

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

VANDERLEI CRISTOVÃO JUNIOR

**ESTUDO DE ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE COLETIVO PARA A LIGAÇÃO
ENTRE O CENTRO DE FLORIANÓPOLIS E O SUL DA ILHA**

**Florianópolis
2015**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Cristovão Junior, Vanderlei

Estudo de alternativas de transporte coletivo para a
ligação entre o centro de Florianópolis e o sul da ilha /
Vanderlei Cristovão Junior ; orientador, Amir Mattar
Valente - Florianópolis, SC, 2015.

95 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.
Graduação em Engenharia Civil.

Inclui referências

1. Engenharia Civil. 2. Análise de Demanda. 3.
Dimensionamento de Frota. 4. BRT, VLT e Monotrilho. I.
Valente, Amir Mattar. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

VANDERLEI CRISTOVÃO JUNIOR

**ESTUDO DE ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE COLETIVO PARA A LIGAÇÃO
ENTRE O CENTRO DE FLORIANÓPOLIS E O SUL DA ILHA**

Trabalho de Conclusão de Curso Apresentado
junto ao Curso de graduação em Engenharia
Civil da Universidade Federal de Santa
Catarina como requisito para obtenção do título
de Bacharel.

Orientador: Professor Dr. Amir Mattar Valente

Florianópolis

2015

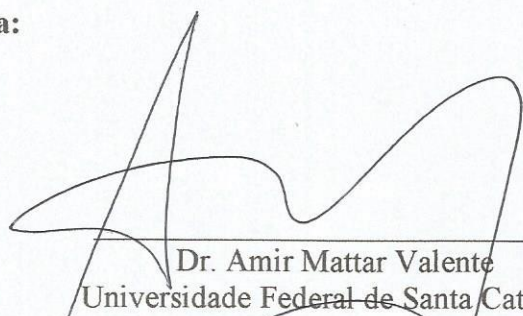
VANDERLEI CRISTOVÃO JUNIOR

**ESTUDO DE ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE COLETIVO PARA A LIGAÇÃO
ENTRE O CENTRO DE FLORIANÓPOLIS E O SUL DA ILHA**

Trabalho de Conclusão de Curso Apresentado junto ao Curso de graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para obtenção do título de Bacharel.

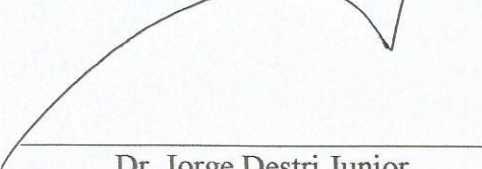
Banca Examinadora:

Orientador:

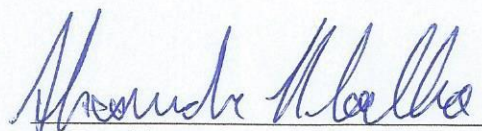


Dr. Amir Mattar Valente
Universidade Federal de Santa Catarina

Membros:



Dr. Jorge Destri Junior
Laboratório de Transportes e Logística



Dr. Alexandre Hering Coelho
Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 10 julho de 2015

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo da minha vida, Ele é o maior mestre que alguém pode conhecer.

A meus pais Vanderlei e Marcia, pelo amor, incentivo e apoio que me fizeram chegar até aqui.

À minha irmã Evilynn, pela alegria que traz para minha vida e todos a sua volta.

À minha esposa Marina, que desde que a conheci torna o mundo um lugar mais fácil de se viver.

Ao meu filho João Paulo, que me mostrou o que é amor incondicional.

Aos meus tios, familiares e amigos, pelo amor, apoio e conselhos que fizeram ser quem eu sou.

Ao professor Amir Mattar Valente, pela ajuda na idealização deste trabalho e as orientações que contribuíram muito para sua elaboração.

A todos os professores da graduação que contribuíram para minha formação como engenheiro.

A Universidade Federal de Santa Catarina pela oportunidade de fazer este curso.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

Nesta monografia realizamos o estudo de potenciais alternativas de transporte coletivo para ligar rapidamente o centro com a parte sul da Ilha de Santa Catarina, município de Florianópolis. Pretende-se fazer um estudo da mobilidade da cidade, comparar sua população e frota de veículos com outras cidades. Avaliamos e comparamos seu crescimento demográfico com o crescimento demográfico do sul da ilha. Determinamos um corredor para a ligação das duas regiões e verificou-se a demanda presente e futura por transporte coletivo. Esta foi estimada através das linhas troncais e alimentadores que já operam na área de estudo. Para a projeção da demanda futura utilizou-se cenários para com isso estimar a quantidade de usuários dos sistemas propostos. Por fim são sugeridas alternativas de transporte e foram realizados estudos das mesmas. Foi realizado o dimensionamento de sistemas de transportes utilizando VLT, BRT e mon trilho para atender ao valor calculado de demanda. Por fim é apresentado o esquema operacional de cada sistema.

Palavra-chave: Transporte coletivo; Análise de demanda; BRT, VLT e Mon trilho; PRT.

ABSTRACT

In this monograph, we conducted the study of potential mass transit alternatives to connect quickly the center with the southern part of the island of Santa Catarina, Florianopolis. It intended is to do a study of the city mobility, compare its population and vehicle fleet with other cities. Evaluate and compare their population growth with the population growth of southern island. Determine a corridor to link the two regions and the present and future demand for public transport. This estimated was through the main lines and feeders that are already operating in the study area. For the projection of future demand, scenarios used were that estimate to with the amount of users of the proposed systems. Finally, transport alternatives suggested are and studies carried were out. The design of transport systems using VLT, BRT and monorail to answer the demand calculated value. Lastly are the operating scheme of each system.

Keywords: Public transport; Demand analysis; LRT, BRT and Monorail; PRT.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cidade de Florianópolis	14
Figura 2 - Tempo gasto no deslocamento na cidade*	17
Figura 3 - VLT de Santos	18
Figura 4 - Vantagens do VLT	19
Figura 5 - BRT Curitiba – Linha verde	20
Figura 6 - BRT em Bogotá, Colômbia.	21
Figura 7 - Monotrilho de Kuala Lumpur, Malásia	22
Figura 8 - Custo estimado de implantação de uma linha de 10 km de extensão – comparativo	23
Figura 9 - <i>Pod Car</i>	24
Figura 10 - <i>Pod car</i> no aeroporto de Londres <i>Heathrow</i>	25
Figura 11 - PRT no meio urbano na Índia	26
Figura 12 - Terminais de integração e aeroporto.....	30
Figura 13 - Trecho TICEN – Aeroporto.....	31
Figura 14 – População por frota de veículos	33
Figura 15 - Rua deputado Antônio Edu Vieira.....	35
Figura 16 - Projeto do elevador	37
Figura 17 - Acesso ao novo terminal.....	38
Figura 18 - Trecho de acesso ao novo terminal.....	39
Figura 19 - Seção transversal Seta - Carianos	39
Figura 20 - Seção transversal Carianos – SC 405	40
Figura 21 - Seção transversal trecho Interseção – Novo Terminal.....	40
Figura 22 - Esquema do acesso ao aeroporto	41
Figura 23 – Trechos A e Trecho B	43
Figura 24 - Crescimento populacional de Florianópolis	46
Figura 25 – Evolução do crescimento populacional nos principais municípios da Região Metropolitana de Florianópolis	47
Figura 26 - Principal meio de transporte usado no deslocamento na cidade em %	48
Figura 27 - Distribuição horária dos embarques	49
Figura 28 - Velocidade e retardamento no cruzamento da SC 405 e SC 406	52
Figura 29 - Demanda de usuários do sistema 2020-2035.....	54

Figura 30 - VLT MOBILE 4	57
Figura 31 - Ônibus articulado Marcopolo Viale BRT	62
Figura 32 - Monotrilho da Bombardier, São Paulo.	66
Figura 33 - Frota no cenário esperado	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Capacidade média dos veículos por tipo	42
Tabela 2 - Proporção de veículos por tipo em Florianópolis.....	42
Tabela 3 - Linhas executivas	44
Tabela 4 - Linhas alimentadoras TICEN.....	44
Tabela 5 - Linhas Troncais (Inter terminal).....	44
Tabela 6 - Linhas alimentadoras TITRI	44
Tabela 7 - Composição da quantidade de veículos por tipo trafegando na hora de pico por sentido e por trecho.....	45
Tabela 8 - Capacidade da oferta atual do sistema de transporte coletivo por trecho e por sentido.....	45
Tabela 9 - Previsão de crescimento populacional do sul da ilha.....	47
Tabela 10 - Projeção da demanda existente no horizonte de 20 anos	50
Tabela 11 – Cenário da demanda futura.....	51
Tabela 12 - Volume de veículos em direção ao sul da ilha	51
Tabela 13 – Demanda futura gerada na hora de pico	52
Tabela 14 – Cenário da demanda futura gerada	53
Tabela 15 - Demanda total no ano de 2020	54
Tabela 16 - Demanda de usuários do sistema 2020-2035	55
Tabela 17 - Cálculo do tempo de ciclo do VLT	58
Tabela 18 - Cálculo da Frota Efetiva e de Reserva de Trens para 2020.....	58
Tabela 19 - Cálculo da frota ao longo dos anos – Cenário pessimista - VLT.....	59
Tabela 20 - Cálculo da frota ao longo dos anos – Cenário esperado - VLT	60
Tabela 21 - Cálculo da frota ao longo dos anos – Cenário otimista - VLT.....	60
Tabela 22 - Características operacionais da linha VLT proposta.....	61
Tabela 23 - Cálculo do tempo de ciclo - BRT.....	63
Tabela 24 - Cálculo da Frota Efetiva e de Reserva de Trens 2020 - BRT	63
Tabela 25 - Cálculo da frota ao longo dos anos – Cenário pessimista - BRT.....	64
Tabela 26 - Cálculo da frota ao longo dos anos – Cenário esperado - BRT	64
Tabela 27 - Cálculo da frota ao longo dos anos – Cenário otimista – BRT	65
Tabela 28 - Características operacionais da linha BRT proposta.....	66
Tabela 29 - Cálculo do tempo de ciclo - Monotrilho	67

Tabela 30 - Cálculo da Frota Efetiva e de Reserva de Trens 2020 - Monotrilho.....	67
Tabela 31 - Cálculo da frota ao longo dos anos – Cenário pessimista - Monotrilho.....	68
Tabela 32 - Cálculo da frota ao longo dos anos – Cenário esperado - Monotrilho.....	68
Tabela 33 - Cálculo da frota ao longo dos anos – Cenário otimista – Monotrilho.....	69
Tabela 34 - Características operacionais da linha Monotrilho proposta	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APL – Área de preservação com uso limitado

APP – Área de preservação permanente

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

BRT – *Bus rapid transit*

CET/SP – Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo

DEINFRA – Departamento Estadual de Infraestrutura

Denatran – Departamento Nacional de Trânsito

DTTP – Demanda no trecho mais carregado na hora de pico

FE – Frota efetiva

FR – Frota de reserva

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Infraero – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária

ITS – *Intelligent Transportation Systems* ou Sistemas Inteligentes de Transportes

ITVP – Intervalo entre viagens no pico

NVP – Número de viagens no pico

PLAMUS – Plano de mobilidade urbana sustentável da grande Florianópolis

PRT – *Personal rapid transit*

RMF – Região Metropolitana de Florianópolis

TC – Tempo de ciclo

TICEN - Terminal de integração do Centro

TIRIO - Terminal de integração do Rio Tavares

TISAC – Terminal de integração do Saco dos Limões

TITRI – Terminal de integração da Trindade

TPS – Terminal de passageiros

UC – Unidades de conservação

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

VLT – Veículo leve sobre trilhos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	13
1.2 OBJETIVO GERAL	15
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 MOBILIDADE URBANA	16
2.2 VIAS E CORREDORES.....	16
2.3 TEMPO DE VIAGEM.....	17
2.4 POTENCIAIS ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE	17
2.4.1 VLT	18
2.4.2 BRT	19
2.4.3 MONOTRILHO	21
2.4.4 Custo de implantação	23
2.5 OUTROS MODOS DE TRANSPORTE	23
2.5.1 Sistema ULTra.....	24
2.5.2 Pod car no meio urbano	26
2.6 PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DE OPERAÇÃO	26
2.7 METODOLOGIA DE CALCULO DA FROTA.....	27
3 ÁREA DE ESTUDO.....	29
3.1 ITINERÁRIO	29
3.2 SITUAÇÃO ATUAL.....	32
3.3 PROJETOS DE INFRAESTRUTURA PARA O SUL DA ILHA	36
3.3.1 Plano de Mobilidade Urbana Sustentável da Grande Florianópolis - PLAMUS....	36
3.3.2 Elevado do Rio Tavares	37
3.3.3 Acesso ao novo terminal do aeroporto.....	38
3.4 OFERTA E DEMANDA ATUAL	41
2.4.1 Oferta atual de transporte coletivo	41
3.4.2 Demanda atual de passageiros	46
4 DEMANDA FUTURA E CENÁRIOS.....	50

4.1 DEMANDA FUTURA DE USUÁRIOS DE TRANSPORTE COLETIVO.....	50
4.1.1 Cenário da demanda futura	50
4.2 DEMANDA FUTURA GERADA.....	51
4.2.1 Cenários da demanda gerada	53
4.3 CENÁRIOS DA DEMANDA TOTAL.....	53
5 CENÁRIOS DE OFERTA.....	56
5.1 VLT.....	57
5.1.1 Dimensionamento da frota.....	57
5.1.2 Frotas dos cenários	59
5.1.3 Resumo operacional	61
5.2 BRT.....	61
5.2.1 Dimensionamento da frota.....	62
5.2.2 Frotas dos cenários	63
5.2.3 Resumo operacional	65
5.3 MONOTRILHO	66
5.3.1 Dimensionamento da frota.....	67
5.3.2 Frotas dos cenários	67
5.3.3 Resumo operacional	69
5.4 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS ALTERNATIVAS PROPOSTAS	70
6 CONCLUSÃO.....	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
APÊNDICE A – TABELA DE HORÁRIOS VLT	78
APÊNDICE B – TABELA DE HORÁRIOS BRT.....	80
APÊNDICE C – TABELA DE HORÁRIOS MONOTRILHO.....	85

1 INTRODUÇÃO

Com o contínuo aumento da quantidade de pessoas morando em áreas urbanas, as grandes cidades e metrópoles ao redor do mundo têm enfrentado muitos problemas para fornecer deslocamentos eficazes à população. Congestionamentos, acidentes, poluição, perda de qualidade de vida e aumento dos custos de transporte são alguns exemplos disso.

Estes problemas são agravados pelo uso cada vez mais intenso do transporte individual em detrimento do transporte público, já que este, em geral, não possui os mesmos atrativos do transporte individual: como o deslocamento porta a porta, conforto, privacidade, agilidade e supostamente confere status para o proprietário.

Mas como tornar o transporte público atraente? Antes de qualquer coisa é necessário que os governantes reconheçam que transporte coletivo urbano exerce um importante papel na atual configuração dos deslocamentos urbanos, já que propicia a interligação das diferentes regiões das cidades. O transporte público de passageiros tem por função, integrar os diversos espaços urbanos, proporcionando com que as pessoas se desloquem para seus locais de trabalho, lazer, entre outras atividades, além de propiciar oportunidades e consumo (RODIGUES, 2008).

Zarattini (2003) constatou que, em média, o trajeto feito por ônibus demora 2,3 vezes mais que o automóvel particular. A falta de flexibilidade do transporte público impõe, frequentemente, ao usuário caminhar centenas de metros, ou mesmo quilômetros, e esperar por dezenas de minutos pela passagem do veículo. Este desconforto pode ser acompanhado de caminhadas por locais inapropriados, sob condições climáticas adversas (GUTIERREZ, 2013).

Muitos deslocamentos necessitam de transbordo para serem completados. Isso inclui mais paradas e esperas, que podem ser semelhantes às condições descritas anteriormente. Outro incômodo, é o fato de que a viagem pode ser feita em pé nos veículos lotados, tão comum ao transporte público, sendo inviável o transporte de cargas.

É necessário tornar o transporte público tão atraente quanto o automóvel, para que todas as pessoas possam ter acesso a um transporte coletivo de qualidade. Confortável, pontual, rápido, seguro, flexível, ausência de congestionamentos e tarifas acessíveis são imprescindíveis para fidelizar e seduzir novos usuários, aderindo assim a este modelo de transporte coletivo ao invés dos veículos particulares. Fazendo com que cada vez mais o transporte de passageiros contribua de forma significativa para a integração e desenvolvimento das cidades.

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Há um limite físico e financeiro para a cidade acomodar o tráfego urbano. Contudo é necessário o planejamento urbano da região e dos sistemas de transporte urbano para prever e solucionar problemas como os congestionamentos crônicos, a insegurança, os ruídos intensos e a poluição. O que se observa, normalmente, é um crescimento mais acentuado da demanda em relação à oferta. Dentre os impactos proveniente de tal situação, tem-se: aumento do número de acidentes, congestionamentos, aumento de custos em sistemas de controle de tráfego, perdas de tempo, maior gasto de combustíveis, desconforto e deterioração do meio ambiente.

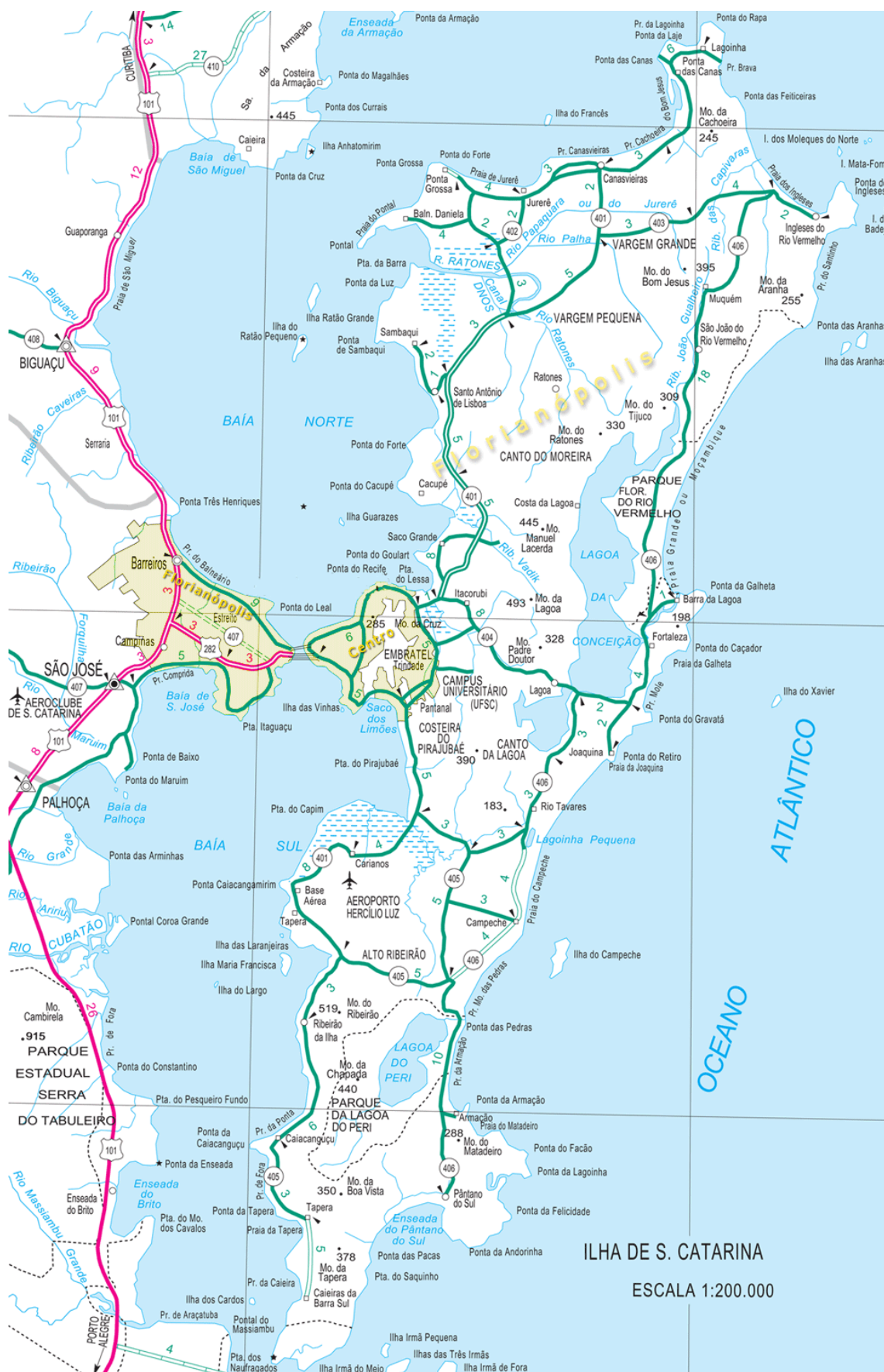
Os investimentos, nos últimos anos, nas vias de transporte existentes não estão acompanhando o crescimento populacional nos bairros do sul da Ilha de Santa Catarina, município de Florianópolis, estado de Santa Catarina. Com isso, vem aumentando a falta de mobilidade urbana dessa localidade. Tendo em vista a importância social da engenharia civil na sociedade, este trabalho vem contribuir no sentido de apontar uma solução deste problema propondo alternativas de transporte de passageiros.

A análise de identificação dos principais trechos de ligação entre o centro e o sul da Ilha de Santa Catarina é feita através das bases de dados disponíveis em órgãos como a Prefeitura de Florianópolis, governo do Estado, empresas de transporte coletivo, dentre outros. Por falta de recursos financeiros para subsidiar uma pesquisa específica de contagem, demanda e origem/destino, esta análise está limitada à disponibilização dos referidos dados. A análise permitirá ver a demanda atual de linhas de transporte nos corredores identificados. Ainda foi possível estimar a demanda futura através de métodos estatísticos.

Este estudo contempla a ligação Centro-Campeche-Aeroporto, que possui um imenso gargalo. Será proposto um sistema de transporte coletivo com objetivos de promover a integração à infraestrutura e operação do sistema, melhorando o atendimento a demanda por transporte. Considerou-se também as particularidades das diversas modalidades e minimização os custos de transporte.

Na figura 1 temos uma figura do município de Florianópolis.

Figura 1 – Cidade de Florianópolis



Fonte: Brasil Turismo (2015).

