



PLAMUS

**PLANO DE MOBILIDADE
URBANA SUSTENTÁVEL**
DA GRANDE FLORIANÓPOLIS

Produto 1.2 **Planejamento e Preparação das** **Pesquisas – Período Normal**

Florianópolis

Abril/2014



CONSORCIO:



SUMÁRIO

1	Apresentação.....	5
2	Aspectos Gerais das Pesquisas	6
2.1	Dimensionamento de RH	6
2.2	Formulários, Questionários e Equipamentos Utilizados.....	6
2.3	Treinamento da Equipe	8
3	Preparação das Pesquisas.....	8
3.1	Pesquisa de Contagens Volumétricas (CV)	9
3.2	Pesquisa de Frequência e Ocupação Visual (FOV).....	11
3.3	Pesquisa de Velocidade e Retardamento	12
3.4	Pesquisa de Origem /Destino Domiciliar	13
3.5	Pesquisa de Preferência Declarada.....	17
3.6	Pesquisa de Imagem dos Modos de Transporte.....	18
3.7	Pesquisa de Carga	18
3.8	Pesquisa da Linha de Contorno	19
3.9	Pesquisa de Contagem direcional de cruzamentos	20
3.10	Pesquisa de Embarque/Desembarque (Sobe/Desce).....	20
4	Cronograma.....	23
5	Equipe técnica	24
6	Aplicativos.....	25
6.1	Aplicativo de Frequência de Ocupação Visual (FOV).....	25
6.2	Aplicativo de Contagens Volumétrica e Classificatória (CVC).....	28
6.3	Aplicativo de Velocidade e Retardamento	28
6.4	Aplicativo Pesquisa Domiciliar	31
6.5	Aplicativo de Preferência Declarada (PD).....	36
6.6	Aplicativo de Pesquisa de Imagem (PI).....	37
	ANEXO I – Amostra Pesquisa OD Grande Florianópolis	40
	ANEXO II –Preferência Declarada.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de Telas dos diversos aplicativos/formulários eletrônicos	7
Figura 2 –Pesquisadores em treinamento	8
Figura 3 –Mapa com a localização dos postos de contagem	10
Figura 4 – Mapa com a localização dos pontos de FOV	12
Figura 5 – Endereços válidos da Grande Florianópolis	14
Figura 6 – Endereços Principais e Reservas Sorteados	15
Figura 7 – Carta a ser enviada aos domicílios sorteados para a Pesquisa Domiciliar	16
Figura 8 – Exemplo de algumas das regiões da pesquisa em Florianópolis	17
Figura 9 – Pontos da Linha de Contorno	19
Figura 10 – Localização dos pontos de cruzamentos	20
Figura 11 – Cobertura das Linhas de Ônibus.....	22
Figura 12– Tela de <i>login</i> do aplicativo FOV	25
Figura 13 – Tela do aplicativo FOV	26
Figura 14– Tela do aplicativo FOV com código especial	27
Figura 15– Tela de cadastramento de linhas sem código	27
Figura 16– Tela do aplicativo CVC	28
Figura 17– Tela de login do aplicativo de Velocidade e Retardamento	29
Figura 18– Tela do aplicativo de Velocidade e Retardamento.....	30
Figura 19 – Telas de seleção do endereço/domicílio	31
Figura 20 – Tela com lista de razões para impossibilidades de entrevista.....	32
Figura 21 – Tela de cadastro de famílias.....	33
Figura 22 – Telas de cadastro dos pontos de origem/destino e viagens do morador	34
Figura 23 – Tela de cadastro dos dados do morador	35
Figura 24 – Tela de seleção do tipo de moradia	35
Figura 25 – Telas do aplicativo de PD – Modos Ônibus e Automóvel.....	36
Figura 26– Telas do aplicativo de PD.....	37
Figura 27 – Telas do aplicativo de pesquisa de Imagem – Transporte Público	38
Figura 28 – Telas do aplicativo de pesquisa de Imagem – Bicicleta/Sinalização.....	38
Figura 29 - Telas do aplicativo de pesquisa de Imagem – Infraestrutura/Circulação	39

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Período de realização das pesquisas de Contagens	9
Quadro 3 – Período de realização das pesquisas de FOV	11
Quadro 4– Distribuição das amostras por município.....	13
Quadro 5– Quantidade de Domicílios Sorteados.....	14
Quadro 6 – Lista das Linhas de Ônibus Municipais e Intermunicipais	21
Quadro 7 – Equipe Técnica das Pesquisas	24

