico abaixo, os custos de operação do transporte público foram reduzidos com revisão das rotas e com a implantação de um sistema troncal mais eficiente.

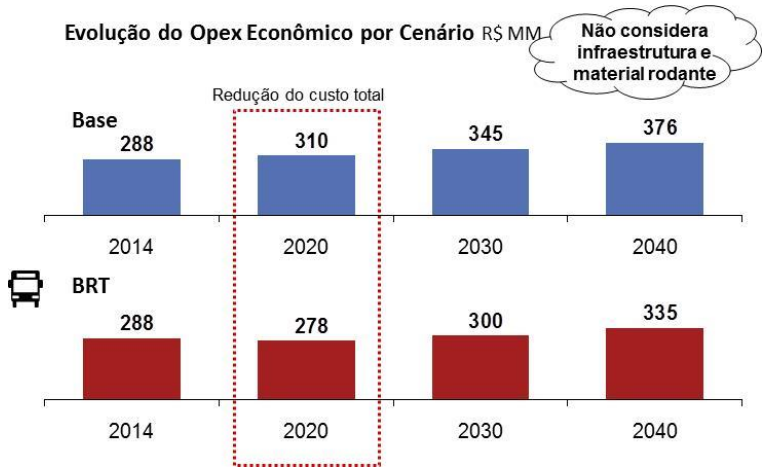


Figura 47 – Comparação da Evolução do OPEX – Cenário BRT

Os principais investimentos de capital necessários neste cenário são em material rodante. Isso se deve principalmente à necessidade de compra de mais de 300 ônibus articulados para a implantação do sistema BRT em 2020, além da renovação da frota, que é refletida no valor presente líquido dos investimentos necessários ao longo dos anos de operação do sistema. Além desse custo, as vias e sistemas e as estações também impactam significativamente nos investimentos de capital.

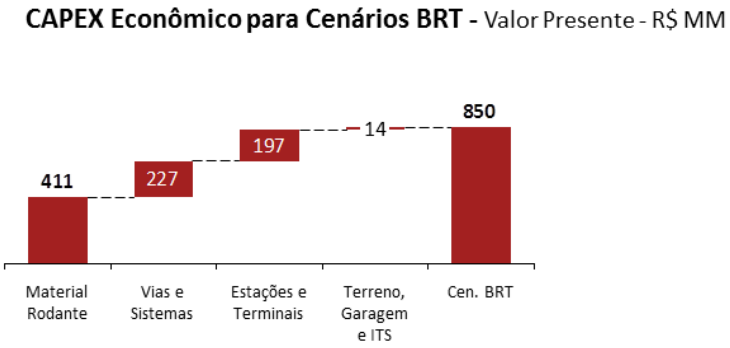


Figura 48 – CAPEX Econômico – Cenário BRT

Para fins da análise socioeconômica, o que conta realmente são os investimentos de capital marginais, ou seja, a diferença entre os investimentos de capital necessários para a implantação da solução e os investimentos necessários para a continuidade da operação do cenário-base. Esse CAPEX Marginal está representado no gráfico a seguir.

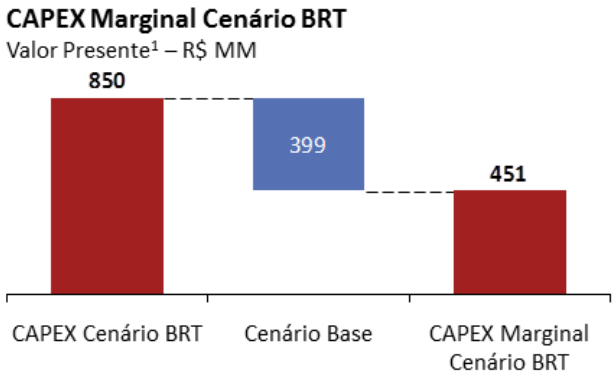


Figura 49 – CAPEX Econômico Marginal – Cenário BRT

O Valor Presente Líquido Socioeconômico da implantação do BRT é calculado a partir dos valores econômicos, isentos de impostos, de forma a medir os benefícios para a sociedade, sem priorizar o aspecto financeiro.

O benefício gerado em cada aspecto é calculado através dos parâmetros apresentados na Figura 42 – Impactos socioeconômicos para cenário-base. No caso do transporte público, os parâmetros são diferentes para cada modo e estão descritos nas

Tabela 14 – Parâmetros de Custo de Combustível para Sistema de Ônibus a Tabela 24 – Parâmetros de Custos Operacionais.

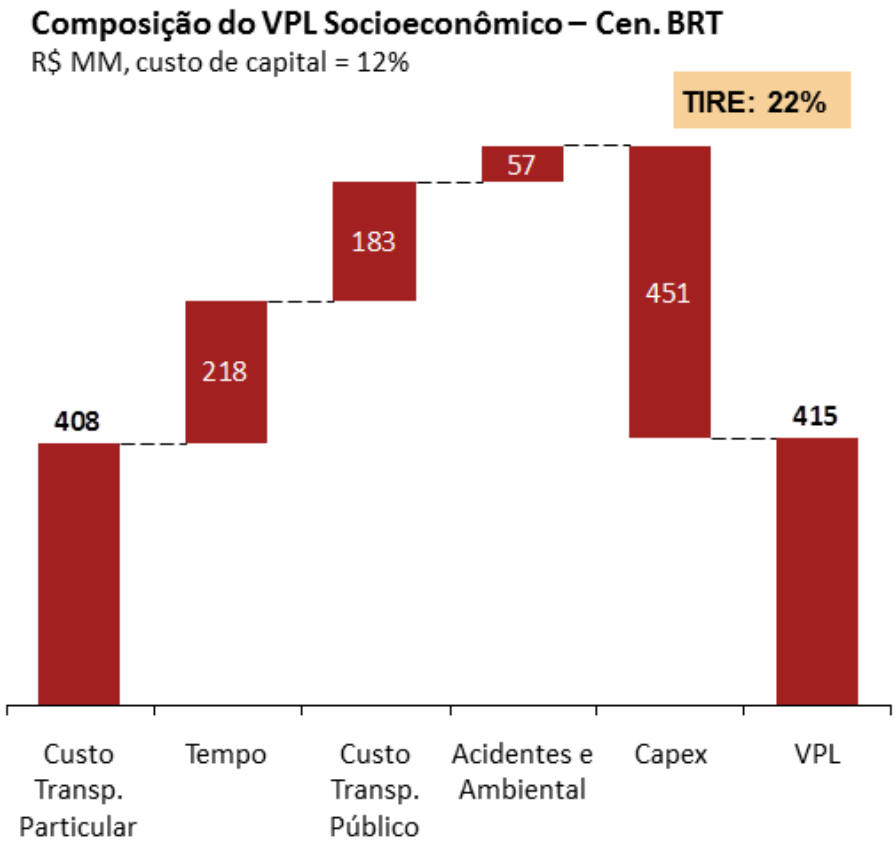
A partir desses parâmetros e dos dados de saída da simulação, como veíc.km e veíc.hora, estima-se o custo que cada cenário terá em cada aspecto no período de análise. A diferença entre o seu custo e o custo no cenário-base é o benefício. Por exemplo, no cenário 1, o VPL do custo com transporte privado (calculado pela tarifa apresentada de R$0,20/km) é R$ 408 milhões menor do que o calculado para o cenário-base, sendo, portanto, esse o seu benefício nesse quesito.

