



THE WORLD BANK



Associação dos Municípios da
Região da Foz do Rio Itajaí



ESTIMATIVA DE CUSTOS

Integrated Transport System at the Foz do Rio Itajaí
Region: Pre-Feasibility Engineering Study

(Contrato No. 7192491)



Sistema Integrado de Transporte na Região da Foz do Rio Itajaí
Estudo de Pré-Viabilidade na Engenharia

Relatório de Estimativas de Custos

28 novembro 2019

(revisão 1 - 11 fevereiro 2020)

Relatório elaborado pelo Consórcio MCRIT SL / JM Souto

Mcrit SL - Multicriteria www.mcrit.com

JM Souto Engenharia e Consultoria www.jmsouto.com.br/en

CONTEÚDOS

1.	Introdução	9
1.1.	Objeto dos trabalhos	9
1.2.	Contexto	9
1.3.	O Ponto de Partida deste Relatório.....	12
2.	Estudo do CAPEX	13
2.1.	Investimentos em Bens de Capitais. CAPEX	13
2.2.	Custos Unitários CAPEX	14
2.2.1.	Seções transversais adotadas para cada segmento	16
2.2.2.	Mapa geral dos sistemas versus tipos de seções aplicadas e planilha de CAPEX	27
2.3.	Infraestrutura Operacional.....	31
2.4.	Dimensionamento e Custo do Material Rodante.....	31
2.5.	Custos da Ponte sobre o Rio Itajaí.....	34
2.6.	Custo do Túnel sob o Rio Itajaí	35
2.6.1.	Estudo do Túnel.....	35
2.6.2.	Estimativa de Custo	36
2.7.	Desapropriações.....	36
2.8.	Estimativa Geral de Implantação.....	38
2.9.	Estimativa Geral de Implantação por Municípios	39
2.10.	Estimativa Geral dos Custos Totais.....	39
3.	Estudo do OPEX	41
3.1.	Pré-Dimensionamento das Demandas de Mobilidade Interurbana em Transporte Público (Origens x Destinos)	41
3.2.	Custos unitários OPEX	43
3.1.	Dimensionamento da Oferta Necessária.....	45
3.1.1.	Hipóteses para estimação da demanda	45
3.1.2.	Cálculo da Oferta Necessária.....	47
3.1.3.	Cálculo de Recorrência (veh-km).....	49
3.2.	Dimensionamento do Pessoal	49
3.1.	Custos Totais.....	50
3.1.1.	Consumo	50
3.1.2.	Segurança	51
3.1.3.	Motorista	51
3.1.4.	Inspetores	51
3.1.5.	Manutenção	52

3.1.6.	Vandalismo	52
3.1.7.	Pessoal de Escritório.....	53
3.1.8.	Pessoal de Manutenção.....	53
3.1.9.	Pessoal de Limpeza.....	53
3.2.	Custo dos OPEX total	54
4.	Anexo – AVALIAÇÃO COMPARATIVA.....	55

FIGURAS

Figura 1 – Matriz Viária em 3 Cenários.....	11
Figura 2 – Traçado do Sistema Central por seções (41,50 km)	27
Figura 3 – Traçado do Sistema Sul por seções (56,60 km)	28
Figura 4 – Traçado do Sistema Norte por seções (38,10 km).....	29
Figura 5 – Segmentos de Transporte Coletivo considerados para cada Sistema.....	32
Figura 6 - Planta do traçado do túnel Itajaí-Navegantes.....	35
Figura 7 – Perfil do traçado do túnel Itajaí-Navegantes.....	35
Figura 8 – Indicação do Início e Fim das Unidades de Desenho do Sistema Projetado, Classificados de Acordo com os Critérios do Sistema Central (Verde), Sul (Vermelho) e Norte (Azul).....	47

TABELAS

Tabela 1 – Custos Unitários dos Principais Elementos do CAPEX	14
Tabela 2 – Subdivisão do Tipo de Seção Conforme cada Sistema.....	15
Tabela 3 – Planilha de CAPEX para Implantação do Sistema Central (41,50 km)	27
Tabela 4 – Planilha de CAPEX para Implantação do Sistema Sul (56,60 km)	28
Tabela 5 – Planilha de CAPEX para Implantação do Sistema Norte (38,10 km).....	30
Tabela 6 – Tipos de Estações – Custos de Implantação (R\$).....	30
Tabela 7 – Estações por Sistema e Tipo – Custos de Implantação (R\$)	31
Tabela 8 – Obras de Arte Especiais – Custos de Implantação (R\$).....	31
Tabela 9 – Estimativa dos Custos de Infraestrutura	31
Tabela 10 – Variáveis Básicas dos Trechos do Sistema Central.....	32
Tabela 11 - Variáveis Básicas dos Trechos do Sistema Sul (Direita) e Sistema Norte (Esquerda).....	32
Tabela 12 - Variáveis Básicas dos Trechos do Sistema Sul (Direita) e Sistema Norte (Esquerda).....	33
Tabela 13 – Número de Ônibus Necessários dos Trechos do Sistema Central	33
Tabela 14 - Número de Ônibus Necessários dos Trechos do Sistema Sul (Direita) e Sistema Norte (Esquerda)	33
Tabela 15 - Número de Ônibus Necessários dos Trechos do Sistema Oeste	33
Tabela 16 - Custos Unitários de Aquisição de Material Rodante	34
Tabela 17 - Custo de Aquisição do Material Rodante por Sistema em R\$ Milhões	34
Tabela 18 – Estimativa de Orçamento da Ponte Sobre o Rio Itajaí.....	34
Tabela 19 – Estimativa de Orçamento do Túnel Sob o Rio Itajaí.....	36
Tabela 20 - Superfície a Desapropriar Considerando Ações do Planejamento Municipal (m ²)	37
Tabela 21 - Superfície a Desapropriar sem Considerar as Ações do Planejamento Municipal (m ²)	37
Tabela 22 - Custos Unitários Considerados por Nível de Afetação	37
Tabela 23 – Custos de Desapropriação Desagregados por Sistema.....	37
Tabela 24 - Custos de Implantação (R\$).....	38
Tabela 25 - Custos de Implantação (CAPEX) - Obras Incluídas em Projetos Executados pelas Prefeituras Municipais (R\$ milhões)	38
Tabela 26 - Custos de Implantação (R\$).....	39
Tabela 27 – Custos Totais (R\$ milhões).....	40
Tabela 28 - Demanda Esperada no Transporte Coletivo - 2016.....	42
Tabela 29 - Demanda Esperada no Transporte Coletivo - 2020.....	42
Tabela 30 - Demanda Esperada no Transporte Coletivo - 2030.....	42
Tabela 31 - Demanda Esperada no Transporte Coletivo - 2045.....	43
Tabela 32 - Custos Unitários - Principais Elementos	43
Tabela 33 - Custos Unitários - Principais Elementos	43
Tabela 34 - Custos Unitários - Principais Elementos	43
Tabela 35 - Custos Unitários - Principais Elementos	44
Tabela 36 - Custos Unitários - Principais Elementos	45
Tabela 37 - Custos Operacionais Estimados da Ponte sobre o Rio Itajaí.....	45
Tabela 38 - Sistema Central - Demanda Diária (Passageiros).....	47
Tabela 39 - Sistema Norte e Sistema Sul - Demanda Diária (Passageiros).....	47
Tabela 40 - Sistema Central. Frequências entre Serviços Consecutivos (Minutos).....	48
Tabela 41 - Sistema Norte e Sistema Sul. Frequências entre Viagens Consecutivas (Minutos).....	48
Tabela 42 - Sistema Central. Número de Viagens Diárias por Sentido e por Trecho	48
Tabela 43 - Sistema Norte e Sistema Sul. Número de Viagens Diárias por Sentido e por Trecho	49

Tabela 44 - Sistema Central. Número de Viagens Diárias por Sentido de Circulação e Comprimento do Segmento.....	49
Tabela 45 – Sistema Norte e Sistema Sul. Número de Viagens Diárias por Sentido de Circulação	49
Tabela 46 – Recorrência do Sistema BRT (veh-km).....	49
Tabela 47 – Número de Motoristas.....	49
Tabela 48 – Pessoal Administrativo.....	50
Tabela 49 - Custos com Combustível.....	50
Tabela 50 - Custos com Segurança	51
Tabela 51 - Custos com Motorista.....	51
Tabela 52 - Custos com Inspetores.....	51
Tabela 53 - Custos com Manutenção	52
Tabela 54 - Custos com Vandalismo.....	52
Tabela 55 - Custos com Pessoal de Escritório	53
Tabela 56 - Custos com Pessoal de Manutenção	53
Tabela 57 - Custos com Pessoal de Limpeza	53
Tabela 58 - Custos OPEX Total.....	54
Tabela 59 - Custos Unitários Reais de Sistemas de Transporte Público Coletivo (Ônibus) de Diferentes Municipalidades	55
Tabela 60 - Custos Operacionais Anuais (Milhões R\$/ano) por Sistema.....	55

1. Introdução

1.1. Objeto dos trabalhos

Este projeto visa realizar uma análise de pré-viabilidade informada pelos estudos técnicos já existentes. A análise inclui um estudo de engenharia com o objetivo de:

- i) Revisar e validar o projeto básico existente,
- ii) Desenvolver ainda mais o projeto básico,
- iii) Estimar custos de investimento e operacionais; e
- iv) Fornecer recomendações técnicas para uma fase subsequente.

Concretamente, este relatório aborda a parte *iii) Estimar custos de investimento e operacionais* dos trabalhos com uma discussão dos custos estimados pelo projeto proposta na anterior fase, tanto no relativo ao CAPEX quanto ao OPEX.

Este estudo se situa no contexto de 6 estudos setoriais do Banco Mundial para avaliação do interesse e a viabilidade do projeto. Concretamente, os estudos em andamento pelo do Banco Mundial são estudos de impacto socioambiental, encaixe jurídico, engenharia/traçado, atualização de demanda, estudo de viabilidade financeira, estudo técnico sobre viabilidade no uso de ônibus elétricos.

Este projeto responde à vontade da AMFRI em organizar uma oferta de transporte público coletivo eficiente que antecipe os problemas de mobilidade observados em outras grandes metrópoles brasileiras. A AMFRI (Associação dos Municípios da Foz do Rio Itajaí) é uma entidade sem fins lucrativos criada em 1973 que inclui onze municípios como membros e que visa desenvolver iniciativas estratégicas de interesse comum para os municípios da Foz do Rio Itajaí.

1.2. Contexto

A Região da Foz do Rio Itajaí está localizada no Estado de Santa Catarina e compreende 11 municípios (Balneário Camboriú, Balneário Piçarras, Bombinhas, Camboriú, Ilhota, Itajaí, Itapema, Luiz Alves, Navegantes, Penha e Porto Belo).

Atualmente há 715.000 residentes permanentes nos municípios da Foz do Rio Itajaí, e uma população estacional estimada em 4 milhões visitando durante a temporada. Durante o pico da virada do ano, há no entorno de 1 milhão de habitantes ficando simultaneamente.

Para 2045, espera-se que os diferentes municípios consolidem progressivamente uma conurbação urbana contínua. A região cresce anualmente um 3,6%, acima da média do estado de SC, e acima da média do país. Em 20 anos, espera-se que a região atinja 1,5 milhões de habitantes permanentes.

Observa-se um processo de reconversão de segundas residências em residências principais, sendo que moradores do interior – da região de Blumenau e da região de Curitiba – mudam para o litoral, em especial aposentados de renda média e alta. A economia de serviços atrai também novas famílias para a Foz do Rio Itajaí.

Há alguns obstáculos que limitam a coesão do espaço regional e dificultam a mobilidade: são o Morro do Boi, que separa Itapema da área de Camboriú e Balneário; a BR-101, que divide o contínuo urbano de Balneário e de Camboriú; e o rio Itajaí que, com apenas três pontos de transposição (ponte da BR-101, passo de balsa, e travessia de *ferryboat*), mantém Itajaí e Navegantes separados mesmo com sua proximidade evidente.

Itajaí é segundo PIB do Estado, podendo ultrapassar Joinville ainda em 2019, passando assim para primeiro PIB estadual. Uma maioria deste PIB provém da economia Portuária. As municipalidades têm as finanças saneadas e têm capacidade de investimento.

Visão 2045 da AMFRI para o Território da Foz de Itajaí.

Das expectativas populacionais e econômicas para a região, sai o projeto de INOVAMFRI, uma visão para antecipar a organização e a funcionalidade da futura conurbação de 1 milhão de habitantes até 2045.

A INOVAMFRI prevê três linhas de ação principais: desenvolvimento regional econômico, gestão pública de qualidade e inovação turística, e mobilidade eficiente com um transporte coletivo estruturante. Para a última parcela, o projeto da INOVAMFRI propõe um sistema de BRT que permita estruturar a mobilidade na região com altos padrões de qualidade.

Simultaneamente, a INOVAMFRI solicita a execução prioritária das seguintes prioridades estruturais para a região:

- Transposição Itajaí – Navegantes;
- Conectividade das ciclovias para itinerários contínuos tudo ao longo do litoral;
- Bicicletas compartilhadas;
- Ligação BR-101 – Bombinhas;
- Ligação BR-101 – Praia Brava (Itajaí) → área muito dinâmica em novos empreendimentos;
- Contornamento urbano BR-101 → Anel Viário;
- Duplicação BR-470 Navegantes-Blumenau (previsão em 4 anos);
- Duplicação SC-486 Itajaí-Brusque (faltam alguns trechos pendentes, previsão em 1 ano);
- Ferrovia litorânea (governo do estado, ligando portos de Itajaí – Itapoá);
- Ferrovia (governo do estado, São Francisco - Itajaí – Imbituva);
- Ferrovia do Frango - Corredor ferroviário de Santa Catarina.

A INOVAMFRI inspira-se nas práticas de Portland para a organização da mobilidade metropolitana. O exemplo de Portland se apresenta interessante pelas suas fórmulas de organização legal, pelas soluções de bilhetagem implantadas, pelo sistema de monitoramento dos ônibus e pelos sistemas de informação para os usuários sobre o serviço e sobre o routing dentro da rede de transporte coletivo, além doutros elementos positivos.

A região funciona como uma metrópole com padrões de viagem claros entre os municípios para empregos e lazer, com um número total de viagens por dia de 1,9 milhões em 2016, projetada para crescimento de 3,7 milhões em 2030.

A demanda cotidiana é relativamente alta durante o ano interior na região, com fluxos importantes pendulares nas horas de entrada e saída do trabalho; mas mostra picos estacionais durante a temporada de verão (o tráfego na BR-101 apresenta um 28.000 v/d em julho, mas cerca de 40.000 v/d em janeiro, de média), e super picos durante o período das férias, de Natal e Ano Novo.

Atualmente, a região não possui um sistema de transporte público efetivo que conecte a população dos 11 municípios. A falta de opções de transporte público de qualidade resulta em uma alta participação no modo automóvel, com 80% das viagens feitas em veículos particulares. A taxa de motorização é duas vezes maior do que o crescimento populacional, com uma média de 7,7% ao ano nos últimos cinco anos.

Depois de um incremento enorme da mobilidade particular nos últimos 15 anos, a mobilidade interurbana caracteriza-se pelo seguinte repartimento: 65% carro, 15% moto, 10% TPC, 1% a pé, 5% bicicleta¹.

A tendência para 2045 aponta uma piora no cenário atual: o transporte coletivo passa de 10% para 5%, o carro aumenta ligeiramente de 65% para 69%, a moto aumenta de 15% para 25%, e os modos a pé e bicicleta desaparecem, em 0%.

O Cenário “Objetivo Plano” é bem ambicioso para atingir um repartimento modal mais equilibrado: diminuir o carro de 65% para 31%, alterar o percentual de moto de 15% para 7%, aumentar o transporte coletivo de 10% para 45%, a bicicleta de 4% para 12%, e a pé de 1% para 4%.

Essa divisão foi observada em um número importante de cidades do Brasil até os inícios dos anos 2000, e é semelhante ao repartimento modal das grandes cidades Europeias.

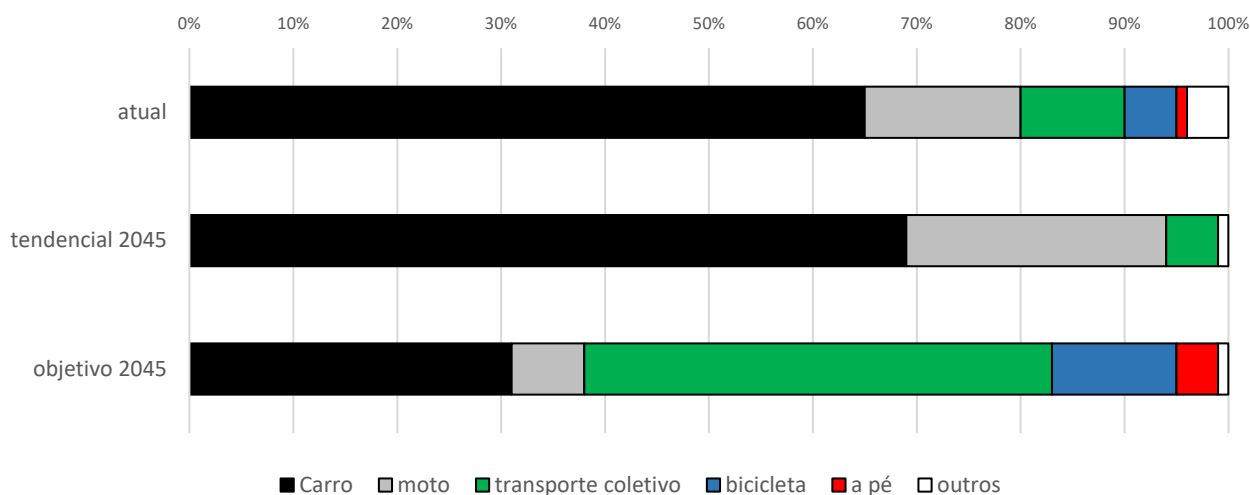


Figura 1 – Matriz Viária em 3 Cenários

Além disso, a falta de um sistema integrado e eficiente de transporte público intermunicipal, bem como de um sistema de informação para passageiros – que inclui frequências, tempo de viagem e outras informações relevantes em tempo real – é prejudicial para o setor de turismo. O turista não tem opções

¹ No caso da mobilidade urbana, os modos a pé e bicicleta têm uma contribuição bem maior: em 2016 o repartimento modal da mobilidade urbana dos municípios da Foz do Itajaí foi: 42,4% de carro, 11,6% moto, 26,5% a pé, 11,4% bicicleta e 5,1% de transporte público coletivo, 3% de outros modos.

reais de transporte público para se deslocar de um município para outro, limitando suas atividades, o número de dias que permanecem na região e, portanto, suas despesas.

Sem espaço dedicado ao transporte público, torna-se impossível garantir a qualidade do serviço e a confiabilidade dos horários – dois fatores críticos para o desempenho e a atratividade do transporte público. Isso é especialmente relevante durante a temporada alta do turismo, quando a intensidade do tráfego é alta e os episódios de congestionamento são recorrentes.

1.3. O Ponto de Partida deste Relatório

O **Relatório de CAPEX** estima os custos de investimento necessários para desenvolver a proposta de malha de BRT, de acordo com o projeto básico elaborado durante a fase anterior (Relatório 2). Inclui os custos de investimento necessários para dispor uma malha de ônibus de alto desempenho, assim como para se construir uma transposição permanente sobre o Rio Itajaí, entre as cidades de Navegantes e Itajaí.