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: 1-Z Score	46
Tabela 2: Número de domicílios por classe de renda e por Macrozona	52
Tabela 3: Possibilidades de viagens para usuários de automóvel	58
Tabela 4: Possibilidades de viagens para usuários de ônibus.	59
Tabela 5: Tamanho da amostra da pesquisa de preferência declarada	62

1 APRESENTAÇÃO

A elaboração de pesquisas nos principais fluxos viários entre Florianópolis e os demais municípios servirá como uma ferramenta essencial para o planejamento urbano da região da Grande Florianópolis.

Como os regimes de viagem e demandas por mobilidade durante o período letivo e férias são muito distintos, optou-se por dividir as pesquisas de campo em duas fases:

- Fase 1: Veraneio – buscando identificar os problemas de mobilidade durante as férias de verão
- Fase 2: Período Normal – buscando identificar os problemas de mobilidade durante o resto do ano.

O presente relatório apresenta todas as atividades realizadas para o planejamento das pesquisas de campo da fase 2 - Período Normal - dentre elas:

- Dimensionamento das pesquisas
- Seleção e treinamento dos pesquisadores
- Programação da realização das pesquisas
- Controle de Qualidade das Pesquisas
- Definição dos postos de pesquisa
- Sorteio dos domicílios para a pesquisa domiciliar
- Aplicativos e equipamentos utilizados nas pesquisas

2 ASPECTOS GERAIS DAS PESQUISAS

As pesquisas a serem realizadas na fase 2, período Normal, são:

- Contagens Volumétricas de Veículos (CVC)
- Frequência e Ocupação Visual de Ônibus (FOV)
- Origem/Destino Domiciliar (DOM)
- Pesquisa de Imagem (PI)
- Pesquisa de Preferência Declarada (PD)
- Pesquisa de Carga (PC)
- Linha de Contorno Origem/Destino - Automóveis e Caminhões (OD) – Viagens externas
- Contagem direcional em cruzamentos
- Embarque/Desembarque ou Sobe/Desce em linhas de transporte coletivo (ED)

Os coordenadores fizeram visitas técnicas aos pontos definidos das pesquisas de CVC e FOV para avaliar a distância entre os pontos, a logística de distribuição dos pesquisadores e a ordem de realização dos tipos de pesquisas. Também visitaram todos os 13 municípios envolvidos, com o objetivo de conhecer o espaço físico e planejar a logística da Pesquisa Domiciliar.

2.1 Dimensionamento de Recursos Humanos

A equipe de trabalho de campo será composta por quatro coordenadores e 105 pesquisadores, sendo 60 para a pesquisa domiciliar e 45 para o restante das pesquisas, além do pessoal de apoio nas áreas de administração e sistemas.

Para essa fase, a equipe de pesquisadores foi composta por alguns dos que já haviam trabalhado na fase anterior, reforçada pelos selecionados através do site de cadastro especialmente desenvolvido para esse fim (e já utilizado na fase Veraneio).

Para a pesquisa domiciliar, foram entrevistadas cerca de 80 pessoas (que se inscreveram no *site*), das quais 75 foram selecionadas. Destas, 50 devem iniciar o trabalho, as restantes sendo incorporadas nas semanas subsequentes, em função de alguma desistência ou aumento da equipe conforme se configure a produtividade na semana inicial.

2.2 Formulários, Questionários e Equipamentos Utilizados

Assim como na primeira fase, optou-se pela utilização de *tablets* para a realização de todas as pesquisas, por facilitar e diminuir o tempo da coleta de dados em campo.

A facilidade de utilização, a possibilidade de funções de ‘autocompletar’ os campos, a validação da entrada de dados, a coleta de dados sem erro de digitação ou caligrafia, a tomada de decisão por meio de informações coletadas remotamente em ‘tempo real’, entre outros motivos, faz com que as vantagens dos formulários eletrônicos sejam enormes se comparados aos formulários de papel, anteriormente utilizados para esses tipos de pesquisas. Os aplicativos estão detalhados no capítulo 6 deste relatório.

A Figura 1 mostra as telas de aplicativos distintos a serem utilizados nas pesquisas desta fase.