Esses resultados estão apresentados no gráfico abaixo, em que é possível observar o quanto a população ganha em cada aspecto após sua implantação. Nele podemos ver que o principal impacto

positivo é a economia de custos com operação do automóvel, devido principalmente à migração modal. Em segundo lugar temos o benefício líquido do tempo, cuja composição foi apresentada na Figura 46 – Composição dos Benefícios de Custo do Tempo – Cenário BRT. Além desses custos, há a economia dos custos operacionais do transporte público e a diminuição de acidentes e poluição.

Pode-se notar que o CAPEX marginal possui um impacto grande no valor final, porém como os benefícios socioeconômicos são maiores que os investimentos necessários, o VPL da implantação do BRT é positivo e possui uma taxa interna de retorno econômico elevada: 22%.

Figura 50 – Composição do VPL Socioeconômico – Cenário BRT



TIRE: Taxa interna de retorno econômica

Figura 51 – Composição do VPL Socioeconômico – Cenário BRT

6.2.2.3. Cenário BRT + VLT

Na figura abaixo são apresentados os benefícios socioeconômicos da implantação da solução BRT + VLT. De maneira geral, o perfil dos benefícios socioeconômicos é similar ao do cenário de implantação do BRT, porém ligeiramente menores. Isso se deve principalmente ao maior tempo médio de viagem que, além do impacto direto no valor dos benefícios de tempo de viagem, acaba ocasionando uma menor migração modal.

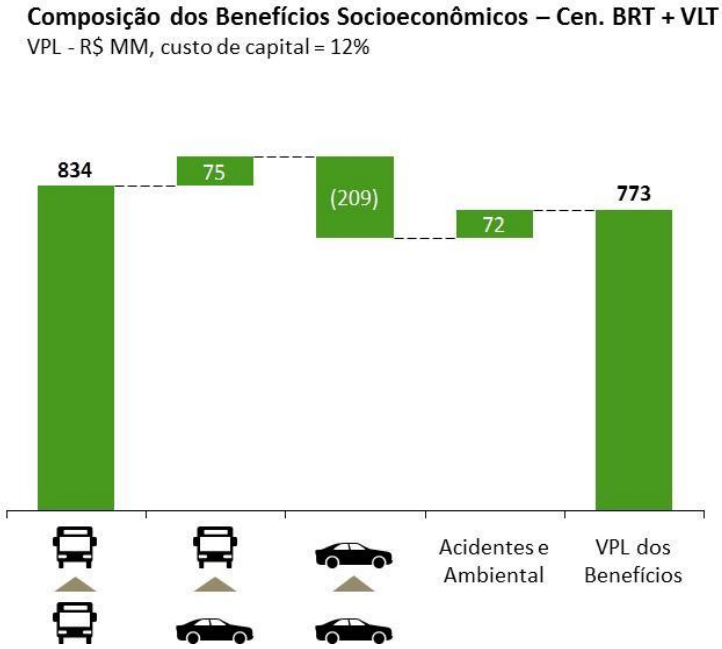


Figura 52 – Composição dos Benefícios Socioeconômicos por Usuários – Cenário BRT + VLT

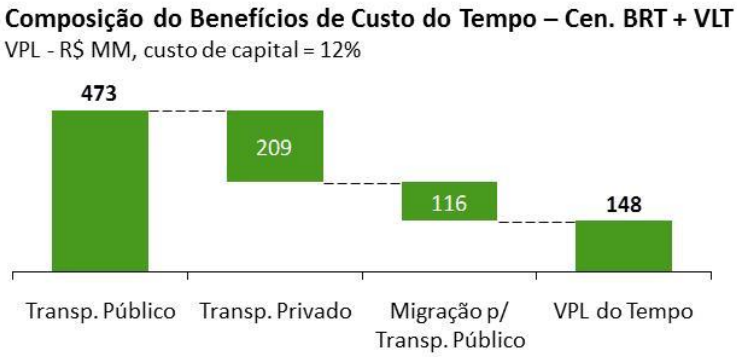


Figura 53 – Composição do Custo do Tempo – Cenário BRT + VLT

O custo de operação do sistema é menor do que no cenário-base, devido principalmente aos ganhos de eficiência da implantação de um sistema troncal. O custo de operação, no entanto, é um pouco maior do que no cenário BRT.

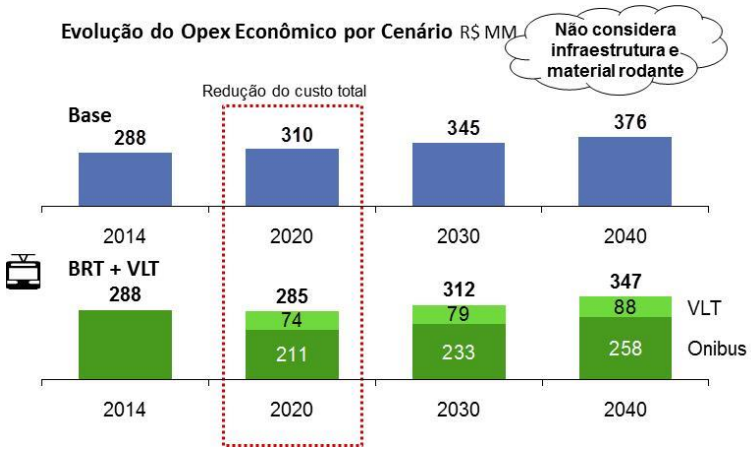


Figura 54 – Evolução do OPEX Econômico – Cenário BRT + VLT

Os investimentos de capital necessários para a implantação do cenário BRT + VLT são bem superiores do que os necessários para a implantação do cenário BRT puro. Somente os custos da implantação do BRT e das vias do VLT no cenário BRT + VLT já são maiores do que o custo de implantação total do sistema no cenário apenas com BRT: o cenário BRT + VLT exige investimentos 116% maiores do que o cenário BRT puro.

CAPEX Econômico para Cenários BRT e BRT + VLT Valor Presente - R$ MM

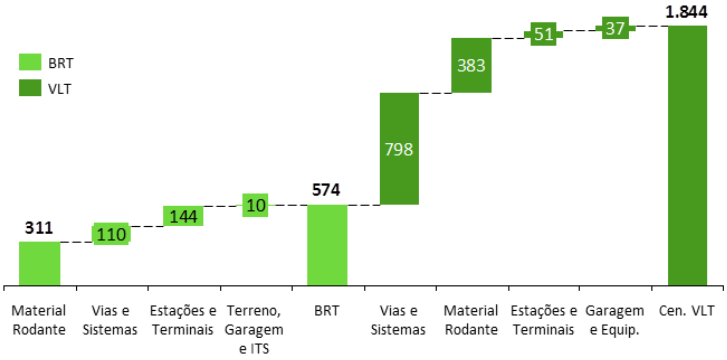


Figura 55 - CAPEX Econômico – Cenário BRT + VLT

O CAPEX marginal do cenário acompanha o CAPEX total, sendo significativamente maior que o do cenário BRT.