Com base nas análises feitas, possíveis medidas a serem analisadas nos corredores do sul da Ilha de Santa Catarina, para reduzir, principalmente, o tempo de viagem dos passageiros. Em geral as soluções abordadas devem conduzir com o perfil de um sistema de transporte de massa, que é caracterizado por:

- Operação em linhas troncais integradas a terminais com capacidades elevadas, abastecido por linhas alimentadoras;
- Uso de corredores exclusivos;
- Sistema de pré-pagamento de tarifa;
- Embarque e desembarque rápido através de plataforma elevada no mesmo nível dos veículos;
- Veículos de alta capacidade, modernos e com tecnologias limpas;
- Programação e controle rigoroso de operação;
- Quando possível, adaptável ao traçado existente.

1.2 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do estudo consiste na análise de potenciais alternativas de transporte público entre o centro de Florianópolis e o sul da Ilha de Santa Catarina. Através de uma análise comparativa de algumas das principais tecnologias de transporte público.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivo específico pretende-se estudar preliminarmente a adoção dos sistemas de transporte escolhidos, tendo como pontos extremos o Terminal de Integração do Centro (Ticen) e o Aeroporto Internacional Hercílio Luz, passando pelo Terminal de integração do Saco dos Limões (Tisac) e o do Rio Tavares (Tirio). Outros objetivos específicos são:

- Demanda na área de estudo;
- Análise comparativa de algumas tecnologias de transporte existente;
- Possíveis itinerários;
- Dimensionamento de frota;
- Frequência e horário das linhas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 MOBILIDADE URBANA

O texto de Azevedo (2012) retrata muito bem a essência da mobilidade urbana. No primeiro parágrafo ele visa caracterizar o planejamento da mobilidade urbana. A comparação de Azevedo (2012) entre as diferenças do prever e prover para o prever e prevenir mostra-nos perfeitamente que o primeiro caso é como o poder público planeja as nossas cidades, e no segundo caso como o poder público deveria fazer este planejamento. Outro ponto importante é a abordagem do favorecimento do automóvel neste contexto.

O processo “tradicional” de planejamento segue o que Owens (1995) chama de “prever e prover” (do inglês, “*predict and provide*”), isto é, verifica-se o valor das demandas atuais, faz-se previsão dos valores futuros e, a partir daí, recomenda-se a ampliação ou criação de infraestruturas. A viabilidade econômica dos projetos baseia-se, quase sempre, na redução de custos operacionais e de tempo de viagem. Raramente são considerados custos de mensuração, mais complexa como é o caso de impactos ambientais e da alteração do valor do solo (BANISTER, 2002). No entanto, Owens (1995) questiona se a abordagem não deveria ser a de “prever e prevenir” (do inglês, “*predict and prevent*”) (AZEVEDO, 2012, p. 23).

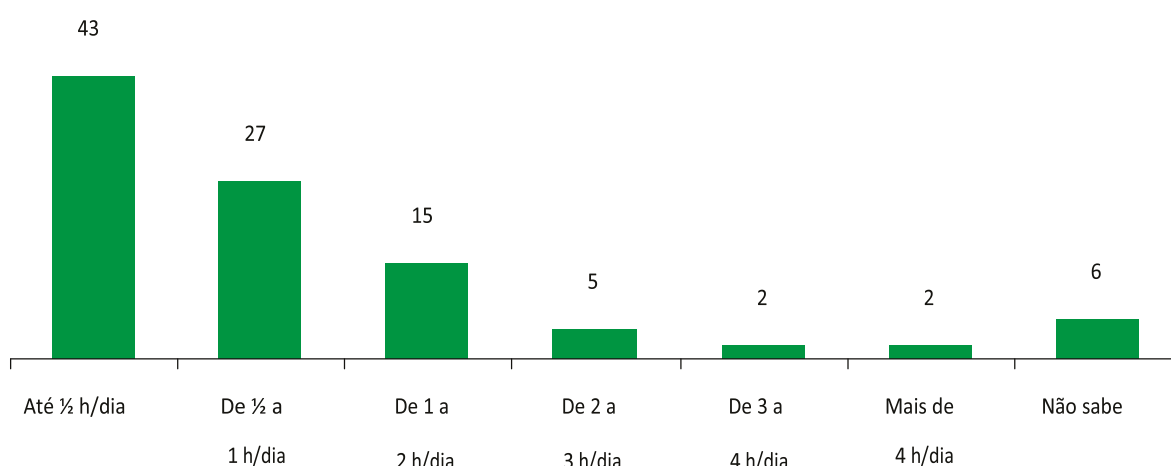
2.2 VIAS E CORREDORES

Entende-se por corredores, vias que receberam ou tendem a receber grandes fluxos de passageiros. São verdadeiros eixos de mobilidade urbana das cidades. Eles podem ser encontrados de forma natural ou planejados. Um corredor para transporte de massa está normalmente perceptível em regiões urbanas (cidades e regiões metropolitanas). A identificação de corredores de passageiros é fundamental para o planejamento do transporte coletivo de uma cidade ou aglomerado urbano. Para tais corredores podem ser recomendados diferentes alternativas de veículos e tecnologias. Os corredores têm surgido como uma solução para a situação atual do transporte público coletivo urbano. Marte (2010) afirma que os corredores urbanos se apresentam como uma opção recomendada aos sistemas de transporte de média capacidade. Diversas cidades utilizam do conceito de corredores para traçar políticas públicas de desenvolvimento urbano (NTU, 2010).

2.3 TEMPO DE VIAGEM

Segundo a CNI (2011), o tempo gasto por boa parte dos brasileiros (43%) em seus deslocamentos pela cidade entre sua residência e o local de sua atividade rotineira – trabalho, escola, cursos, etc. – é de até ½ hora por dia (considerado ida, volta e tempo de espera). Outros 27% gastam de ½ a 1 h/dia no deslocamento para sua atividade rotineira, 15% gastam de 1 a 2 h/dia, 9% gastam mais de 2h/dia e 6% não souberam responder, conforme mostra a figura 2.

Figura 2 - Tempo gasto no deslocamento na cidade*



Fonte: CNI (2011).

* Tempo gasto por dia em deslocamentos na cidade para a atividade rotineira, seja trabalho, escola, curso - ida e volta e tempo de espera.

Ao analisar a figura 2 vemos que para 24% da população, a locomoção de sua residência para o trabalho ou escola leva mais de 1 hora por dia. Quanto maior o tamanho do município, maior o tempo médio de locomoção. Nos municípios com até 20 mil habitantes, apenas 12% da população gasta mais de 1 hora. Segundo a CNI (2011) os municípios com mais de 100 mil habitantes esse percentual sobe para 32%. Entre os entrevistados com renda familiar acima de 5 e até 10 salários mínimos, 31% gastam mais de 1 hora de locomoção entre a residência e o trabalho ou estudo. O percentual sobe para 37% entre os indivíduos com renda familiar superior a 10 salários mínimos.

2.4 POTENCIAIS ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE

As alternativas abordadas nesse estudo serão o Veículo Leve sobre Trilhos (VLT), o Bus Rapid Transit (BRT) e o Monotrilho. A seguir são apresentados estes sistemas.

2.4.1 VLT

O veículo leve sobre trilhos (VLT) ou *light rail transit*, é um trem urbano de superfície operado sobre uma linha férrea similar ao trem, porém possui uma estrutura e infraestrutura muito mais leve. Os veículos podem ter alimentação elétrica ou por combustíveis como o diesel e biodiesel. De acordo com o grau de segregação e a tecnologia adotada, esse sistema possui capacidade de 15 a 35 mil passageiros por hora por sentido (ALOUICHE, 2008; PA TRANSPORT CONSULTING, 2013). É, portanto, uma alternativa adequada para um corredor de transporte de média capacidade. Sua implantação pode ser utilizando vias existentes e adaptando-as em exclusivas para os veículos ou com a criação de novas linhas férreas. A figura 3 ilustra o VLT de Santos.

Figura 3 - VLT de Santos



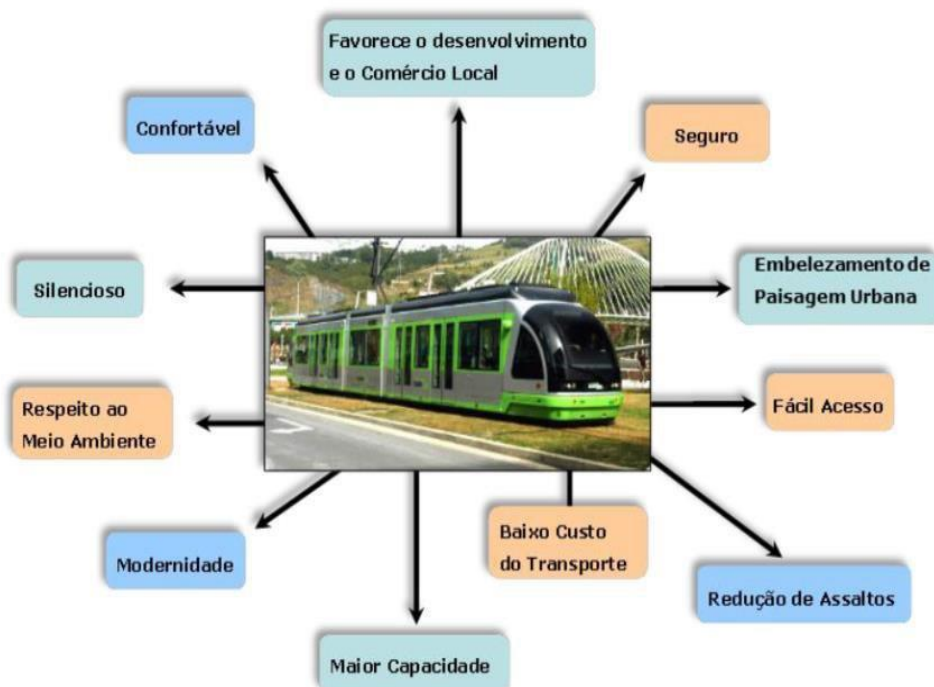
Fonte: Viatrolebus (2015).

Grava (2003) aponta algumas vantagens do sistema VLT:

- Flexibilidade no traçado e implantação (adaptabilidade às condições locais e de demanda);

- Sistema de transporte eficiente ao aliar: quantidade, velocidade, baixo custo da tarifa, qualidade, alta capacidade;
 - Seguro: ao operar em via exclusiva evita possíveis colisões frontais com outros veículos por erros de seus condutores;
 - Se eletrificado não poluirá o meio ambiente;
 - Novos modelos utilizam biodiesel;
 - Sistema moderno e confortável, tendo boa aceitação visual na cidade.
- Segundo Grava (2003) algumas desvantagens do sistema VLT são:
- Alto custo de implantação do sistema
 - Usuários de veículos individuais são contrários a implantação, pois os corredores exclusivos criados para o VLT reduzem o espaço dos referidos usuários.

Figura 4 - Vantagens do VLT



Fonte: PA TRANSPORT CONSULTING (2013).

2.4.2 BRT

O *Bus Rapid Transit* (ou na tradução livre ônibus de trânsito rápido) é um sistema de transporte de média capacidade operado por ônibus. O BRT soma os benefícios da alta capacidades do sistema de metrô com a flexibilidade, baixo custo e a simplicidade do sistema

de ônibus convencional. O sistema BRT é geralmente caracterizado por oferecer condições, serviços e infraestrutura que aumentam a qualidade do sistema e removem as típicas causas de atraso dos ônibus. A figura 5 ilustra o BRT da cidade de Curitiba, Paraná.

Figura 5 - BRT Curitiba – Linha verde



Fonte: Wikipedia (2015).

Segundo Alouche (2010) e Medeiros (2012), algumas vantagens do sistema BRT são:

- Composição com veículos com capacidade maior (duplos) e motores de baixa emissão;
- Bilhetagem a bordo ou na estação;
- Intervalos pequenos entre composições;
- Tem um papel estruturador dos transportes;
- Via segregada, pavimento rígido;
- Intervalos regulares;
- Via com ultrapassagem;
- É flexível para circular fora do corredor;
- Menor custo operacional por passageiro se comparado com o ônibus convencional;
- Indústria nacional capacitada para fornecer material rodante;
- Maior facilidade de integração com linhas de ônibus convencional.

Alouche (2010) e Medeiros (2012) listaram algumas desvantagens do sistema BRT.

São elas:

- As vias exclusivas ocupam duas faixas da via, podendo causar aumento do congestionamento;
- Capacidade limitada a longo prazo;

- Motores a combustão interna – menor eficiência energética e maior poluição, que pode ser minimizado por combustíveis menos poluentes;
- Tende a prejudicar o comércio ao longo do corredor;

Figura 6 - BRT em Bogotá, Colômbia.



Fonte: Medeiros (2012).

2.4.3 MONOTRILHO

Monotrilho é um meio de transporte coletivo elétrico que pode alcançar a média-alta capacidade, e trafega sobre pneus em via exclusiva. O trem, com 2, 4, 6 ou 8 carros, corre sobre uma viga elevada, que é seu trilho único. A distância entre os trilhos de ida e volta é determinada pela largura do trem, menor que a de outros sistemas equivalentes. O monotrilho é o único meio de transporte em que a via tem largura inferior à do veículo (FREITAS, 2012 apud SPTRANS, 2010).

Conforme a *Monorail Society*, o Monotrilho é definido como um tipo de veículo leve sobre trilhos que ao invés de circular em um par de trilhos como as ferrovias tradicionais, circulam em um único trilho que pode ser metálico ou em concreto armado e que podem usar rodas metálicas, rodas com pneus de borracha ou levitação magnética e são movidos a energia elétrica (FREITAS, 2012 apud OLIVEIRA, 2009, p. 5).

Figura 7 - Monotrilho de Kuala Lumpur, Malásia



Fonte: Medeiros (2012).

Medeiros (2012) cita como vantagens do monotrilho:

- Menor impacto visual comparado com os sistemas elevados em plataforma;
- Maior capacidade que o VLT – velocidade operacional relativamente alta;
- Menos custo de implantação comparado com qualquer outro sistema em via elevada;
- Ruído inferior aos sistemas com trilhos metálicos;

- Possibilidade de vencer rampas íngremes e curvas fechadas.

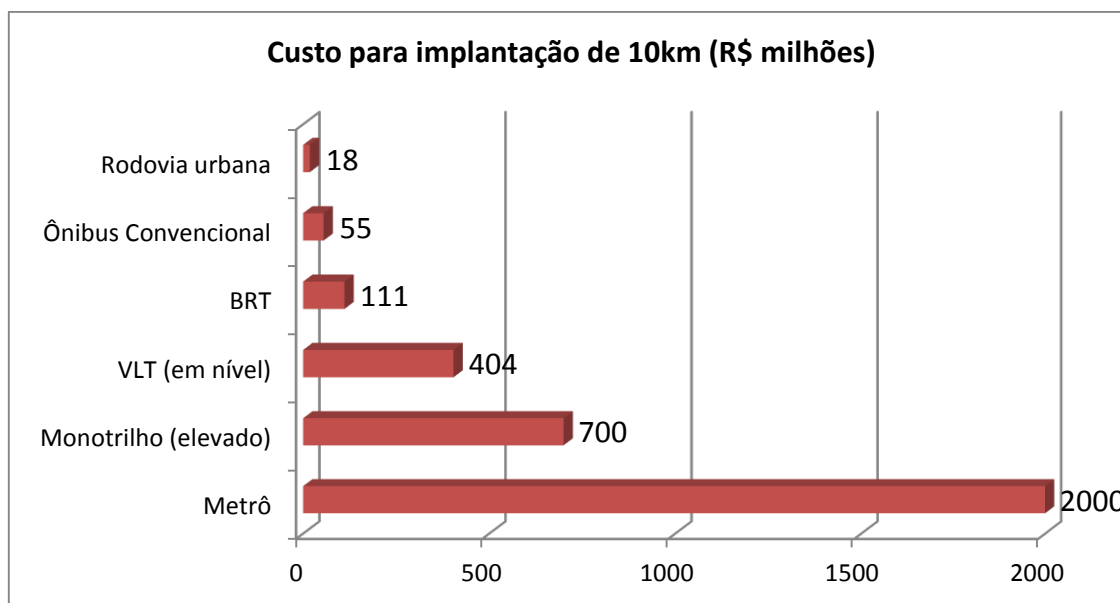
Medeiros (2012) cita como desvantagens do monotrilho:

- Dificuldade de evacuação dos passageiros em caso de emergência;
- Pneu de borracha com vida útil inferior à roda metálica;
- Impacto visual pode ser não tolerado em regiões nobres da cidade;
- Custo de implantação maior que o VLT e BRT em nível;
- Estações elevadas – maior custo e dificuldade de acesso.

2.4.4 Custo de implantação

O custo de implantação desses sistemas varia muito de região para região. Medeiros (2012) fez um gráfico comparando o custo de implantação de 10 km das linhas de diferentes sistemas de transporte. A figura 8 ilustra estes custos.

Figura 8 - Custo estimado de implantação de uma linha de 10 km de extensão – comparativo



Fonte: Medeiros (2012).

2.5 OUTROS MODOS DE TRANSPORTE

Neste item iremos tratar do trecho em amarelo abordada no item 3.3. O trecho compreendido entre a rótula e o aeroporto. Como foi explicado anteriormente, este trecho de apenas 3,3 km serve de acesso somente para os passageiros e para os colaboradores do aeroporto. Como proposta de ligação vamos usar o *Personal Rapid Transit* (PRT) que numa

tradução livre significa trânsito rápido pessoal. É um sistema de transporte pessoal rápido através dos *Pod cars*. Pode usar uma via subterrânea, elevada ou estradas tradicionais. O *Pod Car* é um veículo futurista, que utiliza uma alternativa de energia limpa e ambientalmente amigável para o transporte urbano. Estes veículos não possuem condutor, sendo assim totalmente automatizado. É alimentado por eletricidade. Existem muitas empresas ao redor do mundo atualmente desenvolvendo vários sistemas de *Pod Cars* e de PRT. Pode-se citar como projetos de grande escala o sistema ULTra PRT no Aeroporto de Londres *Heathrow*, e o sistema *Masdar City* PRT em Abu Dhabi (PODCARS, 2012).

Figura 9 - *Pod Car*



Fonte: Podcars (2012).

2.5.1 Sistema ULTra

O sistema ULTra utiliza como veículo o *pod car*. Eles utilizam pneus e são movidos a bateria e são capazes de transportar facilmente 4 pessoas e suas bagagens. Totalmente

adaptável para deficientes e possuindo uma capacidade de total de carga de 450 kg, os *Pods* são adequados para acomodar cadeiras de rodas, carrinhos de bebê e bicicletas.

O sistema oferece segurança e comodidade, proporcionando uma viagem sem paradas dando um uso exclusivo aos passageiros do veículo. Cada *pod car* é monitorado por tv e por uma equipe de controladores, que podem ser solicitados a ajuda com o uso de um botão no interior do veículo.

Com um raio de curva de apenas 5 m e um peso vazio de 850 kg, as viagens podem ser feitas através de rotas complexas com infraestrutura leve, e é praticamente silenciosa quando em execução, produzindo pouca ou nenhuma vibração externa e zero emissões.

O preço por km incluindo a instalação, os veículos, as estações e o sistema de controle varia entre US\$7 e US\$15 milhões (ULTRA GLOBAL PRT, 2015).

Figura 10 - *Pod car* no aeroporto de Londres *Heathrow*



Fonte: Ultra Global PRT (2015).

2.5.2 Pod car no meio urbano

Este sistema também será implementado pela primeira vez no meio urbano na cidade de Amritsar, Índia. Está atualmente em fase de projeto e será o primeiro sistema PRT utilizado no meio urbano. O trajeto interliga a estação de trem, a terminal e ônibus e o Templo de Ouro, que atrai 35% das viagens. Ainda passa por dois grandes estacionamentos, uma escola e um shopping. O sistema tem 8 km de extensão, uma frota de 200 *pod cars* e uma demanda de 100.000 passageiros por dia. Será construído totalmente em estrutura elevada.

Figura 11 - PRT no meio urbano na Índia



Fonte: Ultra Global PRT (2015).

2.6 PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DE OPERAÇÃO

As tecnologias de transporte a serem abordadas neste trabalho se utilizam de sistemas de controle e operação. Tais sistemas contribuem para dar mais velocidade do sistema, controlam e fornecem informações em tempo real sobre a localização dos veículos na via, além de aumentar a segurança dos usuários devido a capacidade de gerenciar toda a frota de veículos impedindo possíveis colisões, principalmente no caso de sistemas de transporte sobre trilhos.

O uso de tecnologia da informação e de comunicação em sistemas de transporte público coletivo urbano eleva os seus níveis de eficiência (menos custo e mais confiabilidade), segurança e conforto. Sistemas de média capacidade utilizam muito bem uma combinação de tecnologias de Sistemas Inteligentes de Transportes (ITS *Intelligent Transportation Systems*).

O conceito de ITS é fundamental para compreender melhor o funcionamento dos sistemas de transporte coletivo.

Marte (2010) lista algumas funcionalidades do ITS em sistemas de média capacidade.

- Planejamento e programação: conjunto de serviços que compreende – por exemplo: estabelecer o nível de capilaridade do sistema e extensão da rede, tipos de serviços, padrões de atendimento e de qualidade (indicadores) e gerar ordens de serviço;
- Gestão e operação: conjunto de serviços que permite fiscalizar, monitorar e controlar, em tempo real, parâmetros e eventos do sistema de transporte público coletivo urbano, através de comparação com o programado, intervindo, quando necessário;
- Tarifação eletrônica: conjunto de serviços responsáveis pela comercialização de créditos, desde a geração, passando pela distribuição, validação e efetiva arrecadação (bilhetagem) até a compensação (“*clearing*”), permitindo a integração entre diferentes transportes;
- Informações aos usuários: conjunto de serviços responsáveis por distribuir, de forma extensiva, atualizada e eficaz, informações estáticas e dinâmicas sobre a rede de transportes sobre serviços aos usuários;
- Prevenção e segurança: conjunto de serviços responsáveis por proporcionar maior segurança ao viajante/passageiro/conductor, tanto no aspecto de evitar a ação de terceiros (“*security*”), quanto para prevenir contra riscos operacionais (“*safety*”);
- Coordenação multimodos: conjunto de serviços responsáveis pela coordenação entre sistemas de transporte e trânsito, visando melhorar os serviços de transferência intermodos e priorizar o transporte público coletivo urbano em interseções semaforizadas;
- Infraestrutura: objetiva dar continuidade da operação na infraestrutura e serviços auxiliares, como suprimento de energia elétrica, telecomunicações, processamento de dados e outros.