O **Relatório de OPEX** parte das estimativas de demanda elaboradas pela equipe durante o Relatório 2 deste estudo, fundamentadas em uma estimativa preliminar de demanda OD fornecida pelo Banco Mundial no início dos trabalhos (setembro 2019). Paralelamente está em andamento um estudo completo de demanda e uma pesquisa OD em elaboração pela área da AMFRI que podem mudar os resultados aqui apresentados.

2. ESTUDO DO CAPEX

2.1. Investimentos em Bens de Capitais. CAPEX

As estimativas dos custos de implantação são embasadas em projetos semelhantes², onde foram levantados quantitativos para cada tipo de seção adotada, separados por disciplinas e aplicados valores referentes ao SICRO (Santa Catarina) do DNIT. Todos os custos apresentados tem os imposto incluídos.

Os serviços preliminares e a terraplenagem foram previstos apenas nos segmentos onde são necessários alargamentos de pistas e trechos novos de arruamentos. Nestes casos, foi feita uma correlação com projetos semelhantes para obtenção de um valor médio por metro quadrado de intervenção, incluindo também valores para nova camada de sub-base e base.

Para o item de restauração de pavimentação, foram adotadas duas modalidades de aplicação. A primeira trata-se da restauração da pista exclusiva do BRT, que prevê a implantação de pavimento rígido. A segunda, a restauração da via existente para veículos leves com aplicação de CBUQ.

Para o uso de CBUQ, também são computados os valores estimados referentes a uma porcentagem de fresagem do revestimento existente, remendos superficiais e profundos.

As calçadas para pedestres foram levantadas considerando a largura de cada tipo de seção multiplicada pela extensão do segmento, com os valores dos materiais aplicados embasados ao SICRO (Santa Catarina) do DNIT.

Para as ciclovias foram consideradas na estrutura do pavimento base de 10,0 cm e capa asfáltica de 3,0 cm

Para o valor da drenagem urbana, foi considerada escavação dos bueiros, bueiros tubulares e celulares, drenagem profunda, sarjetas e meios-fios, caixas coletoras com e sem degrau, boca de lobo simples e dupla, poços de visitas, remoção de bueiros existentes e demolição de dispositivos de drenagem existentes e escoramento, todos os dispositivos padrão DNIT. Para a base de cálculo foi utilizada a tabela de serviços do SICRO.

A estimativa de quantidade de sinalização vertical e horizontal foi baseada em projetos similares². Os valores foram definidos por quilometro e os preços são justificados no SICRO (Santa Catarina) do DNIT.

Para as pontes, foram considerados valores por m² de obras semelhantes e aplicados à nova configuração de cada ponte estudada.

Para as quantidades de iluminação são previstos postes espaçados a cada 50,00 m ao longo da via, sendo que, dependendo da largura da via/seção, são previstos postes nos dois lados ou até mesmo junto ao canteiro central.

O paisagismo foi considerado apenas nas seções onde são previstas área de plantio (jardineiras e canteiros) com seções variando entre 0,40 até 1,50 metros. Foi considerado o plantio de grama em placas e arbustos/árvores ornamentais espaçadas a cada 10 metros. Nos canteiros maiores que 1,00 m de largura considerou-se ainda o plantio de árvores a cada 20 metros.

² Valores de referência: Projeto Executivo de Intervenções Urbanas em Ribeirão Preto/SP.

2.2. Custos Unitários CAPEX

A seguinte Tabela mostra os custos unitários dos elementos principais para o cálculo dos CAPEX:

Tabela 1 – Custos Unitários dos Principais Elementos do CAPEX

Item	Custo unitário	Fonte
Mobilização	1% do valor da obra (custo direto)	Projetos Similares
Canteiro e Administração Local	8% do valor da obra (custo direto)	Projetos Similares
Serviços preliminares	17 R\$/m ²	Projetos Similares
Terraplenagem incluindo sub-base e base	65 R\$/m ²	Projetos Similares
Restauração BRT - pavimento Whitetopping (faixa de 3,50 metros)	202.760 R\$/km	SICRO
Restauração BRT - pavimento rígido (faixa de 3,50 metros)	285.760 R\$/km	SICRO
Restauração (CBUQ)- veículos leves (faixa de 3,00 metros)	136.020 R\$/km	SICRO
Passeio (concreto)	29,40 R\$/m ²	SICRO
Ciclovía	36,44 R\$/m ²	SICRO
Acostamento / estacionamento (faixa de 2,00 metros)	90.680 R\$/km	SICRO
Drenagem	44.000 R\$/km	Projetos Similares
Sinalização	90.000 R\$/km	Projetos Similares
Iluminação (considerando uma fileira de postes)	76.000 R\$/km	Projetos Similares
Paisagismo	21.520 a 46.700 R\$/km	Projetos Similares
Pontes	Custos específicos para cada ponte	SICRO
Estações e pontos de parada	Tipo P15	70.000 R\$/ponto
	Tipo P5	60.000 R\$/ponto
	Tipo PB	20.000 R\$/ponto
Material circulante	Convencional	300.000 R\$/ônibus
	Articulado	900.000 R\$/ônibus
Engenharia	5% do valor da obra (custo direto)	Projetos Similares
Interferências	5% do valor da obra (custo direto)	Projetos Similares
BDI	25 % do valor total	Projetos Similares
Contingências	10 % do valor total	Projetos Similares

Para a estimativa de custo conforme cada tipo de sistema, foram consideradas as mais variadas seções que compõem o corredor. A tabela a seguir mostra a subdivisão do tipo de seção conforme cada sistema.

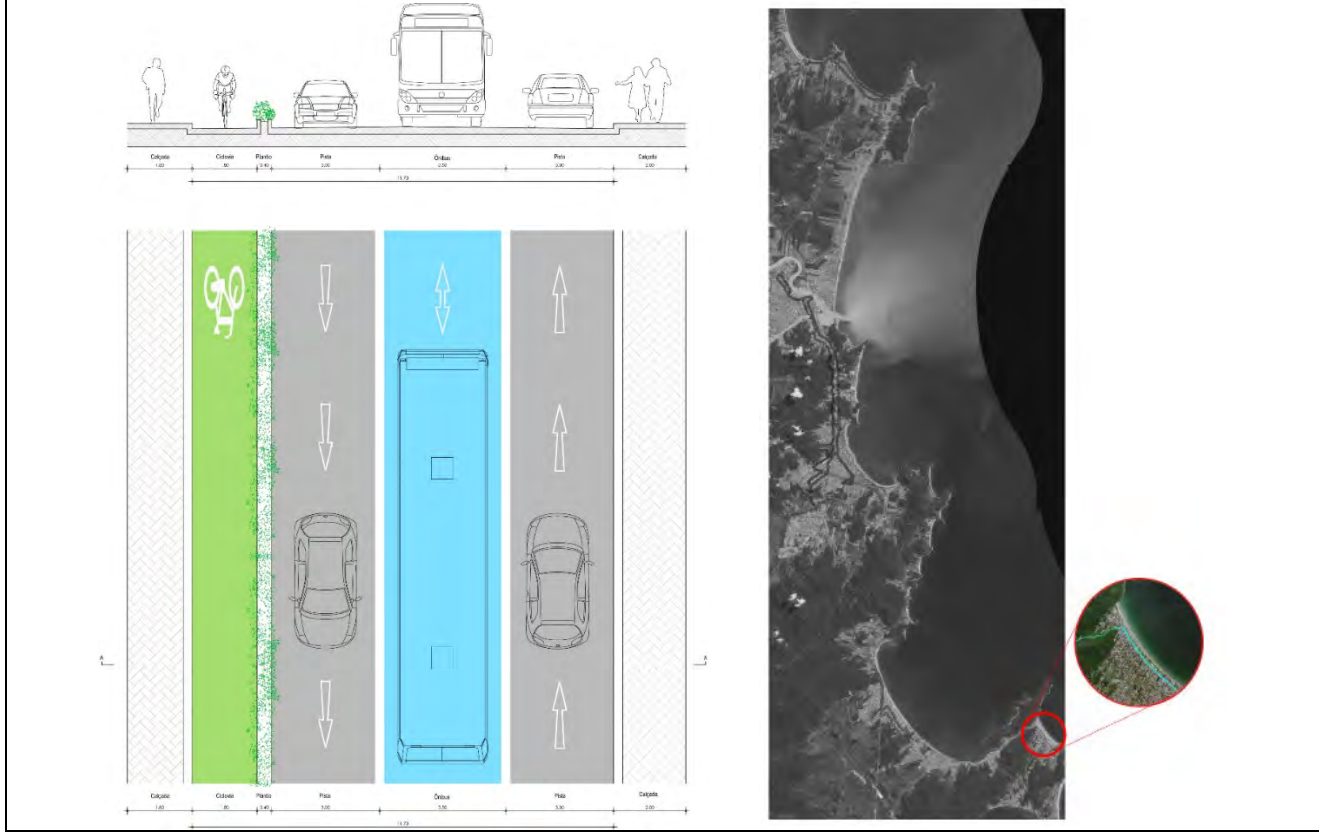
Tabela 2 – Subdivisão do Tipo de Seção Conforme cada Sistema

ID Seção	Sistema Central	Sistema Sul	Sistema Norte	Sistema Oeste	Total
0	0,0 km	32,2 km	1,1 km	122,0 km	155,2 km
1	0,0 km	1,9 km	0,0 km	0,0 km	1,9 km
2	0,0 km	3,0 km	0,0 km	0,0 km	3,0 km
3	5,2 km	12,3 km	1,2 km	0,0 km	18,7 km
4	0,0 km	6,6 km	0,0 km	0,0 km	6,6 km
5	2,8 km	0,6 km	0,0 km	0,0 km	3,4 km
6	2,8 km	0,0 km	0,0 km	0,0 km	2,8 km
7	1,8 km	0,0 km	0,0 km	0,0 km	1,8 km
8	1,5 km	0,0 km	0,0 km	0,0 km	1,5 km
9	16,9 km	0,0 km	0,0 km	0,0 km	16,9 km
10	1,6 km	0,0 km	0,0 km	0,0 km	1,6 km
11	1,6 km	0,0 km	2,1 km	0,0 km	3,7 km
12	2,5 km	0,0 km	0,0 km	0,0 km	2,5 km
13	1,6 km	0,0 km	0,0 km	0,0 km	1,6 km
14	1,5 km	0,0 km	1,3 km	0,0 km	2,7 km
15	0,0 km	0,0 km	6,5 km	0,0 km	6,5 km
16	0,8 km	0,0 km	0,0 km	0,0 km	0,8 km
17	0,0 km	0,0 km	7,9 km	0,0 km	7,9 km
18	0,2 km	0,0 km	2,5 km	0,0 km	2,6 km
19	0,0 km	0,0 km	14,3 km	0,0 km	14,3 km
20	0,0 km	0,0 km	1,3 km	0,0 km	1,3 km
21	0,7 km	0,0 km	0,0 km	0,0 km	0,7 km
TOTAL	41,5 km	56,5 km	38,1 km	122,0 km	258,0 km

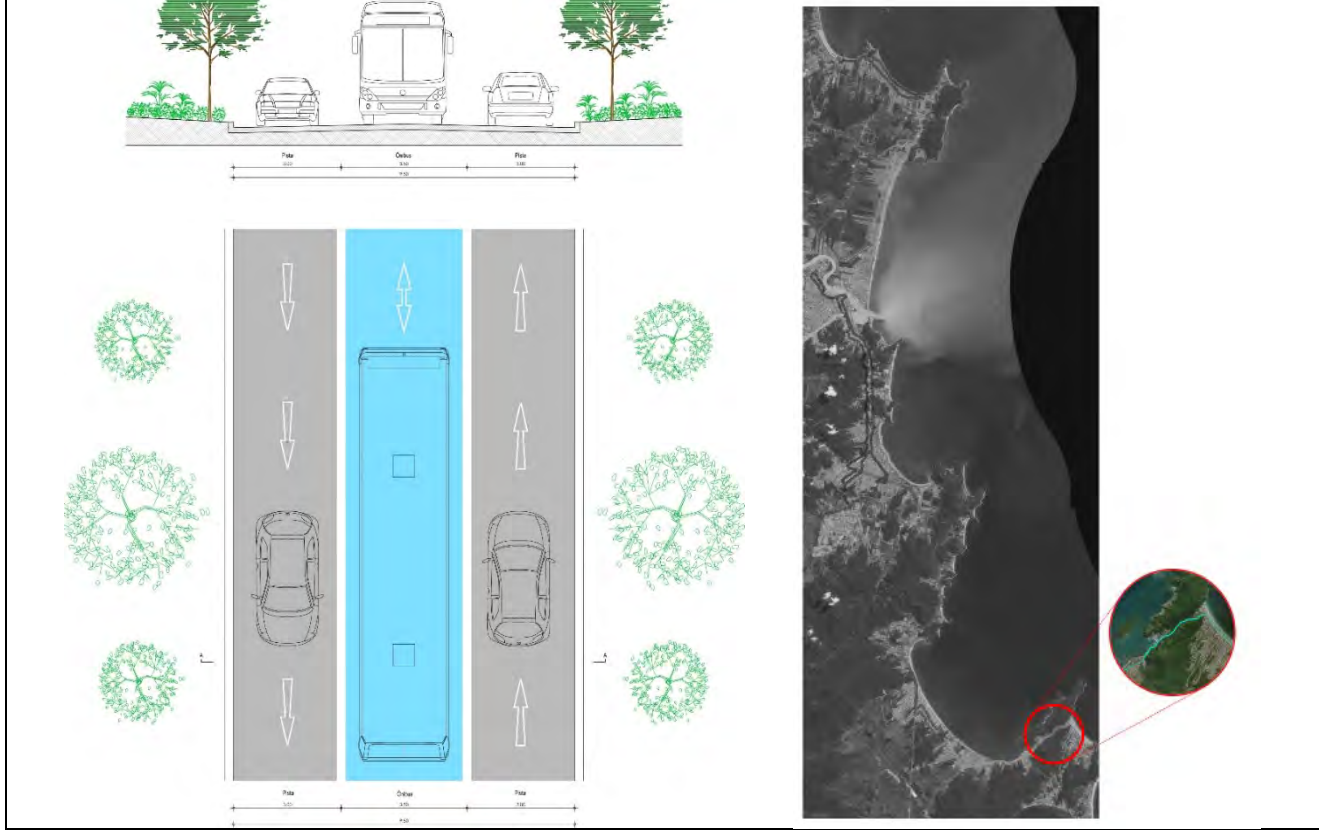
As seções transversais consideradas são detalhadas no seguinte apartado. A “Seção 0” se refere aos trechos onde não é possível implantar uma via reservada para o ônibus, por exemplo o traçado das três linhas do Sistema Oeste (122 km), o tramo de linha que discorre pela via expressa BR-101 e seus laterais entre Balneário de Camboriú e Itapema no Sistema Sul (32,2 km) e o tramo que discorre pela Rodovia Beto Carrero World no Sistema Norte (1,1 km).