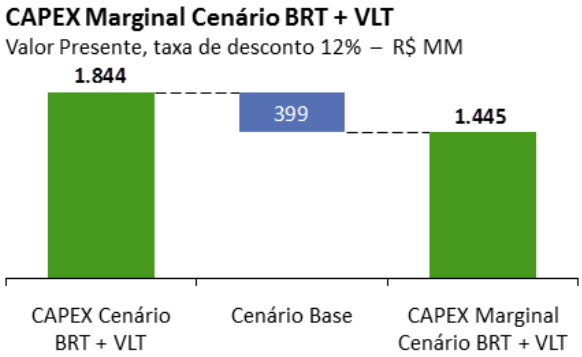


Figura 56 – CAPEX Marginal – Cenário BRT + VLT

Assim, apesar dos relevantes benefícios socioeconômicos trazidos pela implantação do sistema BRT + VLT, os elevados custos de implantação fazem com que o retorno socioeconômico da alternativa seja reduzido, com uma TIRE (taxa interna de retorno econômico) de 5%. O gráfico a seguir quantifica os benefícios socioeconômicos da população em cada quesito. O benefício com custo de transporte particular, por exemplo, mede o quanto se espera que a população economize nesse meio de transporte, economia que vem principalmente da migração modal. Por fim, compara-se a soma desses benefícios com o investimento necessário.

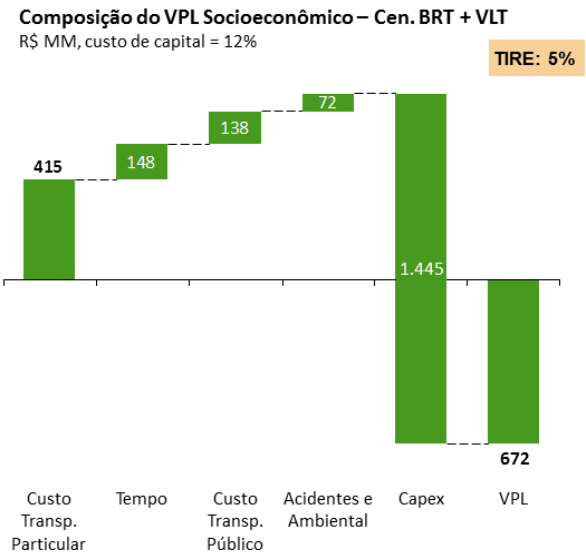


Figura 57 – Composição do VPL Socioeconômico – Cenário BRT + VLT

6.2.2.4. Cenário BRT + Monotrilho

Na figura abaixo são mostrados os benefícios socioeconômicos da implantação da solução BRT + Monotrilho. As principais diferenças em relação aos cenários BRT e BRT + VLT são que todos os usuários observam melhoria em sua mobilidade e redução nos tempos de viagem. Como era de se esperar, os benefícios socioeconômicos do cenário BRT + Monotrilho são os maiores de todos os cenários, o que está relacionado com a não redução da disponibilidade de faixas para o transporte particular.

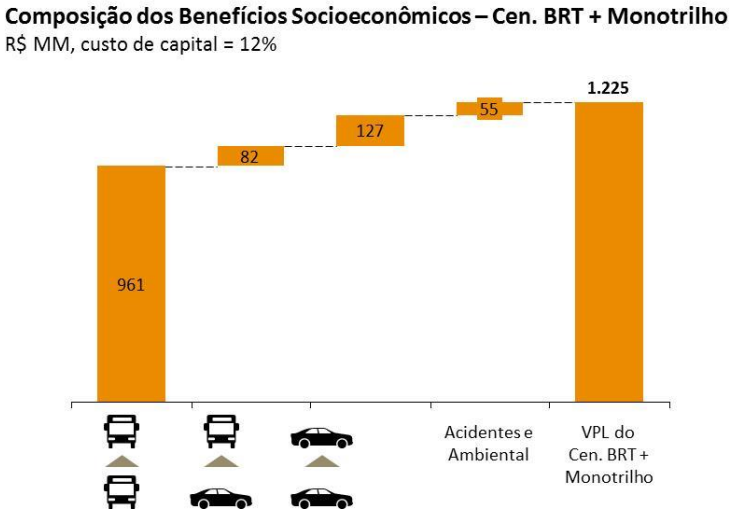


Figura 58 – Composição dos Benefícios Socioeconômicos – Cenário BRT + Monotrilho

Como já destacado, os usuários do transporte privado não são penalizados neste cenário e o transporte público melhora significativamente, ficando competitivo com o transporte privado. Isso se reflete nos benefícios advindos do tempo das viagens, como se pode ver no gráfico a seguir. Tanto os usuários do transporte público como os do transporte privado ganham tempo, e quem migra do transporte privado para o público incorre em perda pequena.

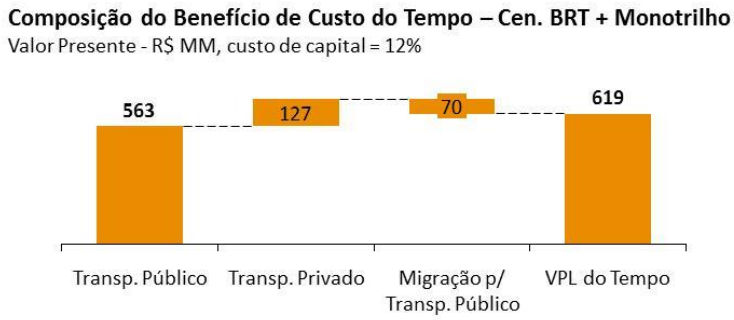


Figura 59 – Composição do Custo do Tempo – Cenário BRT + Monotrilho

O custo de operação do sistema é menor do que no cenário-base, por conta principalmente dos ganhos de eficiência da implantação de um sistema troncal. Com relação aos outros cenários, o custo de operação é muito próximo ao do cenário BRT puro. A divisão do sistema troncal em dois modos reduz a eficiência geral do sistema, mas o fato do Monotrilho apresentar elevada eficiência operacional compensa essa perda.