2.7 METODOLOGIA DE CALCULO DA FROTA

Este procedimento será adotado também nos demais cenários, e o método de cálculo é o que usualmente é feito nos estudos de viabilidade para encontrar a frota de trens. A frota de veículos é dada pela soma da frota efetiva e a frota de reserva (CARVALHO, 2014).

Segundo Valente (2008 apud CARVALHO, 2014, p. 60) “a frota efetiva corresponde à quantidade de veículos necessária para operação da linha ao longo de um dia útil, considerando o horário de pico onde existe a maior demanda e conseqüentemente a maior oferta de horários, representando assim, o horário em que todos os veículos estão em operação”. A frota de reserva corresponde a 10% da frota efetiva.

A frota efetiva (FE) no período de pico é frota necessária para atender exatamente a demanda calculada. É dado pelo tempo de ciclo (TC) dividido pelo intervalo entre viagens (ITVP).

$$FE = \frac{TC}{ITVP} \quad (1)$$

O Tempo de Ciclo (TC) é o tempo percorrido entre o ponto de partida, o ponto de chegada e o retorno ao ponto de partida. É o tempo necessário para percorrer todo o trajeto de ida e volta do percurso, incluindo o tempo gasto nas paradas para embarque e desembarque além das manobras. (LABTRANS, 2012). O tempo de ciclo é dado pela seguinte expressão (COPPE, 2014):

$$TC = ti + tpNP + tv \times 2 + TR \times 2 + tf \quad (2)$$

Onde ti e tf são os tempos de manobra da estação inicial e final respectivamente, tp é o tempo de parada nas estações intermediárias, NP é o número de estações intermediárias, tv é o tempo de viagem e TR é o tempo devido a interferências de sinalização ou de tráfego na linha do VLT.

O intervalo entre viagens (ITVP) é o tempo entre um determinado número de viagens realizadas num determinado período de tempo. O ITVP é caracterizado pelo período de pico de 60 minutos dividido pelo número de viagens no pico (NVP).

$$ITVP = \frac{60}{NVP} \quad (3)$$

O número de viagens no pico (NVP) é a quantidade de viagens necessárias para transportar totalmente a demanda do pico através de um veículo de determinada capacidade. A demanda no horário de pico no trecho mais carregado (DTTP) dividido pela capacidade dos veículos que irão transportar essa demanda (CAP).

$$NVP = \frac{DTTP}{CAP} \quad (4)$$

3 ÁREA DE ESTUDO

O crescimento rápido da demanda por transporte público urbano nas cidades da grande Florianópolis, aliado ao esgotamento (ou quase esgotamento) da capacidade das redes viárias, as preocupações ambientais e as restrições orçamentárias que impedem a implantação de sistemas sofisticados de transporte de massa têm constituído um enorme desafio aos planejadores de transporte urbano da região. Segundo Ferraz e Torres (2004) a facilidade de se realizar deslocamentos para as diversas atividades diárias e o acesso às mercadorias e serviços reflete diretamente no nível de desenvolvimento econômico e social da região. A cidade procura organizar-se através dos elementos urbanos que a constitui, promovendo condições para realizar as necessidades básicas do ser humano (moradia, trabalho, educação e lazer). A organização interna destes elementos cria diversas formas de locação espacial dos modelos que a cidade adere e dá continuidade com o tempo, ou ratifica-os, trocando sua direção de expansão (BRASIL, 2013).

3.1 ITINERÁRIO

A área de estudo está localizada na cidade de Florianópolis no Estado de Santa Catarina.

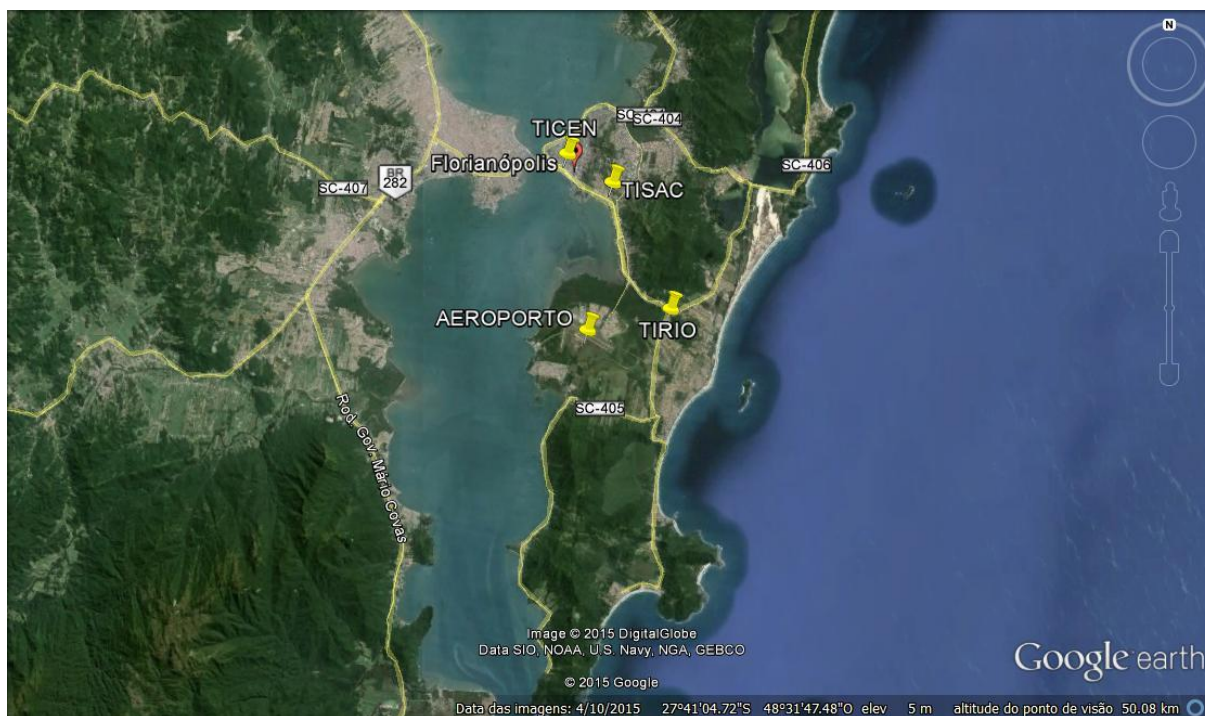
Esta região possui uma grande demanda tanto por transporte coletivo quanto individual, principalmente no horário de pico. Isto é um caso típico de cenários urbanos. Existem diferentes corredores de passageiros e polos que atraem e geram viagens na área centro-sul da ilha. Por todos estes fatores, definiu-se critérios para a escolha do trajeto e dos pontos de partida e chegada para este estudo:

- Atender a maior quantidade possível de usuários;
- Uso de via exclusiva para a implantação da alternativa;
- Uso da estrutura viária existente: sempre que possível usar a malha viária existente ou em projeto para a implantação dos corredores;
- Multimodalidade: procurar a integração entre os modos de transportes existentes e ou que poderão vir a existir.

Com isso, a princípio, iremos buscar trabalhar com os terminais do sistema de transporte coletivo integrado de Florianópolis. Do centro até o sul da ilha temos três terminais: o TICEN, o TISAC e o TIRIO. Além dos terminais de integração do transporte coletivo temos um outro terminal de passageiros na região: o Aeroporto Internacional Hercílio Luz. O

aeroporto fica localizado no bairro Carianos a poucos quilômetros do terminal mais ao sul da ilha, o TIRIO. A figura abaixo ilustra estes terminais.

Figura 12 - Terminais de integração e aeroporto

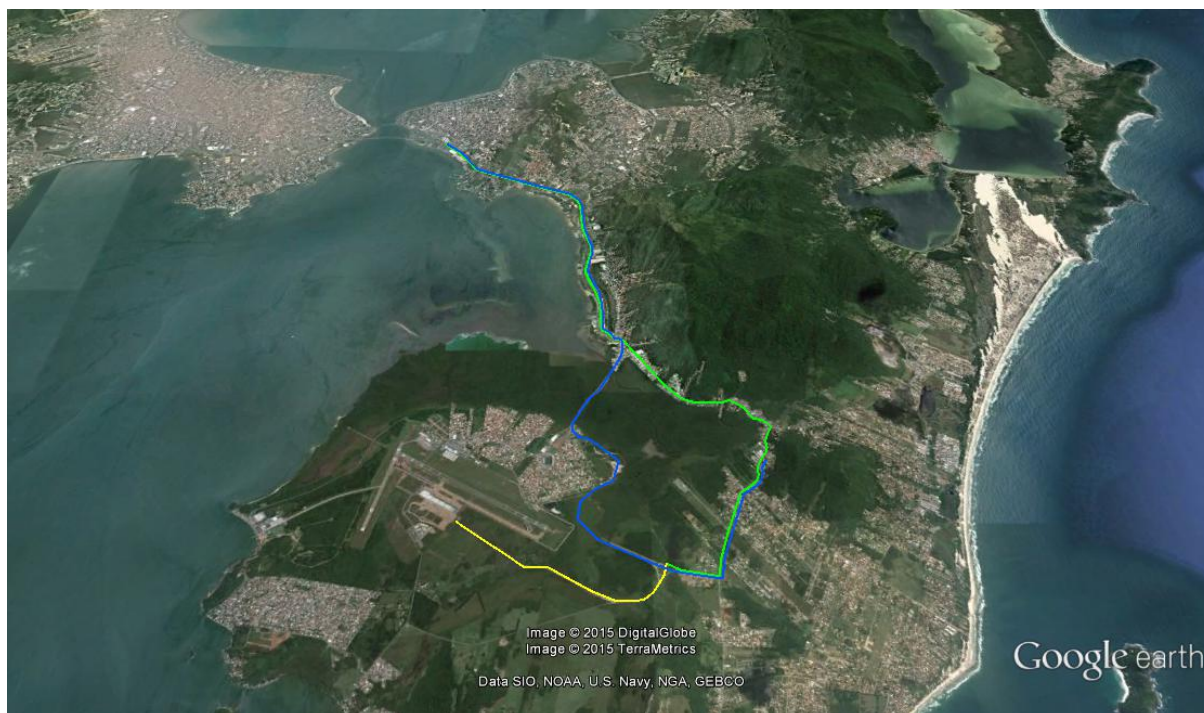


Fonte: Google (2015).

O conceito de conectar um transporte de massa ao aeroporto é muito utilizado ao redor do mundo. *Pudong International Airport* em Shanghai na China, *Aeroporto Internacional Tom Jobim* no Rio de Janeiro e *O'Hare International Airport* em Chicago nos EUA são alguns exemplos de sucesso desta intermodalidade.

Com estas premissas estabelecidas, conexão dos terminais de integração e o aeroporto, e tendo conhecimento dos projetos em andamento na região (novo acesso ao aeroporto e o elevador do Rio Tavares) temos duas soluções de trajeto. Ambas são apresentadas na figura 13.

Figura 13 - Trecho TICEN – Aeroporto



Fonte: Google (2015).

Uma ligação proposta é o trecho de cor verde ilustrado na figura 12. Ela tem início no TICEN, vai em direção ao sul pela Via Expressa Sul, passa em frente ao TISAC, passa por cima do elevado do Trevo da Seta e continua pela SC 405 até ao futuro elevado do Rio Tavares. Neste cruzamento, vira-se à direita em direção ao bairro Campeche, passa em frente ao TIRIO e o ponto de chegada é a rótula do Aeroporto Hercílio Luz. Dali para frente o trecho de cor amarelo faz a ligação com o aeroporto. Trataremos dela mais à frente.

A outra ligação, o trecho de cor azul na figura 12, tem trajeto similar ao da linha verde. Parte do TICEN, segue pela Via Expressa Sul e passa em frente ao TISAC. Porém ao chegar no elevado do Trevo da Seta, ela muda de direção e entra no bairro Carianos. A partir daí se utilizará do acesso a ser construído para o novo terminal do aeroporto. Ao chegar na SC 405, pelo novo acesso, toma à direita e segue até o TIRIO.

O trecho de cor amarelo está compreendido entre o aeroporto e a rótula e possui 3,3 km. Este trecho terá uma demanda somente dos passageiros e colaboradores do aeroporto. Entende-se então que a solução por um sistema de transporte de passageiros de média capacidade seria superdimensionado para este trecho. Com base nisso propomos como solução um sistema de transporte de pequena capacidade e que seja mais adequado a demanda do aeroporto.

Embora ambos os trajetos possam ser adotados nesse estudo por atenderem aos critérios pré-estabelecidos, iremos escolher um deles devido a limitação de tempo hábil para a análise dos dois. Para fazer a escolha do trajeto adotou-se o critério de menor distância do ponto de partida ao ponto de chegada. Através da ferramenta “rota” do software Google Earth® foi estimada a distância de cada percurso. Normalmente, o tempo de percurso é utilizado para a escolha entre dois caminhos. Porém não adotamos o tempo de percurso como impedância pois o novo acesso ao aeroporto ainda não foi construído, impossibilitando que o referido software estimasse o tempo de percurso do trecho azul. Com isso, foi adotado somente o critério de distância para a escolha do trajeto. O trecho verde apresenta um percurso de 12,9 km. O trecho em azul tem 14,6 km. Com isso, neste trabalho, usaremos o trecho verde como trajeto para o estudo juntamente com o trecho amarelo.

3.2 SITUAÇÃO ATUAL

Ao longo das últimas duas décadas, a demanda por transporte público urbano tem crescido rapidamente em toda a Região Metropolitana de Florianópolis (RMF). Dentre as causas deste fenômeno, podemos citar como principais:

- O crescimento demográfico acentuado, que representa mais usuários potenciais do sistema de transporte;
- Expansão rápida e desorganizada das fronteiras urbanas das cidades, que significam viagens mais longas e, portanto, maior dependência das populações em relação aos sistemas de transporte motorizados (mais confortáveis e mais rápidos que a opção a pé);
- Intensificação das atividades econômicas na RMF, onde houve um aumento do poder aquisitivo da população, e, portanto, mais pessoas aptas a usarem algum sistema de transporte mecanizado.

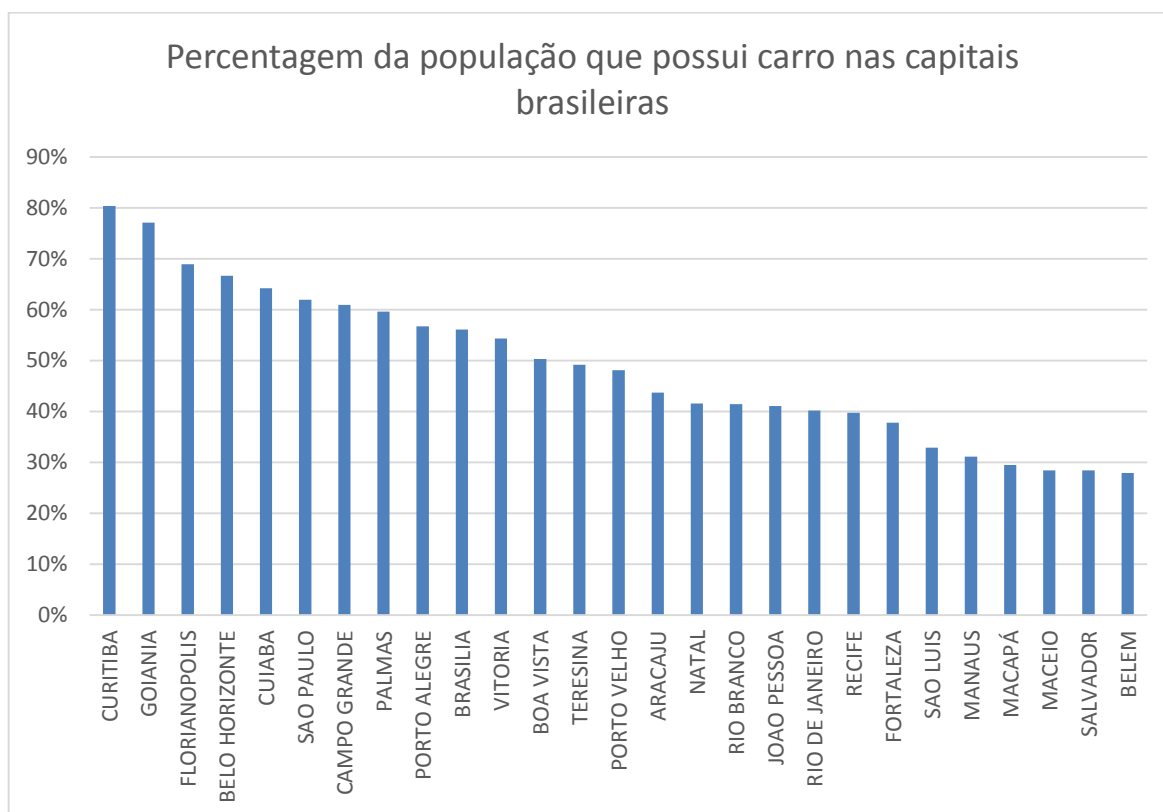
Grande parte da população mora numa cidade e trabalham em outra cidade. Segundo Plamus (2014) Florianópolis tem mais empregos do que moradores que trabalham. Em compensação, Palhoça, Biguaçu e São José possuem mais moradores que trabalham do que empregos. Essa de empregos e serviços em Florianópolis implica num padrão de transporte pendular, com o surgimento de corredores de transporte urbanos bem definidos e com demandas concentradas.

Nesses corredores, o modo de transporte público predominante é o ônibus, principalmente devido a seu baixo custo de implantação e alta flexibilidade de rota. Contudo, a forma com que se apresenta a operação dos ônibus é dividindo o espaço viário com outros

tipos de veículos, resultando em uma capacidade de transporte bastante limitada. Como a demanda por transporte é maior que a sua capacidade, temos o nível de serviço ofertado deteriorado. Ou seja, maior tempo de viagem, maior tempo de espera, grandes filas de passageiros nos terminais e lotação dos veículos. Isso diminui a segurança do sistema, além de aumentar a poluição e os custos de operação.

Em fevereiro de 2015, o Departamento Nacional de Transito (DENATRAN, 2015) apontou que a cidade possui a frota de 317.997 automóveis. Ocupa somente o 19^a lugar entre as capitais brasileiras. Aparentemente Florianópolis não apresenta uma grande frota de veículos. Mas quando dividimos a população da cidade (IBGE, 2015b) pela sua frota de veículos temos uma outra visão da situação, como mostra a figura 14.

Figura 14 – População por frota de veículos



Fonte: Adaptado de DENATRAN (2015) e IBGE (2015b).

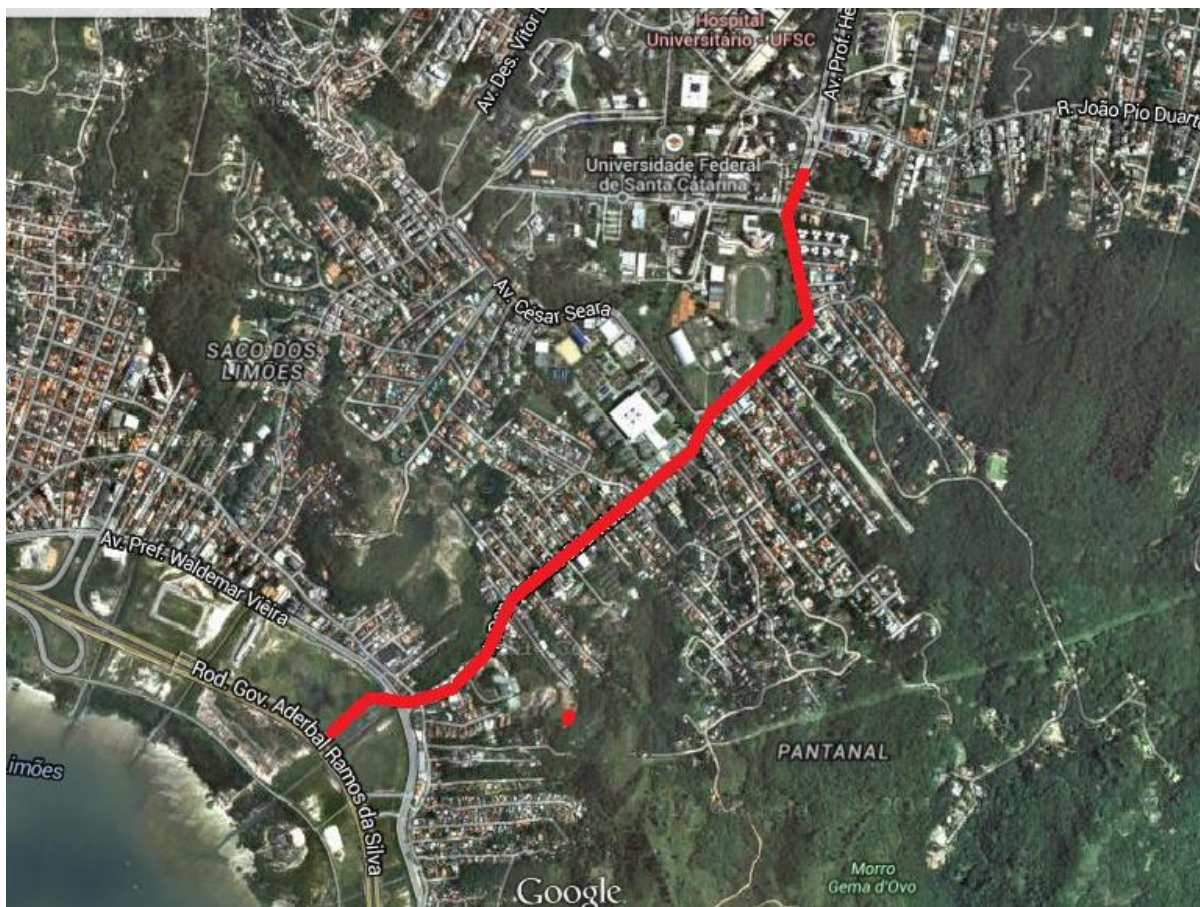
A figura 13 mostra-nos que a cidade pula para o terceiro lugar entre as capitais em percentual de veículos em relação a população. Em torno de 69% da população de Florianópolis possui carro. A capital catarinense só fica atrás de Curitiba, com 80%, e Goiânia, com 77%.

O município de Florianópolis é composto pela Ilha de Santa Catarina e uma parte do continente. A cidade conta com uma área de 675,4 km² (IBGE, 2015b) e a maior parte desta área está localizado na ilha. As áreas de preservação permanente (APP), áreas de preservação com uso limitado (APL) ou unidades de conservação (UC) correspondem a 17% do seu território (PMF, 2015). Devido a topografia montanhosa ao longo dos eixos norte sul da ilha, temos hoje na cidade muitos veículos circulando e um espaço físico muito limitado. Problemas como a falta de planejamento e fiscalização ineficiente da edificação de imóveis residenciais e comerciais ao longo das rodovias tornam os projetos de novas expansões problemáticos e muito mais onerosos ao poder público.