2.2.1. Seções transversais adotadas para cada segmento

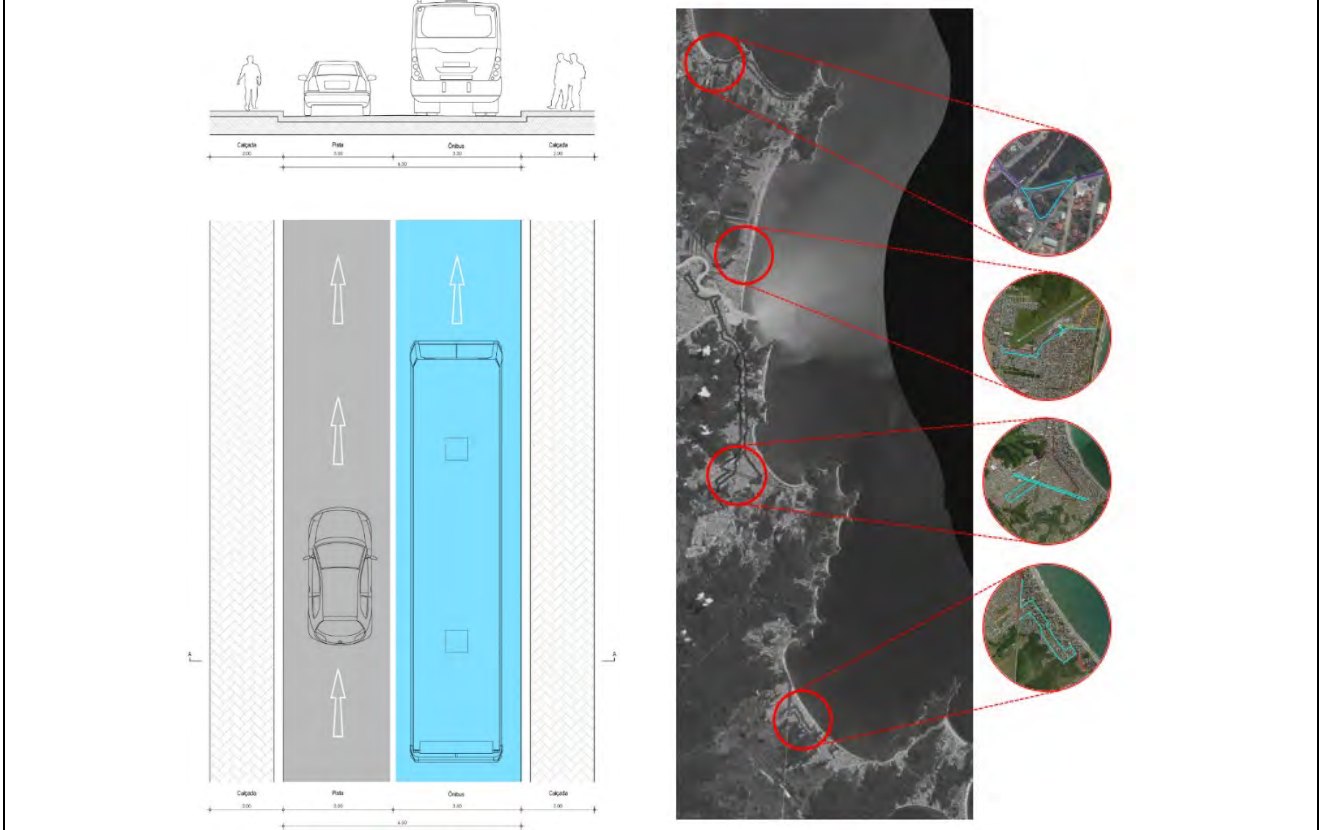
Seção 1 – Extensão de 1,9 km



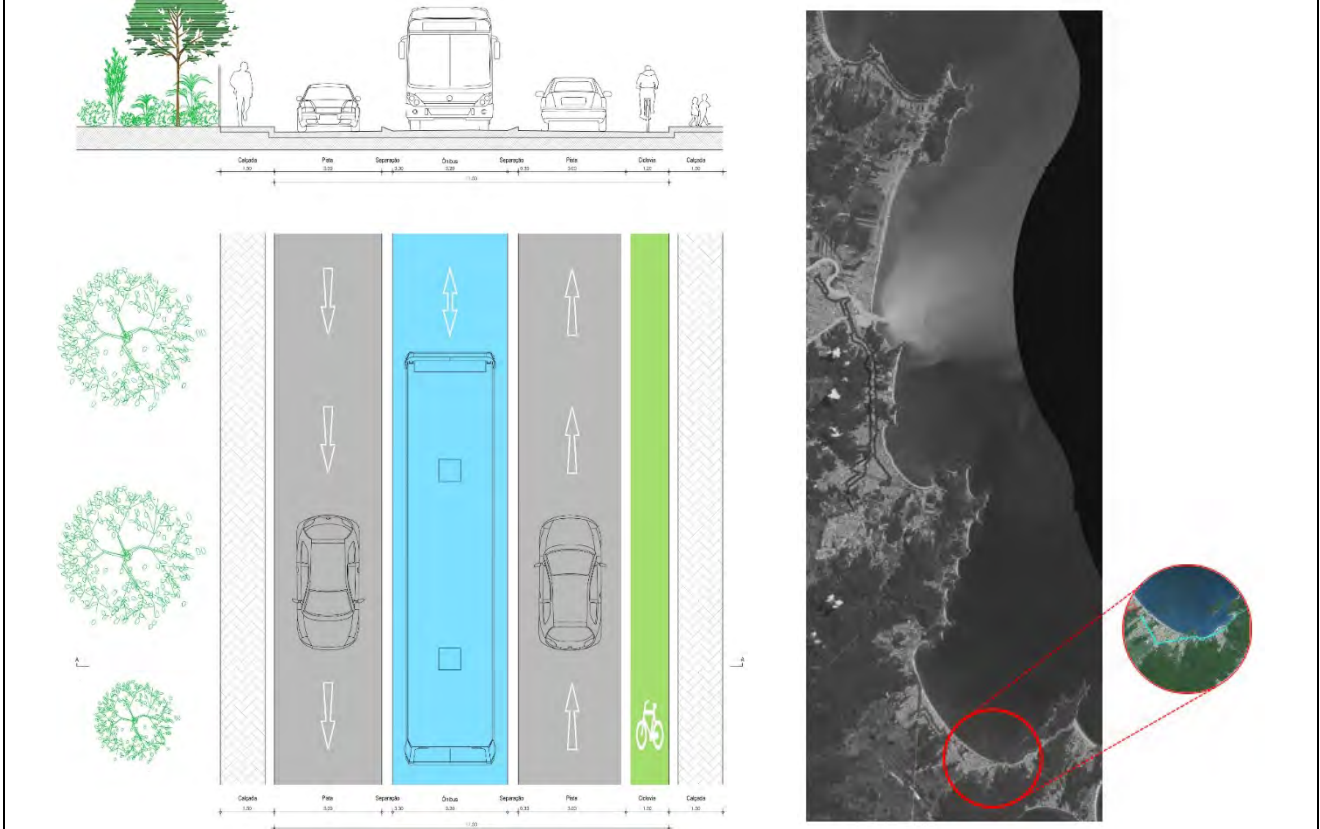
Seção 2 – Extensão de 3,0 km



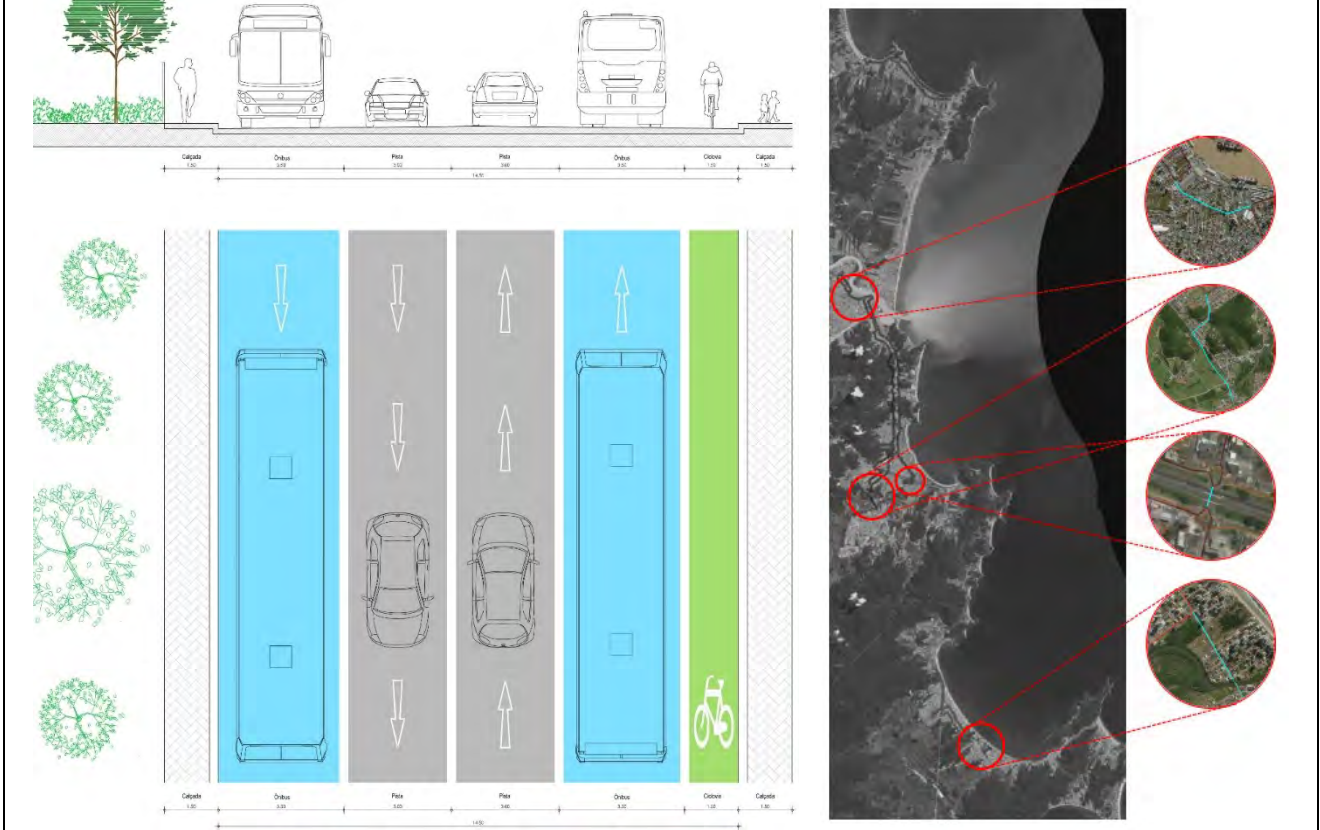
Seção 3 – Extensão de 18,7 km



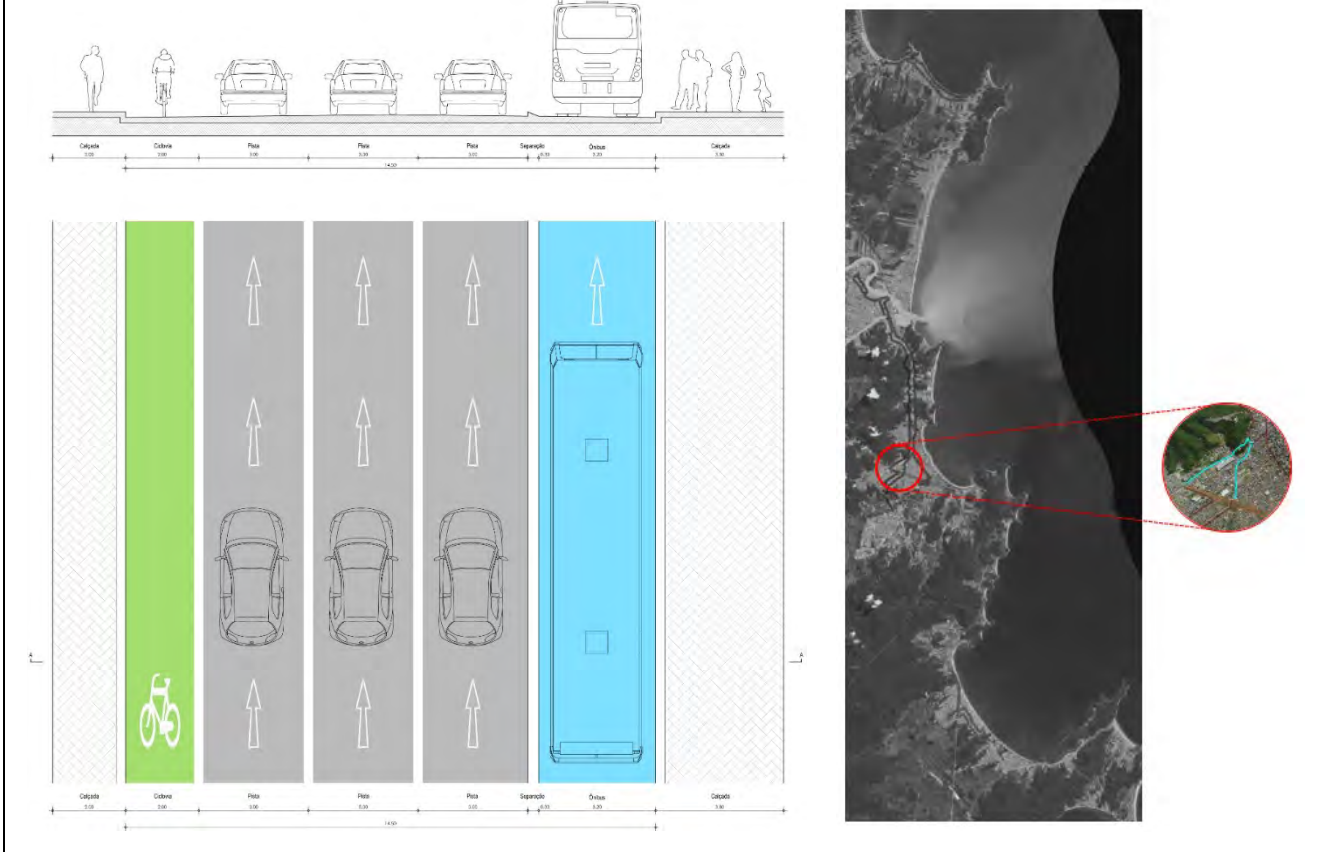
Seção 04 - Extensão de 6,6 km



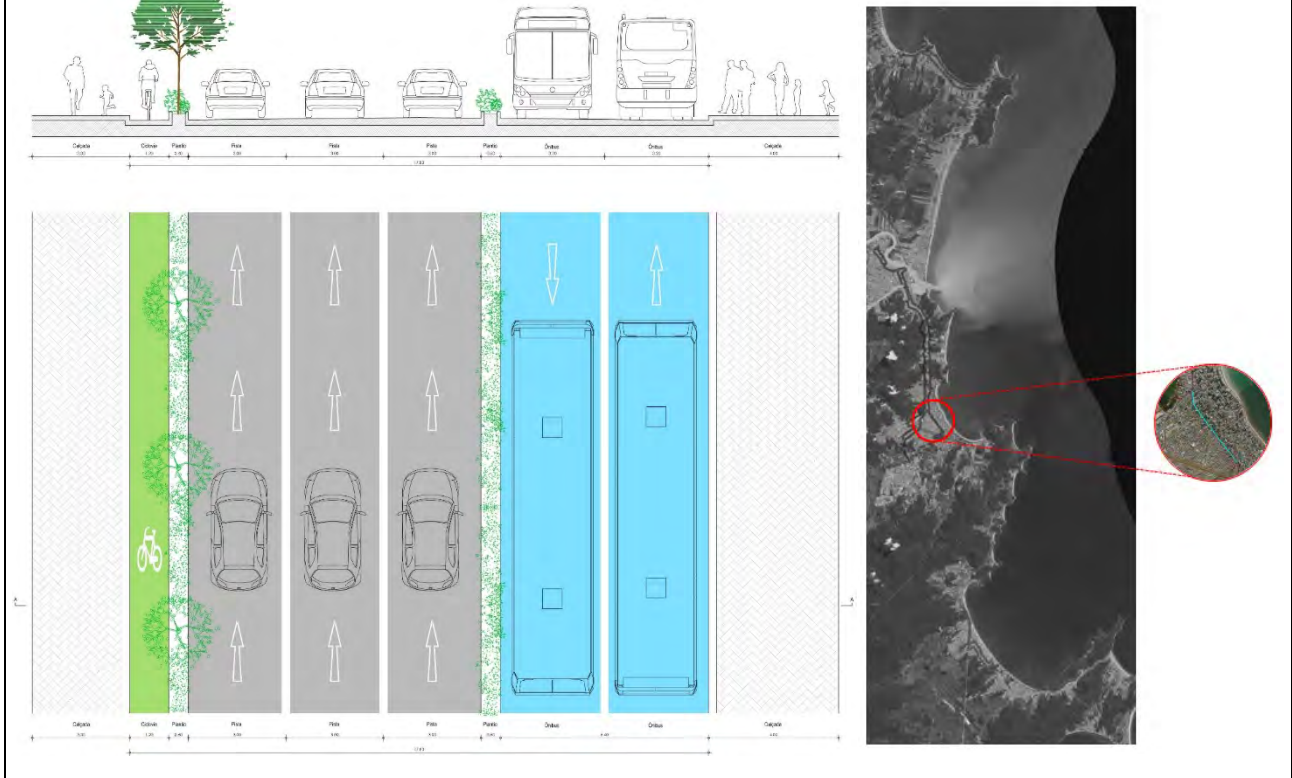
Seção 5 – Extensão de 3,4 km



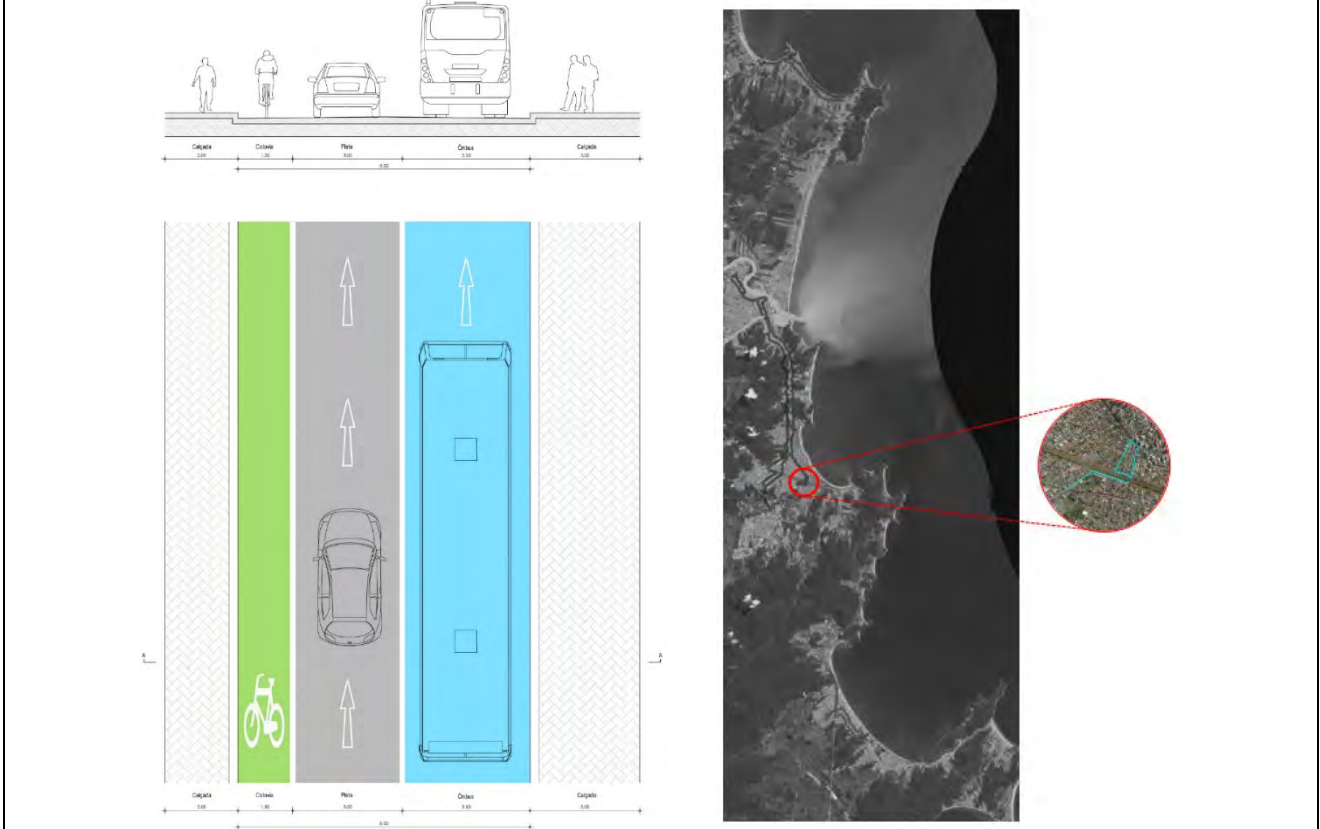
Seção 6 – Extensão de 2,8 km



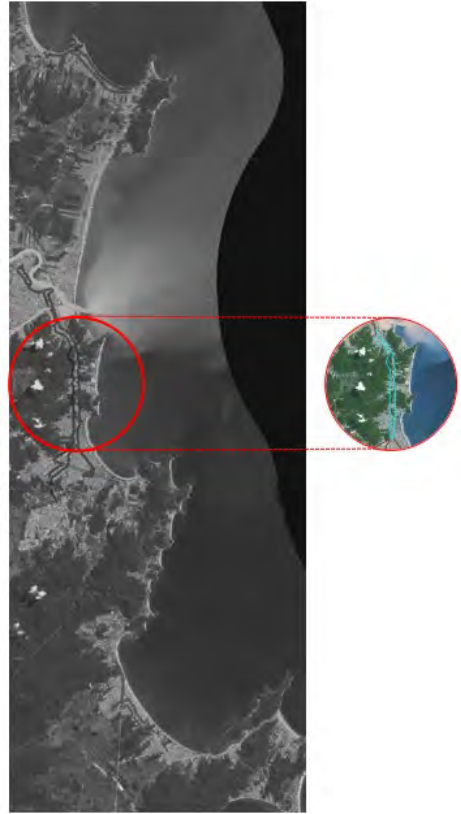
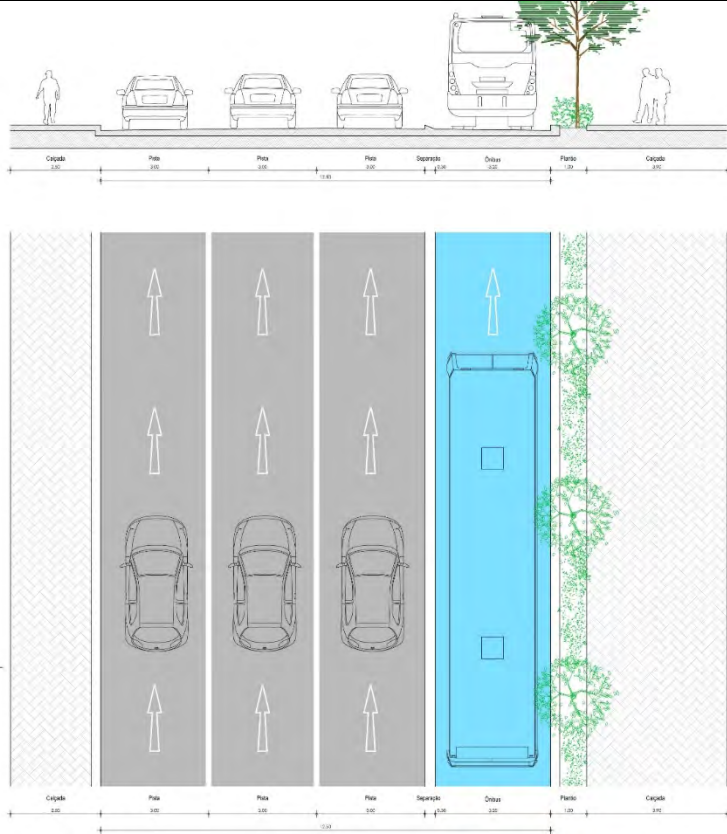
Seção 7 – Extensão de 1,8 km