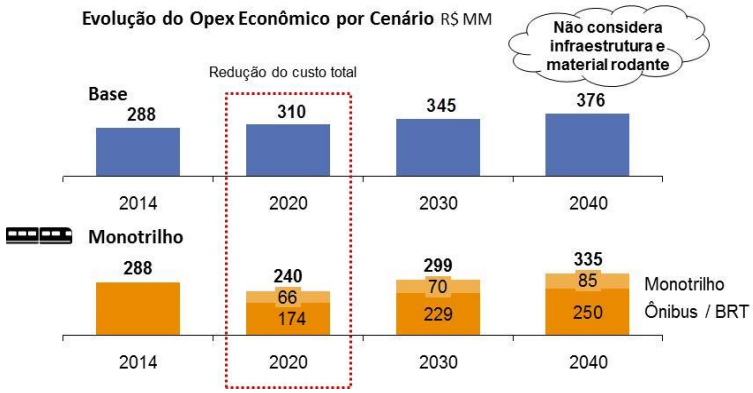


Figura 60 – Evolução do OPEX Econômico – Cenário BRT + Monotrilho

Os investimentos de capital necessários para a implantação do cenário BRT + Monotrilho são bem superiores aos necessários para a implantação do cenário BRT+ VLT, que por sua vez já são muito maiores do que para a implantação do cenário apenas com BRT. Só os custos das obras civis necessárias para implantação do Monotrilho já superam os custos totais do cenário BRT.

Com relação ao custo do veículo, o monotrilho opera em velocidade superior ao VLT com o dobro da capacidade de passageiros, de modo que o número de veículos necessário é muito menor. Como cada composição do monotrilho custa apenas 35% a mais que o VLT, o investimento necessário em material rodante é menor nesse cenário. Apesar disso, o investimento total requerido é superior ao dos outros cenários.

O CAPEX econômico para implantação do cenário BRT + Monotrilho é mais de três vezes superior ao exigido para implantação do cenário BRT.

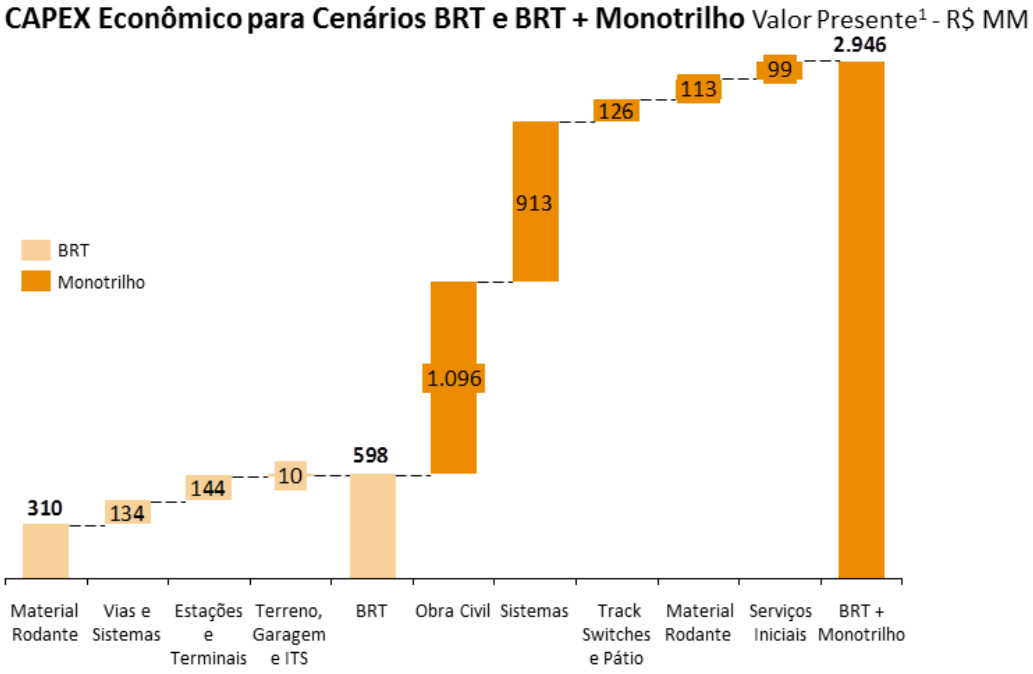


Figura 61 CAPEX Econômico – Cenário BRT + Monotrilho

Como o CAPEX total é significativamente maior do que o do cenário BRT, o CAPEX marginal também é muito maior.

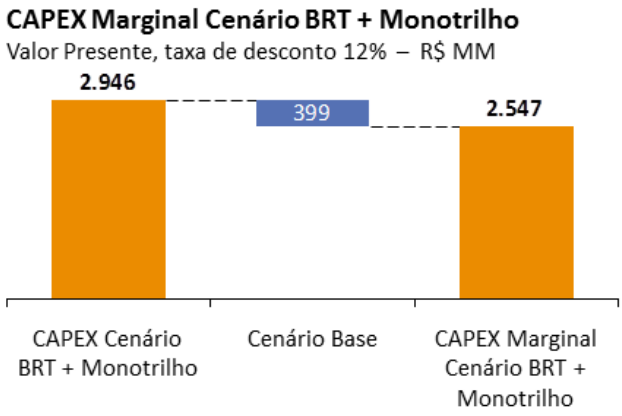


Figura 62 – CAPEX Marginal – Cenário BRT + VLT

Embora tenhamos um benefício socioeconômico muito positivo, os custos para implantação do cenário acabam fazendo com que o resultado socioeconômico seja negativo. Na prática isso significa que a sociedade "perde" com a implantação do cenário BRT + Monotrilho, uma vez que seus benefícios são menores do que os custos para sua implantação. O gráfico a seguir quantifica os benefícios socioeconômicos para a população em cada quesito. O benefício com custo de transporte particular, por exemplo, mede o quanto se espera que a população economize nesse meio de transporte, economia que vem principalmente da migração modal. Por fim, compara-se a soma desses benefícios com o investimento necessário.

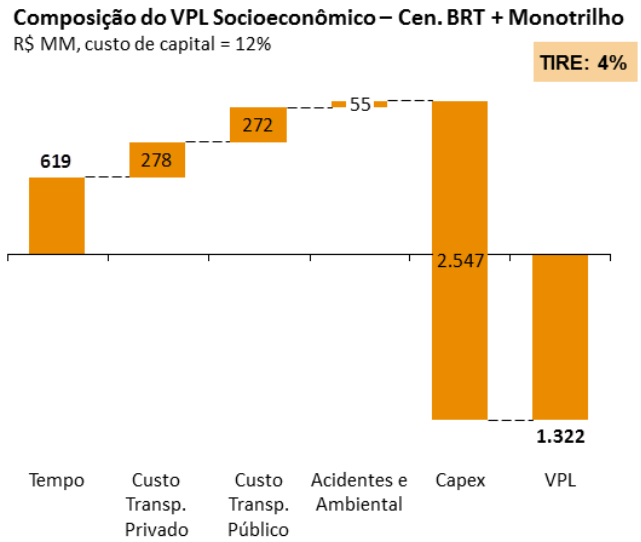


Figura 63 – Composição do VPL Socioeconômico – Cenário BRT + Monotrilho

Como se pode perceber, da composição do VPL socioeconômico no gráfico, o principal benefício é o ganho de tempo da sociedade, seguido da economia de custos de operação do transporte privado e público, ambos com benefícios de tamanhos similares. Os benefícios de redução de acidentes e ambientais são pequenos quando comparados com os demais, e um pouco menores do que nos outros cenários, devido à maior utilização do transporte privado.