Um caso muito debatido atualmente e que ilustra muito bem o que se está querendo se mostrar é a duplicação da Rua Deputado Antônio Edu Vieira, no bairro Trindade. A região cresceu muito nos últimos anos devido a localização do campus da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e o Hospital Universitário, que atraem muitos estudantes de diferentes bairros e cidades. Aliados aos diversos setores econômicos que compõem a região, como restaurantes, bares e serviços, empresas de tecnologia, construção, shoppings e diversos outros.

Esta rua faz a ligação entre a Av. Beira-mar Norte e a Via Expressa Sul. Ela é uma via que possui grande engarrafamento nos horários de pico, por ser uma rodovia de duas faixas com sentidos contrários, e não consegue dar vazão ao grande tráfego das duas pistas, com três faixas de sentidos contrários cada, da Av. Beira-mar Norte em direção à Via Expressa Sul (também possui duas pistas com três faixas de sentidos contrários). Na figura 15 podemos ver a Rua Deputado Antônio Edu Vieira destacada em vermelho.

Figura 15 - Rua deputado Antônio Edu Vieira



Fonte: Google (2015).

Após concluírem os aterros da baía norte e da baía sul de Florianópolis, não se realizou a ligação entre essas duas rodovias na época. Com o desenvolvimento da região, houve um grande crescimento populacional e muitas casas e comércios foram construídos ao longo da via. Isto impossibilitou hoje a sua duplicação devido a grande área de desapropriação que será necessária fazer. Para a solução desse problema existe a possibilidade da UFSC ceder uma parte de seu terreno para a realização de uma parte da duplicação. E para o restante existe um estudo de criação de um binário, transformando a Edu vieira numa via de mão única e outra rua paralela completaria o binário. Ou será necessária a desapropriação de uma grande área ao longo da via.

Tudo isso serve para mostrar que o foco da circulação urbana não deve ser mais o transporte individual, e sim o coletivo. É mais simples e menos oneroso adaptar a frota de veículos à sua cidade do que adaptar a cidade à sua frota de veículos. Mas para que esse paradigma se resolva é necessário um sistema de transporte altamente eficiente (JAN GEHL, 2010). Para isso pode-se usar os exemplos que deram certo de outras cidades que investiram

em transporte público eficiente e hoje colhem os frutos: Curitiba, Londres, Dublin, Amsterdã, entre outras.

3.3 PROJETOS DE INFRAESTRUTURA PARA O SUL DA ILHA

Na área de estudos existem três projetos importantes que serão abordados neste trabalho. O Plano de Mobilidade Urbana Sustentável da Grande Florianópolis, o elevado do Rio Tavares e o acesso ao novo terminal do aeroporto.

3.3.1 Plano de Mobilidade Urbana Sustentável da Grande Florianópolis - PLAMUS

O Plano de Mobilidade Urbana Sustentável da Grande Florianópolis (PLAMUS) é um conjunto de estudos técnicos de mobilidade urbana com ênfase no transporte coletivo que foi realizado na RMF. Os recursos vêm do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e o contratante é o Governo do Estado de Santa Catarina. Compõem a área de estudo os 13 municípios da grande Florianópolis: Anitápolis, Rancho Queimado, São Bonifácio, Angelina, Antônio Carlos, Águas Mornas, São Pedro de Alcântara, Santo Amaro da Imperatriz, Biguaçu, Governador Celso Ramos, São José, Palhoça e Florianópolis. O consórcio responsável pelo estudo é composto pelas empresas Machado Meyer, Logit, *Strategy&*, tendo como parceiros a EMBARQ, ITDP, *Urban Systems*, *Comtacti* e a UFSC.

O PLAMUS quantifica os agentes da mobilidade urbana e propõe uma série de melhorias à eles buscando uma visão integral da mobilidade. Temos como principais agentes e melhorias:

- O Transporte Público: Melhorias na infraestrutura e proposta de reestruturação do sistema de transporte público na Região Metropolitana de Florianópolis;
- A Gestão Metropolitana: Proposição de um modelo institucional para a efetiva gestão integrada metropolitana (criação da SUDERF);
- O Uso do Solo: Diretrizes para o Desenvolvimento de um Plano Diretor Metropolitano para o Uso do Solo;
- O Plano Cicloviário: Desenvolvimento de um Plano Cicloviário Metropolitano, complementar ao sistema de transporte público;
- O Espaço para Pedestres: Estratégias para a melhoria das calçadas e segurança para os pedestres;

- Os Estacionamentos: Diretrizes para a gestão das áreas de estacionamento.

O PLAMUS tem como objetivo propor soluções para a mobilidade na RMF e o escopo do trabalho envolve pesquisas de campo, soluções físicas, viabilização das soluções, comunicação, organização institucional e arcabouço regulatório.

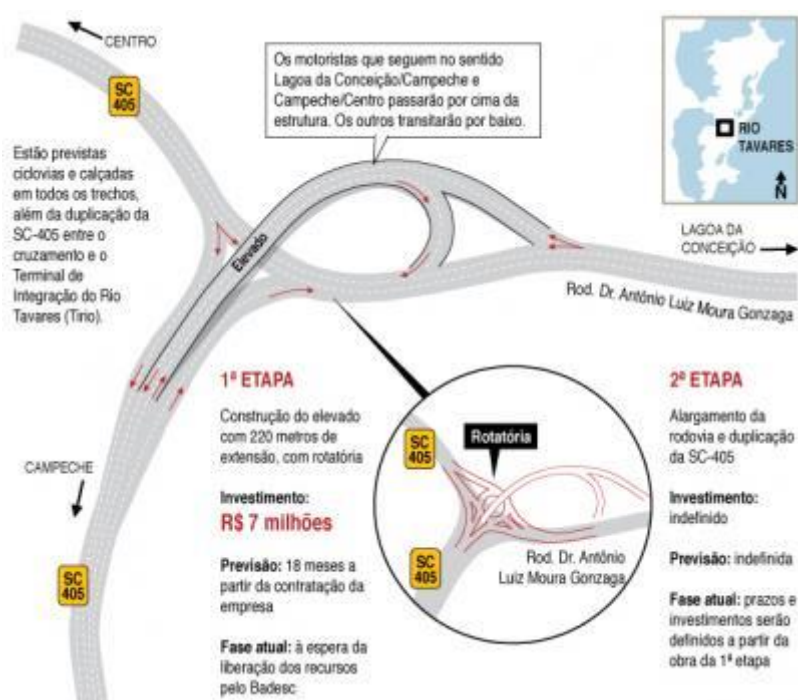
3.3.2 Elevado do Rio Tavares

O crescimento urbano vem aumentando gradativamente o fluxo de veículos na interseção das rodovias SC 405 e Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga no sul da ilha. Os congestionamentos, o aumento do fluxo e sinalização precária fizeram com que estudos sobre mudanças no sistema de tráfego fossem feitos.

A microssimulação da via feita por Fert (2014) ilustram muito bem como um elevado poderia reduzir a densidade e o tempo de atraso nesta interseção.

Analises de capacidade das vias atuais e futuras justificaram a necessidade de um elevado nesta interseção (FERT, 2014). O elevado contará com 220 metros de extensão e tem um prazo de 1 ano e 6 meses para a sua conclusão após o início das obras como é mostrado na figura 16.

Figura 16 - Projeto do elevado



Fonte: Diário Catarinense (2015).

3.3.3 Acesso ao novo terminal do aeroporto

O Aeroporto Internacional Hercílio Luz está passando por uma ampliação de sua capacidade. Desde 2012, a Infraero deu início às obras do novo complexo aeroportuário de Florianópolis.

Figura 17 - Acesso ao novo terminal

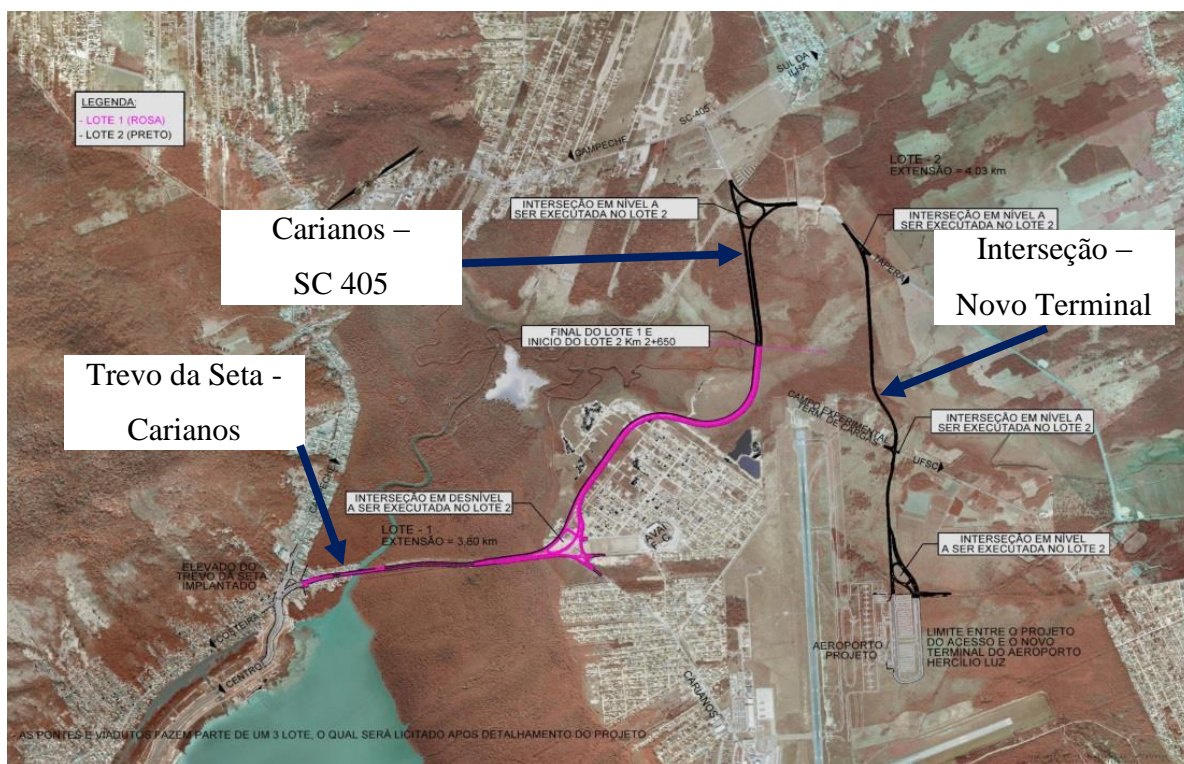


Fonte: Infraero (2015).

Está previsto a construção de um novo terminal de passageiros, pátio de aeronaves, pista de táxi, estacionamento de veículos, drenagem, acesso viário interno e edificações de apoio.

O acesso ao novo terminal de passageiros é apresentado na figura 17 destacado em azul. Ele é de responsabilidade do Governo do Estado de Santa Catarina em parceria com a prefeitura de Florianópolis. O Departamento Estadual de Infraestrutura (DEINFRA) é o órgão do Governo do Estado contratante destas obras. E a prefeitura de Florianópolis fica responsável pela desapropriação das áreas de influência do acesso ao novo terminal do aeroporto. O trecho está compreendido entre a SC 405, a interseção no bairro Carianos e a nova área terminal do aeroporto internacional Hercílio Luz, totalizando 8,73 km. O acesso ainda prevê a construção de uma nova ponte sobre o rio Tavares de 260 m, a revitalização da ponte existente, uma interseção em desnível e 4 interseções em nível.

Figura 18 - Trecho de acesso ao novo terminal

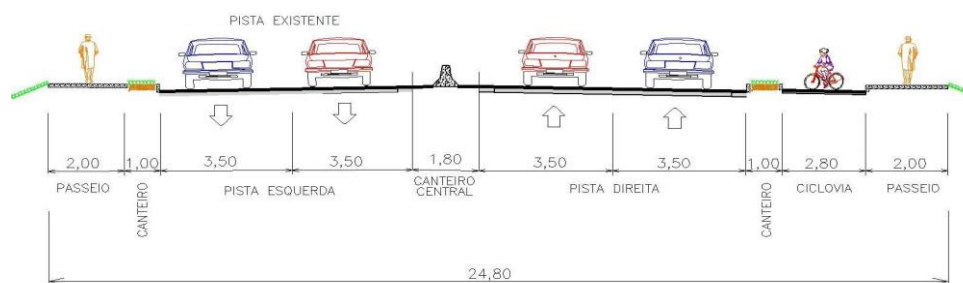


Fonte: DEINFRA (2015).

A seção transversal do trecho terá três diferentes tipos.

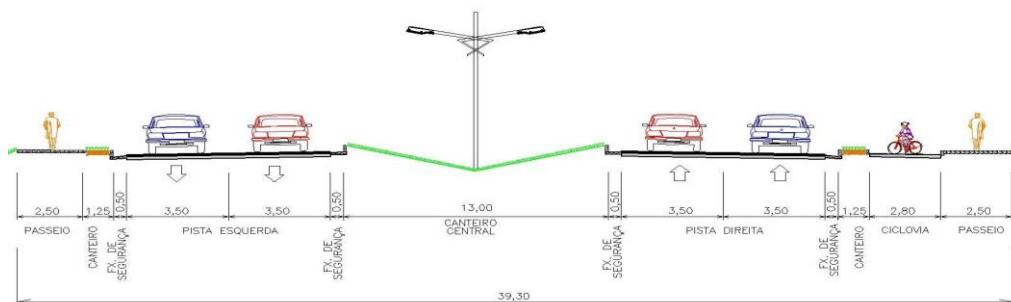
O trecho Trevo da Seta (SC 405) – Carianos é destacado em rosa na figura 18, e o trecho Carianos – SC 405 é destacado em preto na figura 18. Ambos são compostos por pista dupla, com duas faixas de rolamento cada, com canteiro central, porém um será com barreira New Jersey e o outro com gramado. Ainda contam com passeios para pedestres em ambos os lados da via e uma ciclovia em somente um dos lados.

Figura 19 - Seção transversal Seta - Carianos



Fonte: DEINFRA (2015).

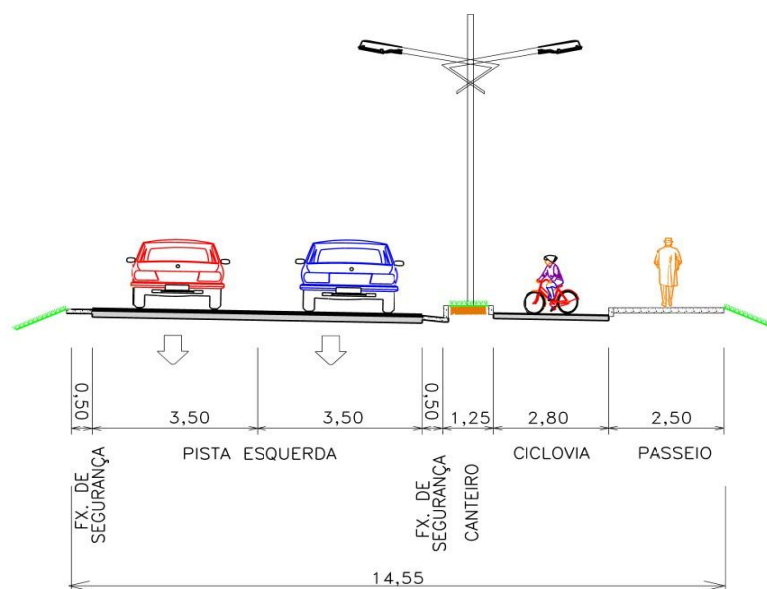
Figura 20 - Seção transversal Carianos – SC 405



Fonte: DEINFRA (2015).

O trecho Interseção – Novo Terminal será em pista simples com duas faixas de rolamento em sentidos opostos. Também contará com ciclovia e passeio para pedestres.

Figura 21 - Seção transversal trecho Interseção – Novo Terminal



Fonte: DEINFRA (2015).

Esta obra ajudará a dar maior fluidez ao trânsito dessa região, atraindo viagens principalmente dos bairros mais ao sul da ilha como o Campeche e a Tapera, desafogando assim o trecho da SC 405 compreendido entre o trevo da seta e a interseção do acesso com a SC 405 mais ao sul. Na figura 22 temos um esquema simplificado do acesso ao novo terminal do aeroporto.

Figura 22 - Esquema do acesso ao aeroporto



Fonte: Grandes Construções (2015).

3.4 OFERTA E DEMANDA ATUAL

Neste item foi feito um estudo do crescimento populacional do município de Florianópolis e da área de estudo. Através disso estimou-se a demanda atual de passageiros no trecho de cor verde. Ainda foi estimada a oferta de transporte no mesmo trecho. Por fim foi realizada uma breve comparação entre a oferta e a demanda atual de transporte coletivo no trajeto selecionado para estudo.

2.4.1 Oferta atual de transporte coletivo

Neste item estimaremos a capacidade de oferta do sistema afim de saber se o sistema consegue atender a demanda no horário de pico. Para isso realizamos o levantamento das linhas que operam na área de estudo e levantamos quantos ônibus que pertencem às essas linhas partem dos terminais entre às 18 h e 19 h. A área de estudo caracteriza comportamento urbano, aonde tem o pico da manhã com viagens do bairro em direção ao centro e o pico da tarde com viagens do centro em direção ao bairro. Estes dois cenários demandam o sistema viário de forma diferente, sendo necessário analisar os dois picos. Mas por motivos de falta de tempo suficiente para tal análise, escolheu-se o pico da tarde na faixa de horários das 18 h às 19 h para realizar o estudo.

Ferraz e Torres (2004) estabelece que a capacidade de passageiros dos veículos coletivos é a soma dos números de passageiros sentados mais o número de passageiros em pé. Neste trabalho, a capacidade de cada tipo de veículo será de 6 passageiros/m², que é mesma

adotada pela Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo (CET/SP). A tabela 1 nos mostra a capacidade de cada tipo de ônibus.

Tabela 1 - Capacidade média dos veículos por tipo

Veículo	Capacidade
Micro-ônibus	21 passageiros
Ônibus leve	84 passageiros
Ônibus pesado	102 passageiros
Ônibus articulado	171 passageiros

Fonte: Adaptado CET/SP (2015).

Caldeira (2014) mencionou que a frota total de veículos do sistema de transporte coletivo de Florianópolis são 551 veículos. A proporção destes veículos está dividida conforme a Tabela 2.

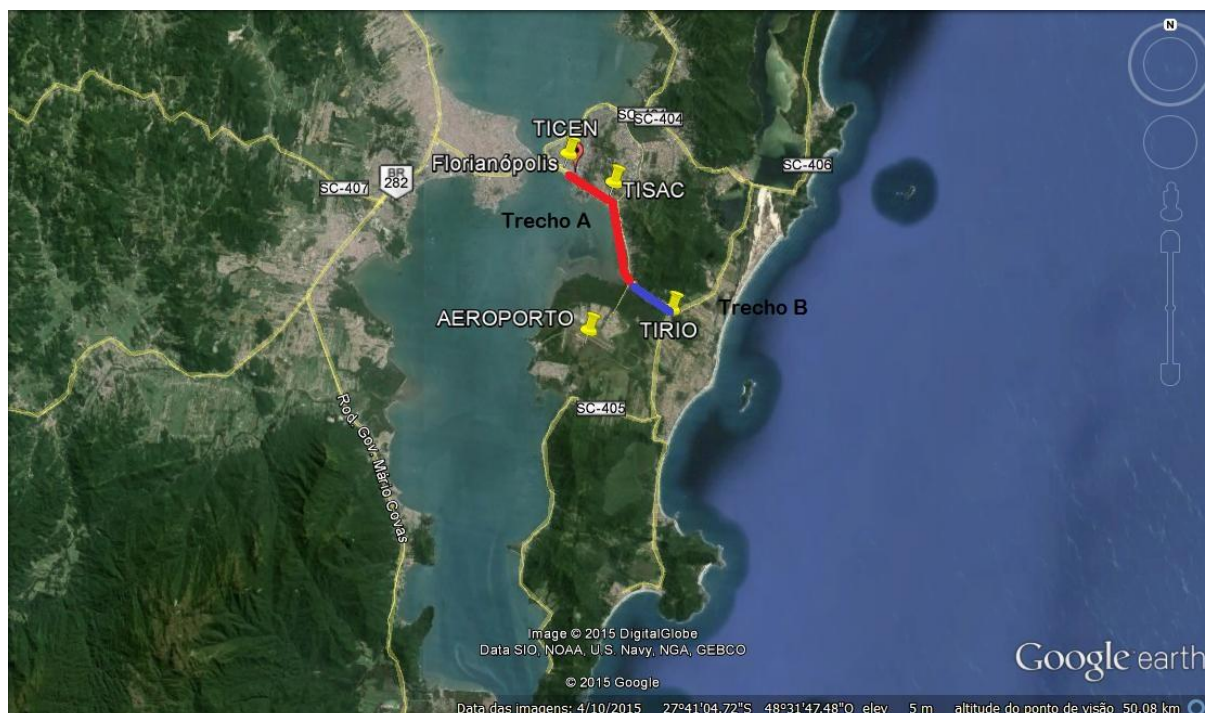
Tabela 2 - Proporção de veículos por tipo em Florianópolis

Veículo	Porcentagem
Micro-ônibus	3%
Ônibus leve	32%
Ônibus pesado	56%
Ônibus articulado	9%

Fonte: Adaptado de Caldeira (2014).

As linhas existentes possuem diferentes itinerários. Para a estimativa da oferta atual, a área de estudo foi separada em dois trechos: um é o trecho entre o TICEN e o Trevo da Seta (Trecho A), e o outro é do Trevo da Seta até o TIRIO (Trecho B). A figura 23 ilustra os dois trechos analisados.

Figura 23 – Trechos A e Trecho B



Fonte: Google (2015).

As tabelas 3, 4, 5 e 6 mostram todos os ônibus que passam em cada um dos dois trechos. As quantidades de linhas foram obtidas através do site do consórcio Fênix, que opera o sistema de transporte coletivo de ônibus de Florianópolis. Foram quantificados todos os ônibus que partem dos terminais na hora de pico escolhida, que é das 18h às 19h. As quantidades foram separadas em duas colunas: Qtd as 18h S e Qtd as 18h N. A coluna Qtd as 18h S quer dizer a quantidade de linhas que partem na hora de pico com sentido ao sul da ilha. Já a coluna Qtd as 18h N significa a mesma coisa que a outra só que no caso com sentido para o norte.