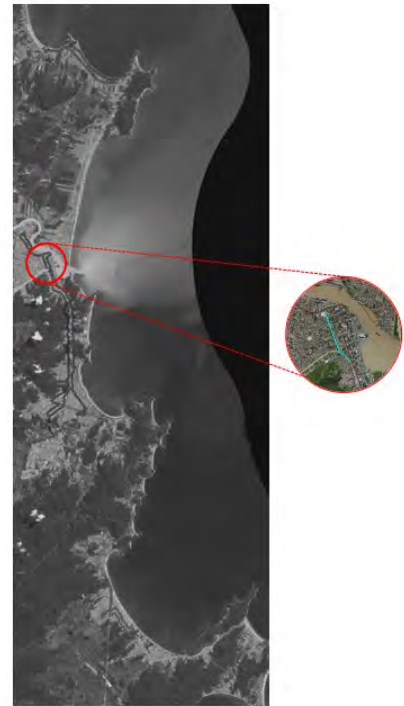
Seção 8 – Extensão de 1,5 km



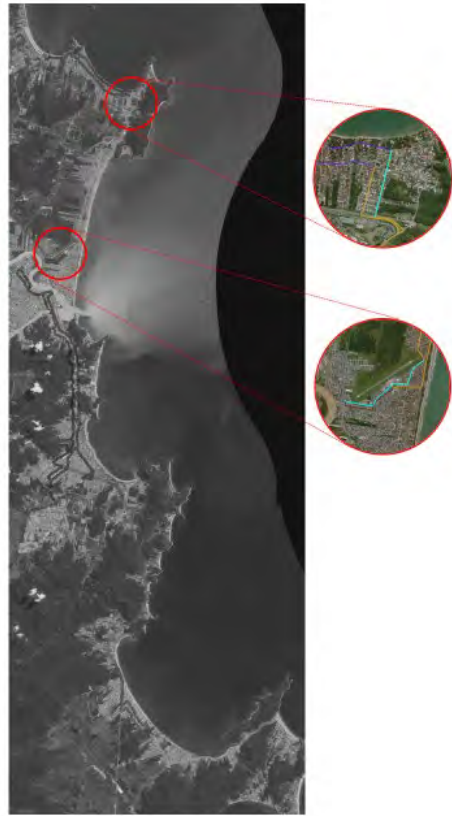
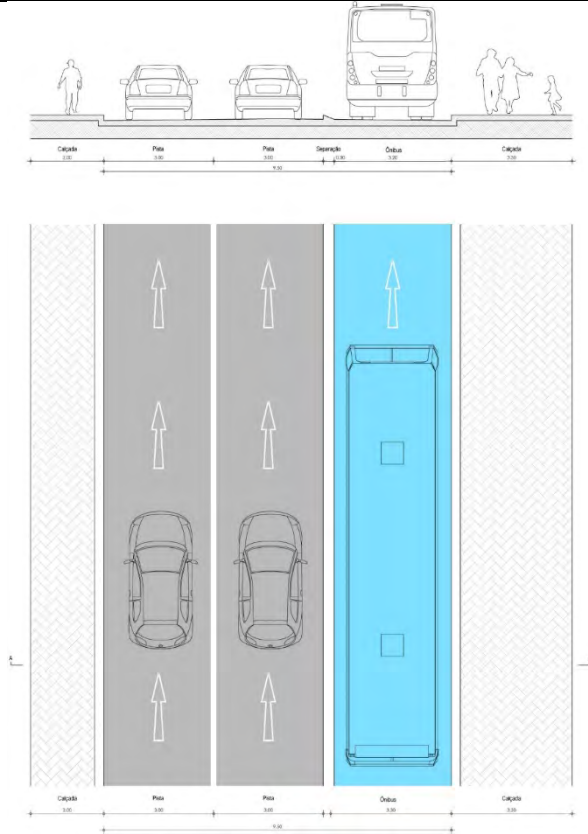
Seção 9 – Extensão de 16,9 km



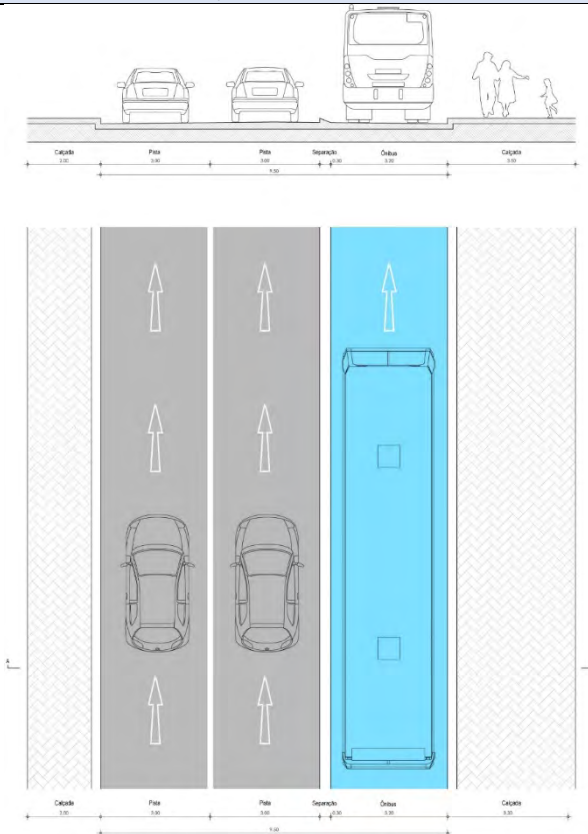
Seção 10 – Extensão de 1,6 km



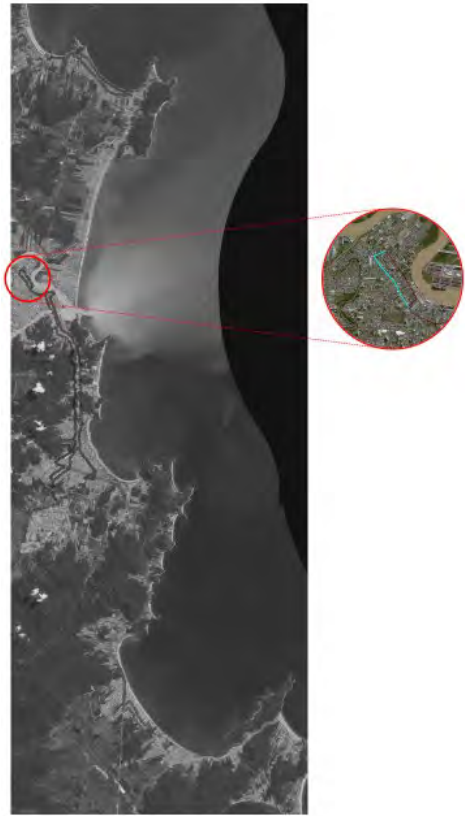
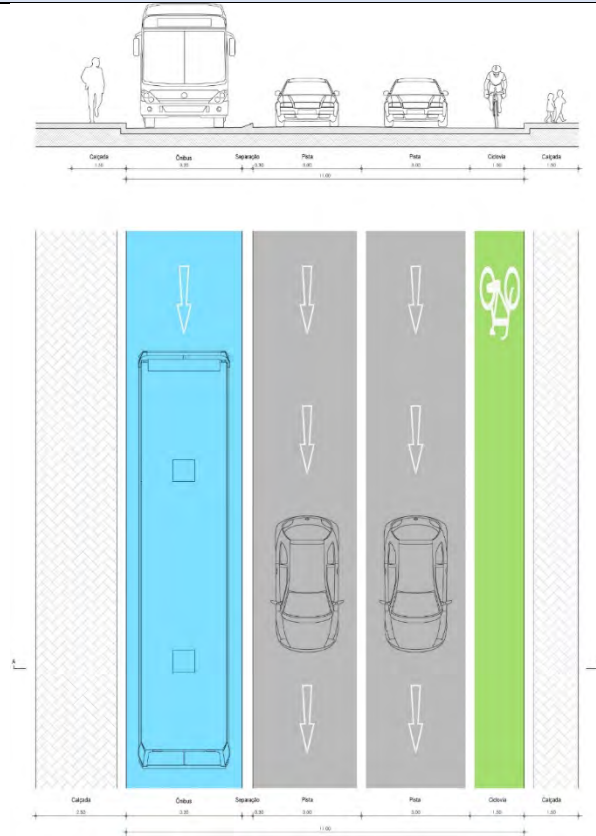
Seção 11 – Extensão de 3,7 km



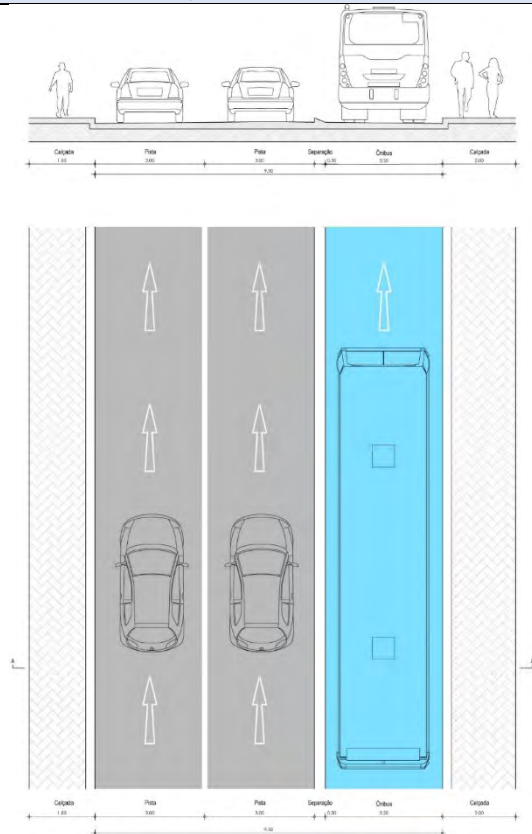
Seção 12 – Extensão de 2,5 km



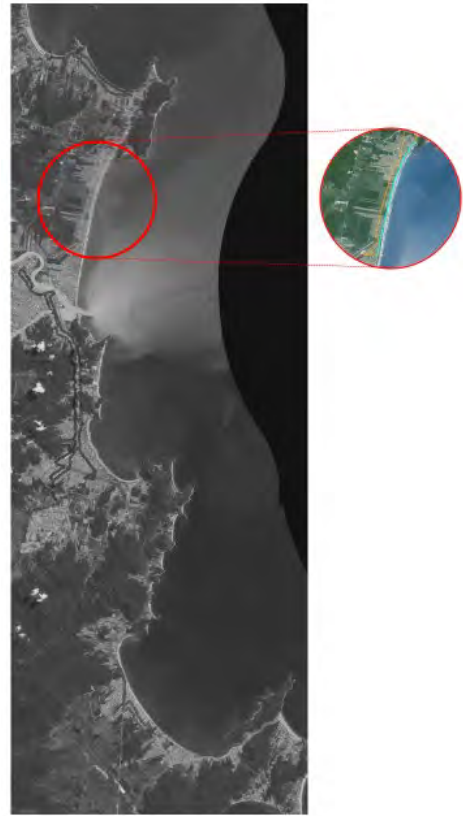
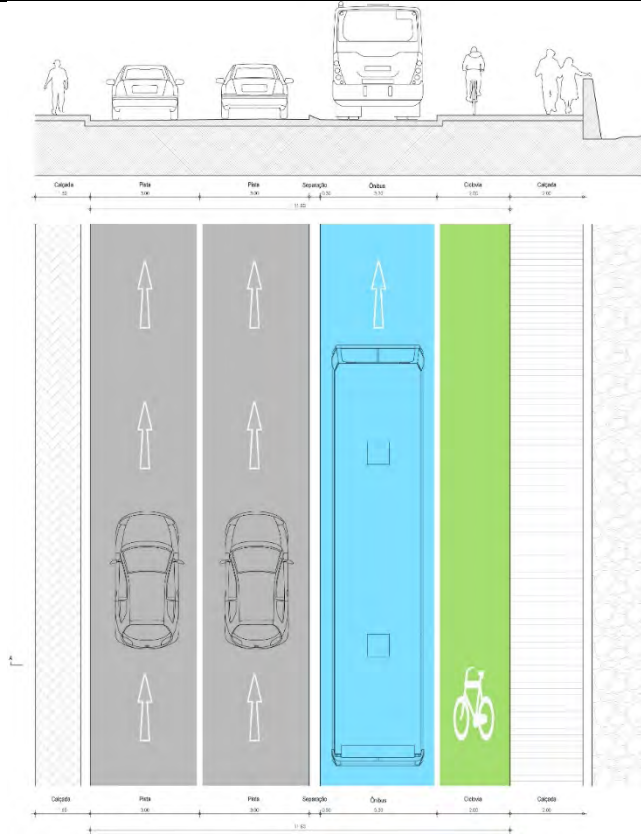
Seção 13 – Extensão de 1,6 km



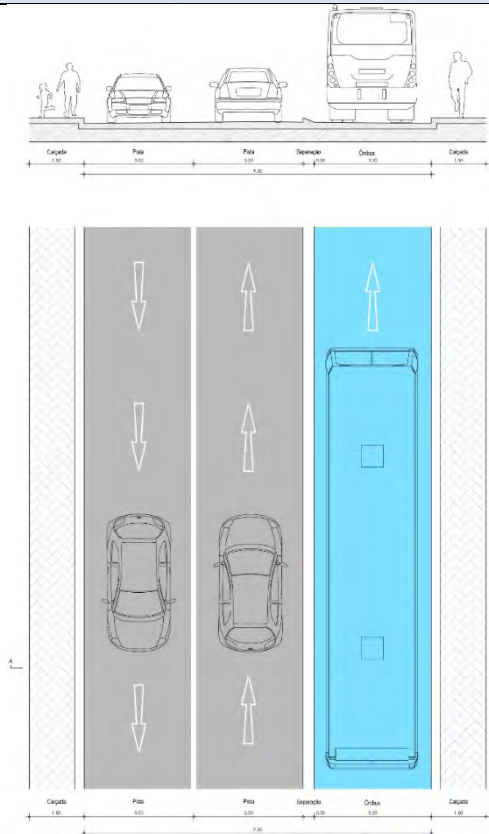
Seção 14 – Extensão de 2,7 km



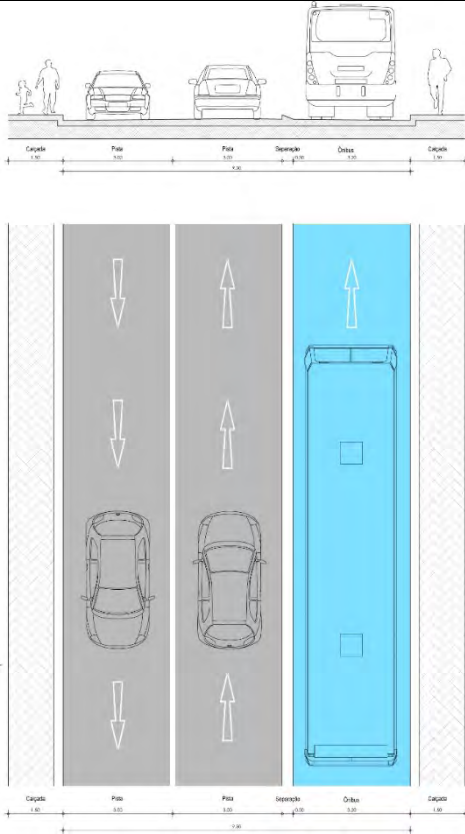
Seção 15 – Extensão de 6,5 km



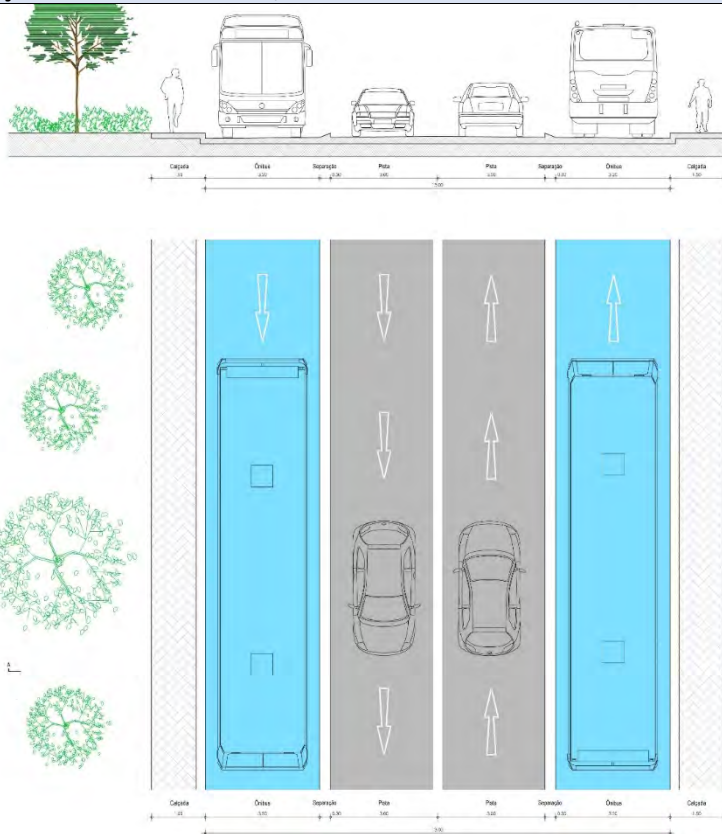
Seção 16 – Extensão de 0,8 km



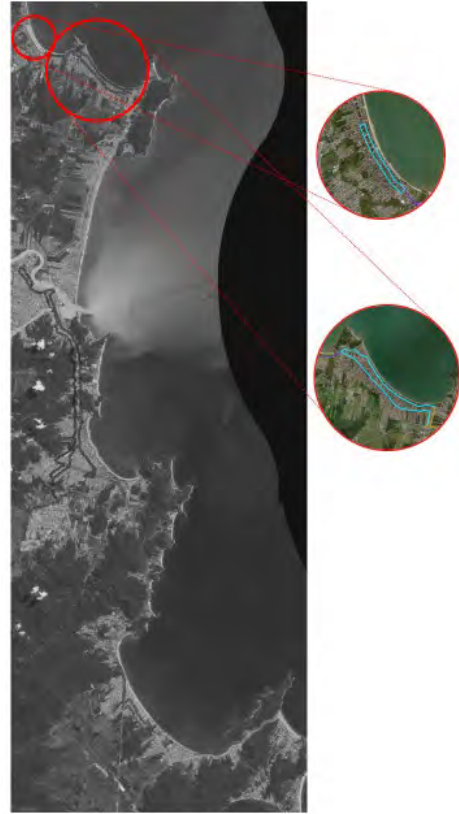
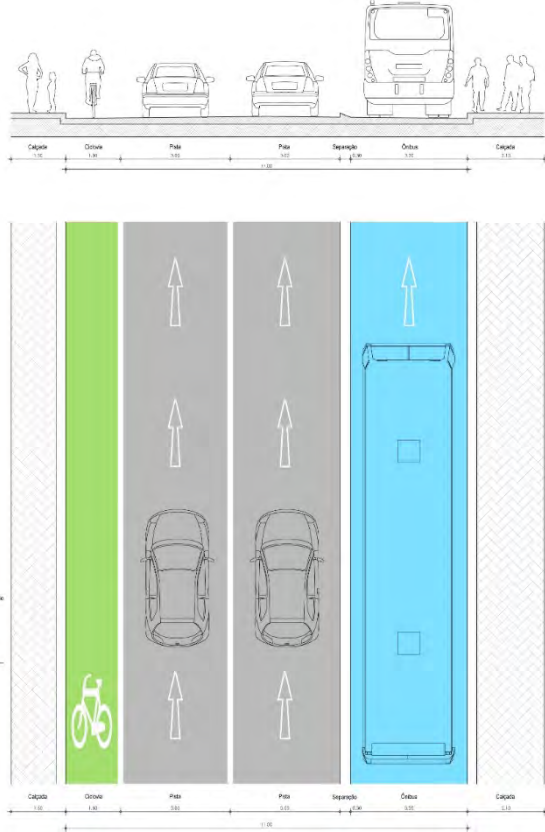
Seção 17 – Extensão de 7,9 km