Figura 1 – Exemplo de Telas dos diversos aplicativos/formulários eletrônicos

2.3 Treinamento da Equipe

Nesta segunda fase, por envolver tipos de pesquisas diferentes, os pesquisadores foram divididos em grupos, por tipo de pesquisa. Cada pesquisa possui suas características, sendo estas facilmente absorvidas pelo pesquisador, quando treinado já com o *iPad*, como mostra a Figura 2.



Figura 2 –Pesquisadores em treinamento

O treinamento é feito diretamente no equipamento, em sala de aula, dispensando-se o uso de manuais impressos. Em sua primeira parte é feita explanação sobre a importância da pesquisa a ser realizada. Na sequência, os pesquisadores recebem o *iPad* e são instruídos sobre as características do equipamento, a maneira ideal de manuseá-lo, o desempenho da bateria e como carregar o equipamento.

Na segunda parte, cada tela/formulário do aplicativo em questão é apresentado, sendo dadas instruções sobre cada campo do formulário, englobando as opções disponíveis e a maneira de fazer a pergunta ao entrevistado.

No caso da Pesquisa Domiciliar, cujo formulário é extenso e muito detalhado, a equipe de 80 pessoas foi dividida em 5 grupos, com o objetivo de se garantir o entendimento completo por parte dos pesquisadores e permitir um treinamento mais “individualizado”.

3 PREPARAÇÃO DAS PESQUISAS

As atividades que dão subsídios à realização das pesquisas de campo aconteceram ao longo dos meses de fevereiro e março. As pesquisas de campo serão iniciadas em abril.

3.1 Pesquisa de Contagens Volumétricas (CV)

As contagens volumétricas serão realizadas em 40 pontos, distribuídos entre os 13 municípios pertencentes à Grande Florianópolis.

Dos 40 pontos, 6 são denominados pontos “Mestres”, com contagens feitas por um período de 16 horas, de modo a se obter o perfil da demanda durante todo o dia.

A maioria dos postos onde foram feitas contagens na fase anterior foram mantidos, para efeito de comparação entre Veraneio e Período Normal.

A metodologia consiste em se fazer a contagem dos tipos de veículos observados na via, classificados como: Ônibus, Caminhão (2 eixos), Caminhão (3 ou mais eixos), Van, Táxi, Carro, Motocicleta e Bicicleta. A contagem será feita com a utilização de *tablets* e um aplicativo (detalhado no capítulo 6 deste relatório) específico para esse tipo de levantamento, o mesmo utilizado na fase 1 da pesquisa.

Para cada ponto mestre, o período de pesquisa, sempre em dia útil, é:

- 06:00 às 22:00

Para os outros 34 pontos, a pesquisa será realizada nos períodos de pico da manhã e da tarde, nos seguintes horários, em dias úteis:

- PPM: 06:30 às 10:00
- PPT: 16:00 às 19:30

O quadro 1 resume os horários de realização das pesquisas de contagens volumétricas por tipo de ponto.

Quadro 1 – Período de realização das pesquisas de Contagens

Tipo de Ponto	Quantidade	Horário
Mestre	6	06:00 às 22:00
Normal	34	06:30 às 10:00
		16:00 às 19:30

O mapa com a localização dos postos de contagem é apresentado na Figura 3.



Figura 3 – Mapa com a localização dos postos de contagem

3.2 Pesquisa de Frequência e Ocupação Visual (FOV)

A pesquisa de frequência e ocupação visual será realizada em pontos de passagem das linhas de forte demanda, para caracterizar os serviços quanto a sua real frequência e efetiva ocupação.

Foram definidos 41 pontos para esse levantamento, verificando-se os serviços de 45 linhas selecionadas. Também nesse caso serão realizadas pesquisas em pontos mestres, de 16 horas, em 5 locais da rede, de forma a determinar o perfil diário da oferta e das cargas nesses pontos.

Para cada ônibus que passa na via, o pesquisador digita o código da linha, seleciona o tipo de ônibus (padrão, articulado, micro-ônibus ou executivo) e o tipo de ocupação observada ('vazio', 'poucos sentados', 'muitos sentados', 'todos sentados e alguns de pé', 'muitos de pé' e 'superlotado'). Cada ponto será medido em um dia útil da semana.