A tabela 3 mostra as linhas executivas que passam pelo trecho em estudo. Destas 6 linhas, somente a 6120 - Aeroporto e 4124 - Caieira da barra do sul via aeroporto passam pelo Trecho A. As demais linhas passam pelo Trecho A e B.

Tabela 3 - Linhas executivas

Linha	Nome	Qtd as 18h S	Qtd as 18h N	Trecho
6120	Aeroporto	0	1	A
4124	Caieira da barra do sul via aeroporto	2	1	A
4122	Campeche	2	1	AB
4120	Pantano do sul via campeche	1	1	AB
4125	Pantano do sul via gramal	2	0	AB
4123	Ribeirao da ilha	1	1	AB
Total		8	5	

Fonte: Adaptado de Consórcio Fênix (2015).

A linhas que alimentam o TICEN estão representadas na tabela 4 a seguir. Destas 6 linhas, somente 1 atravessa o Trecho B. As demais somente transitam pelo Trecho A.

Tabela 4 - Linhas alimentadoras TICEN

Linha	Nome	Qtd as 18h S	Qtd as 18h N	Trecho
183	Corredor Sudoeste	3	3	A
186	Corredor Sudoeste semidireto	5	5	A
153	Costeira do Pirajubaé	2	1	A
460	Porto da Lagoa	4	3	AB
461	Tapera Direto	6	5	A
467	Tapera / Saco dos Limões	3	4	A
Total		23	21	

Fonte: Adaptado de Consórcio Fênix (2015).

A tabela 5 mostra a quantidade de linhas que fazem a ligação entre o TICEN e o TIRIO.

Tabela 5 - Linhas Troncais (Inter terminal)

Linha	Nome	Qtd as 18h S	Qtd as 18h N	Trecho
410	Rio Tavares direto	10	8	AB
430	Rio Tavares	4	4	AB
848	TITRI / TIRIO	2	0	AB
847	TIRIO / TITRI	1	1	AB
Total		17	13	

Fonte: Adaptado de Consórcio Fênix (2015).

A tabela 6 indica as linhas que alimentam o TITRI.

Tabela 6 - Linhas alimentadoras TITRI

Linha	Nome	Qtd as 18h S	Qtd as 18h N	Trecho
470	Tapera / TITRI	1	0	A
471	TITRI / Tapera	1	0	A
Total		2	0	

Fonte: Adaptado de Consórcio Fênix (2015).

No total, 18 linhas diferentes transitam pelo trecho da área de estudo. Nas tabelas 7 e 8 estão as quantidades de ônibus em cada trecho e cada sentido, além das respectivas capacidades de passageiros na hora de pico. As colunas A S e A N indicam as quantidades de ônibus que passam no trecho A em direção ao sul e ao norte respectivamente. As colunas AB S e AB N indicam as quantidades de ônibus que passam pelo trecho A e B em direção ao sul e ao norte respectivamente. Este levantamento também mostrou que na hora de pico, 51 ônibus vão para o sul da ilha, e 39 saem do sul da ilha em direção ao centro conforme a tabela 8. Todos passam pelo trecho A. No trecho B, passam 27 no sentido sul e 20 no sentido norte.

Tabela 7 - Composição da quantidade de veículos por tipo trafegando na hora de pico por sentido e por trecho

Tipo	Porcentagem	A S	A N	AB S	AB N
Micro-ônibus	3%	2	1	1	1
ônibus leve	32%	16	12	9	6
ônibus pesado	56%	28	22	15	11
ônibus articulado	9%	5	4	2	2
TOTAL	100%	51	39	27	20

Fonte: Autor (2015).

Para o cálculo da oferta, usamos a proporção de veículos levantados por Caldeira (2014) e a capacidade média de veículos por tipo usado pela CET/SP. Os resultados da oferta estão na tabela 8.

Tabela 8 - Capacidade da oferta atual do sistema de transporte coletivo por trecho e por sentido

Veículo	Capacidade	A S	A N	A+B S	A+B N
Micro-ônibus	21 passageiros	32	25	17	12
ônibus leve	84 passageiros	1344	1048	726	511
ônibus pesado	102 passageiros	2856	2228	1542	1085
ônibus articulado	171 passageiros	770	600	416	292
passHpico/sent		5002	3901	2701	1900

Fonte: Autor (2015).

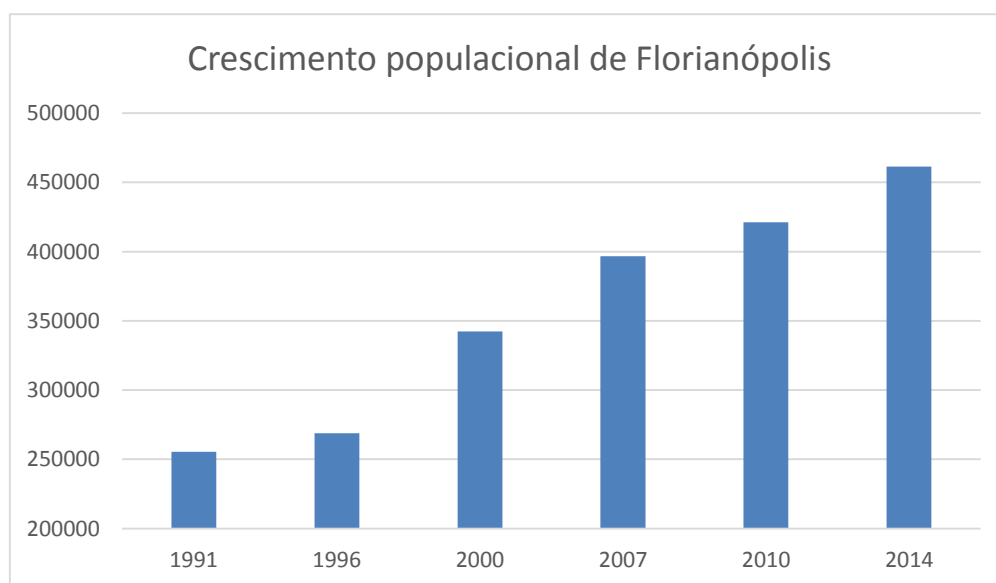
Na tabela 8 vemos que o trecho A sentido sul é o que apresenta maior capacidade, como já se esperava pois possui a maior quantidade de linhas, 51, totalizando 5002 passageiros na hora de pico. Já os veículos que passam no Trecho A e B sentido sul, ou seja, o trecho total em estudo, que vai do TICEN até o TIRIO, apresenta uma capacidade de pouco mais de 2700 passageiros na hora de pico.

3.4.2 Demanda atual de passageiros

Em 2010, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) realizou o último censo populacional de Florianópolis, apontando 421.240 habitantes (IBGE, 2015a).

Estimativas recentes, feitas pelo próprio IBGE mostram que em 2014 a cidade teve sua população aumentada para 461.524 habitantes (IBGE, 2015a). Entre 2013 e 2014 Florianópolis foi a capital que mais cresceu na região sul e sudeste do Brasil, com uma taxa de 1,82% (IBGE, 2015b). A figura 24 mostra a população de Florianópolis ao longo dos últimos censos realizado pelo IBGE.

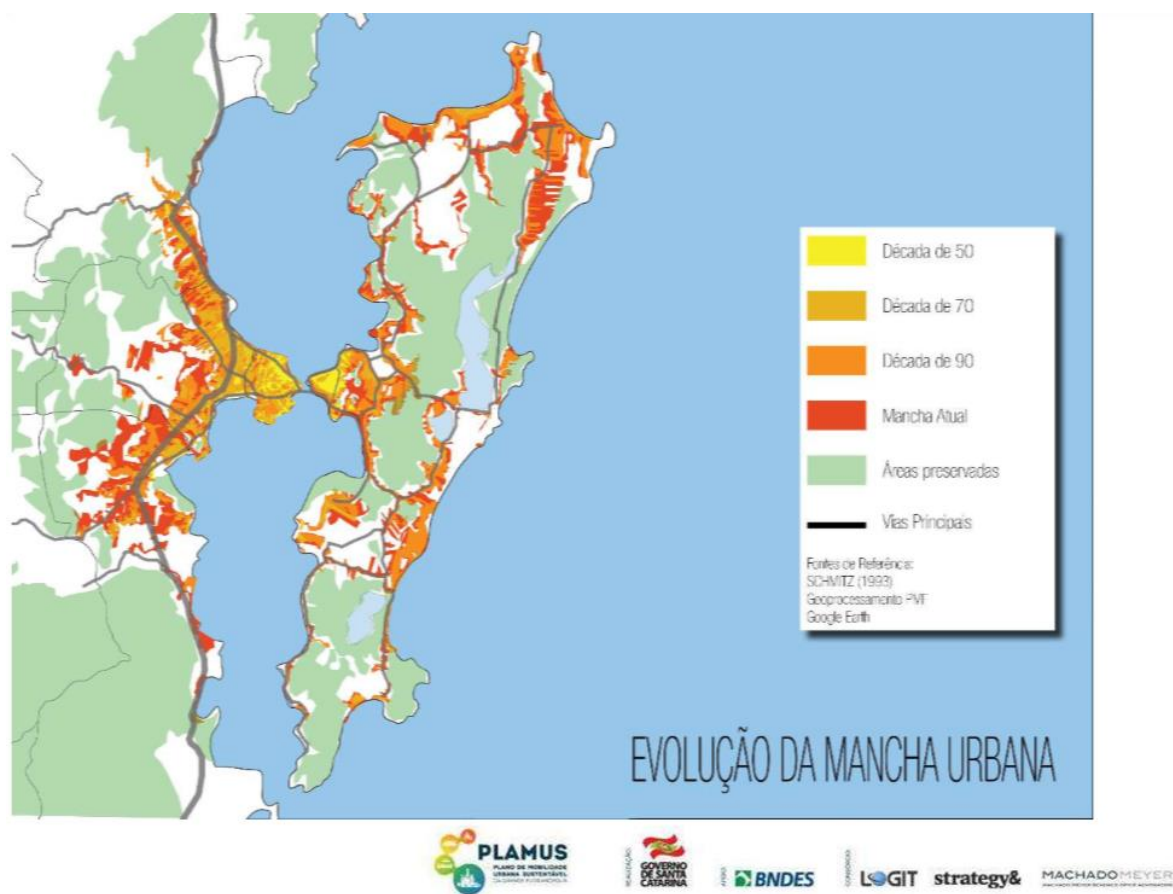
Figura 24 - Crescimento populacional de Florianópolis



Fonte: IBGE (2015b).

Segundo a prefeitura municipal de Florianópolis, em 2013 a região sul da ilha possuía 92219 habitantes (PMF, 2015). No período de 5 anos, de 2009 a 2013, a população desta região cresceu a uma média de 3,5% ao ano. Na figura 25 temos a evolução do crescimento populacional de Florianópolis juntamente com o crescimento populacional de São José, Biguaçu e Palhoça, desde a década de 50 até os dias atuais.

Figura 25 – Evolução do crescimento populacional nos principais municípios da Região Metropolitana de Florianópolis



Fonte: Adaptado de PLAMUS (2014).

Através dos últimos censos realizados pelo IBGE, conseguiu-se fazer uma estimativa de população para o sul da ilha de Florianópolis nos próximos 20 anos. A tabela 9 mostra esses resultados:

Tabela 9 - Previsão de crescimento populacional do sul da ilha

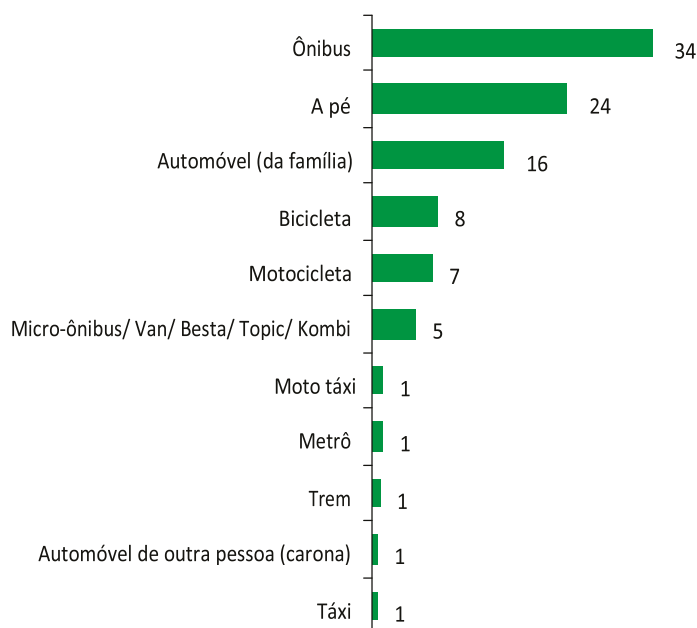
ANO	POPULAÇÃO
2015	98674
2020	114813
2025	130951
2030	147089
2035	163228

Fonte: Adaptado de PMF (2015).

Para o cálculo da demanda de passageiros, por falta de recursos financeiros para subsidiar uma pesquisa para fazer a contagem da demanda real de passageiros e como o objetivo deste trabalho é servir de estimativas preliminares, usamos como referência um estudo

feito pelo CNI (2011) que aponta que 34% da população utiliza o ônibus como seu principal meio de locomoção para o trabalho ou escola. Os resultados desta pesquisa estão ilustrados na figura 26. Segundo a projeção feita na tabela 9, a população do sul da ilha em 2015 é 98.674 habitantes. Com isso temos 33.549 usuários de transporte no sul da ilha.

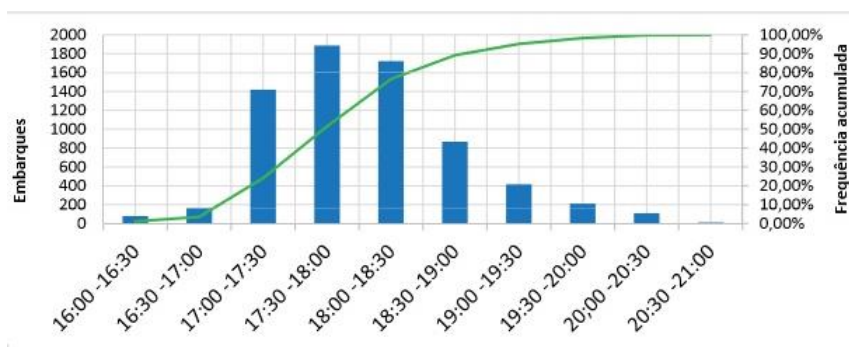
Figura 26 - Principal meio de transporte usado no deslocamento na cidade em %



Fonte: CNI (2011).

Ao analisarmos a figura 27 temos que 36% dos usuários de transporte coletivo entram no terminal do TICEN entre as 18h e 19h. Também vemos que a hora de pico não se dá das 18 às 19 horas, mas sim das 17 às 18 horas. Porém, este gráfico se limita somente aos embarques nos terminais. Plamus (2014) afirma que somente 1/3 dos embarques são realizados através dos terminais. Além disso, a maioria das escolas e empresas encerram seu horário de funcionamento entre as 17:30 às 19:00 horas. Com isso temos uma grande parcela dos usuários de transporte coletivo entrando no sistema entre as 18 e 19 horas através dos pontos intermediários das linhas. Este são critérios suficientes para a adoção do período das 18 às 19 horas como horário de pico.

Figura 27 - Distribuição horária dos embarques



Fonte: PLAMUS (2014).

Com isso temo em 2015 a uma demanda de 12.078 usuários. Lembrando que este valor é uma estimativa com base em pesquisas. Outro fator importante a ser lembrado é que não estamos considerando neste cálculo a população que não é do sul da ilha e se desloca para a região através do transporte coletivo.

O valor de demanda calculado é 2,4 vezes maior que a oferta que o sistema fornece atualmente. Isso se reflete em superlotação das linhas, baixa qualidade de serviço, filas para embarcar, aumento do tempo de viagem, perda de conforto entre outros fatores que desestimulam o seu uso.

Sabe-se também que se há um grande gargalo para se chegar ao sul da ilha. O cruzamento entre a SC 405 e a SC 406, no bairro Rio Tavares apresenta grande congestionamento nas horas de pico da manhã e da tarde, como comprova Plamus (2014).

A utilização de um sistema de transporte coletivo de média capacidade com via exclusiva só seria possível com a construção de um novo acesso ao sul da ilha. E com a construção do acesso ao novo terminal do aeroporto de Florianópolis se tem essa oportunidade de transformar a SC 405 num grande corredor de transporte coletivo exclusivo e o acesso ao novo aeroporto destinado aos veículos de transporte individual. Esta segregação de via valorizaria o transporte, seduzindo os utilizadores do transporte individual para o transporte coletivo.

4 DEMANDA FUTURA E CENÁRIOS

Neste capítulo é feita uma estimativa da demanda para os próximos 20 anos, com projeções de 5 em 5 anos. A projeção é com base no crescimento populacional da região e está dividida em duas partes:

- Demanda futura de usuários de transporte coletivo
- Demanda futura gerada

A demanda futura de usuários de transporte coletivo é a projeção da demanda calculada no item 3.4.2 que fala da demanda atual de passageiros. A demanda futura gerada é a demanda de usuários de automóvel que podem começar a utilizar o sistema de ônibus.

4.1 DEMANDA FUTURA DE USUÁRIOS DE TRANSPORTE COLETIVO

A projeção da demanda de passageiros é feita com base no crescimento populacional da região. O crescimento populacional do sul da ilha é de 3,5% ao ano e se fez projeções de usuários do sistema de transporte coletivo para os próximos 20 anos através desse índice. Este cálculo de demanda considerou a demanda existente para a hora de pico da tarde calculado no item 3.4.2. A tabela 10 mostra os resultados obtidos.

Tabela 10 - Projeção da demanda existente no horizonte de 20 anos

ANO	DEMANDA
2013	11288
2015	12078
2020	14054
2025	16029
2030	18004
2035	19980

Fonte: Autor (2015).

Primeiramente foi-se feito a projeção da demanda para o ano corrente de 2015. E depois a estimativa para os demais anos. Em 20 anos, a demanda de passageiros para o horário de pico chegará a quase 20.000 pessoas. Isso representa um aumento de 65% de demanda.

4.1.1 Cenário da demanda futura

O cenário a ser trabalhado é com hipóteses de percentagem da mudança do meio de

transporte que o usuário poderá fazer. Com isso temos como cenário 20%, 30% e 40%. A tabela 11 reflete os resultados dos cenários criados com base na demanda atual de passageiros do transporte coletivo.

Tabela 11 – Cenário da demanda futura

ANO	20%	30%	40%
2013	2258	3386	4515
2015	2416	3623	4831
2020	2811	4216	5621
2025	3206	4809	6412
2030	3601	5401	7202
2035	3996	5994	7992

Fonte: Autor (2015).

4.2 DEMANDA FUTURA GERADA

A demanda futura gerada é a demanda de usuários de carros que podem passar a usar o transporte coletivo com a implantação de um novo sistema. Primeiro é feita a estimativa da demanda atual de usuários do transporte individual. Em seguida é feita a sua projeção para os próximos 20 anos. Posteriormente serão criados cenários da demanda futura gerada que efetivamente passam a utilizar o sistema. Estes cenários utilizaremos índices de 10%, 20%, e 30%.

Fert (2014) fez uma contagem de tráfego na interseção da SC 405 com a SC 406. O resultado da contagem para quem vem do centro em direção ao sul da ilha está ilustrado na tabela 12.

Tabela 12 - Volume de veículos em direção ao sul da ilha

Período da contagem	Moto	Carro	Ônibus	Caminhão grande	Caminhão pequeno
18h30-18h45	115	358	2	4	2
18h45-19h	113	374	5	2	1
19h-19h15	104	300	10	1	3
19h15-19h30	96	343	7	3	1
total	428	1375	24	10	7

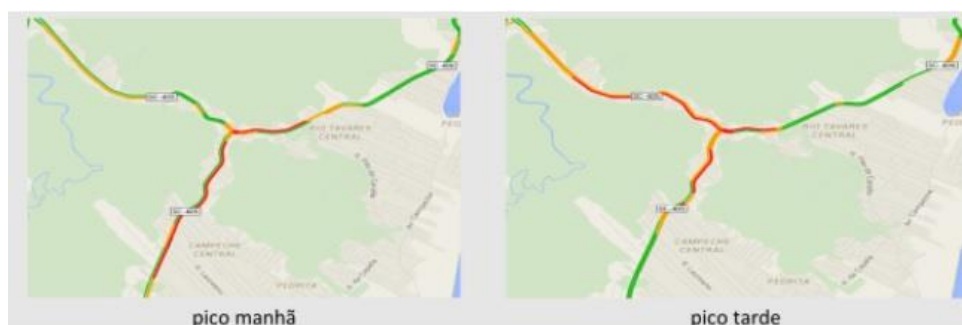
Fonte: Fert (2014).

Na falta de dados para o horário de pico específico utilizado no estudo, usaremos estes. Fert (2014) realizou a contagem no trecho B, que possui duas pistas no sentido sul e uma no sentido norte na hora de pico da tarde. Segundo Plamus (2014), este trecho possui 2 a 3 horas

de congestionamento no período de pico da tarde. Logo, devido a saturação da via, a contagem de veículos neste trecho é maior que a realizada por Fert (2014).

A figura 28 foi retirada de Plamus (2014). Nela temos o grau de velocidade e retardamento na rótula do Rio Tavares. O gradiente de cor vai do verde ao vermelho. Quanto mais próximo do vermelho piores são as condições de trafegabilidade.

Figura 28 - Velocidade e retardamento no cruzamento da SC 405 e SC 406



Fonte: PLAMUS (2014).

Desconsiderando os ônibus, caminhões grandes e caminhões pequenos, temos um volume de veículos de 1803. Não foram encontrados estudos sobre a taxa de ocupação veicular em toda a cidade de Florianópolis. Mas foram encontrados estudos de alguns trechos como Raquel (2007) e Soares (2002) em que eles usaram 1,46 e 1,52 ocupantes por carro. Neste estudo será adotado uma taxa de 1,5 ocupantes por veículo. Com isso tem-se uma demanda estimada de 2.704 pessoas na hora de pico.

Com base no crescimento da população de 3,5% para a região, tem-se na tabela a demanda potencial para os próximos 20 anos.

Tabela 13 – Demanda futura gerada na hora de pico

ANO	DEMANDA
2014	2704
2015	2799
2020	3272
2025	3745
2030	4218
2035	4597

Fonte: Autor (2015).