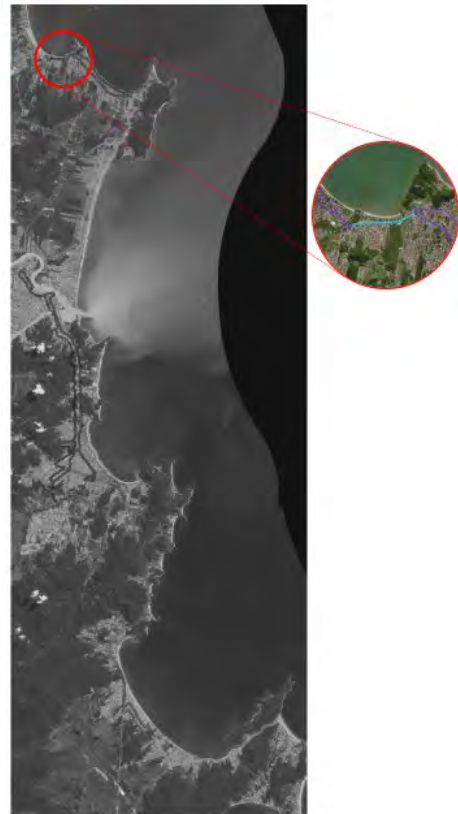
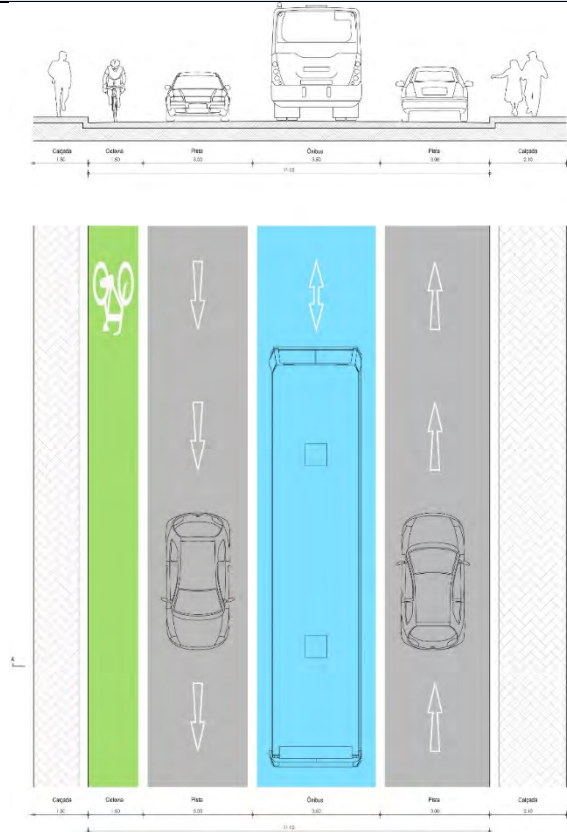
Seção 18 – Extensão de 2,6 km



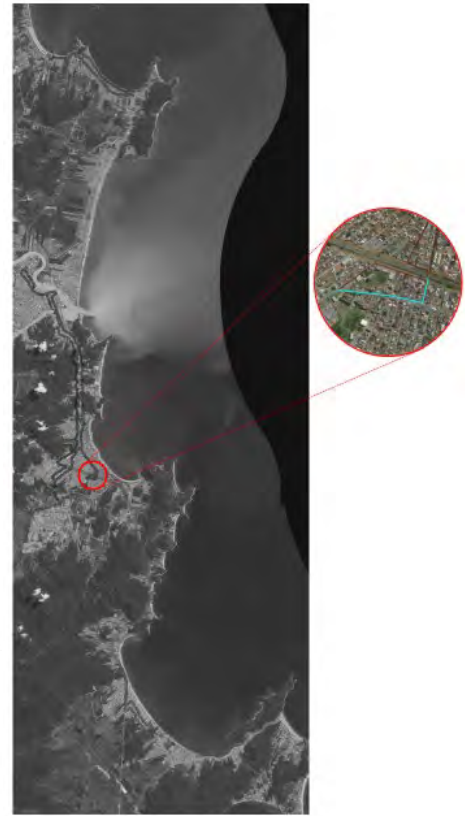
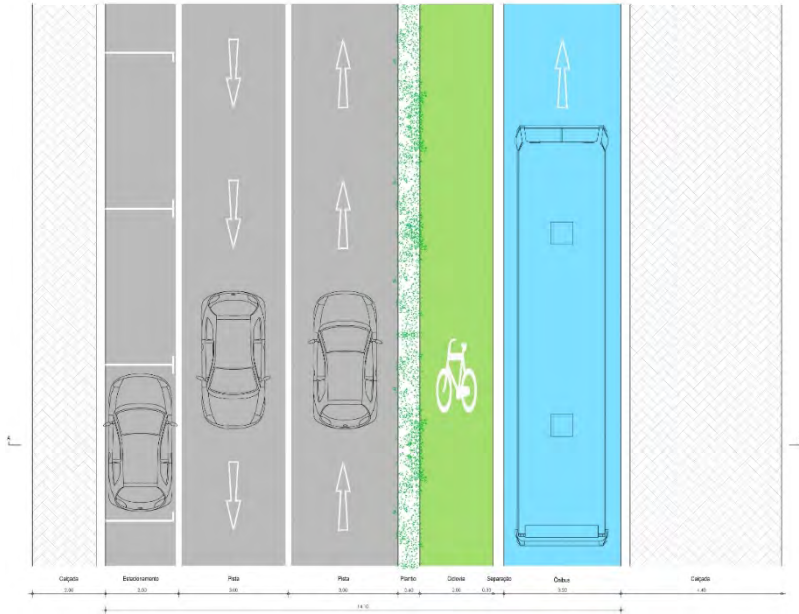
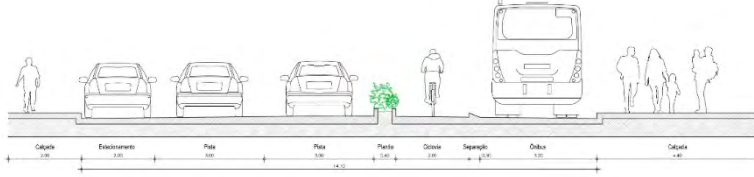
Seção 19 – Extensão de 14,3 km



Seção 20 – Extensão de 1,3 km



Seção 21 – Extensão de 0,7 km



2.2.2. Mapa geral dos sistemas versus tipos de seções aplicadas e planilha de CAPEX

A seguir são apresentados os mapas dos sistemas e a correlação das seções adotadas para cada trecho. Também são apresentados os custos estimados levantados para cada sistema.

Sistema Central (41,50 km)



Figura 2 – Traçado do Sistema Central por seções (41,50 km)

A seguir é apresentada a planilha de CAPEX para implantação do Sistema Central com intervenção em 41,50 quilômetros de vias.

Tabela 3 – Planilha de CAPEX para Implantação do Sistema Central (41,50 km)

ITEM	ESTIMATIVA DE CUSTO - 41,50 km	
	WHITETOPPING	PAVIMENTO RÍGIDO
MOBILIZAÇÃO	R\$ 611.437,71	R\$ 649.824,99
CANTEIRO E ADMINISTRAÇÃO LOCAL	R\$ 4.891.501,66	R\$ 5.198.599,92
SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ 1.739.984,00	R\$ 1.739.984,00
TERRAPLENAGEM	R\$ 6.652.880,00	R\$ 6.652.880,00
RESTAURAÇÃO BRT - PAVIMENTO RÍGIDO	R\$ 9.387.792,80	R\$ 13.226.521,00
RESTAURAÇÃO (CBUQ)- VEÍCULOS LEVES	R\$ 13.520.388,00	R\$ 13.520.388,00
PASSEIO (CONCRETO)	R\$ 6.725.250,00	R\$ 6.725.250,00
CICLOVIA	R\$ 772.892,40	R\$ 772.892,40
ACOSTAMENTO / ESTACIONAMENTO	R\$ 208.564,00	R\$ 208.564,00
DRENAGEM	R\$ 5.183.145,60	R\$ 5.183.145,60
SINALIZAÇÃO	R\$ 3.735.000,00	R\$ 3.735.000,00
ILUMINAÇÃO	R\$ 6.224.400,00	R\$ 6.224.400,00
PAISAGISMO	R\$ 873.474,00	R\$ 873.474,00

ITEM	ESTIMATIVA DE CUSTO - 41,50 km	
	WHITETOPPING	PAVIMENTO RÍGIDO
PONTES	R\$ 1.210.000,00	R\$ 1.210.000,00
ESTAÇÕES E PONTOS DE PARADA	R\$ 4.910.000,00	R\$ 4.910.000,00
ENGENHARIA	R\$ 3.057.188,54	R\$ 3.249.124,95
INTERFERÊNCIAS	R\$ 3.057.188,54	R\$ 3.249.124,95
BDI	R\$ 18.190.271,81	R\$ 19.332.293,45
CONTINGÊNCIAS	R\$ 7.276.108,73	R\$ 7.732.917,38
TOTAL	R\$ 98.227.467,79	R\$ 104.394.384,64

Sistema Sul (56,5 km)



Figura 3 – Traçado do Sistema Sul por seções (56,60 km)

A seguir é apresentada a planilha de CAPEX para implantação do Sistema Sul com intervenção em 24,30 quilômetros de vias, ou seja, já descontando 32,20 quilômetros das vias que serão reaproveitadas sem qualquer tipo de intervenção.

Tabela 4 – Planilha de CAPEX para Implantação do Sistema Sul (56,60 km)

ITEM	ESTIMATIVA DE CUSTO - 24,30 km	
	WHITETOPPING	PAVIMENTO RÍGIDO
MOBILIZAÇÃO	R\$ 272.414,42	R\$ 293.141,91
CANTEIRO E ADMINISTRAÇÃO LOCAL	R\$ 2.179.315,34	R\$ 2.345.135,30
SERVÇOS PRELIMINARES	R\$ 345.984,00	R\$ 345.984,00
TERRAPLENAGEM	R\$ 1.322.880,00	R\$ 1.322.880,00
RESTAURAÇÃO BRT - PAVIMENTO RIGIDO	R\$ 5.069.000,60	R\$ 7.141.750,00

ITEM	ESTIMATIVA DE CUSTO - 24,30 km	
	WHITETOPPING	PAVIMENTO RÍGIDO
RESTAURAÇÃO (CBUQ)- VEICULOS LEVES	R\$ 4.964.730,00	R\$ 4.964.730,00
PASSEIO (CONCRETO)	R\$ 2.293.788,00	R\$ 2.293.788,00
CICLOVIA	R\$ 446.025,60	R\$ 446.025,60
ACOSTAMENTO / ESTACIONAMENTO	R\$ 0,00	R\$ 0,00
DRENAGEM	R\$ 1.741.145,60	R\$ 1.741.145,60
SINALIZAÇÃO	R\$ 2.196.000,00	R\$ 2.196.000,00
ILUMINAÇÃO	R\$ 2.774.000,00	R\$ 2.774.000,00
PAISAGISMO	R\$ 40.888,00	R\$ 40.888,00
PONTES	R\$ 2.167.000,00	R\$ 2.167.000,00
ESTAÇÕES E PONTOS DE PARADA	R\$ 3.880.000,00	R\$ 3.880.000,00
ENGENHARIA	R\$ 1.362.072,09	R\$ 1.465.709,56
INTERFERÊNCIAS	R\$ 1.362.072,09	R\$ 1.465.709,56
BDI	R\$ 8.104.328,94	R\$ 8.720.971,88
CONTINGÊNCIAS	R\$ 3.241.731,57	R\$ 3.488.388,75
TOTAL	R\$ 43.763.376,25	R\$ 47.093.248,16

Sistema Norte (38,10 km)

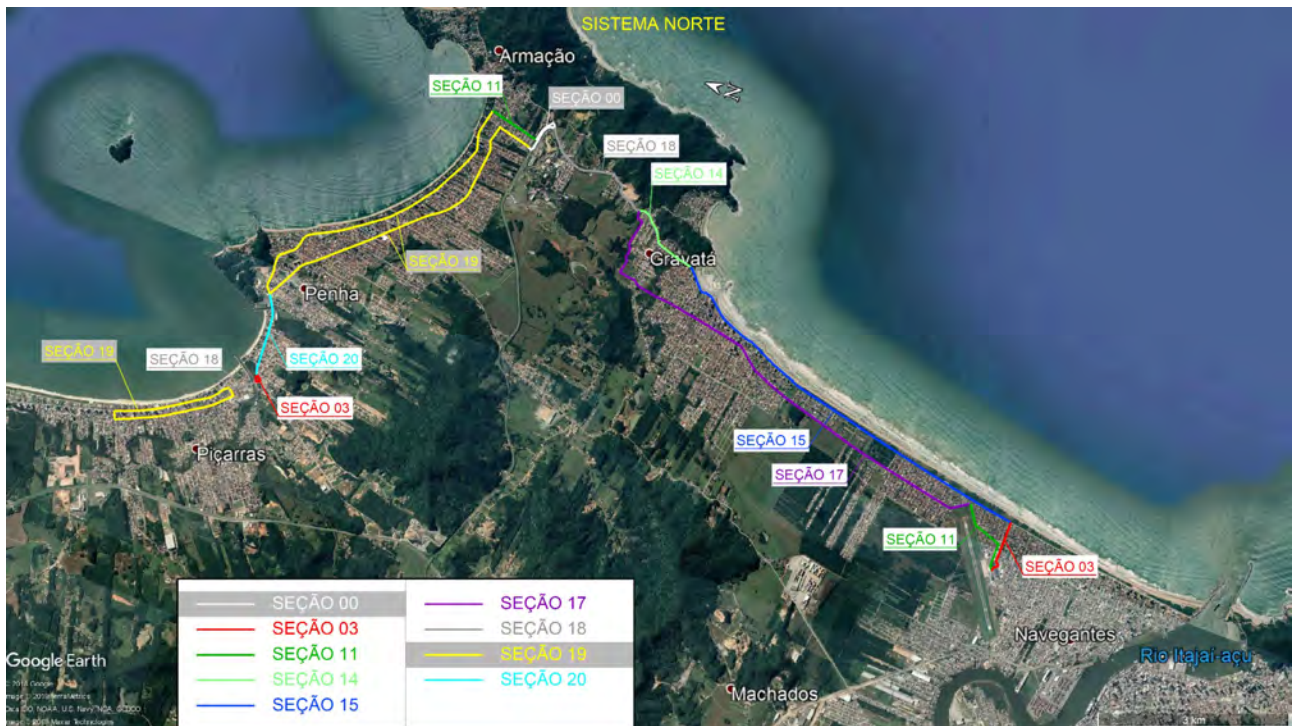


Figura 4 – Traçado do Sistema Norte por seções (38,10 km)

A seguir é apresentada a planilha de CAPEX para implantação do Sistema Norte com intervenção em 37,00 quilômetros de vias, ou seja, já descontando 1,10 quilômetro das vias que serão reaproveitadas sem qualquer tipo de intervenção.

Tabela 5 – Planilha de CAPEX para Implantação do Sistema Norte (38,10 km)

ITEM	ESTIMATIVA DE CUSTO - 37,00 km	
	WHITETOPPING	PAVIMENTO RÍGIDO
MOBILIZAÇÃO	R\$ 438.362,64	R\$ 471.194,98
CANTEIRO E ADMINISTRAÇÃO LOCAL	R\$ 3.506.901,13	R\$ 3.769.559,81
SERVÇOS PRELIMINARES	R\$ 637.619,00	R\$ 637.619,00
TERRAPLENAGEM	R\$ 2.437.955,00	R\$ 2.437.955,00
RESTAURAÇÃO BRT - PAVIMENTO RIGIDO	R\$ 8.029.298,50	R\$ 11.312.532,00
RESTAURAÇÃO (CBUQ)- VEICULOS LEVES	R\$ 9.929.460,00	R\$ 9.929.460,00
PASSEIO (CONCRETO)	R\$ 4.083.072,00	R\$ 4.083.072,00
CICLOVIA	R\$ 1.758.230,00	R\$ 1.758.230,00
ACOSTAMENTO / ESTACIONAMENTO	R\$ 0,00	R\$ 0,00
DRENAGEM	R\$ 2.862.629,60	R\$ 2.862.629,60
SINALIZAÇÃO	R\$ 3.339.000,00	R\$ 3.339.000,00
ILUMINAÇÃO	R\$ 5.548.000,00	R\$ 5.548.000,00
PAISAGISMO	R\$ 0,00	R\$ 0,00
PONTES	R\$ 2.651.000,00	R\$ 2.651.000,00
ESTAÇÕES E PONTOS DE PARADA	R\$ 2.560.000,00	R\$ 2.560.000,00
ENGENHARIA	R\$ 2.191.813,21	R\$ 2.355.974,88
INTERFERÊNCIAS	R\$ 2.191.813,21	R\$ 2.355.974,88
BDI	R\$ 13.041.288,57	R\$ 14.018.050,54
CONTINGÊNCIAS	R\$ 5.216.515,43	R\$ 5.607.220,21
TOTAL	R\$ 70.422.958,28	R\$ 75.697.472,89

Sistema Oeste (122,00 km)

Para o sistema Oeste não foi previsto CAPEX de intervenção da via, pois todo o trecho está compreendido em uma região de aproveitamento integral de acessos/arruamentos existentes. Serão considerados os CAPEX em material móvel detalhados no apartado 2.4 deste relatório.

Justificativa do Dimensionamento e custos dos pontos de parada

Foram adotados pontos de parada com as seguintes características:

1. (P15) - Ponto de alta demanda: abrigo de 15 metros, painel digital e tinta asfáltica;
2. (P5) - Ponto de baixa demanda: abrigo de 5 metros e tinta asfáltica;
3. (PB) - Ponto Básico: sinal de ponto de ônibus;

Tabela 6 – Tipos de Estações – Custos de Implantação (R\$)

	Ponto de altas prestações	Ponto intermediário	Ponto Básico
Abrigo	Sim (15 m)	Sim (5 m)	-
Sinal vertical	-	-	Sim
Tinta asfáltica	Sim	Sim	Sim
Código	P15	P5	PB
Preço unitário	R\$ 70.000,00	R\$ 60.000,00	R\$ 20.000,00

Tabela 7 – Estações por Sistema e Tipo – Custos de Implantação (R\$)

	Sistema Central	Sistema Sul	Sistema Norte
P10	28	5	2
P5	34	24	18
PB	14	44	45
Custo Total	R\$ 4.280.000,00	R\$ 2.670.000,00	R\$ 2.120.000,00

Justificativa do custos das obras de arte especiais:

Tabela 8 – Obras de Arte Especiais – Custos de Implantação (R\$)

OBRAS DE ARTE ESPECIAIS	ÁREA (m ²)	VALOR TOTAL
Ponte - av. Prefeito José Juvenal Mafra (ext. 22,00m)	330	R\$ 1.815.000,00
Ampliação da ponte rua são Miguel (ext. 19,00m)	152	R\$ 836.000,00
Ampliação da ponte da av. Santa Catarina (ext. 44,00m)	220	R\$ 1.210.000,00
Ampliação da ponte da av. Hironildo conceição dos Santos (ext. 60,00m)	300	R\$ 1.650.000,00
Ampliação da ponte da av. Governador Celso Ramos-001 (ext. 25,00m)	50	R\$ 275.000,00
Ampliação da ponte da av. Governador Celso Ramos-002 (ext. 11,00m)	44	R\$ 242.000,00

2.3. Infraestrutura Operacional

A infraestrutura operacional, conformada por garagem, centro de controle operacional e *back office* e oficina mecânica, foi estimada agregadamente para todo o sistema. A seguinte tabela mostra a estimativa dos custos:

Tabela 9 – Estimativa dos Custos de Infraestrutura

ITEM	ESTIMATIVA DE CUSTO
GARAGEM (20.000 M ²)	R\$ 5.500.000,00
CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL E BACKOFFICE	R\$ 5.600.000,00
OFICINA MECÂNICA	R\$ 8.000.000,00
TOTAL	R\$ 19.100.000,00

2.4. Dimensionamento e Custo do Material Rodante

Para a estimativa do material rodante, foram considerados os trechos definidos no Relatório de desenhos preliminares.