Por fim, o CAPEX econômico necessário para a implantação é mais do que duas vezes o valor dos benefícios do cenário. Isso faz com que o balanço final seja de R$ 1,3 bilhões negativo.

6.2.2.5. Comparação entre Cenários BRT, BRT + VLT e BRT + Monotrilho

Os benefícios socioeconômicos, o CAPEX marginal e o Balanço Socioeconômico variam significativamente entre os cenários. Nesta sessão comparamos esses três indicadores entre os diferentes cenários concorrentes, com o intuito de deixar mais claros os resultados da análise socioeconômica.

O cenário BRT + Monotrilho é aquele cuja implantação gera maiores benefícios socioeconômicos, totalizando um valor de R$ 1,2 bilhões em benefícios. Isso é devido, principalmente, ao fato desse cenário não deteriorar o tempo de viagem do transporte privado, ao mesmo tempo em que melhora significativamente o tempo de viagem do transporte público. Em segundo lugar aparece o cenário BRT, com R$ 866 milhões em benefícios socioeconômicos. O cenário BRT+VLT apresenta o menor valor de benefícios socioeconômicos, com R$ 773 milhões.

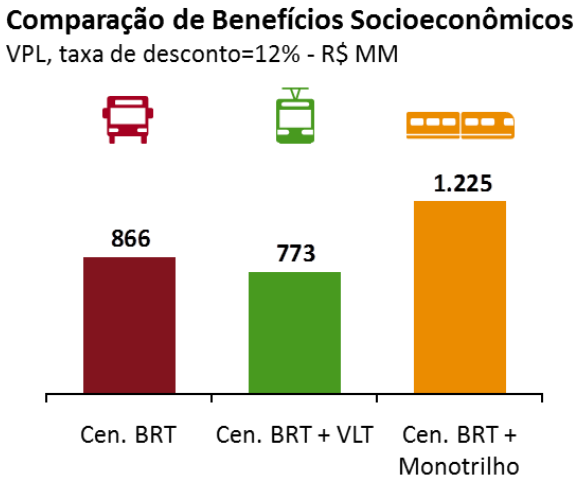


Figura 64 – Comparação entre cenários - Benefícios Socioeconômicos

O CAPEX econômico marginal apresenta uma diferença muito grande entre os cenários, como pode ser visto no gráfico a seguir. O cenário BRT é o que apresenta menor CAPEX Marginal, seguido pelo cenário BRT + VLT e pelo cenário BRT + Monotrilho. A diferença entre o CAPEX marginal do cenário BRT + VLT e do cenário BRT é de praticamente R$ 1 bilhão, e entre o cenário BRT + Monotrilho e o cenário BRT tem-se uma diferença de mais de R$ 2 bilhões. Isso é causado principalmente pelas diferenças de custos de infraestrutura e sistemas entre os cenários.

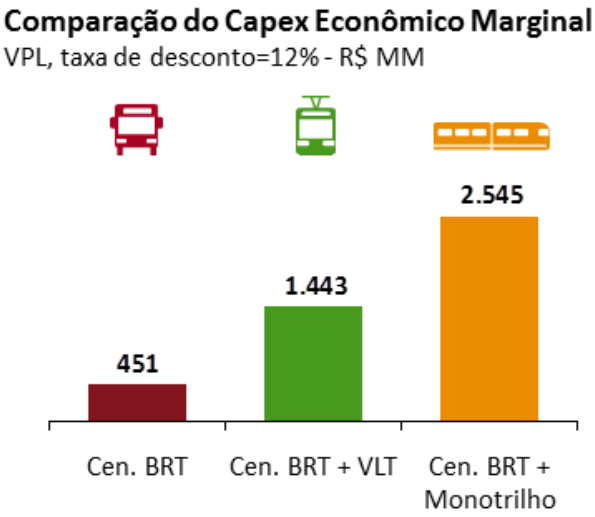


Figura 65 – Comparação entre cenários - CAPEX Econômico Marginal

Os maiores Benefícios Socioeconômicos do cenário BRT + Monotrilho são largamente superados por seu CAPEX Econômico Marginal, resultando num Balanço Socioeconômico negativo. Em linhas gerais, isso significa que a implantação do cenário BRT + Monotrilho faz com que a sociedade perca, pagando muito mais do que o valor que terá em benefícios. O mesmo acontece com o cenário BRT + VLT.

O único cenário que apresenta um balanço positivo nas condições modeladas é o cenário BRT. Ele possui um custo de implantação bem menor do que os outros cenários e com benefícios socioeconômicos parecidos, chegando, inclusive, a serem superiores aos do cenário BRT + VLT.

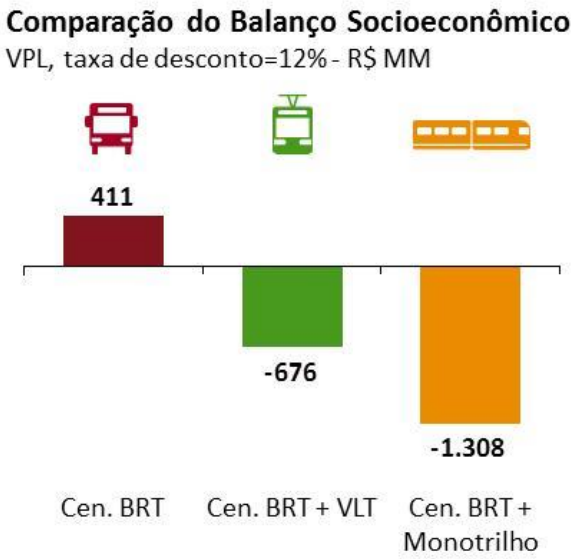


Figura 66 – Comparação entre cenários - Balanço Socioeconômico

6.2.3. Análise financeira

6.2.3.1. Cenário-Base

No cenário-base os custos operacionais por passageiro diminuem com o passar do tempo, o que pode ser explicado, principalmente, pela melhoria do IPK que acontece no sistema.

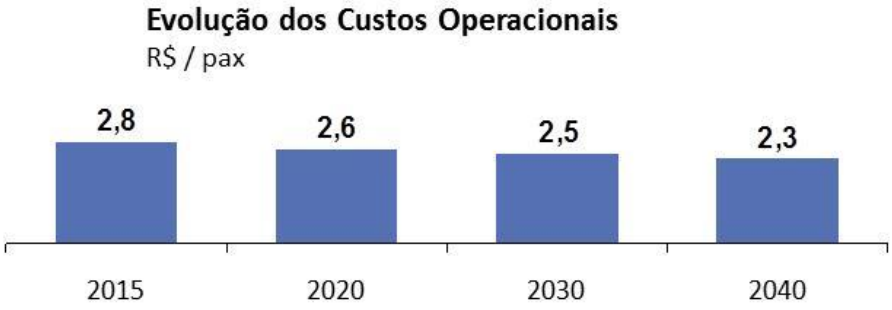


Figura 67 – Evolução dos Custos Operacionais – Cenário Base

6.2.3.2. Cenário BRT

Os custos operacionais no cenário BRT diminuem significativamente com a implantação do sistema troncal mais eficiente e a reorganização das rotas. Vale ressaltar que a maior flexibilidade do sistema baseado em ônibus permite um refinamento melhor da oferta e demanda, fazendo com que haja menos capacidade não utilizada, o que leva a um custo operacional menor por passageiro.