Com base na contagem de tráfego feita na interseção da SC 405 com a SC 406, estima-se que em 2015 quase 2800 pessoas passam por este trecho em direção ao sul da ilha. Levando aos mesmo 65% de aumento de demanda que a demanda existente teve para 2035. Isso ocorreu

devido ao uso da taxa de crescimento populacional de 3,5% ao ano. Importante salientar é que o trecho contabilizado não contempla alguns bairros do sul da ilha como Costeira, Tapera e Carianos, onde esta previsão de demanda potencial acarreta sendo menor do que a real. Mas devido as limitações de tempo e orçamento para este trabalho, utilizaremos estes dados como sendo representativo para toda a região do sul da ilha.

4.2.1 Cenários da demanda gerada

Neste item, faremos cenários da demanda gerada que efetivamente mudarão de modal. Através da tabela abaixo consegue-se ter uma noção da demanda futura gerada que se tem com a implantação deste sistema. Com 10% ter-se-ia no ano de 2020, 300 usuários a mais no horário de pico. Já com 20%, 650 novos usuários. E com 30% ter-se-ia quase 1000.

Tabela 14 – Cenário da demanda futura gerada

ANO	10%	20%	30%
2020	327	654	982
2025	375	749	1124
2030	422	844	1265
2035	460	919	1379

Fonte: Autor (2015).

Este cenário mostra que muitos carros podem ser retirados das ruas com a proposição desta alternativa de transporte. Em que se for oferecido ao usuário de transporte individual um meio de transporte coletivo com mais velocidade, conforto, segurança e tarifas acessíveis ele pode e deve fazer a troca do seu modo de transporte.

4.3 CENÁRIOS DA DEMANDA TOTAL

Agora temos condições de estimar uma demanda total para o sistema. Ao somarmos as duas demandas futuras: usuários de transporte coletivo e gerada, temos a demanda total de passageiros para o sul da ilha na hora de pico. A tabela 15 mostra a demanda estimada para o ano de 2020.

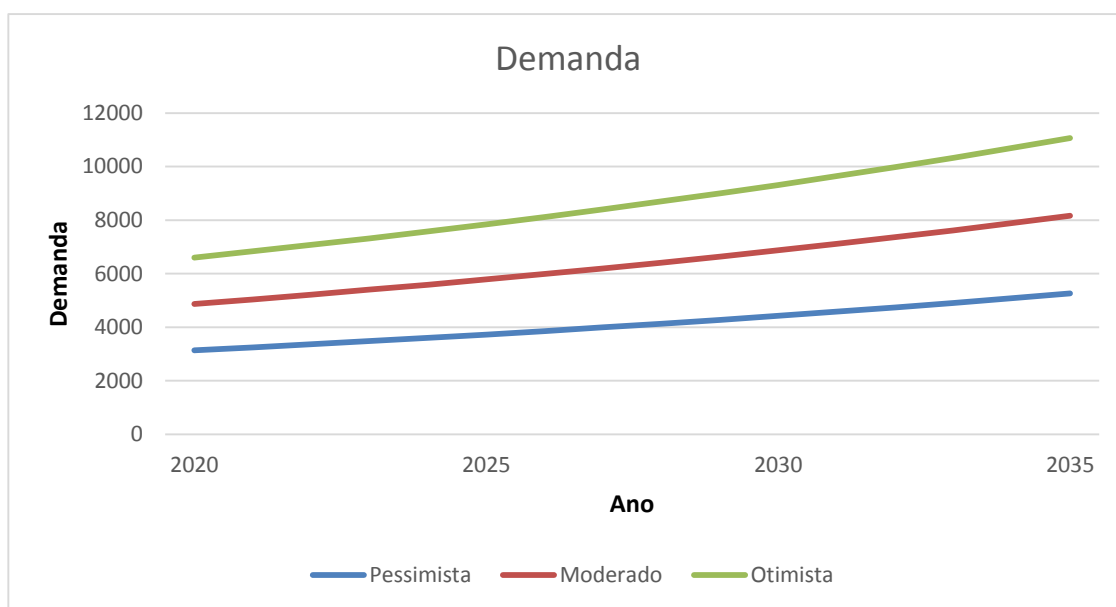
Tabela 15 - Demanda total no ano de 2020

Automóveis/Ônibus	20%	30%	40%
10%	3138	4543	5949
20%	3465	4870	6276
30%	3792	5198	6603

Fonte: Autor (2015).

A título de simulação, resolveu-se trabalhar com três cenários: um que é o limite inferior da demanda calculada, aqui nomeado pessimista; um que é o valor média da demanda calculada, aqui nomeado esperado; e um que é o limite superior da demanda calculada, aqui nomeado como otimista. A diagonal principal da tabela 15 nos permite determinar estes cenários. Com isso o cenário “pessimista” consiste em 10% dos usuários de automóveis e 20% usuários de ônibus. O “esperado” é 20% de automóveis e 30% de ônibus. E o “otimista” seria 30% de automóveis e 40% de ônibus. Com isso temos a demanda mais baixa, a demanda esperada e a demanda mais alta encontrada. Na Figura 29 e na tabela 16 temos as estimativas de demanda para os próximos 15 anos após o ano de implantação do sistema, previsto para 2020.

Figura 29 - Demanda de usuários do sistema 2020-2035



Fonte: Autor (2015).

Tabela 16 - Demanda de usuários do sistema 2020-2035

Ano	Pessimista	Moderado	Otimista
2020	3138	4870	6603
2021	3248	5041	6834
2022	3361	5217	7073
2023	3479	5400	7321
2024	3601	5589	7577
2025	3727	5785	7842
2026	3857	5987	8117
2027	3992	6197	8401
2028	4132	6413	8695
2029	4277	6638	8999
2030	4426	6870	9314
2031	4581	7111	9640
2032	4742	7360	9978
2033	4908	7617	10327
2034	5079	7884	10688
2035	5257	8160	11062

Fonte: Autor (2015).

Estes valores são estimativas iniciais, sendo necessários para um estudo de viabilidade econômica e financeira dados mais precisos. Vale ressaltar também a dificuldade para encontrar dados de demanda para a região. Por isso as estimativas foram todas feitas com base em projeções do crescimento populacional e não na contagem de tráfego. Infelizmente os dados de contagem do Plamus ainda não foram disponibilizados na época em que este trabalho foi feito.

5 CENÁRIOS DE OFERTA

Os diferentes modos de transportes propostos têm um ponto em comum: precisam de uma via exclusiva. Não é interessante fazer este estudo sem essa premissa pois o tráfego misturado de ônibus e carros iria aumentar muito o tempo de viagem, não fazendo sentido propor um sistema sem que utilize uma via exclusiva. Hoje temos uma situação complexa no corredor analisado. Existe uma grande demanda de transporte na região e poucas faixas de rolamento para garantir níveis de capacidade aceitáveis para a rodovia. Com isso o transporte público acaba compartilhando o mesmo espaço com carros particulares. Isso gera um tempo de viagem muito maior, pois soma-se todo o tempo gasto em paradas nos terminais intermediários da linha e espera pelo ônibus com o tempo parado no congestionamento. Tornando-se muito menos atraente que o transporte individual motorizado.

Com este tipo de ligação proposta, as alternativas estudadas nesse capítulo poderão aumentar a velocidade de operação dos veículos das linhas troncais entre os terminais de integração e o aeroporto. Com o transbordo rápido entre terminais, teremos uma redução significativa do tempo de viagem do usuário, principalmente na hora de pico. Isto será um estímulo para o uso desta linha por parte dos que já utilizam o sistema de transporte coletivo público, além de uma potencial atração de novos usuários.

Para se ter competitividade com o transporte individual motorizado, precisa-se oferecer um transporte de qualidade, com conforto, frequência, pontualidade e o menor tempo de viagem possível. E ao oferecer um corredor exclusivo para o transporte coletivo tem-se a oportunidade de se oferecer todas estas características competitivas aos usuários. Outra vantagem do corredor exclusivo é o fato de atrair os usuários do transporte individual para o coletivo. Pois chegarão mais rápido no seu destino devido à falta de engarrafamento na via exclusiva. Isso aliado ao baixo custo da passagem em comparação com o custo da viagem com automóvel, tende a crescer muito a quantidade de usuários como mostrado no capítulo 4.

O estudo das alternativas de transporte coletivo para a ligação do centro de Florianópolis ao sul da ilha consistirá em três opções: o Veículo Leve sobre Trilhos (VLT), o *Bus Rapid Transit (BRT)* e o Monotrilho. Em cada opção de transporte fazemos uma breve descrição do mesmo. Foram criados cenários da frota necessária para atender à demanda estimada no ano de início da operação do sistema, 2020, além dos seus respectivos esquemas de operação.

5.1 VLT

Na criação do cenário, o primeiro passo será estimar a capacidade do veículo. Nesta análise será utilizado como referência o material rodante da empresa Bom Sinal. Ela forneceu o seu material rodante para alguns sistemas de VLT já implantados no Brasil.

Figura 30 - VLT MOBILE 4



Fonte: BOM SINAL (2015).

O modelo do veículo adotado será o MOBILE 4, que possui 4 carros e capacidade de 766 a 800 passageiros. O comprimento total é 74,7 m, a altura máxima 3,7 m e a largura máxima 2,86 m.

5.1.1 Dimensionamento da frota

Para estimar o tempo de ciclo devemos adotar uma velocidade operacional. A velocidade operacional mínima aceitável é 40 km/h (LIGHT RAIL TRANSIT SERVICE GUIDELINES, 2007).

Como estamos trabalhando com a hipótese de uma via segregada, com somente dois pontos de paradas intermediário (TISAC e TIRIO), e conseqüentemente poucas acelerações e desacelerações, vamos adotar uma velocidade média mais elevada de 60 km/h. Isso se refere a $\frac{3}{4}$ da velocidade máxima do veículo que é de 80 km/h.

O trecho em que o VLT atuará fica entre o Ticen e a rótula do aeroporto, totalizando 12,9 km. Temos que o percurso total terá 25,8 km. Com a velocidade média de 60 km/h, o trem irá ter um tempo de viagem de 12 minutos e 54 segundos ou 774 segundos. Segundo o estudo realizado pela COPPE (2014), o *ti* e *tf* corresponde a 180 s, *tp* é 15 s e *TR* 5 min. Teremos NP igual a 4. Os parâmetros de cálculo do tempo de ciclo estão expressos na tabela 17.

Tabela 17 - Cálculo do tempo de ciclo do VLT

Tempo de interferências de sinalização (ida e volta)	600 s
Tempo de parada nas estações intermediárias	60 s
Tempo de Viagem (ida e volta)	1548 s
Tempo de Manobra inicial e final	360 s
Tempo de Ciclo	2568 s

Fonte: Autor (2015).

Conforme a tabela 17, o tempo de ciclo encontrado corresponde a 2568 s ou 42 minutos e 48 segundos.

Tabela 18 - Cálculo da Frota Efetiva e de Reserva de Trens para 2020

Cenário	Demanda na hora de pico	Número de viagens no pico	Intervalo de viagens no pico (s)	Frota efetiva	Frota reserva
Pessimista	3138	4	15	3	1
Esperado	4870	6	10	4	1
Otimista	6603	8	7	6	1

Fonte: Autor (2015).

A tabela 18 nos fornece a frota efetiva (FE) de 3 veículos para cenário pessimista, 4 para o esperado e 6 para o otimista. Todos os cenários são atendidos com 1 veículo da frota de reserva (FR). Ainda teremos um intervalo entre viagens de 15 minutos no cenário pessimista, 10 no moderado e 7 no pessimista. Ao analisar os resultados de cada cenário podemos perceber uma grande variabilidade no intervalo entre as viagens. Isso se dá porque a demanda do sistema apresenta grande variação entre um cenário e outro (aproximadamente 55%). Esta variação se dá principalmente por causa da taxa de crescimento populacional adotada para a região do sul

da ilha de 3,5%. É uma taxa alta, mas dentro das previsões de crescimento da região segundo o plano diretor de Florianópolis (PMF, 2014).

Esta metodologia de cálculo da frota efetiva visa estabelecer a frota mínima para atender exatamente a demanda estimada. Ou seja, esta é a configuração mínima de operação.

5.1.2 Frotas dos cenários

Nas tabelas 19, 20 e 21 estão as configurações mínimas de operação para cada um dos cenários: pessimista, moderado e otimista. Lembrando que utilizamos como referência o veículo do tipo MOBILE 4, com capacidade de 800 passageiros.

Tabela 19 - Cálculo da frota ao longo dos anos – Cenário pessimista - VLT

Ano	Número de viagens no pico	Intervalo de viagens no pico (s)	Frota efetiva	Frota reserva
2020	4	918	3	1
2021	4	887	3	1
2022	4	857	3	1
2023	4	828	3	1
2024	5	800	3	1
2025	5	773	3	1
2026	5	747	3	1
2027	5	721	4	1
2028	5	697	4	1
2029	5	673	4	1
2030	6	651	4	1
2031	6	629	4	1
2032	6	607	4	1
2033	6	587	4	1
2034	6	567	5	1
2035	7	548	5	1

Fonte: Autor (2015).

A tabela 19 teve sua demanda estimada através do cenário pessimista, com 10 % dos usuários da frota de veículos e 20% dos usuários da frota de ônibus. Segundo a análise, a frota deve sofrer acréscimo com o passar dos anos. Nos primeiros 7 anos a frota será composta por 4 veículos. De 2028 a 2033 aumentará para 5. E em 2034 aumentará mais um. Nestes valores já foram incluídos a frota de reserva que corresponde a 1 veículo.

Tabela 20 - Cálculo da frota ao longo dos anos – Cenário esperado - VLT

Ano	Número de viagens no pico	Intervalo de viagens no pico (s)	Frota efetiva	Frota reserva
2020	6	591	4	1
2021	6	571	4	1
2022	7	552	5	1
2023	7	533	5	1
2024	7	515	5	1
2025	7	498	5	1
2026	7	481	5	1
2027	8	465	6	1
2028	8	449	6	1
2029	8	434	6	1
2030	9	419	6	1
2031	9	405	6	1
2032	9	391	7	1
2033	10	378	7	1
2034	10	365	7	1
2035	10	353	7	1

Fonte: Autor (2015).

Na tabela 20 usamos o cenário moderado, que consiste em 20% dos usuários de automóveis e 30% dos usuários de ônibus. Neste cenário já iniciamos a operação do sistema com 5 veículos, sendo 1 deles como reserva. A aquisição de um novo veículo é necessária para atender a demanda entre 2022 e 2026. A partir de 2027 a frota será de 7 veículos. E em 2032 será 8 veículos.

Tabela 21 - Cálculo da frota ao longo dos anos – Cenário otimista - VLT

Ano	Número de viagens no pico	Intervalo de viagens no pico (s)	Frota efetiva	Frota reserva
2020	8	436	6	1
2021	9	421	6	1
2022	9	407	6	1
2023	9	393	7	1
2024	9	380	7	1
2025	10	367	7	1
2026	10	355	7	1
2027	11	343	7	1
2028	11	331	8	1
2029	11	320	8	1
2030	12	309	8	1
2031	12	299	9	1
2032	12	289	9	1
2033	13	279	9	1
2034	13	269	10	1
2035	14	260	10	1

Fonte: Autor (2015).

No cenário otimista, apresentado na tabela 21, usou-se a demanda de 30% dos usuários de automóveis e 40% dos usuários de ônibus. A frota de veículos inicia-se com 7, em 2023 vai aumentar para 8, em 2028 serão 9, em 2031 aumentará mais um e em 2034 serão necessários 11 veículos. O cenário otimista apresenta uma grande demanda do sistema, com uma frota grande e intervalo entre viagens baixo. Chegando em 2035 a ter o intervalo de 260 segundos, ou 4 minutos e 20 segundos.

5.1.3 Resumo operacional

O esquema de operação será proposto com base nos dados obtidos para o cenário esperado. Os intervalos entre as viagens no horário de pico será 10 minutos, fora da hora de pico adotaremos partidas a cada 20 minutos, e no horário noturno 30 minutos de intervalo. A frota de veículos seria de 4 veículos mais 1 de reserva. Abaixo temos a tabela 22 com as principais características operacionais da linha. No Apêndice A se encontra a tabela de horários de operação do VLT.

Tabela 22 - Características operacionais da linha VLT proposta

Características operacionais da linha	
Intervalo entre viagens no pico	10 minutos
Intervalo entre viagens fora do pico dia	20 minutos
Intervalo entre viagens fora do pico noite	30 minutos
Tempo de viagem Ticen-Tisac	3 minutos
Tempo de viagem Tisac-Tirio	8 minutos
Tempo de viagem Tirio-Aeroporto	3 minutos
Tempo de viagem Ticen-Aeroporto	22 minutos
Velocidade Operacional média	60 km/h
Frota total em 2020	5 veículos

Fonte: Autor (2015).

5.2 BRT

O primeiro passo para estimar a frota é a escolha do veículo. Nesta análise será utilizado como referência o veículo Viale BRT da empresa Marcopolo. É uma empresa, brasileira com mercado já consolidado.

Figura 31 - Ônibus articulado Marcopolo Viale BRT



Fonte: Marcopolo (2015).

O Marcopolo Viale BRT possui uma capacidade de 145 passageiros por veículo. O comprimento máximo é 21 m, a largura 2,60 m e a altura 3,56 m. Possui velocidade máxima de 80 km/h.

5.2.1 Dimensionamento da frota

A metodologia adotada é a mesma apresentada no cenário de oferta do VLT. Partiremos da estimativa do tempo de ciclo (TC). O sistema BRT apresenta uma velocidade média de 20 a 40 km/h. Como estamos trabalhando com a hipótese de somente duas paradas, teremos uma velocidade operacional alta no sistema devido a redução do tempo de parada. Adotaremos uma velocidade de operação de 50 km/h. O comprimento total é de 25,8 km, teremos um tempo de viagem de 30 minutos e 58 segundos. Iremos utilizar o mesmo tempo de manobra do VLT. De acordo com Brasil (2008) o tempo de parada varia de 20 a 40 segundos na hora de pico. Devido a alta concentração de passageiros nas paradas, adotaremos um *tp* de 40 segundos. A tabela 23 nos mostra que o tempo de ciclo será de 2978 segundos ou 49 minutos e 36 segundos.

Tabela 23 - Cálculo do tempo de ciclo - BRT

Tempo de interferências de sinalização (ida e volta)	600 s
Tempo de parada nas estações intermediárias	160 s
Tempo de Viagem (ida e volta)	1858 s
Tempo de Manobra inicial e final	360 s
Tempo de Ciclo	2978 s

Fonte: Autor (2015).

Segundo os cálculos da tabela 24 logo abaixo, a frota efetiva no ano de 2020 será 18, 28 e 38 veículos para os cenários pessimista, esperado e otimista respectivamente. E a frota de reserva de 2 veículos no cenário pessimista, 3 para o esperado e 4 veículos no cenário otimista. Lembrando que a capacidade do veículo é de 145 passageiros. Ainda, tem-se o intervalo de viagens de 3, 2 e 1 minutos nos respectivos cenários pessimista, moderado e otimista.

Tabela 24 - Cálculo da Frota Efetiva e de Reserva de Trens 2020 - BRT

Cenário	Demanda na hora de pico	Número de viagens no pico	Intervalo de viagens no pico (s)	Frota efetiva	Frota reserva
Pessimista	3138	22	3	18	2
Esperado	4870	34	2	28	3
Otimista	6603	46	1	38	4

Fonte: Autor (2015).

5.2.2 Frotas dos cenários

Nas tabelas 25, 26 e 27 estão as configurações mínimas de operação para cada um dos cenários: pessimista, moderado e otimista.

Tabela 25 - Cálculo da frota ao longo dos anos – Cenário pessimista - BRT

Ano	Número de viagens no pico	Intervalo de viagens no pico (s)	Frota efetiva	Frota reserva
2020	22	166	18	2
2021	22	161	19	2
2022	23	155	19	2
2023	24	150	20	2
2024	25	145	21	2
2025	26	140	21	2
2026	27	135	22	2
2027	28	131	23	2
2028	28	126	24	2
2029	29	122	24	2
2030	31	118	25	3
2031	32	114	26	3
2032	33	110	27	3
2033	34	106	28	3
2034	35	103	29	3
2035	36	99	30	3

Fonte: Autor (2015).

Na tabela 25 foi usado a demanda pessimista de 10% de automóveis e 20 % de ônibus. Inicia-se no ano de 2020 com uma frota de 20 ônibus, sendo 1 deles de reserva. Em intervalos em sua maioria anuais é necessária a aquisição de novos veículos, chegando no último ano de análise com 33 veículos. A frota de reserva se mantém em 2 veículo até 2029. Em 2030 aumenta para 3 veículos.

Tabela 26 - Cálculo da frota ao longo dos anos – Cenário esperado - BRT

Ano	Número de viagens no pico	Intervalo de viagens no pico (s)	Frota efetiva	Frota reserva
2020	34	107	28	3
2021	35	104	29	3
2022	36	100	30	3
2023	37	97	31	3
2024	39	93	32	3
2025	40	90	33	3
2026	41	87	34	3
2027	43	84	35	4
2028	44	81	37	4
2029	46	79	38	4
2030	47	76	39	4
2031	49	73	41	4
2032	51	71	42	4
2033	53	69	43	4
2034	54	66	45	4
2035	56	64	47	5

Fonte: Autor (2015).

Na tabela 26 usamos o cenário esperado. Neste cenário já iniciamos a operação do sistema com 31 veículos, sendo 3 deles como reserva. A aquisição de novos veículos é anual. Chegando em 2035 com uma frota de 52 veículos. Já o intervalo entre viagens é bem reduzido. Iniciando em 2020 com quase 2 minutos e em 2035 com pouco mais de 1 minuto.

Tabela 27 - Cálculo da frota ao longo dos anos – Cenário otimista – BRT

Ano	Número de viagens no pico	Intervalo de viagens no pico (s)	Frota efetiva	Frota reserva
2020	46	79	38	4
2021	47	76	39	4
2022	49	74	40	4
2023	50	71	42	4
2024	52	69	43	4
2025	54	67	45	4
2026	56	64	46	5
2027	58	62	48	5
2028	60	60	50	5
2029	62	58	51	5
2030	64	56	53	5
2031	66	54	55	5
2032	69	52	57	6
2033	71	51	59	6
2034	74	49	61	6
2035	76	47	63	6

Fonte: Autor (2015).