- **Sistema Central:** formado por 4 trechos, dois entre Navegantes, Itajaí e Nações; e dois mais desde Nações até Camboriú e Universidade/Hospital de Balneário de Camboriú.
- **Sistema Sul:** formado per 3 linhas, entre Bombinhas, Porto Belo Itapema e Balneário de Camboriú.
- **Sistema Norte:** formada per duas linhas entre Navegantes, Penha e Piçarras.



Figura 5 – Segmentos de Transporte Coletivo considerados para cada Sistema

A estimativa do número de unidades de Material Rodante foi calculada a partir das frequências mínimas previstas para cobrir a demanda prevista no capítulo “Pré-dimensionamento da Demanda de Sistema Projetado” do “Relatório 2 - Desenhos Preliminares e Plano de Implantação”.

As variáveis usadas para a estimativa do número de unidades de Material Circulante são as seguintes:

Tabela 10 – Variáveis Básicas dos Trechos do Sistema Central

	Navegantes Aeroporto – Itajaí	Itajaí - Nações (BC)	Nações (BC) - 3a Avenida - Univali / Hospital (BC)	Nações (BC) – Tabuleiro (Camboriú) – Camboriú Prefeitura
Longitude ida e volta (km)	17	18	6	10
Velocidade comercial (km/h)	18	18	18	18
Frequência mínima, 2016 (min)	5,9	15,9	9,1	9,6
Frequência mínima, 2020 (min)	4,8	8,8	9,0	7,6
Frequência mínima, 2030 (min)	3,6	5,2	5,7	4,7
Frequência mínima, 2045 (min)	2,3	4,0	4,7	3,7

Tabela 11 - Variáveis Básicas dos Trechos do Sistema Sul (Direita) e Sistema Norte (Esquerda)

	Bombinhas – Porto Belo	Porto Belo - Itapema	Itapema – Balneário de Camboriú	Balneário Piçarras-Penha	Penha – Navegantes Aeroporto
Longitude ida e volta (km)	23,0	12,0	33,0	18,0	25,0
Velocidade comercial (km/h)	18	18	37	18	18
Frequência mínima, 2016 (min)	69,8	36,5	34,9	42,0	15,2
Frequência mínima, 2020 (min)	44,8	30,9	22,6	12,6	19,4
Frequência mínima, 2030 (min)	30,6	15,4	11,9	8,3	10,1
Frequência mínima, 2045 (min)	15,8	8,7	6,9	6,2	6,2

Tabela 12 - Variáveis Básicas dos Trechos do Sistema Sul (Direita) e Sistema Norte (Esquerda)

	Bombinhas – Porto Belo	Porto Belo - Itapema	Itapema – Balneário de Camboriú
Longitude ida e volta (km)	36,9	48,5	36,6
Velocidade comercial (km/h)	42,2	45,5	46,7
Frequência mínima, 2016 (min)	90,0	90,0	90,0
Frequência mínima, 2020 (min)	60,0	60,0	60,0
Frequência mínima, 2035 (min)	45,0	45,0	45,0
Frequência mínima, 2045 (min)	30,0	30,0	30,0

Para o cálculo do tempo de percurso dos trechos definidos, foi considerado um descanso dos motoristas de 5 minutos a cada hora. A seguinte tabela mostra o número de ônibus necessários estimados para os diferentes trechos definidos:

Tabela 13 – Número de Ônibus Necessários dos Trechos do Sistema Central

	Navegantes Aeroporto – Itajaí	Itajaí – Nações (BC)	Nações (BC) – 3ª Avenida – Univali / Hospital (BC)	Nações (BC) – Tabuleiro (Camboriú) – Camboriú Prefeitura
2016	12	4	4	5
2020	14	7	4	6
2030	18	11	6	10
2045	28	15	7	12

Tabela 14 - Número de Ônibus Necessários dos Trechos do Sistema Sul (Direita) e Sistema Norte (Esquerda)

	Bombinhas – Porto Belo	Porto Belo - Itapema	Itapema – Balneário de Camboriú	Balneário Piçarras- Penha	Penha – Navegantes Aeroporto
2016	2	2	2	2	5
2020	2	2	4	6	4
2030	3	3	7	9	8
2045	5	6	11	12	12

Tabela 15 - Número de Ônibus Necessários dos Trechos do Sistema Oeste

	Itajaí-Brusque	Itajaí-Gaspar-Blumenau	Navegantes-Luiz Alves
2016	2	2	2
2020	2	3	2
2030	3	4	3
2045	4	5	4

O tipo de ônibus (convencional o articulado) foi definido de acordo às demandas dos diferentes trechos. Em geral, o Sistema Central precisa de ônibus articulado, para os Sistemas Norte e Sul, com uma menor

demanda, considerou-se ônibus convencionais. Porém, para os horizontes temporais futuros se precisa cada vez mais de ônibus articulados (ver Relatório 2 para mais detalhes).

De acordo a as diferentes fontes consultadas os custos considerados são os seguintes:

Tabela 16 - Custos Unitários de Aquisição de Material Rodante

ITEM	ESTIMATIVA DE CUSTO
Ônibus convencional	R\$ 310.000
Ônibus articulado	R\$ 920.000
Ônibus biarticulado	R\$ 1.560.000

Para o cálculo do material de reserva, considerou-se 10% do total de material rodante operando. A seguinte tabela mostra os resultados para cada Sistema e horizonte temporal analisado.

Tabela 17 - Custo de Aquisição do Material Rodante por Sistema em R\$ Milhões

	Sistema Central	Sistema Sul	Sistema Norte	Sistema Oeste	Em reserva	Total
2016	23,0	4,3	2,2	1,9	3,4	34,8
2020	28,5	6,1	9,2	2,2	4,9	51,0
2030	53,0	12,0	15,6	3,1	9,0	92,7
2045	97,0	20,2	22,1	20,3	17,1	176,7

2.5. Custos da Ponte sobre o Rio Itajaí

A seguir é apresentada a Estimativa de Custo para a implantação da Ponte Sobre o Rio Itajaí, para a Alternativa apresentada e justificada no Relatório 2, Estudos Preliminares.

Tabela 18 – Estimativa de Orçamento da Ponte Sobre o Rio Itajaí

ALTERNATIVA 1 (Curva)								
1	Meso (Blocos e Pilares) e Superestrutura (Tabuleiro)	Limite Inferior (R\$/m ²)	Limite Superior (R\$/m ²)	Média (R\$/m ²)	Dimensões			Custo
					Extensão (m)	Largura (m)	Área (m ²)	
	Concreto Armado/Protendido	4.952,00	6.190,57	5.571,51	1.520,00	21,10	32.072,00	R\$ 178.689.468,72
	Balanços Sucessivos com Vigamento	11.266,83	14.485,93	12.876,38	235,00	21,10	4.958,50	R\$ 63.847.512,88
							TOTAL	R\$ 242.536.981,60
2	Infraestrutura (Fundações)	Limite Inferior (10%)	Limite Superior (30%)	Média (20%)	Custo			
	Concreto Armado/Protendido	17.868.946,87	53.606.840,62	35.737.893,74				R\$ 35.737.893,74
	Balanços Sucessivos com Vigamento	6.384.751,29	19.154.253,86	12.769.502,58				R\$ 12.769.502,58
							TOTAL	R\$ 48.507.396,32
3	Desapropriações	Limite Inferior (R\$/m ²)	Limite Superior (R\$/m ²)	Média (R\$/m ²)	Área Total (m ²)	Custo		
	Itajaí	200,00	1.339,29	769,64	46.923,00			R\$ 36.113.951,79
	Navegantes	480,00	1.192,84	836,42	47.596,00			R\$ 39.810.316,34
								TOTAL
4	Contingência (20%)							R\$ 73.393.729,21
TOTAL ALTERNATIVA 1								R\$ 440.362.375,25

2.6. Custo do Túnel sob o Rio Itajaí

Como alternativa à travessia do Rio Itajaí, foi avaliada opção em túnel, no mesmo posicionamento definido para a Ponte.

Os critérios adotados também seguiram as principais premissas utilizadas na ponte de rampas de acesso e seção transversal. Em função de não se ter pesquisas da geologia local, principalmente das características e profundidades de camadas de rochas, estabeleceu-se uma profundidade como premissa que pudesse atingir, por inferência, camadas rochosas bem como atender futuras dragagens para aumento de calado do canal de navegação.

Para a análise de custos, adotou-se valores de referência³ utilizados em projetos similares, por m² de túnel para cada tipo de seção, desenvolvidos recentemente, atualizados por índices da construção civil.

2.6.1. Estudo do Túnel



Figura 6 - Planta do traçado do túnel Itajaí-Navegantes

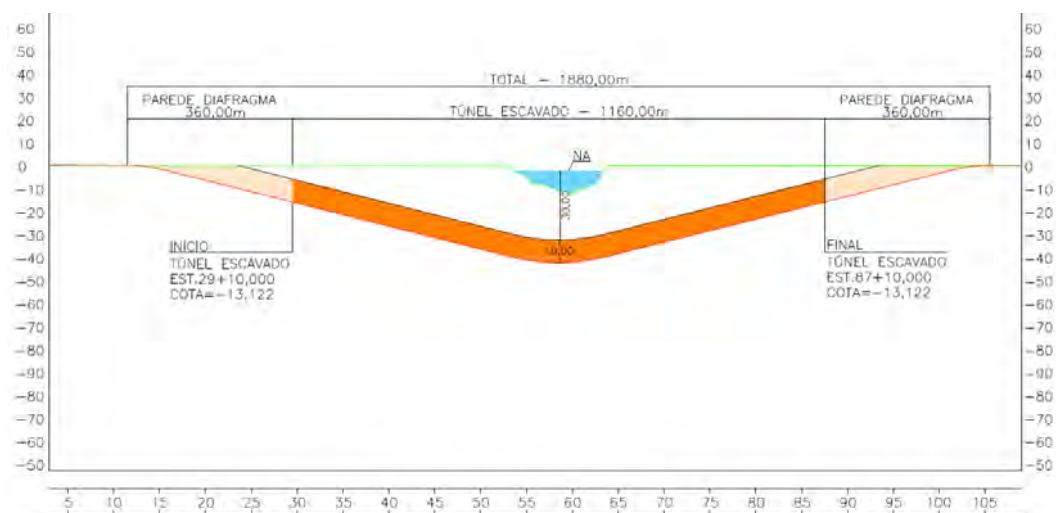


Figura 7 – Perfil do traçado do túnel Itajaí-Navegantes

³ Valores de referência: Projeto Túnel – Santos/Guarujá (DERSA/DEER-SP) 2013 – Atualizados pelo INCC-DI.

2.6.2. Estimativa de Custo

Tabela 19 – Estimativa de Orçamento do Túnel Sob o Rio Itajaí

TÚNEL ITAJAI - NAVEGANTES				
TRECHO	CUSTO POR/m ²	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	CUSTO TOTAL (R\$)
SEÇÃO ABERTA - TRECHO 1 PAREDE DE DIAFRAGMA	75.409,09	360	R\$ 21,00	R\$ 570.092.727,27
TUNEL ESCAVADO - NATM	37.441,86	1160	R\$ 21,00	R\$ 912.083.720,93
SEÇÃO ABERTA - TRECHO 2 PAREDE DE DIAFRAGMA	75.409,09	360	R\$ 21,00	R\$ 570.092.727,27
CANTEIRO DE OBRAS				R\$ 2.660.000,00
TOTAL (R\$)				R\$ 2.054.929.175,48

2.7. Desapropriações

Para a análise das desapropriações, foi feita uma classificação de acordo com o nível de afetação no “Relatório 2 - Desenhos Preliminares e Plano de Implantação”. As diferentes seções foram classificadas nas seguintes tipologias:

- **Afetação muito leve:** as áreas afetadas são áreas sem edifícios ou infraestrutura (florestas e prados);
- **Ligeira afetação:** a área afetada passa por terrenos vazios ou áreas de cultivo (pomares e lotes urbanos vazios);
- **Alta afetação:** a área afetada contém paredes residenciais e comerciais sem afetar construções muito consolidadas;
- **Afetação muito alta:** a área afetada contém edifícios muito consolidados (casas, lojas e fábricas).

A partir das larguras a serem aumentadas e a largura da seção das novas faixas, juntamente com o comprimento das seções, foi calculada a superfície necessária a ser desapropriada. Abaixo estão as desapropriações estimadas por sistema e nível de envolvimento:

Cabe mencionar que a maioria das desapropriações estão planejadas dentro do planejamento municipal atual, não são propostas de este projeto. Na tabela seguinte, se mostra as desapropriações estimadas, sem considerar aquelas devidas ao planejamento municipal atual, por sistema e nível de envolvimento:

Tabela 20 - Superfície a Desapropriar Considerando Ações do Planejamento Municipal (m²)

	Sistema Central	Sistema Norte	Sistema Sul	Sistema Oeste	Total
Muito leve	113.942	44.421	10.380	-	131.050
Leve	14.357	0	568	-	18.565
Alta	7.011	5.228	4.820	-	15.758
Muito alta	67.844	0	1.322	-	69.399
Total	165.462	47.999	21.312	-	234.773

Tabela 21 - Superfície a Desapropriar sem Considerar as Ações do Planejamento Municipal (m²)

	Sistema Central	Sistema Norte	Sistema Sul	Sistema Oeste	Total
Muito leve	5.533	44.421	10.380	-	60.334
Leve	14.357	0	4.208	-	18.565
Alta	1.519	3.578	5.169	-	10.267
Muito alta	7.167	0	1.555	-	8.723
TOTAL	28.577	47.999	21.312	-	97.888

Os custos unitários de desapropriações foram estimados a partir de pesquisas na área de Navegantes e Itajaí. Na seguinte tabela mostra o custo considerado de acordo a o nível de afetação:

Tabela 22 - Custos Unitários Considerados por Nível de Afetação

	Custos unitários
Muito leve	200 R\$/m ²
Leve	400 R\$/m ²
Alta	800 R\$/m ²
Muito alta	1.400 R\$/m ²

Cruzando os custos estimados com a superfície a desapropriar de acordo a o nível de afetação, temos um total de R\$ 97,2 milhões em desapropriações se consideramos as vias previstas em atuações do planejamento municipal, mas se não consideramos essas vias o custo em desapropriações é de apenas R\$ 33,1 milhões, um 66% menos. A seguinte tabela mostra os custos de desapropriações desagregados por Sistema.

Tabela 23 – Custos de Desapropriação Desagregados por Sistema

	Considerando as vias previstas no planejamento municipal	Sem considerar as vias previstas em atuações do planejamento municipal
Sistema Central	R\$ 78.423.087	R\$ 14.317.717
Sistema Sul	R\$ 9.648.417	R\$ 9.648.422
Sistema Norte	R\$ 9.127.080	R\$ 9.127.073
Sistema Oeste	-	-
TOTAL	R\$ 97.198.584	R\$ 33.093.211

2.8. Estimativa Geral de Implantação

A partir das premissas e parâmetros adotados para a estimativa do CAPEX, chegou-se ao valor total apresentado na tabela a seguir:

Tabela 24 - Custos de Implantação (R\$)

ITEM	ESTIMATIVA DE CUSTO - SISTEMAS CENTRAL, SUL E NORTE	
	WHITETOPPING	PAVIMENTO RÍGIDO
MOBILIZAÇÃO	R\$ 1.322.214,77	R\$ 1.414.161,88
CANTEIRO E ADMINISTRAÇÃO LOCAL	R\$ 10.577.718,14	R\$ 11.313.295,02
SERVÇOS PRELIMINARES	R\$ 2.723.587,00	R\$ 2.723.587,00
TERRAPLENAGEM	R\$ 10.413.715,00	R\$ 10.413.715,00
RESTAURAÇÃO BRT - PAVIMENTO RIGIDO	R\$ 22.486.091,90	R\$ 31.680.803,00
RESTAURAÇÃO (CBUQ)- VEICULOS LEVES	R\$ 28.414.578,00	R\$ 28.414.578,00
PASSEIO (CONCRETO)	R\$ 13.102.110,00	R\$ 13.102.110,00
CICLOVIA	R\$ 2.977.148,00	R\$ 2.977.148,00
ACOSTAMENTO / ESTACIONAMENTO	R\$ 208.564,00	R\$ 208.564,00
DRENAGEM	R\$ 9.786.920,80	R\$ 9.786.920,80
SINALIZAÇÃO	R\$ 9.270.000,00	R\$ 9.270.000,00
ILUMINAÇÃO	R\$ 14.546.400,00	R\$ 14.546.400,00
PAISAGISMO	R\$ 914.362,00	R\$ 914.362,00
PONTES	R\$ 6.028.000,00	R\$ 6.028.000,00
ESTAÇÕES E PONTOS DE PARADA	R\$ 11.350.000,00	R\$ 11.350.000,00
ENGENHARIA	R\$ 6.611.073,84	R\$ 7.070.809,39
INTERFERÊNCIAS	R\$ 6.611.073,84	R\$ 7.070.809,39
BDI	R\$ 39.335.889,32	R\$ 42.071.315,87
CONTINGÊNCIAS	R\$ 15.734.355,73	R\$ 16.828.526,35
TOTAL	R\$ 212.413.802,32	R\$ 227.185.105,70

Nota: Estes custos não incluem o material rodante, terminais, garagem e desapropriações.