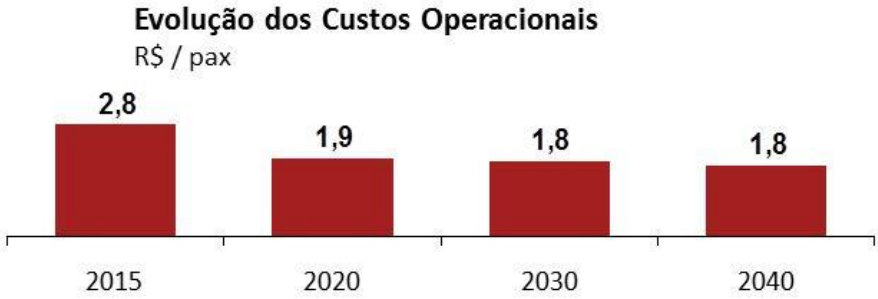


Figura 68 – Evolução dos Custos Operacionais – Cenário BRT

O CAPEX econômico, apresentado anteriormente, não considera os impostos, e portanto não permite analisar o custo real da implantação. No CAPEX financeiro os impostos são considerados. Como o interesse é quantificar o custo da implantação, serão somados apenas os custos no horizonte de cinco anos, período esperado para a conclusão do BRT.

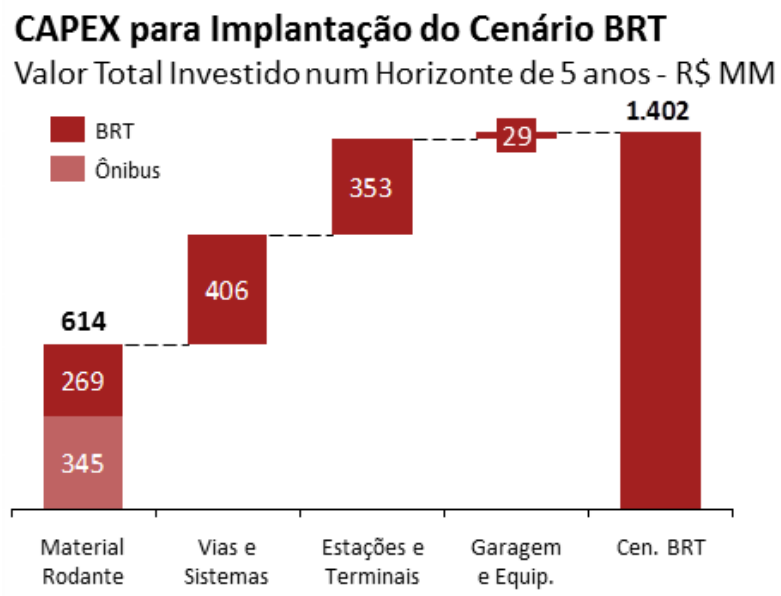


Figura 69 – CAPEX para Implantação do Cenário BRT

Tabela 91 – CAPEX para a implantação do cenário BRT ano a ano (R$ Mil)

Investimento	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Material Rodante	-	(4,16)	(51,50)	(63,70)	(46,11)	(448,86)
Vias e Sistemas	(81,16)	(81,16)	(81,16)	(81,16)	(81,16)	-
Estações e Terminais	(70,55)	(70,55)	(70,55)	(70,55)	(70,55)	-
Terreno, Garagem e ITS	(0,85)	(1,23)	(2,73)	(2,83)	(1,80)	(19,33)
Total	**(152,57)**	**(157,11)**	**(205,94)**	**(218,24)**	**(199,63)**	**(468,19)**

6.2.3.3. Cenário BRT + VLT

Os custos operacionais no cenário BRT+VLT diminuem significativamente com relação ao cenário-base, sendo um pouco maiores do que no cenário BRT. Isso se deve principalmente à menor flexibilidade do VLT, que para atender o nível de serviço desejado acaba oferecendo uma capacidade maior do que a necessária, tendo por isso um custo operacional por capacidade menor, resultando em custo operacional por viagem maior.

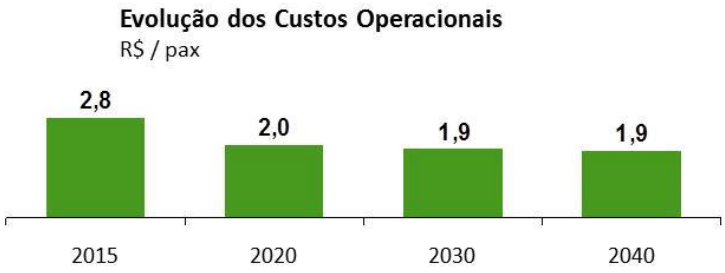


Figura 70 – Evolução dos Custos Operacionais – Cenário BRT + VLT

Abaixo está representado o CAPEX necessário para a implantação do cenário BRT + VLT. Pode-se ver que este é muito superior ao do cenário apenas com BRT. É importante ressaltar que o material rodante comprado para o VLT tem vida útil maior, não necessitando por isso de investimentos para renovação, enquanto o BRT precisará ser renovado ao longo do período simulado, de 2020 (ano adotado para a implantação) a 2040 (término da simulação).

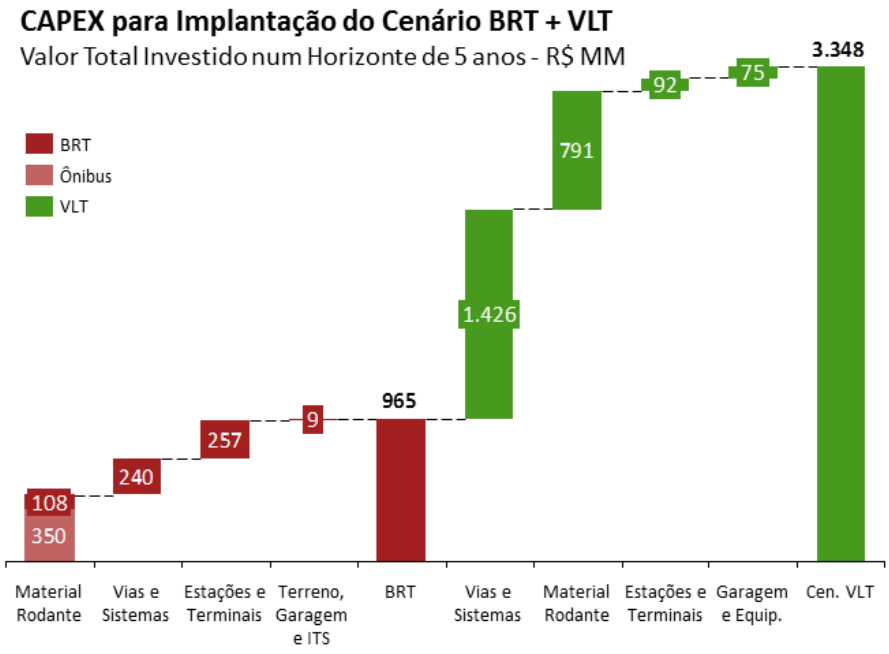


Figura 71 – CAPEX para Implantação do Cenário BRT + VLT

Tabela 92 – CAPEX para a implantação do cenário BRT+VLT ano a ano (R$ Mil)