A tabela 27 nos mostra o cenário otimista. Nota-se a alta necessidade de aquisição da frota anualmente. Chegando a ter a aquisição de 2 novos veículos na mudança de ano. A frota iniciará com 42 veículos, sendo 4 de reserva e em 2035 necessitará de 69 veículos, sendo 5 de reserva. Com a demanda alta tem-se intervalos entre viagens muito curtos, chegando a ter a saída de dois ônibus a cada um minuto e meio em 2035.

5.2.3 Resumo operacional

No esquema de operação proposto, vamos adotar intervalos entre viagens no horário de pico de 1 minutos, fora da hora de pico adotaremos partidas a cada 5 minutos, e no horário noturno 15 minutos de intervalo. A frota de veículos seria de 28 veículos mais 3 de reserva, totalizando 32 veículos. Abaixo temos a tabela com as principais características operacionais da linha. No apêndice B se encontra a tabela de horários de operação do BRT.

Tabela 28 - Características operacionais da linha BRT proposta

Velocidade Operacional média	
Intervalo entre viagens no pico	2 minutos
Intervalo entre viagens fora do pico dia	5 minutos
Intervalo entre viagens fora do pico noite	15 minutos
Tempo de viagem Ticen-Tisac	4 minutos
Tempo de viagem Tisac-Tirio	9 minutos
Tempo de viagem Tirio-Aeroporto	4 minutos
Tempo de viagem Ticen-Aeroporto	25 minutos
Velocidade Operacional média	50 km/h
Frota total em 2020	31 veículos

Fonte: Autor (2015).

5.3 MONOTRILHO

Novamente, iremos tomar como primeiro passo a escolha do veículo. Nesta análise será utilizado como referência o veículo da empresa Bombardier. Ela fornecerá os veículos para o monotrilho de São Paulo.

Figura 32 - Monotrilho da Bombardier, São Paulo.



Fonte: Viatrolebus (2014).

Os veículos da Bombardier modelo INNOVIA 300 possuem composição de 2 a 8 trens. Adotaremos o veículo composto de 4 carros. Possui 50,11 m de comprimento, 4,05 m de altura e 3,15 de largura. Possui velocidade máxima de 80 km/h. A capacidade do veículo de 4 trens é 502 passageiros.

5.3.1 Dimensionamento da frota

Primeiramente iremos estimar o tempo de ciclo (TC). O sistema monotrilho apresenta alta velocidade de operação devido a via exclusiva elevada (MONORAIL SOCIETY, 2010 apud ARAUJO, 2011). A velocidade de viagem adotada será a velocidade máxima do veículo que é de 80km/h. Com o comprimento total de 25,8 km, teremos um tempo de viagem de 19 minutos e 21 segundos. A título de comparação, iremos utilizar o mesmo tempo de manobra, de 6 minutos. O tempo de parada adotado será de 30 segundos (AMAZONAS, 2010). O TR será zero devido a via elevada. Com isso o tempo de ciclo será 27 minutos e 35 segundos ou 1641 segundos, como está exposto na tabela 29.

Tabela 29 - Cálculo do tempo de ciclo - Monotrilho

Tempo de interferências de sinalização (ida e volta)	0 s
Tempo de parada nas estações intermediárias	120 s
Tempo de Viagem (ida e volta)	1161 s
Tempo de Manobra inicial e final	360 s
Tempo de Ciclo	1641 s

Fonte: Autor (2015).

A frota para o ano inicial de operação, 2020, está estimada em 4, 5 e 7 veículos para os cenários pessimista, esperado e otimista respectivamente. Ainda, tem-se o intervalo de viagens de 10 minutos no pessimista, 6 minutos no moderado e 5 minutos no otimista.

Tabela 30 - Cálculo da Frota Efetiva e de Reserva de Trens 2020 - Monotrilho

Cenário	Demanda na hora de pico	Número de viagens no pico	Intervalo de viagens no pico (s)	Frota efetiva	Frota reserva
Pessimista	3138	6	10	3	1
Esperado	4870	10	6	4	1
Otimista	6603	13	5	6	1

Fonte: Autor (2015).

5.3.2 Frotas dos cenários

Nas tabelas 31, 32 e 33 estão as configurações mínimas de operação para cada um dos cenários: pessimista, moderado e otimista. Lembrando que utilizaremos como referência o veículo com 4 carros com capacidade de 502 passageiros.

Tabela 31 - Cálculo da frota ao longo dos anos – Cenário pessimista - Monotrilho

Ano	Número de viagens no pico	Intervalo de viagens no pico (s)	Frota efetiva	Frota reserva
2020	6	576	3	1
2021	6	556	3	1
2022	7	538	3	1
2023	7	519	3	1
2024	7	502	3	1
2025	7	485	3	1
2026	8	469	4	1
2027	8	453	4	1
2028	8	437	4	1
2029	9	423	4	1
2030	9	408	4	1
2031	9	394	4	1
2032	9	381	4	1
2033	10	368	4	1
2034	10	356	5	1
2035	10	344	5	1

Fonte: Autor (2015).

A tabela 31 teve sua demanda estimada através do cenário pessimista. Segundo a análise, a frota deve sofrer acréscimo vagarosamente com o passar dos anos. Nos primeiros 6 anos a frota será de 4 veículos. De 2026 a 2033 aumentará para 5 veículos. Em 2034 aumentará mais um, totalizando 6 veículos. Nestes valores já foram incluídos a frota de reserva que corresponde a 1 veículo.

Tabela 32 - Cálculo da frota ao longo dos anos – Cenário esperado - Monotrilho

Ano	Número de viagens no pico	Intervalo de viagens no pico (s)	Frota efetiva	Frota reserva
2020	10	371	4	1
2021	10	359	5	1
2022	10	346	5	1
2023	11	335	5	1
2024	11	323	5	1
2025	12	312	5	1
2026	12	302	5	1
2027	12	292	6	1
2028	13	282	6	1
2029	13	272	6	1
2030	14	263	6	1
2031	14	254	6	1
2032	15	246	7	1
2033	15	237	7	1
2034	16	229	7	1
2035	16	221	7	1

Fonte: Autor (2015).

Na tabela 32 usamos o cenário esperado. Neste cenário já iniciamos a operação do sistema com 5 veículos, sendo 1 deles como reserva. No ano seguinte é necessária aquisição de um novo veículo para atender a demanda até 2026. De 2027 a 2031 a frota será de 7 veículos. A partir de 2032 aumentará mais um veículo e esta frota se mantém até 2035.

Tabela 33 - Cálculo da frota ao longo dos anos – Cenário otimista – Monotrilho

Ano	Número de viagens no pico	Intervalo de viagens no pico (s)	Frota efetiva	Frota reserva
2020	13	274	6	1
2021	14	264	6	1
2022	14	255	6	1
2023	15	247	7	1
2024	15	239	7	1
2025	16	230	7	1
2026	16	223	7	1
2027	17	215	8	1
2028	17	208	8	1
2029	18	201	8	1
2030	19	194	8	1
2031	19	187	9	1
2032	20	181	9	1
2033	21	175	9	1
2034	21	169	10	1
2035	22	163	10	1

Fonte: Autor (2015).

No cenário otimista, apresentado na tabela 33, a frota de veículos inicia-se com 7 e em 2035 a frota chegará a 11 veículos. Neste cenário temos um intervalo de viagens muito reduzido, como já era de se esperar, chegando a ter em 2035 pouco menos de 3 minutos de intervalo entre os veículos.

5.3.3 Resumo operacional

No esquema de operação proposto, vamos adotar intervalos entre viagens no horário de pico de 6 minutos, fora da hora de pico adotaremos partidas a cada 15 minutos, e no horário noturno 30 minutos de intervalo. A frota de veículos seria de 4 veículos mais 1 de reserva. Abaixo temos a tabela com as principais características operacionais da linha. No apêndice C se encontra a tabela de horários de operação do monotrilho.

Tabela 34 - Características operacionais da linha Monotrilho proposta

Características operacionais da linha	
Intervalo entre viagens no pico	6 minutos
Intervalo entre viagens fora do pico dia	15 minutos
Intervalo entre viagens fora do pico noite	30 minutos
Tempo de viagem Ticen-Tisac	2 minutos
Tempo de viagem Tisac-Tirio	6 minutos
Tempo de viagem Tirio-Aeroporto	2 minutos
Tempo de viagem Ticen-Aeroporto	14 minutos
Velocidade Operacional média	80 km/h
Frota total em 2020	5 veículos

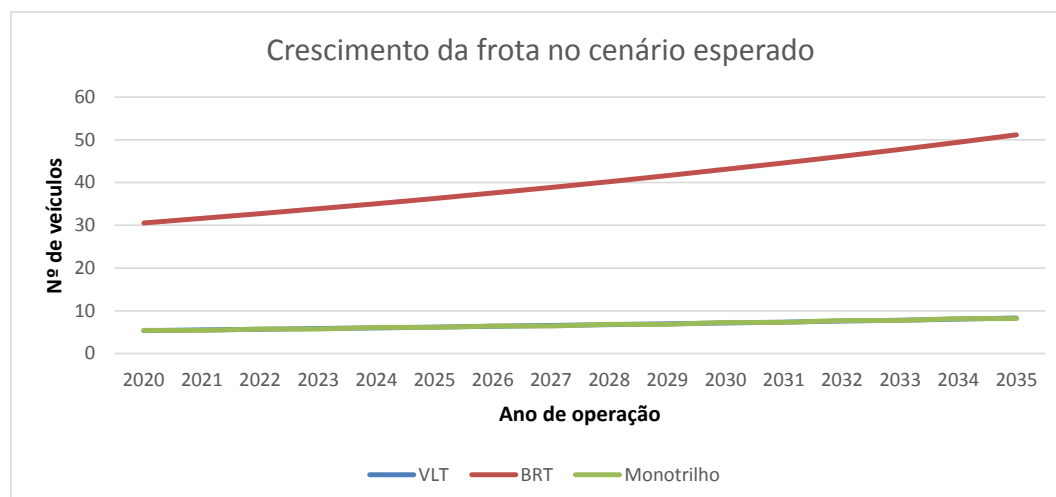
Fonte: Autor (2015).

5.4 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS ALTERNATIVAS PROPOSTAS

As três alternativas de transporte estudadas apresentam aspectos positivos e negativos em cada uma delas. O VLT e o monotrilho apresentam uma menor frota de veículos para o primeiro ano de operação. Onde veículo do VLT possui maior capacidade e o do monotrilho mais velocidade. O BRT é necessário uma frota de 31 veículos. Porém o VLT e o monotrilho têm um custo de implantação muito mais elevado do que o BRT.

Ao compararmos a frota veremos dois comportamentos distintos ilustrados na figura 33. O BRT apresenta uma frota muito superior em quantidade do que o VLT e Monotrilho devido à baixa capacidade de seus veículos. Esta baixa capacidade por veículo causa um aumento da frota muito maior do que os outros dois sistemas. Já o VLT e o Monotrilho possuem a mesma frota, isso devido alta capacidade do VLT e ao baixo tempo de ciclo do monotrilho.

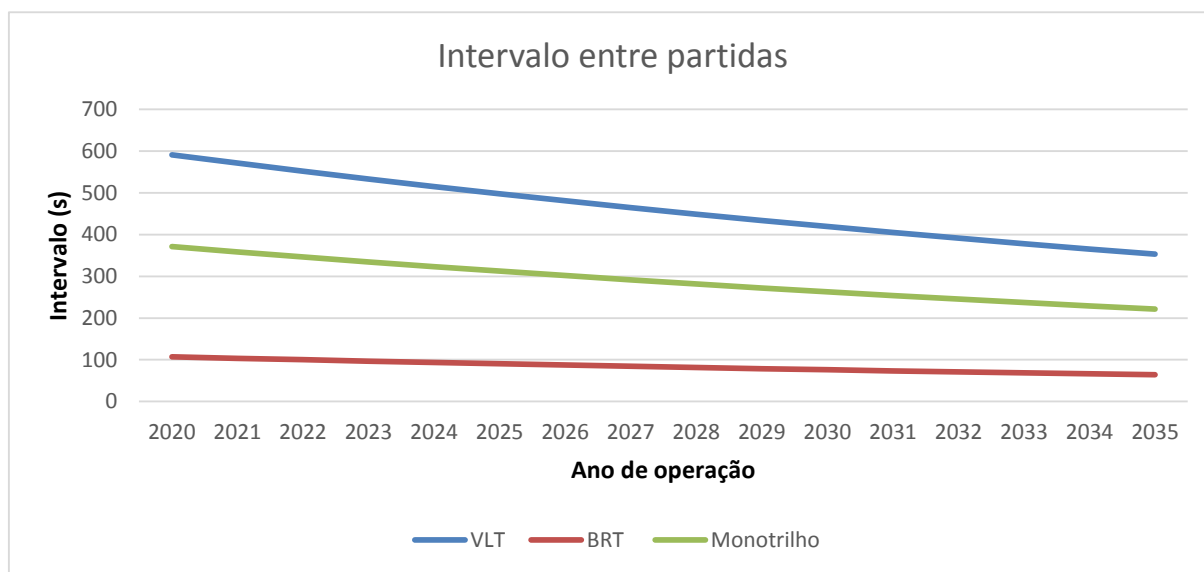
Figura 33 - Frota no cenário esperado



Fonte: Autor (2015).

A figura 34 nos apresenta a comparação dos intervalos entre partidas de cada sistema. Ela mostra que ao diminuir o intervalo entre saídas, se tem uma maior capacidade do sistema. Por outro lado, com um menor intervalo entre os carros, o sistema precisa ter um controle de tráfego muitíssimo eficaz, afim de evitar acidentes. O monotrilho e o VLT possuem comportamento similar. Já o BRT encontra-se com um intervalo muito pequeno, chegando a ter um comportamento quase que constante.

Figura 34 - Intervalo entre partidas cenário esperado



Fonte: Autor (2015).

O sistema VLT apresenta um bom rendimento a longo prazo. Seus veículos têm grande capacidade e com isso a taxa aquisição de novos veículos é bem menor do que a do BRT. A maior desvantagem deste sistema é a manutenção constante do sistema, tanto o viário quanto o de operação.

O Monotrilho também possui bom rendimento a longo prazo pelo mesmo motivo do VLT. O principal diferencial é a alta velocidade de operação graças a via elevada que não sofre com interferências do trânsito. Seu custo é o mais alto de todos os sistemas, sendo isto o principal fator que o torna menos atraente entre todos os sistemas.

6 CONCLUSÃO

O trabalho atendeu ao objetivo geral que havia sido estipulado, ou seja, foi realizado um procedimento para dimensionamento de transporte para a ligação do centro de Florianópolis ao sul da ilha.

No cálculo da oferta do sistema de transporte coletivo na área de estudo observou-se que o corredor que liga o TICEN ao TIRIO oferece menor capacidade que o Trecho A, mostrando uma distorção do sistema que ao invés de utilizar o sistema troncal e distribuir nos bairros por linhas alimentadoras, muitas linhas saem diretamente do TICEN para bairros do sul da ilha, como Tapera e Saco dos Limões.

Para estimação da demanda de passageiros usou-se o estudo realizado pela CNI. Já para a estimação de passageiros no horário de pico utilizou-se dados do Plamus. Observou-se também que a taxa de crescimento populacional do sul da ilha nos últimos anos foi bem mais alta que a média de Florianópolis. A metodologia de estimação de demanda adotada somente mostra um valor aceitável de passageiros para elaboração dos cenários neste trabalho. No caso da realização de um estudo preliminar de viabilidade dos sistemas propostos sugere-se a utilização de dados do Sistema de Bilhetagem Eletrônica de Florianópolis.

As alternativas de transportes estudadas foram três: VLT, BRT e Monotrilho. Este trabalho procurou tratar do nível de estudo de alternativas, limitando-se aos estudos de frota dos sistemas de transportes a partir de uma demanda estimada. Além da elaboração de um resumo operacional de cada sistema.

Ao se realizar o comparativo entre elas, verificou-se que, o VLT e o monotrilho são indicados a médio e longo prazo, onde a frota aumenta vagarosamente, baixando o custo de aquisição de novos veículos. O BRT apresenta o menor intervalo entre saídas. Com isso maior deve ser a infraestrutura dos terminais. O VLT se sai melhor que o monotrilho devido ao custo ser bem menor do que o custo de infraestrutura do monotrilho. O monotrilho se torna vantajoso quando não se dispõe de espaços suficientes para a implantação de corredores de BRT ou VLT e se necessita de um transporte rápido.

Foi proposto também um sistema de transporte alternativo para complementar o sistema principal. O PRT é um sistema de transporte pessoal movido a energia renovável já utilizado em outras regiões do planeta. A muitos anos já é utilizado num dos maiores Aeroportos da Europa e pode ser uma alternativa inovadora para se aplicar no Aeroporto de Florianópolis.

Fica como sugestão um estudo de viabilidade técnica e econômica dos tipos de sistemas de transporte coletivo já estudados utilizando os dados de demanda do Plamus, no qual não conseguimos ter acesso para este trabalho. Levando em consideração neste caso o custo de implantação e operação do sistema e o seu retorno financeiro. Sugere-se também um estudo mais aprofundado para a implantação do sistema PRT no aeroporto Hercílio Luz em Florianópolis, estimando a demanda a ser atendida, a frota de *Pod cars*, traçado e o custo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALOUICHE, Peter. **A disputa “BRT x VLT” uma falsa polêmica**. São Paulo: AEAMESP, 2010.

ALOUICHE, Peter. **VLT: um transporte moderno, sustentável e urbanisticamente correto para as Cidades Brasileiras**. 2008. Disponível em: <http://www.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/01/10/118742D0-666C-4BF4-896E-947237975C9D.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2015.

AMAZONAS, Governo do Estado do. **Relatório de consolidação do projeto funcional e plano operacional**. 2010. Disponível em: <<http://www.fiscalizacopa2014.tce.am.gov.br/wp-content/uploads/2011/04/Relatorio%20de%20PF%20e%20Plano%20Op.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2015.

ARAUJO, Carlos Aparecido; DOS SANTOS, Edson Antonio. **Monotrilho Jardim Angela – Santo Amaro**: Estudo da tecnologia empregada e demanda de passageiros. 2011. Disponível em: <http://download12.docslide.com.br/uploads/check_up03/232015/55718ee6d8b42ab21e8b4872.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2015.

ARIAS, Z. P. **Transporte coletivo público urbano**: seleção de alternativas. 2001. 179 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2001.

AZEVEDO, M. A. N. **Análise do processo de planejamento dos transportes como contribuição para a mobilidade urbana sustentável**. 2012. 190 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos. 2012.

BRASIL - Ministério Das Cidades. **Política de Mobilidade Urbana Sustentável**. Disponível em: <www.cidades.gov.br>. Acesso em: 10 maio 2015.

BRASIL – Ministério Das Cidades. **Manual de BRT – Bus Rapid Transit**. Guia de planejamento. Parte II Projeto Operacional. 2008. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSEMOB/Biblioteca/ManualBRT.pdf>>. Acesso em: 27 mai. 2015.

CALDEIRA, V. M. **Análise do transporte coletivo urbano do município de Florianópolis – SC com base nos dados do sistema de bilhetagem eletrônica**. TCC (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

CARVALHO, G. F. **Sistema de veículo leve sobre trilhos para transporte de passageiros na grande Florianópolis**: Estudo preliminar de viabilidade. TCC (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

CET/SP – Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo. **Capacidade de alguns tipos de ônibus**. 2014. Disponível em:

<www9.prefeitura.sp.gov.br/spMovimento/dadosoperacionais/caponibus.php>. Acesso em: 22/ jun. 2015.

CNI – Confederação Nacional da Indústria. **Retratos da sociedade brasileira: locomoção urbana.** Pesquisa CNI-IBOPE. 2011. Disponível em: <http://www4.ibope.com.br/download/locomocao_urbana.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2015.

CONSÓRCIO FÊNIX. Disponível em: <www.consorciufenix.com.br>. Acesso em: 10 jun. 2015.

COOPE, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa em Engenharia. **Estudo de viabilidade técnica e econômica (EVTE):** Linha circular de veículo leve sobre trilho (VLT) na Ilha do Fundão com conexão com a região do Porto Maravilha e da Ligação Aquaviária entre a Ilha do Fundão, Praça XV e Praia Vermelha. Relatório parcial 2 – Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica. 2014. Disponível em: <<file:///C:/Users/Vanderlei/Downloads/ligacao-aquaviaria.pdf>>. Acesso em: 5 abr. 2015.

COSTA, M. S. **Mobilidade urbana sustentável:** um estudo comparativo e as bases de um sistema de gestão para Brasil e Portugal. 2003. 182 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos. 2003.

DENATRAN – Departamento Nacional de Transito. **Frota Nacional.** 2015. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota2015.htm>>. Acesso em: 5 maio 2015.

FERRAZ, A. C. P.; TORRES, I. G. E. **Transporte público urbano.** São Carlos: Rima, 2004.

FERT, L. **Análise de tráfego de uma interseção utilizando microssimulação.** TCC (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

FREITAS, Moacir; ARAUJO, Alex Macedo de. **Considerações a respeito do sistema de monotrilho:** Características técnicas, vantagens & desvantagens e projetos em andamento. Guaratingueta. 2012. Disponível em: <http://www.fatecguaratingueta.edu.br/fateclog/artigos/Artigo_50.PDF>. Acesso em: 29 jun. 2015.

GOOGLE. **Software Google Earth.** 2015.

GRANDES CONSTRUÇÕES. SC: Com atraso, sai hoje edital para duplicação do acesso ao aeroporto de Florianópolis. Disponível em: <http://www.grandesconstrucoes.com.br/br/index.php?option=com_contenido&task=viewNoticia&id=10472>. Acesso em: 15 maio 2015.

GRAVA, S. (2003) **Urban transportation systems – choice for communities.** McGraw-Hill: New York.

HOTTA, L. H. **Avaliação comparativa de tecnologia de transporte público urbano:** ônibus x transporte público individualizado. 2007. 106 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos. 2007.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas da população dos municípios brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2014**. 2015a. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/pdf/analise_estimativas_2014.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Santa Catarina: população estimada em 2014**. 2015b. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=4205407>>. Acesso em: 5 maio 2015.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Estudo do Ipea mostra que 65% da população usam transporte público nas capitais**. 2011. Disponível em: <<http://memoria.etc.com.br/agenciabrasil/noticia/2011-05-04/estudo-do-ipea-mostra-que-65-da-populacao-usam-transporte-publico-nas-capitais>>. Acesso em: 18 jun. 2015.

LABTRANS. **Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica, Financeira, Social e Ambiental do Sistema de Transporte Ferroviário de Passageiros de Interesse Regional, no Trecho: Caxias do Sul (RS) – Bento Gonçalves (RS)**. 2012. Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br/public/arquivo/arq1365443036.pdf>>. Acesso em: 28 Jun. 2015.