Tabela 25 - Custos de Implantação (CAPEX) - Obras Incluídas em Projetos Executados pelas Prefeituras Municipais (R\$ milhões)

SISTEMA CENTRAL	
ITEM	ABERTURA DE NOVAS VIAS - 8,20 km
MOBILIZAÇÃO	R\$ 197.570,35
CANTEIRO E ADMINISTRAÇÃO LOCAL	R\$ 1.580.562,80
SERVÇOS PRELIMINARES	R\$ 1.351.762,48
TERRAPLENAGEM	R\$ 5.168.503,60
BRT - PAVIMENTO RIGIDO	R\$ 2.629.878,02
RESTAURAÇÃO (CBUQ)- VEICULOS LEVES	R\$ 3.174.434,76
PASSEIO (CONCRETO)	R\$ 1.406.446,02
CICLOVIA	R\$ 91.737,70
ACOSTAMENTO / ESTACIONAMENTO	R\$ 0,00
DRENAGEM	R\$ 2.967.894,43

SISTEMA CENTRAL	
ITEM	ABERTURA DE NOVAS VIAS - 8,20 km
SINALIZAÇÃO	R\$ 735.930,00
ILUMINAÇÃO	R\$ 1.242.904,00
PAISAGISMO	R\$ 987.544,00
ENGENHARIA	R\$ 987.851,75
INTERFERÊNCIAS	R\$ 987.851,75
BDI	R\$ 5.877.717,92
CONTINGÊNCIAS	R\$ 2.351.087,17
TOTAL	R\$ 31.739.676,75

2.9. Estimativa Geral de Implantação por Municípios

A seguinte tabela mostra a estimativa do CAPEX por municípios:

Tabela 26 - Custos de Implantação (R\$)

Município	ESTIMATIVA DE CUSTO	
	WHITETOPPING	PAVIMENTO RÍGIDO
BALNEÁRIO CAMBORIÚ	R\$ 42.172.749,49	R\$ 45.157.623,84
BALNEÁRIO PIÇARRAS	R\$ 7.318.703,38	R\$ 7.981.847,78
BOMBINHAS	R\$ 5.136.018,95	R\$ 5.499.735,27
CAMBORIÚ	R\$ 13.253.038,21	R\$ 14.180.818,73
ITAJAÍ	R\$ 45.878.663,48	R\$ 48.488.725,07
ITAPEMA	R\$ 11.305.759,08	R\$ 12.288.817,62
NAVEGANTES	R\$ 31.610.306,24	R\$ 34.104.913,35
PENHA	R\$ 36.718.007,25	R\$ 39.306.203,15
PORTO BELO	R\$ 19.020.556,24	R\$ 20.176.420,89
BALNEÁRIO CAMBORIÚ	R\$ 42.172.749,49	R\$ 45.157.623,84
BALNEÁRIO PIÇARRAS	R\$ 7.318.703,38	R\$ 7.981.847,78
BOMBINHAS	R\$ 5.136.018,95	R\$ 5.499.735,27
TOTAL	R\$ 212.413.802,32	R\$ 227.185.105,70

Nota: Estes custos não incluem o material rodante, terminais, garagem e desapropriações.

Referente à tabela acima, no caso de pontes que fazem divisa municipal, foi considerada a divisão dos custos por igual entre cada município.

2.10. Estimativa Geral dos Custos Totais

Os custos totais iniciais de implantação, incluindo a aquisição de material móvel necessário para operar a partir de 2020, apresentam-se na sequência:

Tabela 27 – Custos Totais (R\$ milhões)

	Sistema Central	Sistema Norte	Sistema Sul	Sistema Oeste	Sistemas todos	Total
Custos gerais de implantação	R\$ 99,0 M	R\$ 46,0 M	R\$ 74,0 M	-	-	R\$ 219,0 M
Infraestrutura operacional	-	-	-	-	R\$ 19,1 M	R\$ 19,1 M
Material Móvel (2020)	R\$ 28,5 M	R\$ 6,1 M	R\$ 9,2 M	R\$ 9,2 M	R\$ 4,9 M	R\$ 57,9 M
Desapropriações	R\$ 78,4 M	R\$ 9,6 M	R\$ 9,1 M	-	-	R\$ 97,1 M
Total sem ponte	R\$ 106,9 M	R\$ 15,7 M	R\$ 18,3 M	R\$ 9,2 M	R\$ 24,0 M	R\$ 393,1 M
Ponte Itajaí - Navegantes	R\$ 440,3 M	-	-	-	-	R\$ 440,3 M

Do total dos R\$ 393,1 milhões apresentados como custos, R\$ 31,74 milhões correspondem a custos de abertura de vias (apenas infraestrutura) já sendo desenvolvidas pelas prefeituras municipais.

3. ESTUDO DO OPEX

Para a estimativa dos custos operacionais, realizou-se um processo de avaliação comparativa para se obter custos unitários de referência de redes de transporte coletivo de ônibus reais que possam ser utilizados para a rede do projeto. Os valores consultados consideram os custos variáveis e fixos e os reparam em função da produção (veículos-quilômetro) de cada sistema. Todos os custos apresentados têm os impostos incluídos.

Para a aplicação do custo unitário no sistema, realizou-se uma estimativa da produção dos diferentes segmentos definidos em cada Sistema (Central, Sul e Norte) e em diferentes horizontes temporais (2016, 2020, 2030 e 2045).

3.1. **Pré-Dimensionamento das Demandas de Mobilidade Interurbana em Transporte Público (Origens x Destinos)**

Atualmente, estão em curso por parte do Banco Mundial estudos de demanda potencial das linhas do BRT, assim como uma pesquisa OD sendo empreendida pela AMFRI durante 2019. Porém, os resultados destes trabalhos não estão disponíveis ainda, e pode-se trabalhar até agora só com as estimativas prévias de demanda a partir das demandas existentes hoje no sistema de transporte coletivo interurbano da Foz do Rio Itajaí.

- **Antecedentes.** Previamente a estes estudos, os dados de demanda estabelecidos pelo estudo IDP 2017 indicavam uma expectativa de passar de 66 mil viagens intermunicipais em transporte público, em 2016, para 612 mil, em 2045 (uma demanda dez vezes maior que a atual). De acordo com o estudo IDP 2017, a implantação do sistema em 2020 já permitiria aumentar a demanda até 272 mil viagens diárias (quaduplicar a demanda atual). As linhas mais demandadas seriam a de Balneário de Camboriú para Camboriú e a de Navegantes para Itajaí, enquanto a linha de menor demanda seria a Linha de Porto Belo para Bombinhas. Uma primeira análise poderia indicar que estes incrementos de demanda poderiam ser otimistas. Como referência, atualmente a malha BRT de Curitiba desloca diariamente cerca de 600 mil usuários (EMARQ, 2014), um volume da mesma ordem de magnitude que a demanda estimada para Foz de Itajaí no longo prazo.
- **Dados disponíveis.** Novos dados de demanda fornecidos pelo Banco Mundial no início do presente estudo, baseados na análise dos tráfegos existentes hoje sobre a malha de transporte coletivo interurbano, indicaram níveis menores de demanda aos esperados para a futura malha de transportes da AMFRI. Novamente, estes resultados deverão ser validados pelo estudo de demanda em curso (Banco Mundial, 2019) e pela nova matriz de mobilidade OD sendo elaborada (AMFRI, 2019). Na sequência, apresentam-se alguns dos dados mais representativos dos estudos preliminares de tráfego em curso, que devem permitir estabelecer as ordens de magnitude para dar auxílio aos estudos de engenharia.

Tabela 28 - Demanda Esperada no Transporte Coletivo - 2016

Demanda esperada no Transporte Coletivo Ano 2016 (viagens diárias)	Bombinhas	Porto Belo	Itapema	Camboriú	Balneário Camboriú	Navegantes	Ilhota	Itajaí	Penha	Balneário Piçarras	Luiz Alves	TOTAL
Bombinhas	-	222	75	68	75	-	-	176	-	-	10	626
Porto Belo	215	1.638	966	18	-	76	13	149	2	-	-	3.077
Itapema	80	935	2.672	140	478	8	15	397	48	3	-	4.775
Camboriú	68	18	174	1.752	3.603	41	-	905	31	12	-	6.604
Balneário Camboriú	67	-	503	3.477	56	188	22	1.577	74	61	9	6.034
Navegantes	-	84	8	51	180	2.246	66	2.341	850	232	40	6.098
Ilhota	-	-	8	-	31	77	331	241	25	21	-	734
Itajaí	258	143	371	895	1.426	2.274	229	10.115	733	301	81	16.824
Penha	-	2	48	31	82	807	10	827	1.429	431	29	3.695
Balneário Piçarras	-	-	3	12	58	224	12	330	431	-	31	1.100
Luiz Alves	7	-	-	-	9	41	-	96	27	35	514	728
TOTAL	695	3.042	4.827	6.443	5.998	5.983	697	17.153	3.650	1.097	714	50.300

Tabela 29 - Demanda Esperada no Transporte Coletivo - 2020

Demanda esperada no Transporte Coletivo Ano 2020 (viagens diárias)	Bombinhas	Porto Belo	Itapema	Camboriú	Balneário Camboriú	Navegantes	Ilhota	Itajaí	Penha	Balneário Piçarras	Luiz Alves	TOTAL
Bombinhas	-	738	42	16	88	-	-	132	-	-	0	1.016
Porto Belo	685	1.554	1.381	10	-	23	0	202	0	-	-	3.854
Itapema	44	1.374	1.763	523	1.701	3	0	600	0	0	-	6.007
Camboriú	16	10	630	1.074	3.682	19	-	1.911	1	0	-	7.341
Balneário Camboriú	92	-	1.963	3.914	29	5	5	3.936	1	1	1	9.946
Navegantes	-	30	3	26	119	1.482	57	7.988	1.194	1.522	94	12.513
Ilhota	-	-	0	-	8	62	1.069	270	0	0	-	1.408
Itajaí	206	212	572	1.906	3.638	7.223	256	7.726	8	78	8	21.832
Penha	-	0	0	1	1	1.109	0	9	1.507	3.246	2	5.876
Balneário Piçarras	-	-	0	0	1	1.418	0	82	3.207	-	0	4.707
Luiz Alves	0	-	-	-	1	91	-	10	2	0	194	297
TOTAL	1.042	3.917	6.354	7.468	9.267	11.434	1.387	22.866	5.919	4.847	298	74.802

Tabela 30 - Demanda Esperada no Transporte Coletivo - 2030

Demanda esperada no Transporte Coletivo Ano 2030 (viagens diárias)	Bombinhas	Porto Belo	Itapema	Camboriú	Balneário Camboriú	Navegantes	Ilhota	Itajaí	Penha	Balneário Piçarras	Luiz Alves	TOTAL
Bombinhas	-	1.207	79	45	190	-	-	375	-	-	0	1.897
Porto Belo	1.113	2.347	2.527	21	-	65	0	448	0	-	-	6.521
Itapema	83	2.525	2.667	834	2.677	6	1	1.064	1	0	-	9.857
Camboriú	44	21	1.001	1.625	5.774	39	-	3.134	1	0	-	11.638
Balneário Camboriú	202	-	3.132	6.261	45	10	10	6.283	2	2	1	15.946
Navegantes	-	88	6	54	241	2.242	108	13.496	3.020	2.387	201	21.843
Ilhota	-	-	0	-	14	116	1.593	450	0	0	-	2.173
Itajaí	587	476	1.018	3.131	5.829	12.094	426	11.679	21	133	19	35.414
Penha	-	0	1	1	3	2.802	0	25	2.275	4.786	4	9.897
Balneário Piçarras	-	-	0	0	2	2.221	0	139	4.719	-	0	7.080
Luiz Alves	0	-	-	-	1	195	-	23	4	0	293	517
TOTAL	2.029	6.663	10.432	11.971	14.776	19.789	2.137	37.116	10.042	7.309	519	122.787

Tabela 31 - Demanda Esperada no Transporte Coletivo - 2045

Demanda esperada no Transporte Coletivo Ano 2045 (viagens diárias)	Bombinhas	Porto Belo	Itapema	Camboriú	Balneário Camboriú	Navegantes	Ilhota	Itajaí	Penha	Balneário Piçarras	Luiz Alves	TOTAL
Bombinhas	-	1.872	164	132	440	-	-	974	-	-	2	3.584
Porto Belo	1.713	3.200	3.718	42	-	181	0	850	0	-	-	9.705
Itapema	170	3.749	3.649	1.277	3.900	14	1	1.803	2	0	-	14.564
Camboriú	127	44	1.524	2.224	8.451	87	-	4.937	2	0	-	17.396
Balneário Camboriú	475	-	4.650	9.501	61	22	19	9.432	5	4	3	24.172
Navegantes	-	257	16	123	523	3.068	220	21.899	5.489	3.372	394	35.361
Ilhota	-	-	1	-	29	232	2.116	735	0	0	-	3.111
Itajaí	1.533	918	1.735	4.945	8.804	19.450	696	15.962	38	231	46	54.359
Penha	-	0	2	3	6	5.074	0	48	3.098	6.198	11	14.440
Balneário Piçarras	-	-	0	0	3	3.140	0	236	6.097	-	1	9.477
Luiz Alves	1	-	-	-	3	384	-	54	10	1	403	854
TOTAL	4.019,41	10.039	15.459	18.247	22.221	31.651	3.052	56.929	14.742	9.805	860	187.029

3.2. Custos unitários OPEX

A seguinte Tabela mostra os custos unitários dos elementos principais para o cálculo dos custos operativos:

Tabela 32 - Custos Unitários - Principais Elementos

tipo	Custos Diretos		
	Custo	Unidade	Referência
Custo de Combustível	0,85	L/Km	Parâmetros de custos de Operação do Sistema – SPTrans; Manual do BRT; ANP
Custo de Lubrificante	0,022	L/Km	Parâmetros de custos de Operação do Sistema – SPTrans; Manual do BRT; ANP
Custo Óleo Diesel	1,899	L/Km	Parâmetros de custos de Operação do Sistema – SPTrans; Manual do BRT; ANP
Custo Pneu	0,16	R\$/Km	Estudo de Viabilidade BRT - Transoeste
IPVA	0,04	Valor do Veículo	DETRAN/SC

Tabela 33 - Custos Unitários - Principais Elementos

tipo	Manutenção		
	Custo	Unidade	Referência
Manutenção	0,025	Custo Total	Estudo de Viabilidade BRT - Transoeste
Manutenção Pista de Rolamento	10,56	R\$/Km	SICRO

Tabela 34 - Custos Unitários - Principais Elementos

tipo	Seguro		
	Custo	Unidade	Referência
Seguro do Veículo	0,03	Valor do Veículo	Estudo de Viabilidade BRT - Transoeste

Tabela 35 - Custos Unitários - Principais Elementos

tipo	Custo	Unidade	Referência
Motorista	R\$ 2.716,00	Mês/Trabalhador	Elaboração Própria
Cobrador	R\$ 1.397,20	Mês/Trabalhador	Sindicato dos Condutores de Veículos e Trabalhadores nas Empresas de Logística e de Transportes de Carga e Passageiros de Itajaí e Região
Pessoal de Controle	R\$ 1.397,20	Mês/Trabalhador	Sindicato dos Condutores de Veículos e Trabalhadores nas Empresas de Logística e de Transportes de Carga e Passageiros de Itajaí e Região
Segurança	R\$ 1.397,20	Mês/Trabalhador	Sindicato dos Condutores de Veículos e Trabalhadores nas Empresas de Logística e de Transportes de Carga e Passageiros de Itajaí e Região
Escritório	R\$ 1.397,20	Mês/Trabalhador	Sindicato dos Condutores de Veículos e Trabalhadores nas Empresas de Logística e de Transportes de Carga e Passageiros de Itajaí e Região
Diretoria	R\$ 15.000,00	Mês	Elaboração Própria
Gerência	R\$ 8.000,00	Mês	Elaboração Própria
Backoffice	R\$ 1.300,00	Mês	Estudo de Viabilidade BRT - TransOeste
Suporte operacional	R\$ 1.000,00	Mês	Estudo de Viabilidade BRT - TransOeste
Encargos Trabalhistas	0,8	Sobre Salário Bruto	Elaboração Própria
Benefícios	0,15	Sobre Salário Bruto	Elaboração Própria

Tabela 36 - Custos Unitários - Principais Elementos

tipo	Custo	Outros Unidade	Referência
Fiscal/Despachante	R\$ 2.392,12	Mês	Edital de Concorrência para Concessão de Serviços Públicos de Transporte Coletivo Urbano de Passageiros do Município de Florianópolis (2013)
Agente Terminal	R\$ 1.299,52	Mês	Edital de Concorrência para Concessão de Serviços Públicos de Transporte Coletivo Urbano de Passageiros do Município de Florianópolis (2013)
Vandalismo	0,011	custo total do km	Manual de BRT (BUS RAPID TRANSIT) – Guia de Planejamento. Brasília, 2008.
Vandalismo	0,01	custo total do km	Manual de BRT (BUS RAPID TRANSIT) – Guia de Planejamento. Brasília, 2008.

Tabela 37 - Custos Operacionais Estimados da Ponte sobre o Rio Itajaí

Descrição	Custo / ano	
Pessoal	R\$	1.171.050,00
Conservação e Manutenção	R\$	1.194.787,50
Serviços de terceiros	R\$	917.850,00
Poder Concedente, Seguros e Locações	R\$	490.575,00
Outros	R\$	411.450,00
TOTAL	R\$	4.185.712,50

Nota: Referência adotada: Ponte Rio-Niterói S.A. - EcoPonte, Demonstrações Financeiras Referentes ao Exercício Findo em 31 de Dezembro de 2018 e Relatório do Auditor Independente.

3.1. Dimensionamento da Oferta Necessária

3.1.1. Hipóteses para estimação da demanda

Para permitir os trabalhos de engenharia, fez-se uma predefinição de linhas os segmentos representativos da malha de transporte coletivo para operar sobre o território da Foz do Rio Itajaí.

Inicialmente, definiram-se os seguintes subsistemas:

- **Sistema Central.** Dando serviço entre o Aeroporto de Navegantes, Itajaí e o bairro das Nações em Balneário de Camboriú, logo bifurcando-se em dois ramais:
 - um deslocando pelo centro de Balneário de Camboriú (3ª Avenida), e finalizando na Univali e o Hospital Ruiz Cardoso, e
 - um segundo pelo bairro de Tabuleiro e até o Prefeitura Municipal de Camboriú
- **Sistema Norte.** Dando serviço entre Navegantes, Penha e Balneário Piçarras
- **Sistema Sul.** Dando serviço entre Bombinhas, Porto Belo, Itapema, logo até Balneário de Camboriú pela BR-101.

- **Sistema Oeste.** Dando serviço para Luiz Alves pela SC-414, serviço para Ilhota pela SC-412, e serviço para Brusque pela BR-486.

O sistema Oeste, pelas suas características de demanda e de itinerário, não prevê implantação de nova infraestrutura, sendo que se espera ser servido por expedições de ônibus interurbano convencionais.

Para os outros sistemas, estuda-se a demanda esperável para os diferentes trechos e para os diferentes horizontes temporais para obter os seguintes resultados:

- i) Determinação da necessidade ou não de infraestrutura específica (faixas exclusiva, faixas reversíveis, faixas compartilhadas), e dimensionamento desta infraestrutura. Depende do número de serviços necessários por sentido em hora de pico;
- ii) Pré-dimensionamento dos pavimentos. Depende do número de ônibus que desloquem diariamente a través da faixa exclusiva;
- iii) Custos de investimento e operação. Depende da infraestrutura necessária, do dimensionamento da frota (custos de implantação), assim como do número de veículos-quilômetro percorridos diariamente (custos de operação);
- iv) Proposta de desenvolvimento da malha no tempo e calendarização dos investimentos. Dependendo do nível de demanda de cada trecho nos diferentes horizontes temporais.

A partir das demandas da matriz OD disponíveis e amostradas no capítulo anterior, foi estimada a demanda prevista para cada um dos trechos do sistema de transporte coletivo nos diferentes horizontes temporais (esquemas de Carga da Malha).

Para essa estimativa foram adotadas as hipóteses a seguir:

- Demanda interna de Navegantes: distribui-se a 50% entre os trechos Itajaí-Navegantes e Navegantes-Penha;
- Segmento Itajaí – Navegantes: incorpora a demanda interna de Itajaí;
- Segmento Univali - Balneário Camboriú (Av. Do Estado). Adota-se o mesmo ordem de magnitude dos níveis de demanda interna de Itajaí⁴.

⁴ A demanda interna de Balneário de Camboriú é praticamente nula nas análises preliminares feitas a partir das demandas atuais dos serviços intermunicipais existentes. Porém, acredita-se que a demanda interna tem que ser importante considerando a densidade do povoamento de Balneário, no mínimo como a demanda interna de Itajaí. Mas esta hipótese especulativa terá que ser validada pelo estudo de demanda em curso.