Para os 5 pontos mestres, o horário da pesquisa, sempre em dias úteis, será:

- 06:00 às 22:00

Para os outros pontos, a pesquisa será realizada somente para os horários de pico, em dias úteis:

- PPM: 06:30 às 10:00
- PPT: 16:00 às 19:30

O Quadro 2 mostra os horários de realização das pesquisas de FOV por tipo de ponto.

Quadro 2 – Período de realização das pesquisas de FOV

Tipo de Ponto	Quantidade	Horário
Mestre	5	06:00 às 22:00
Normal	36	06:30 às 10:00
		16:00 às 19:30

A pesquisa será feita com a utilização de *tablets* e um aplicativo (detalhado no capítulo 6 deste relatório) específico para esse tipo de pesquisa. A Figura 4 ilustra a localização dos pontos de FOV.

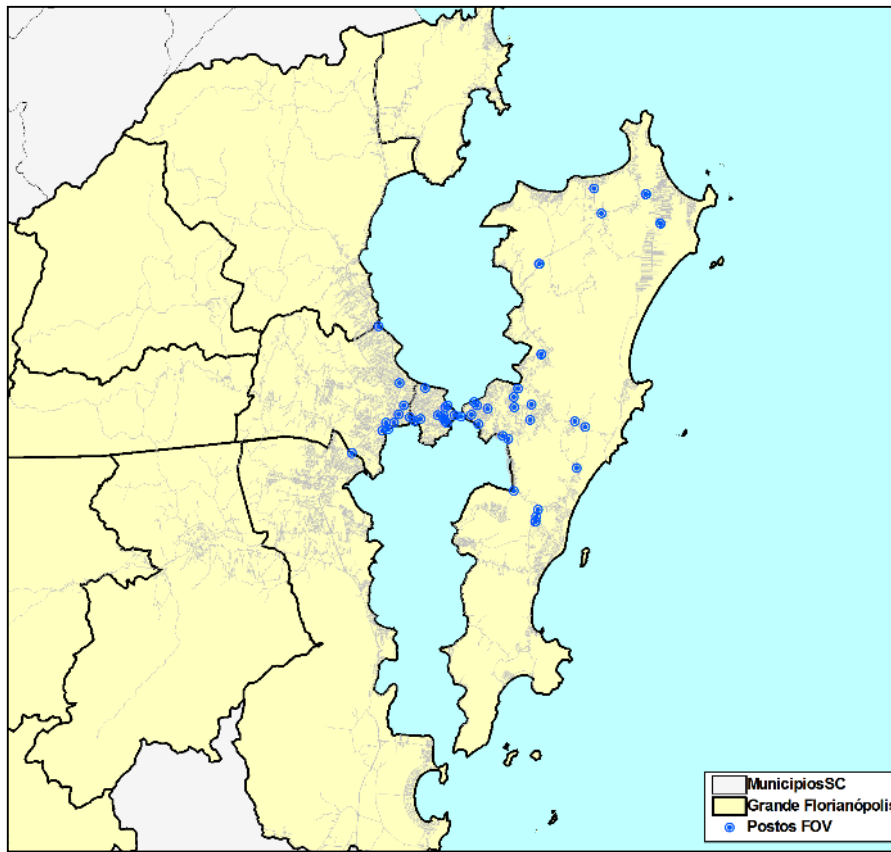


Figura 4 – Mapa com a localização dos pontos de FOV

3.3 Pesquisa de Velocidade e Retardamento

O objetivo desta pesquisa é obter as informações sobre as velocidades e retardamento de veículos (particulares e coletivos) no sistema viário principal da cidade, de modo a avaliar o desempenho da circulação nas vias.

A velocidade do modo ‘automóvel privado’ será medida em cerca de 300km de rede nos períodos de pico e fora de pico, como feito na fase da Pesquisa de Veraneio.

No caso do sistema coletivo, um pesquisador, dentro do ônibus, seleciona os motivos de retardamento da velocidade ao longo de todo o trajeto das linhas de ônibus selecionadas. Com estes dados, usando-se o GPS do aplicativo, determinam-se as velocidades médias nos horários de pico.

Essa pesquisa será realizada com o mesmo aplicativo específico já utilizado na fase da Pesquisa de Veraneio (detalhado no capítulo 6 deste relatório).