MARCOPOLO. **Marcopolo firma parceria com Infraero para transporte nos aeroportos do Rio, Belo Horizonte e Salvador**. Disponível em: <http://www.marcopolo.com.br/marcopolo/galeria/noticias/detalhes/2013-06-14/marcopolo_firma_parceria_com_infraero_para_transporte_nos_aeroportos_do_rio_belo_horizonte_e_salvador_>. Acesso em: 30 abr. 2015.

MEDEIROS, Guilherme. **Sistemas de média capacidade para transporte público de passageiros**. Santa Catarina: SCPAr, 2012.

NTU – Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. **Conceitos e Elementos de Custos de Sistemas BRT**. Brasília: Logit, 2010. 72 p.

OLIVEIRA, Uarlem José de Faria. **Proposta de Implantação de Sistema de Transporte de Passageiros do Tipo Monotrilho na Região Metropolitana de Vitória**. Espírito Santo: IFES - Instituto Federal do Espírito Santo, 2009.

PA TRANSPORT CONSULTING. **EVTE - Estudo de Viabilidade técnica e econômico-financeira para implantação do Veículo Leve Sobre Trilhos (VLT) no eixo Anhanguera no município de Goiânia**. Goiás: Governo de Goiás, 2013. Disponível em: <<http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2013-12/evte-vlt-anhanguera06112013.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2014.

PLAMUS. **Plano de Mobilidade urbana sustentável da grande Florianópolis**. 2014. Disponível em: <www.plamus.com.br>. Acesso em: 22 jun. 2015.

PMF – Prefeitura Municipal de Florianópolis. **Áreas de Preservação: Áreas de Preservação Permanente**. Disponível em: <<http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/floram/index.php?cms=areas+de+preservacao>>. Acesso em: 5 maio 2015.

PMF – Prefeitura Municipal de Florianópolis. **População 2013**. 2013. Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br/sistemas/saude/unidades_saude/populacao/uls_2013_index.php>. Acesso em: 18 jun. 2015.

PODCARS. 2012. Disponível em: <<http://www.podcars.com>>. Acesso em: 30 jun. 2015.

RAQUEL, R. **Mobilidade ciclística**: um modal de inclusão sócio-espacial. TCC (Graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

RODRIGUES, M. O. **Avaliação da qualidade do transporte coletivo da cidade de São Carlos**. 2006. 74 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos. 2007.

SÃO PAULO. **Monotrilho Jardim Ângela – Santo Amaro**: um novo sistema de média capacidade em São Paulo. São Paulo: SPTRANS, 2010. 238p.

SILVA, Cleiton Rafael; MARTINS, Ivo Martin; TOZI, Luiz Antônio. Modelo integrado de transporte urbano para a região metropolitana do Vale Do Paraíba e Litoral Norte. In: The 4th International Congress on University-Industry Cooperation – Taubate, SP – Brazil – **Anais...** December 5th through 7th, 2012.

RODRIGUES, M. A. **Análise do Transporte Coletivo Urbano com Base em Indicadores de Qualidade**. 2008. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Área Engenharia Urbana) – UFU – Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2008.

SOARES, André Geraldo. **Notas sobre a ocupação automobilística e a crise do transporte social urbano da cidade de Florianópolis**. Florianópolis, 2002. 15p

ULTRA GLOBAL PRT. **Ultra Pods**. Disponível em: <<http://www.ultraglobalprt.com/how-it-works/ultra-vehicle/>>. Acesso em: 30 jun. 2015.

VALENTE, Amir Mattar et al. **Gerenciamento de transportes e frotas**. 2. ed. São Paulo: Ed. Cengage Learning, 2008.

VIATROLEBUS. **Bombardier vai fornecer monotrilho para a China**. 2014. Disponível em: <<http://viatrolebus.com.br/2014/11/bombardier-vai-fornecer-monotrilho-para-a-china/>>. Acesso em: 29 jun. 2015.

VIATROLEBUS. **Cidades Brasileiras com projetos de VLT**. 2014. Disponível em: <<http://viatrolebus.com.br/2014/08/cidades-brasileiras-com-projetos-de-vlt/>>. Acesso em: 29 jun. 2015.

APÊNDICE A – Tabela de horários VLT

Partidas Ticen	Chegada Tisac	Chegada Tirio	Chegada Aeroporto	Chegada Ticen
06:00	06:05	06:15	06:22	06:44
06:20	06:25	06:35	06:42	07:04
06:30	06:35	06:50	06:52	07:14
06:40	06:45	07:00	07:02	07:24
06:50	06:55	07:10	07:12	07:34
07:00	07:05	07:20	07:22	07:44
07:10	07:15	07:30	07:32	07:54
07:20	07:25	07:40	07:42	08:04
07:30	07:35	07:50	07:52	08:14
07:40	07:45	08:00	08:02	08:24
07:50	07:55	08:10	08:12	08:34
08:00	08:05	08:20	08:22	08:44
08:20	08:25	08:35	08:42	09:04
08:40	08:45	08:55	09:02	09:24
09:00	09:05	09:15	09:22	09:44
09:20	09:25	09:35	09:42	10:04
09:40	09:45	09:55	10:02	10:24
10:00	10:05	10:15	10:22	10:44
10:20	10:25	10:35	10:42	11:04
10:40	10:45	10:55	11:02	11:24
11:00	11:05	11:15	11:22	11:44
11:20	11:25	11:35	11:42	12:04
11:40	11:45	11:55	12:02	12:24
12:00	12:05	12:15	12:22	12:44
12:20	12:25	12:35	12:42	13:04
12:40	12:45	12:55	13:02	13:24
13:00	13:05	13:15	13:22	13:44
13:20	13:25	13:35	13:42	14:04
13:40	13:45	13:55	14:02	14:24
14:00	14:05	14:15	14:22	14:44
14:20	14:25	14:35	14:42	15:04
14:40	14:45	14:55	15:02	15:24
15:00	15:05	15:15	15:22	15:44
15:20	15:25	15:35	15:42	16:04
15:40	15:45	15:55	16:02	16:24
16:00	16:05	16:15	16:22	16:44
16:20	16:25	16:35	16:42	17:04
16:40	16:45	16:55	17:02	17:24
17:00	17:05	17:15	17:22	17:44
17:10	17:15	17:25	17:32	17:54
17:20	17:25	17:35	17:42	18:04
17:30	17:35	17:45	17:52	18:14
17:40	17:45	17:55	18:02	18:24
17:50	17:55	18:05	18:12	18:34
18:00	18:05	18:15	18:22	18:44
18:10	18:15	18:25	18:32	18:54
18:20	18:25	18:35	18:42	19:04

18:30	18:35	18:45	18:52	19:14
18:40	18:45	18:55	19:02	19:24
18:50	18:55	19:05	19:12	19:34
19:00	19:05	19:15	19:22	19:44
19:30	19:35	19:45	19:52	20:14
20:00	20:05	20:15	20:22	20:44
20:30	20:35	20:45	20:52	21:14
21:00	21:05	21:15	21:22	21:44
21:30	21:35	21:45	21:52	22:14
22:00	22:05	22:15	22:22	22:44

APÊNDICE B – Tabela de horários BRT

Partidas Ticen	Chegada Tisac	Chegada Tirio	Chegada Aeroporto	Chegada Ticen
06:00	06:06	06:17	06:25	06:50
06:05	06:11	06:22	06:30	06:55
06:10	06:16	06:27	06:35	07:00
06:15	06:21	06:32	06:40	07:05
06:20	06:26	06:37	06:45	07:10
06:25	06:31	06:42	06:50	07:15
06:30	06:36	06:47	06:55	07:20
06:32	06:38	06:49	06:57	07:22
06:34	06:40	06:51	06:59	07:24
06:36	06:42	06:53	07:01	07:26
06:38	06:44	06:55	07:03	07:28
06:40	06:46	06:57	07:05	07:30
06:42	06:48	06:59	07:07	07:32
06:44	06:50	07:01	07:09	07:34
06:46	06:52	07:03	07:11	07:36
06:48	06:54	07:05	07:13	07:38
06:50	06:56	07:07	07:15	07:40
06:52	06:58	07:09	07:17	07:42
06:54	07:00	07:11	07:19	07:44
06:56	07:02	07:13	07:21	07:46
06:58	07:04	07:15	07:23	07:48
07:00	07:06	07:17	07:25	07:50
07:02	07:08	07:19	07:27	07:52
07:04	07:10	07:21	07:29	07:54
07:06	07:12	07:23	07:31	07:56
07:08	07:14	07:25	07:33	07:58
07:10	07:16	07:27	07:35	08:00
07:12	07:18	07:29	07:37	08:02
07:14	07:20	07:31	07:39	08:04
07:16	07:22	07:33	07:41	08:06
07:18	07:24	07:35	07:43	08:08
07:20	07:26	07:37	07:45	08:10
07:22	07:28	07:39	07:47	08:12
07:24	07:30	07:41	07:49	08:14
07:26	07:32	07:43	07:51	08:16
07:28	07:34	07:45	07:53	08:18
07:30	07:36	07:47	07:55	08:20
07:32	07:38	07:49	07:57	08:22
07:34	07:40	07:51	07:59	08:24
07:36	07:42	07:53	08:01	08:26
07:38	07:44	07:55	08:03	08:28
07:40	07:46	07:57	08:05	08:30
07:42	07:48	07:59	08:07	08:32
07:44	07:50	08:01	08:09	08:34
07:46	07:52	08:03	08:11	08:36
07:48	07:54	08:05	08:13	08:38

07:50	07:56	08:07	08:15	08:40
07:52	07:58	08:09	08:17	08:42
07:54	08:00	08:11	08:19	08:44
07:56	08:02	08:13	08:21	08:46
07:58	08:04	08:15	08:23	08:48
08:00	08:06	08:17	08:25	08:50
08:05	08:11	08:22	08:30	08:55
08:10	08:16	08:27	08:35	09:00
08:15	08:21	08:32	08:40	09:05
08:20	08:26	08:37	08:45	09:10
08:25	08:31	08:42	08:50	09:15
08:30	08:36	08:47	08:55	09:20
08:35	08:41	08:52	09:00	09:25
08:40	08:46	08:57	09:05	09:30
08:45	08:51	09:02	09:10	09:35
08:50	08:56	09:07	09:15	09:40
08:55	09:01	09:12	09:20	09:45
09:00	09:06	09:17	09:25	09:50
09:05	09:11	09:22	09:30	09:55
09:10	09:16	09:27	09:35	10:00
09:15	09:21	09:32	09:40	10:05
09:20	09:26	09:37	09:45	10:10
09:25	09:31	09:42	09:50	10:15
09:30	09:36	09:47	09:55	10:20
09:35	09:41	09:52	10:00	10:25
09:40	09:46	09:57	10:05	10:30
09:45	09:51	10:02	10:10	10:35
09:50	09:56	10:07	10:15	10:40
09:55	10:01	10:12	10:20	10:45
10:00	10:06	10:17	10:25	10:50
10:05	10:11	10:22	10:30	10:55
10:10	10:16	10:27	10:35	11:00
10:15	10:21	10:32	10:40	11:05
10:20	10:26	10:37	10:45	11:10
10:25	10:31	10:42	10:50	11:15
10:30	10:36	10:47	10:55	11:20
10:35	10:41	10:52	11:00	11:25
10:40	10:46	10:57	11:05	11:30
10:45	10:51	11:02	11:10	11:35
10:50	10:56	11:07	11:15	11:40
10:55	11:01	11:12	11:20	11:45
11:00	11:06	11:17	11:25	11:50
11:05	11:11	11:22	11:30	11:55
11:10	11:16	11:27	11:35	12:00
11:15	11:21	11:32	11:40	12:05
11:20	11:26	11:37	11:45	12:10
11:25	11:31	11:42	11:50	12:15
11:30	11:36	11:47	11:55	12:20
11:35	11:41	11:52	12:00	12:25
11:40	11:46	11:57	12:05	12:30
11:45	11:51	12:02	12:10	12:35
11:50	11:56	12:07	12:15	12:40

11:55	12:01	12:12	12:20	12:45
12:00	12:06	12:17	12:25	12:50
12:05	12:11	12:22	12:30	12:55
12:10	12:16	12:27	12:35	13:00
12:15	12:21	12:32	12:40	13:05
12:20	12:26	12:37	12:45	13:10
12:25	12:31	12:42	12:50	13:15
12:30	12:36	12:47	12:55	13:20
12:35	12:41	12:52	13:00	13:25
12:40	12:46	12:57	13:05	13:30
12:45	12:51	13:02	13:10	13:35
12:50	12:56	13:07	13:15	13:40
12:55	13:01	13:12	13:20	13:45
13:00	13:06	13:17	13:25	13:50
13:05	13:11	13:22	13:30	13:55
13:10	13:16	13:27	13:35	14:00
13:15	13:21	13:32	13:40	14:05
13:20	13:26	13:37	13:45	14:10
13:25	13:31	13:42	13:50	14:15
13:30	13:36	13:47	13:55	14:20
13:35	13:41	13:52	14:00	14:25
13:40	13:46	13:57	14:05	14:30
13:45	13:51	14:02	14:10	14:35
13:50	13:56	14:07	14:15	14:40
13:55	14:01	14:12	14:20	14:45
14:00	14:06	14:17	14:25	14:50
14:05	14:11	14:22	14:30	14:55
14:10	14:16	14:27	14:35	15:00
14:15	14:21	14:32	14:40	15:05
14:20	14:26	14:37	14:45	15:10
14:25	14:31	14:42	14:50	15:15
14:30	14:36	14:47	14:55	15:20
14:35	14:41	14:52	15:00	15:25
14:40	14:46	14:57	15:05	15:30
14:45	14:51	15:02	15:10	15:35
14:50	14:56	15:07	15:15	15:40
14:55	15:01	15:12	15:20	15:45
15:00	15:06	15:17	15:25	15:50
15:05	15:11	15:22	15:30	15:55
15:10	15:16	15:27	15:35	16:00
15:15	15:21	15:32	15:40	16:05
15:20	15:26	15:37	15:45	16:10
15:25	15:31	15:42	15:50	16:15
15:30	15:36	15:47	15:55	16:20
15:35	15:41	15:52	16:00	16:25
15:40	15:46	15:57	16:05	16:30
15:45	15:51	16:02	16:10	16:35
15:50	15:56	16:07	16:15	16:40
15:55	16:01	16:12	16:20	16:45
16:00	16:06	16:17	16:25	16:50
16:05	16:11	16:22	16:30	16:55
16:10	16:16	16:27	16:35	17:00

16:15	16:21	16:32	16:40	17:05
16:20	16:26	16:37	16:45	17:10
16:25	16:31	16:42	16:50	17:15
16:30	16:36	16:47	16:55	17:20
16:35	16:41	16:52	17:00	17:25
16:40	16:46	16:57	17:05	17:30
16:45	16:51	17:02	17:10	17:35
16:50	16:56	17:07	17:15	17:40
16:55	17:01	17:12	17:20	17:45
17:00	17:06	17:17	17:25	17:50
17:02	17:08	17:19	17:27	17:52
17:04	17:10	17:21	17:29	17:54
17:06	17:12	17:23	17:31	17:56
17:08	17:14	17:25	17:33	17:58
17:10	17:16	17:27	17:35	18:00
17:12	17:18	17:29	17:37	18:02
17:14	17:20	17:31	17:39	18:04
17:16	17:22	17:33	17:41	18:06
17:18	17:24	17:35	17:43	18:08
17:20	17:26	17:37	17:45	18:10
17:22	17:28	17:39	17:47	18:12
17:24	17:30	17:41	17:49	18:14
17:26	17:32	17:43	17:51	18:16
17:28	17:34	17:45	17:53	18:18
17:30	17:36	17:47	17:55	18:20
17:32	17:38	17:49	17:57	18:22
17:34	17:40	17:51	17:59	18:24
17:36	17:42	17:53	18:01	18:26
17:38	17:44	17:55	18:03	18:28
17:40	17:46	17:57	18:05	18:30
17:42	17:48	17:59	18:07	18:32
17:44	17:50	18:01	18:09	18:34
17:46	17:52	18:03	18:11	18:36
17:48	17:54	18:05	18:13	18:38
17:50	17:56	18:07	18:15	18:40
17:52	17:58	18:09	18:17	18:42
17:54	18:00	18:11	18:19	18:44
17:56	18:02	18:13	18:21	18:46
17:58	18:04	18:15	18:23	18:48
18:00	18:06	18:17	18:25	18:50
18:02	18:08	18:19	18:27	18:52
18:04	18:10	18:21	18:29	18:54
18:06	18:12	18:23	18:31	18:56
18:08	18:14	18:25	18:33	18:58
18:10	18:16	18:27	18:35	19:00
18:12	18:18	18:29	18:37	19:02
18:14	18:20	18:31	18:39	19:04
18:16	18:22	18:33	18:41	19:06
18:18	18:24	18:35	18:43	19:08
18:20	18:26	18:37	18:45	19:10
18:22	18:28	18:39	18:47	19:12
18:24	18:30	18:41	18:49	19:14

18:26	18:32	18:43	18:51	19:16
18:28	18:34	18:45	18:53	19:18
18:30	18:36	18:47	18:55	19:20
18:32	18:38	18:49	18:57	19:22
18:34	18:40	18:51	18:59	19:24
18:36	18:42	18:53	19:01	19:26
18:38	18:44	18:55	19:03	19:28
18:40	18:46	18:57	19:05	19:30
18:42	18:48	18:59	19:07	19:32
18:44	18:50	19:01	19:09	19:34
18:46	18:52	19:03	19:11	19:36
18:48	18:54	19:05	19:13	19:38
18:50	18:56	19:07	19:15	19:40
18:52	18:58	19:09	19:17	19:42
18:54	19:00	19:11	19:19	19:44
18:56	19:02	19:13	19:21	19:46
18:58	19:04	19:15	19:23	19:48
19:00	19:06	19:17	19:25	19:50
19:15	19:21	19:32	19:40	20:05
19:30	19:36	19:47	19:55	20:20
19:45	19:51	20:02	20:10	20:35
20:00	20:06	20:17	20:25	20:50
20:15	20:21	20:32	20:40	21:05
20:30	20:36	20:47	20:55	21:20
20:45	20:51	21:02	21:10	21:35
21:00	21:06	21:17	21:25	21:50
21:15	21:21	21:32	21:40	22:05
21:30	21:36	21:47	21:55	22:20
21:45	21:51	22:02	22:10	22:35
22:00	22:06	22:17	22:25	22:50

APÊNDICE C – Tabela de horários monotrilho

Partidas Ticen	Chegada Tisac	Chegada Tirio	Chegada Aeroporto	Chegada Ticen
06:00	06:03	06:10	06:14	06:28
06:15	06:18	06:25	06:29	06:43
06:30	06:33	06:40	06:44	06:58
06:36	06:39	06:46	06:50	07:04
06:42	06:45	06:52	06:56	07:10
06:48	06:51	06:58	07:02	07:16
06:54	06:57	07:04	07:08	07:22
07:00	07:03	07:10	07:14	07:28
07:06	07:09	07:16	07:20	07:34
07:12	07:15	07:22	07:26	07:40
07:18	07:21	07:28	07:32	07:46
07:24	07:27	07:34	07:38	07:52
07:30	07:33	07:40	07:44	07:58
07:36	07:39	07:46	07:50	08:04
07:42	07:45	07:52	07:56	08:10
07:48	07:51	07:58	08:02	08:16
07:54	07:57	08:04	08:08	08:22
08:00	08:03	08:10	08:14	08:28
08:15	08:18	08:25	08:29	08:43
08:30	08:33	08:40	08:44	08:58
08:45	08:48	08:55	08:59	09:13
09:00	09:03	09:10	09:14	09:28
09:15	09:18	09:25	09:29	09:43
09:30	09:33	09:40	09:44	09:58
09:45	09:48	09:55	09:59	10:13
10:00	10:03	10:10	10:14	10:28
10:15	10:18	10:25	10:29	10:43
10:30	10:33	10:40	10:44	10:58
10:45	10:48	10:55	10:59	11:13
11:00	11:03	11:10	11:14	11:28
11:15	11:18	11:25	11:29	11:43
11:30	11:33	11:40	11:44	11:58
11:45	11:48	11:55	11:59	12:13
12:00	12:03	12:10	12:14	12:28
12:15	12:18	12:25	12:29	12:43
12:30	12:33	12:40	12:44	12:58
12:45	12:48	12:55	12:59	13:13
13:00	13:03	13:10	13:14	13:28
13:15	13:18	13:25	13:29	13:43
13:30	13:33	13:40	13:44	13:58
13:45	13:48	13:55	13:59	14:13
14:00	14:03	14:10	14:14	14:28
14:15	14:18	14:25	14:29	14:43
14:30	14:33	14:40	14:44	14:58
14:45	14:48	14:55	14:59	15:13
15:00	15:03	15:10	15:14	15:28

15:15	15:18	15:25	15:29	15:43
15:30	15:33	15:40	15:44	15:58
15:45	15:48	15:55	15:59	16:13
16:00	16:03	16:10	16:14	16:28
16:15	16:18	16:25	16:29	16:43
16:30	16:33	16:40	16:44	16:58
16:45	16:48	16:55	16:59	17:13
17:00	17:03	17:10	17:14	17:28
17:06	17:09	17:16	17:20	17:34
17:12	17:15	17:22	17:26	17:40
17:18	17:21	17:28	17:32	17:46
17:24	17:27	17:34	17:38	17:52
17:30	17:33	17:40	17:44	17:58
17:36	17:39	17:46	17:50	18:04
17:42	17:45	17:52	17:56	18:10
17:48	17:51	17:58	18:02	18:16
17:54	17:57	18:04	18:08	18:22
18:00	18:03	18:10	18:14	18:28
18:06	18:09	18:16	18:20	18:34
18:12	18:15	18:22	18:26	18:40
18:18	18:21	18:28	18:32	18:46
18:24	18:27	18:34	18:38	18:52
18:30	18:33	18:40	18:44	18:58
18:36	18:39	18:46	18:50	19:04
18:42	18:45	18:52	18:56	19:10
18:48	18:51	18:58	19:02	19:16
18:54	18:57	19:04	19:08	19:22
19:00	19:03	19:10	19:14	19:28
19:30	19:33	19:40	19:44	19:58
20:00	20:03	20:10	20:14	20:28
20:30	20:33	20:40	20:44	20:58
21:00	21:03	21:10	21:14	21:28
21:30	21:33	21:40	21:44	21:58
22:00	22:03	22:10	22:14	22:28