Figura 8 – Indicação do Início e Fim das Unidades de Desenho do Sistema Projetado, Classificados de acordo com os Critérios do Sistema Central (Verde), Sul (Vermelho) e Norte (Azul)

Nas imagens e tabelas a seguir, apresentam-se as cargas diárias para cada um dos trechos e sistemas previstos na Foz do Rio Itajaí, também para os 4 horizontes temporais disponíveis (2016, 2020, 2030 e 2045).

Tabela 38 - Sistema Central - Demanda Diária (Passageiros)

	Navegantes Aeroporto – Itajaí	Itajaí - Nações (BC)	Nações (BC) - 3a Avenida - Univali / Hospital (BC)	Nações (BC) – Tabuleiro (Camboriú) – Camboriú Prefeitura
2016	20.333	7.524	13.219	12.495
2020	24.954	13.562	13.363	15.756
2030	40.806	22.896	21.162	25.721
2045	63.493	37.244	31.231	40.129

Tabela 39 - Sistema Norte e Sistema Sul - Demanda Diária (Passageiros)

	Bombinhas – Porto Belo	Porto Belo - Itapema	Itapema – Balneário de Camboriú	Balneário Piçarras- Penha	Penha - Navegantes
2016	1.322	3.291	3.437	2.197	6.086
2020	2.059	3.877	7.031	9.554	6.170
2030	3.927	7.778	12.305	14.390	11.891
2045	7.603	13.778	20.904	19.283	19.213

3.1.2. Cálculo da Oferta Necessária

Para continuar nas análises, tem-se considerado os seguintes parâmetros:

- Fator Hora Pico = 0,13 (implicando que o 13% da demanda diária atende-se durante a hora de pico);
- Veículos de ônibus com capacidade de entre 100 passageiros (ônibus convencional de 12m) e 130 passageiros (ônibus articulado convencional de 18m) até frequências de passo de 4 minutos;

- Ônibus com capacidade de até 160 passageiros (ônibus biarticulado de 24m tipo BRT) para frequências de passo necessárias superiores a 4 minutos.

Com esses parâmetros e as cargas das diferentes linhas, obtém-se o intervalo médio entre viagens sucessivas em hora de pico para cada um dos trechos analisados. Os resultados apresentam-se nas tabelas a seguir, indicando em vermelho frequências de passo abaixo dos 4 min, que podem dificultar a operativa do sistema⁵:

Tabela 40 - Sistema Central. Frequências entre Serviços Consecutivos (Minutos)

	Navegantes Aeroporto – Itajaí	Itajaí - Nações (BC)	Nações (BC) - 3a Avenida - Univali / Hospital (BC)	Nações (BC) – Tabuleiro (Camboriú) – Camboriú Prefeitura
2016	5,9	15,9	9,1	9,6
2020	4,8	8,8	9,0	7,6
2030	3,6	5,2	5,7	4,7
2045	2,3	4,0	4,7	3,7

Tabela 41 - Sistema Norte e Sistema Sul. Frequências entre Viagens Consecutivas (Minutos)

	Bombinhas – Porto Belo	Porto Belo - Itapema	Itapema – Balneário de Camboriú	Balneário Piçarras-Penha	Penha - Navegantes
2016	69,8	36,5	34,9	42,0	15,2
2020	44,8	30,9	17,1	12,6	19,4
2030	30,6	15,4	9,8	8,3	10,1
2045	15,8	8,7	5,7	6,2	6,2

O número de viagens diárias ofertadas para cada um dos trechos da infraestrutura e em cada direção pode ser determinado considerando-se as frequências de passo durante a hora de pico, e considerando que a oferta de serviços de transporte ao longo de um dia irá se adaptar aos níveis de demanda horária previstos.

Assim, o número total de expedições por sentido pode se identificar a partir das expedições em hora de pico por sentido e o fator Hora Pico (0.13). Os principais resultados mostram-se na sequência:

Tabela 42 - Sistema Central. Número de Viagens Diárias por Sentido e por Trecho

	Navegantes Aeroporto – Itajaí	Itajaí - Nações (BC)	Nações (BC) - 3a Avenida - Univali / Hospital (BC)	Nações (BC) – Tabuleiro (Camboriú) – Camboriú Prefeitura
2016	85	33	61	53
2020	99	57	61	64
2030	127	90	91	106
2045	197	122	106	127

⁵ Considerando que a capacidade das vias no entorno de estudo é limitada e dificulta a implantação de trechos para avançamento de ônibus sucessivos

Tabela 43 - Sistema Norte e Sistema Sul. Número de Viagens Diárias por Sentido e por Trecho

	Bombinhas – Porto Belo	Porto Belo - Itapema	Itapema – Balneário de Camboriú	Balneário Piçarras-Penha	Penha - Navegantes
2016	13	21	15	14	32
2020	13	21	30	40	25
2030	19	32	51	60	50
2045	32	63	81	80	75

3.1.3. Cálculo de Recorrência (veh-km)

A produção do sistema do sistema (veh-km) foi calculada a partir das frequências diárias estimadas no apartado anterior e a distância, para cada segmento definido. As distâncias para cada segmento apresentam-se nas tabelas a seguir.

Tabela 44 - Sistema Central. Número de Viagens Diárias por Sentido de Circulação e Comprimento do Segmento

	Navegantes Aeroporto – Itajaí	Itajaí - Nações (BC)	Nações (BC) - 3ª Avenida - Univali / Hospital (BC)	Nações (BC) – Tabuleiro (Camboriú) – Camboriú Prefeitura
Distancia	9,0 km	8,5 km	4,0 km	5,5 km

Tabela 45 – Sistema Norte e Sistema Sul. Número de Viagens Diárias por Sentido de Circulação

	Bombinhas – Porto Belo	Porto Belo - Itapema	Itapema – Balneário de Camboriú	Balneário Piçarras-Penha	Penha - Navegantes
Distancia	11,5 km	5,5 km	19,0 km	9,5 km	12,5 km

Para o cálculo da oferta, utilizou-se um fator de dias laborais anuais de 330. As seguintes tabelas mostram os resultados obtido para cada Sistema.

Tabela 46 – Recorrência do Sistema BRT (veh-km)

	Sistema Central	Sistema Sul	Sistema Norte	Sistema Oeste	TOTAL
2016	991.782	361.350	347.160	660.660	2.360.952
2020	1.244.166	529.650	443.850	756.690	2.974.356
2030	1.805.364	859.980	768.900	1.102.926	4.537.170
2045	2.487.078	1.432.530	1.093.950	1.392.996	6.406.554

3.2. Dimensionamento do Pessoal

Considerando 3 jornadas de trabalho para cada ônibus, calculou-se o número de motoristas:

Tabela 47 – Número de Motoristas

	Sistema Central	Sistema Sul	Sistema Norte	Sistema Oeste	TOTAL
2016	75	18	21	18	132
2020	93	24	30	21	168
2030	135	39	51	30	255
2045	186	66	72	39	363

Para pessoal de administrativo, considerou-se que 01 funcionário a cada 15 ônibus. A Tabela a seguir resume os resultados encontrados.

Tabela 48 – Pessoal Administrativo

	Sistema Central	Sistema Sul	Sistema Norte	Sistema Oeste	TOTAL
2016	5	2	2	2	9
2020	7	2	2	2	12
2030	9	3	4	2	17
2045	13	5	5	3	25

3.1. Custos Totais

Os custos de operação foram calculados a partir dos custos unitários e o dimensionamento dos diferentes elementos de operação e manutenção para os diferentes horizontes temporais.

3.1.1. Consumo

Tabela 49 - Custos com Combustível

Consumo (l)					
Ano	Sistema Central	Sistema Sul	Sistema Norte	Sistema Oeste	TOTAL
2016	843.015	307.148	295.086	561.561	2.006.809
2020	1.057.541	450.203	377.273	643.187	2.528.203
2030	1.534.559	730.983	653.565	937.487	3.856.595
2045	2.114.016	1.217.651	929.858	1.184.047	5.445.571

Custo com Combustível (R\$)					
Ano	Sistema Central	Sistema Sul	Sistema Norte	Sistema Oeste	TOTAL
2016	R\$ 3.136.014,68	R\$ 1.142.588,70	R\$ 1.097.719,92	R\$ 2.089.006,92	R\$ 7.465.330,22
2020	R\$ 3.934.052,89	R\$ 1.674.753,30	R\$ 1.403.453,70	R\$ 2.392.653,78	R\$ 9.404.913,67
2030	R\$ 5.708.560,97	R\$ 2.719.256,76	R\$ 2.431.261,80	R\$ 3.487.452,01	R\$ 14.346.531,54
2045	R\$ 7.864.140,63	R\$ 4.529.659,86	R\$ 3.459.069,90	R\$ 4.404.653,35	R\$ 20.257.523,75

3.1.2. Segurança

Tabela 50 - Custos com Segurança

Segurança					
Ano	Sistema Central	Sistema Sul	Sistema Norte	Sistema Oeste	TOTAL
2016	3,00	1,00	1,00	1,00	4,00
2020	3,00	1,00	1,00	1,00	6,00
2030	5,00	1,00	2,00	1,00	9,00
2045	6,00	2,00	2,00	1,00	12,00

Custos de Segurança anual					
Ano	Sistema Central	Sistema Sul	Sistema Norte	Sistema Oeste	TOTAL
2016	R\$ 8.676,61	R\$ 2.892,20	R\$ 2.892,20	R\$ 2.892,20	R\$ 17.353,22
2020	R\$ 8.676,61	R\$ 2.892,20	R\$ 2.892,20	R\$ 2.892,20	R\$ 17.353,22
2030	R\$ 14.461,02	R\$ 2.892,20	R\$ 5.784,41	R\$ 2.892,20	R\$ 26.029,84
2045	R\$ 17.353,22	R\$ 5.784,41	R\$ 5.784,41	R\$ 2.892,20	R\$ 31.814,24

3.1.3. Motorista

Tabela 51 - Custos com Motorista

Número de Motoristas					
Ano	Sistema Central	Sistema Sul	Sistema Norte	Sistema Oeste	TOTAL
2016	75	18	21	18	132
2020	93	24	30	21	168
2030	135	39	51	30	255
2045	186	66	72	39	363

Custo com Motorista anual					
Ano	Sistema Central	Sistema Sul	Sistema Norte	Sistema Oeste	TOTAL
2016	R\$ 421.659,00	R\$ 101.198,16	R\$ 118.064,52	R\$ 101.198,16	R\$ 742.119,84
2020	R\$ 522.857,16	R\$ 134.930,88	R\$ 168.663,60	R\$ 118.064,52	R\$ 944.516,16
2030	R\$ 758.986,20	R\$ 219.262,68	R\$ 286.728,12	R\$ 168.663,60	R\$ 1.433.640,60
2045	R\$ 1.045.714,32	R\$ 371.059,92	R\$ 404.792,64	R\$ 219.262,68	R\$ 2.040.829,56

3.1.4. Inspetores

Tabela 52 - Custos com Inspetores

Número de Inspetores					
Ano	Sistema Central	Sistema Sul	Sistema Norte	Sistema Oeste	TOTAL
2016	3,00	1,00	1,00	1,00	4,00
2020	3,00	1,00	1,00	1,00	6,00
2030	5,00	1,00	2,00	1,00	9,00
2045	6,00	2,00	2,00	1,00	12,00

Custo com Inspetores anual					
Ano	Sistema Central	Sistema Sul	Sistema Norte	Sistema Oeste	TOTAL
2016	R\$ 16.866,36	R\$ 5.622,12	R\$ 5.622,12	R\$ 5.622,12	R\$ 33.732,72
2020	R\$ 16.866,36	R\$ 5.622,12	R\$ 5.622,12	R\$ 5.622,12	R\$ 33.732,72
2030	R\$ 28.110,60	R\$ 5.622,12	R\$ 11.244,24	R\$ 5.622,12	R\$ 50.599,08
2045	R\$ 33.732,72	R\$ 11.244,24	R\$ 11.244,24	R\$ 5.622,12	R\$ 61.843,32

3.1.5. Manutenção

Tabela 53 - Custos com Manutenção

Custo de Manutenção do Material Circulante anual				
Ano	Sistema Central	Sistema Sul	Sistema Norte	Sistema Oeste
2016	R\$ 39.734,52	R\$ 13.775,32	R\$ 13.467,29	R\$ 25.026,11
2020	R\$ 49.697,30	R\$ 20.000,20	R\$ 17.673,92	R\$ 28.551,76
2030	R\$ 72.205,96	R\$ 32.807,65	R\$ 30.372,19	R\$ 40.310,94
2045	R\$ 99.360,17	R\$ 54.095,28	R\$ 42.976,80	R\$ 51.796,94

Custo de Manutenção do Pavimento Rígido total				
Ano	Sistema Central	Sistema Sul	Sistema Norte	Sistema Oeste
2020 a 2045	R\$ 488.928,00	R\$ 264.000,00	R\$ 418.176,00	R\$ -

Os custos de manutenção do pavimento rígido foram calculados considerando a substituição de todas as juntas ao longo dos 30 anos de operação. Esta substituição irá ocorrer conforme demanda, principalmente em meados de sua vida útil.

3.1.6. Vandalismo

Tabela 54 - Custos com Vandalismo

Custo com Vandalismo anual				
Ano	Sistema Central	Sistema Sul	Sistema Norte	Sistema Oeste
2016	R\$ 39.734,52	R\$ 13.775,32	R\$ 13.467,29	R\$ 25.026,11
2020	R\$ 49.697,30	R\$ 20.000,20	R\$ 17.673,92	R\$ 28.551,76
2030	R\$ 72.205,96	R\$ 32.807,65	R\$ 30.372,19	R\$ 40.310,94
2045	R\$ 99.360,17	R\$ 54.095,28	R\$ 42.976,80	R\$ 51.796,94

3.1.7. Pessoal de Escritório

Tabela 55 - Custos com Pessoal de Escritório

Custo com Pessoal de Escritório anual				
Ano	Sistema Central	Sistema Sul	Sistema Norte	Sistema Oeste
2016	R\$ 365.196,40	R\$ 126.607,74	R\$ 123.776,65	R\$ 230.012,72
2020	R\$ 456.763,37	R\$ 183.819,99	R\$ 162.439,39	R\$ 262.416,61
2030	R\$ 663.638,43	R\$ 301.532,14	R\$ 279.148,04	R\$ 370.494,15
2045	R\$ 913.210,25	R\$ 497.184,78	R\$ 394.995,89	R\$ 476.060,94

3.1.8. Pessoal de Manutenção

Tabela 56 - Custos com Pessoal de Manutenção

Custo com Manutenção anual				
Ano	Sistema Central	Sistema Sul	Sistema Norte	Sistema Oeste
2016	R\$ 100.429,01	R\$ 34.817,13	R\$ 34.038,58	R\$ 63.253,50
2020	R\$ 125.609,93	R\$ 50.550,50	R\$ 44.670,83	R\$ 72.164,57
2030	R\$ 182.500,57	R\$ 82.921,34	R\$ 76.765,71	R\$ 101.885,89
2045	R\$ 251.132,82	R\$ 136.725,81	R\$ 108.623,87	R\$ 130.916,76

3.1.9. Pessoal de Limpeza

Tabela 57 - Custos com Pessoal de Limpeza

Custo com Limpeza anual				
Ano	Sistema Central	Sistema Sul	Sistema Norte	Sistema Oeste
2016	R\$ 5.839,93	R\$ 2.020,86	R\$ 1.977,77	R\$ 3.594,87
2020	R\$ 7.233,75	R\$ 2.891,74	R\$ 2.566,28	R\$ 4.088,12
2030	R\$ 10.570,08	R\$ 4.683,53	R\$ 4.436,46	R\$ 5.733,26
2045	R\$ 14.462,68	R\$ 7.755,38	R\$ 6.199,88	R\$ 7.340,18

3.2. Custo dos OPEX total

Considerando todos os elementos dos OPEX apresentados no anterior apartado, obtivemos os seguintes resultados:

Tabela 58 - Custos OPEX Total

Custo total dos OPEX (Milhões R\$/ano)				
Ano	Sistema Central	Sistema Sul	Sistema Norte	Sistema Oeste
2016	4,1	1,4	1,4	2,5
2020	5,1	2,1	1,8	2,9
2030	7,4	3,4	3,1	4,2
2045	10,2	5,6	4,4	5,3

4. ANEXO – AVALIAÇÃO COMPARATIVA

Para a estimativa dos custos unitários, realizou-se um processo de avaliação comparativa com custos reais de diversos sistemas de transporte público de ônibus. Foram consultadas diversas redes de ônibus com frotas de diferente escala e de municipalidades localizadas em diferentes estados.

Os custos unitários desses casos reais nos fornecem de uma faixa de custos de referência para o sistema. A seguinte tabela mostra uma mostra dos sistemas de transporte público consultados.

Tabela 59 - Custos Unitários Reais de Sistemas de Transporte Público Coletivo (Ônibus) de Diferentes Municipalidades

ID	Sistema de Transporte Público Coletivo (ônibus)	Frota de ônibus	Custo unitário (R\$/veí-km)
1	Transporte Público Coletivo Urbano de Salvador - BA (Julho 2013)	2.398	4,56
3	Transporte Público Coletivo Urbano de Uberaba - MG (2013)	136	3,46
4	Transporte Público Coletivo Urbano de Juiz de Fora - MG (2017)	601	5,57
5	Transporte Público Coletivo Urbano de Campo Grande - MG (2016)	539	4,02
6	Transporte Público Coletivo Urbano Criciúma - SC (Abril 2015)	124	5,03
7	Transporte Público Coletivo Urbano São José - SC (junho 2014)	33	4,37
8	Transporte Público Coletivo Urbano de Itapoá -SC (Maio 2012)	19	6,30

Estes valores incluem os custos variáveis como combustível, óleos, manutenção e rodagem, e também custos fixos como a depreciação, remuneração do capital, pessoal e despesas administrativas. Não incluem impostos e taxas.

Pode-se observar que, em geral, os sistemas com maiores frotas de ônibus são as que têm custos unitários menores (economias de escala). O custo unitário está entre R\$ 4 e R\$ 6 por veículo-quilômetro, e nos exemplos em municípios da costa de Santa Catarina entre R\$ 5 e R\$ 6 por quilômetro. Para a estimativa dos custos operacionais, aplicou-se um custo médio de R\$ 5,25 por veículo-quilômetro.

Considerando um custo unitário de R\$ 5,25 por veículo-quilômetro e os recorridos do sistema por segmentos, calculou-se os custos operacionais para cada Sistema e em diferentes horizontes temporais. Na seguinte figura mostra os resultados obtidos.

Tabela 60 - Custos Operacionais Anuais (Milhões R\$/ano) por Sistema

	Sistema Central	Sistema Sul	Sistema Norte	Sistema Oeste	Total
2016	4,9	1,7	1,7	3,4	11,7
2020	6,4	2,7	2,3	3,9	15,2
2030	9,4	4,5	3,8	5,5	23,1
2045	13,0	7,2	5,7	7,1	33,0

Para a demanda estimada no ano 2016, a rede completa tem um custo operacional de mais de R\$ 11,7 milhões anuais. Pode-se observar que o Sistema Central é o que maior custos operacionais tem, representa 42% do total (R\$ 4,9 milhões), seguido do Sistema Oeste com 29% (R\$ 3,4 milhões), o Sistema Norte com 15% (R\$ 1,7 milhões) e por último o Sistema Sul com 14% (R\$ 1,7 milhões).

Para os demais horizontes temporais, com o aumento da produção dos sistemas devido ao incremento da demanda, os custos operacionais aumentam até R\$ 8,3 milhões em 2020, R\$ 13,9 milhões em 2030 e R\$ 20,4 milhões em 2045.