3.4 Pesquisa de Origem /Destino Domiciliar

A pesquisa domiciliar será realizada em todos os municípios da Grande Florianópolis. Serão entrevistados todos os moradores maiores de sete anos com o objetivo de obter informações sobre:

- domicílio: características como renda, número de pessoas e relação entre as pessoas;
- indivíduos: sexo, idade, grau de instrução, profissão, ocupação e renda;
- mobilidade: origem e destino das viagens, modos de transporte, hora de início e de final de viagem e, custo de transporte.

De acordo com o estudo estatístico (detalhado no Anexo I deste relatório), a amostra mínima necessária é de 5.464 domicílios, para toda a Grande Florianópolis, conforme detalhado no Quadro 3 a seguir.

Quadro 3– Distribuição das amostras por município

Municípios Grande Florianópolis	Amostra Mínima
ANGELINA	54
ANITÁPOLIS	53
ANTÔNIO CARLOS	51
BIGUAÇU	270
FLORIANÓPOLIS	3.041
GOVERNADOR CELSO RAMOS	53
PALHOÇA	591
RANCHO QUEIMADO	50
SANTO AMARO DA IMPERATRIZ	82
SÃO BONIFÁCIO	53
SÃO JOSÉ	1.060
SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA	52
ÁGUAS MORNAS	54
TOTAL	5.464

Os endereços dos domicílios da Grande Florianópolis foram obtidos através da base do Censo 2010 do IBGE. Cerca de 390.000 endereços foram georreferenciados para se obter suas coordenadas geográficas. Uma vez tendo suas latitudes e longitudes, esses endereços foram lançados em mapa e analisados, sendo descartados todos os localizados fora da região da Grande Florianópolis, bem como aqueles sem a informação da numeração ou com número identificado como zero.

Após essa seleção, restaram cerca de 288.000 endereços válidos, situados na mancha azul da Figura 5 a seguir.

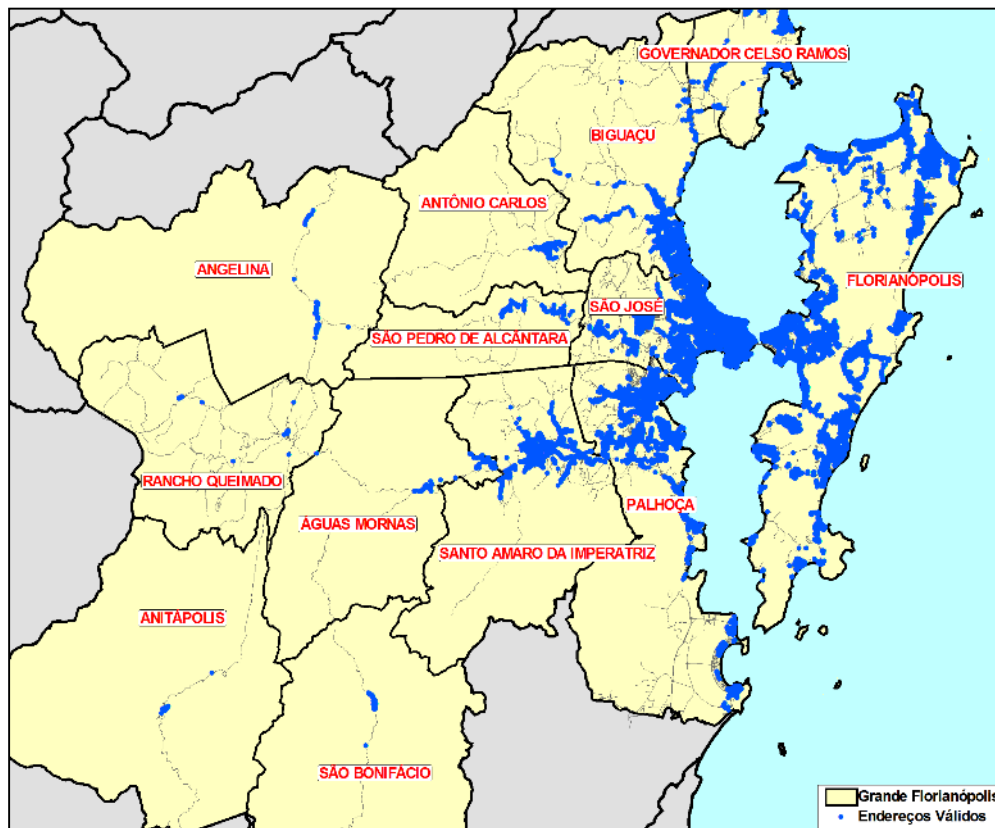


Figura 5 – Endereços válidos da Grande Florianópolis

Esses endereços válidos foram sorteados, aleatoriamente, para se obter a amostra mínima necessária, através de um programa desenvolvido especificamente para esse fim. Além dos 5.464 endereços principais, foram sorteados mais 27.320 endereços, denominados ‘reservas’, a serem usados nos casos em que o domicílio principal não possa ser entrevistado. No total, portanto, foram sorteados 32.784 domicílios nos 13 municípios objeto do PLAMUS, como mostrado no Quadro 4.