Investimento	2015	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020
Material Rodante (Ônibus)	-	(4,16)	(51,50)	(62,86)	(41,92)	(191,26)
Material Rodante (BRT)	-	-	-	(0,84)	(4,19)	(101,51)
Vias e Sistemas (BRT)	(48,03)	(48,03)	(48,03)	(48,03)	(48,03)	-
Estações e Terminais (BRT)	(51,34)	(51,34)	(51,34)	(51,34)	(51,34)	-
Terreno, Garagem e ITS (BRT)	-	(0,97)	(3,23)	(3,21)	(1,96)	(0,01)
Material Rodante (VLT)	-	-	-	-	-	(790,94)
Vias e Sistemas (VLT)	(285,24)	(285,24)	(285,24)	(285,24)	(285,24)	-
Estações e Terminais (VLT)	(18,32)	(18,32)	(18,32)	(18,32)	(18,32)	-
Terreno, Garagem e ITS (VLT)	-	-	-	-	(74,80)	-
Total	**(402,93)**	**(408,07)**	**(457,66)**	**(469,84)**	**(525,81)**	**(1.083,22)**

6.2.3.4. Cenário BRT + Monotrilho

Os custos operacionais no cenário BRT + Monotrilho diminuem significativamente com relação ao cenário-base, sendo os menores dentre todos os cenários em 2040. Esse resultado se deve à alta eficiência operacional do Monotrilho.

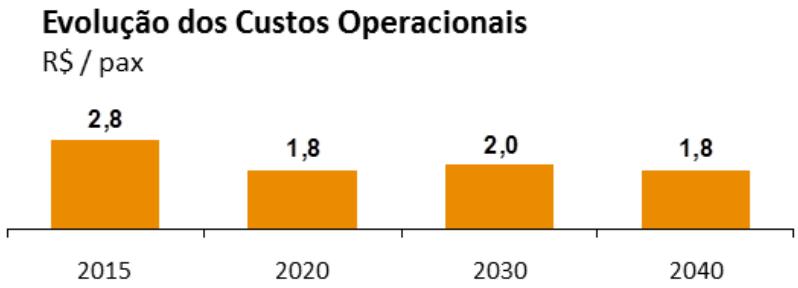


Figura 72 – Evolução dos Custos Operacionais – Cenário BRT + Monotrilho

Abaixo está representado o CAPEX necessário para a implantação do cenário BRT + Monotrilho. Pode-se ver que é muito superior aos outros. É importante ressaltar que o material rodante comprado para o Monotrilho, assim como para o VLT, tem uma vida útil maior, não necessitando, por isso, de investimentos em renovação durante o horizonte de tempo simulado, mas apenas para manutenção, enquanto os ônibus do BRT precisarão ser renovados no mínimo duas vezes no período simulado – 2020 (implantação) a 2040 (término da simulação).

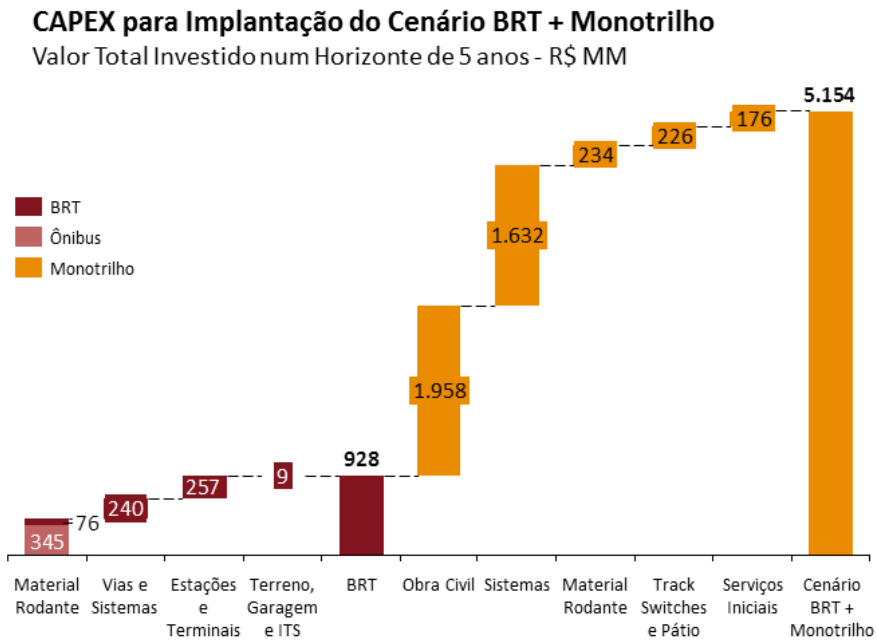


Figura 73 – CAPEX para Implantação do Cenário BRT + Monotrilho

Tabela 93 – CAPEX para a implantação do cenário BRT + Monotrilho ano a ano (R$ Mil)

Investimento	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Material Rodante (Ônibus)	-	(4,16)	(51,50)	(62,86)	(41,92)	(184,91)
Material Rodante (BRT)	-	-	-	(0,84)	(4,19)	(71,31)
Vias e Sistemas (BRT)	(48,03)	(48,03)	(48,03)	(48,03)	(48,03)	-
Estações e Terminais (BRT)	(51,34)	(51,34)	(51,34)	(51,34)	(51,34)	-
Terreno, Garagem e ITS (BRT)	-	(0,97)	(3,23)	(3,21)	(1,96)	(3,76)
Material Rodante (MNT)	-	-	-	-	-	(233,98)
Obra Civil (MNT)	(391,60)	(391,60)	(391,60)	(391,60)	(391,60)	-
Sistemas (MNT)	(326,36)	(326,36)	(326,36)	(326,36)	(326,36)	-
Track Switches e Pátio (MNT)	(45,18)	(45,18)	(45,18)	(45,18)	(45,18)	-
Serviços Iniciais (MNT)	(35,24)	(35,24)	(35,24)	(35,24)	(35,24)	-
Total	**(897,75)**	**(902,89)**	**(952,48)**	**(964,66)**	**(945,82)**	**(486,45)**

6.2.3.5. Comparação Financeira entre os Cenários

Os custos operacionais de todos os cenários, calculados segundo os parâmetros de custo e de consumo apresentados da

Tabela 14 – Parâmetros de Custo de Combustível para Sistema de Ônibus a Tabela 24 – Parâmetros de Custos Operacionais, ficaram menores do que os custos no cenário tendencial, sendo o menor custo operacional o do cenário BRT, graças principalmente a sua flexibilidade operacional. O segundo menor custo operacional foi do cenário BRT + Monotrilho, ficando próximo do cenário BRT devido à alta eficiência operacional do Monotrilho.

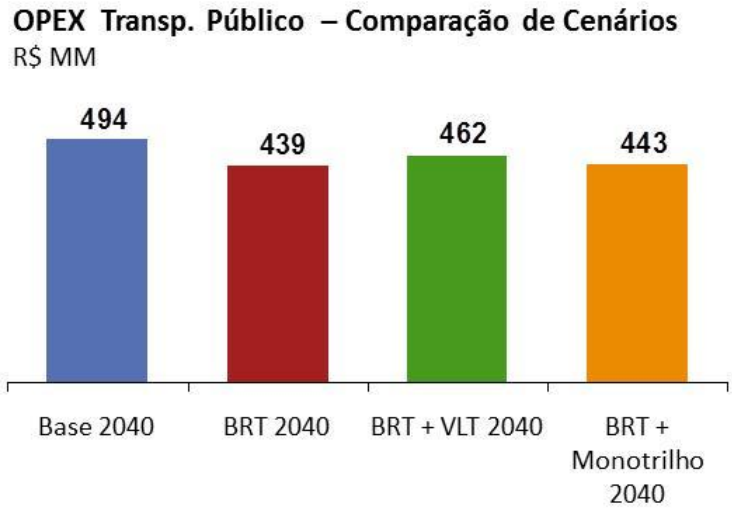


Figura 74 – OPEX Transporte Público – Comparação de Cenários

Tabela 94 – OPEX Cenário BRT em 2040 (R$ MM)

Tipo de Gasto	Ônibus	BRT
Combustível	96,0	84,0
Pneus	7,4	7,1
Peças e acessórios	14,6	17,1
Op. Estações	-	22,7
Mão de Obra Operação (sem encargos)	54,2	21,5
Mão de Obra Manutenção (sem encargos)	7,3	3,1
Mão de Obra Administrativo (sem encargos)	5,7	2,4
Benefícios	27,0	11,5
Encargos Mão de Obra Operação	26,0	10,3
Encargos Mão de Obra Manutenção	3,5	1,5
Encargos Mão de Obra Administrativo	2,7	1,2
Licenciamento e ITS	1,1	0,5
Despesas Gerais	7,7	3,3
Total	**253,1**	**186,1**

Tabela 95 – OPEX Ônibus e BRT - Cenário BRT+VLT em 2040 (R$ MM)

Tipo de Gasto	Ônibus	BRT
Combustível	100,0	30,4
Pneus	7,7	2,6
Peças e acessórios	15,2	6,2
Op. Estações	-	14,3
Mão de Obra Operação (sem encargos)	56,4	8,6
Mão de Obra Manutenção (sem encargos)	7,6	1,2
Mão de Obra Administrativo (sem encargos)	5,9	1,0
Benefícios	28,1	4,6
Encargos Mão de Obra Operação	27,1	4,1
Encargos Mão de Obra Manutenção	3,7	0,6
Encargos Mão de Obra Administrativo	2,8	0,5
Licenciamento e ITS	1,1	0,2
Despesas Gerais	8,0	1,3
Total	**263,6**	**75,5**

Tabela 96 – OPEX VLT – Cenário BRT+VLT em 2040 (R$ MM)

Tipo de Gasto	VLT
Energia	4,6
Manutenção Material Rodante	33,5
Manutenção Instalações Fixas	9,2
Manutenção Via Permanente e Edif.	19,0
Manutenção do Pátio	5,8
Mão de Obra Operação	44,3
Mão de Obra Adm.	4,7
Gerência Manutenção	1,8
Total	**122,8**

Tabela 97 – OPEX Ônibus e BRT – Cenário BRT + Monotrilho em 2040 (R$ MM)

Tipo de Gasto	Ônibus	BRT
Combustível	101,5	29,8
Pneus	7,8	2,5
Peças e acessórios	15,4	6,1
Operação Estações	-	-
Mão de Obra Operação (sem encargos)	57,9	8,0
Mão de Obra Manutenção (sem encargos)	7,8	1,2
Mão de Obra Administrativo (sem encargos)	6,1	0,9
Benefícios	28,9	4,3
Encargos Mão de Obra Operação	27,8	3,8
Encargos Mão de Obra Manutenção	3,8	0,6
Encargos Mão de Obra Administrativo	2,9	0,4
Licenciamento e ITS	1,2	0,2
Despesas Gerais	8,2	1,2
Total	**269,3**	**58,9**

Tabela 98 – OPEX Monotrilho – Cenário BRT + Monotrilho em 2040 (R$ MM)

Tipo de Gasto	Ônibus
Energia	7,3
Custo Manutenção Material Rodante	7,3
Custo Manutenção Sinalização	1,2
Custo Manutenção Sistema Auxiliar	1,8
Custo Manutenção Sistema Elétrico	6,9
Custo Manutenção Portas Plat.	13,0
Custo Mão de Obra Operação	30,0
Despesas Administração Gerais	2,8
Despesas Manutenção Sistemas de Telecomunicações	1,7
Despesas Manutenção Infraestrutura Civil	24,3
Despesas Mão de Obra Administração	18,8
Total	**115,0**

O CAPEX para a implantação dos cenários, detalhado nas Tabela 91 a Tabela 93, apresenta enorme variação. Os investimentos necessários para a implantação do cenário BRT+VLT são duas vezes e meia o do cenário só com BRT, enquanto os investimentos para implantação do cenário BRT + Monotrilho são quatro vezes aos do cenário BRT.

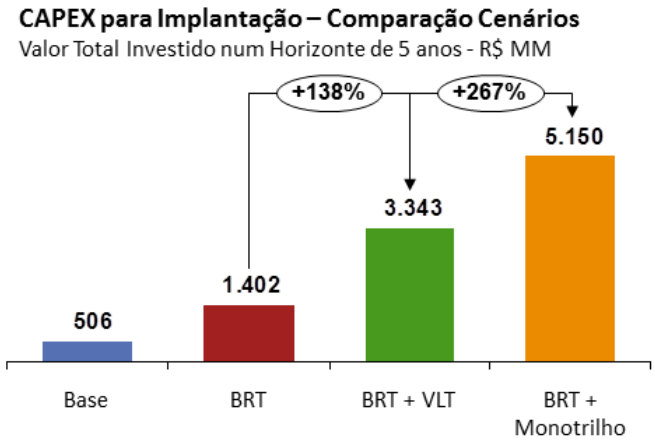


Figura 75 – CAPEX para Implantação – Comparação de Cenários