Quadro 4– Quantidade de Domicílios Sorteados

Tipo de Endereço	Domicílios Sorteados
Principal	5.464
Reserva	27.320
Total	32.784

Dentre os 5.464 domicílios, foram, aleatoriamente, sorteados 2.000 domicílios (sendo 1.000 reservas) para responderem às questões da pesquisa de Preferência Declarada e outros 1.200 (sendo 200 reservas) para a Pesquisa de Imagem.

Na Figura 6, a ilustração dos domicílios principais e reservas sorteados.

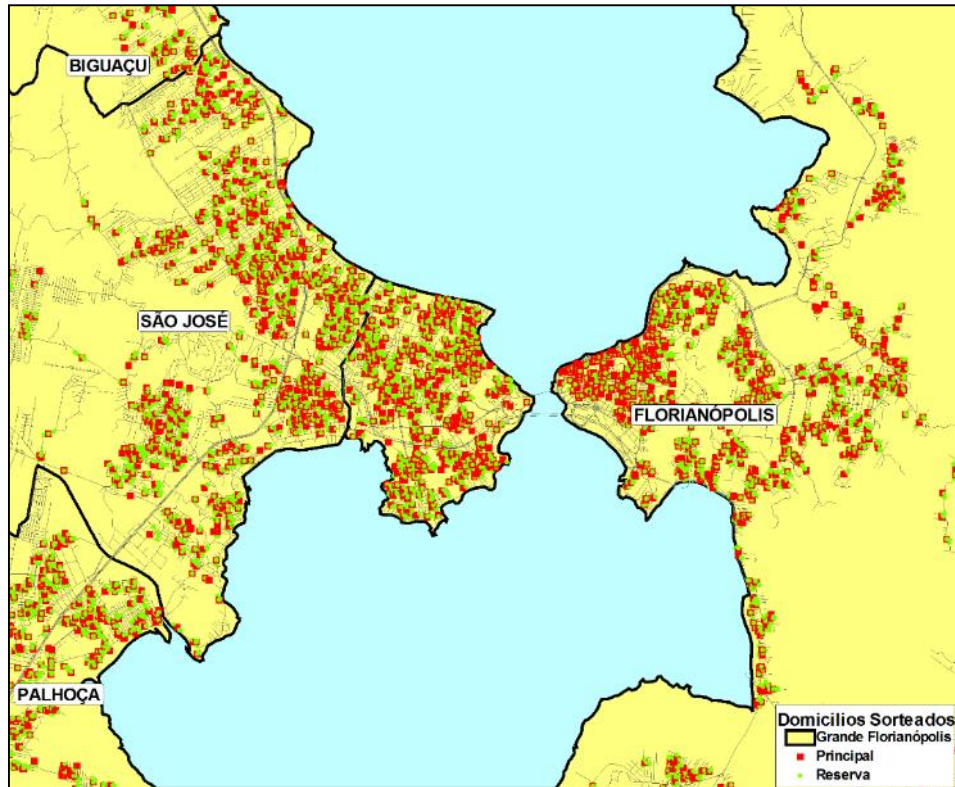


Figura 6 – Endereços Principais e Reservas Sorteados

Uma vez feito o sorteio dos domicílios, serão enviadas cartas para cada um dos endereços sorteados. Essas cartas contêm informações sobre a pesquisa e instruções sobre o procedimento de segurança em relação ao pesquisador. Cada carta apresenta uma senha, única por domicílio, que deve ser a mesma fornecida pelo pesquisador, devidamente credenciado e identificado, ao se apresentar ao morador.

Por uma questão estratégica, optou-se por enviar as cartas com pouca antecedência, de forma a coincidir com o início das pesquisas. O objetivo é evitar que o morador esqueça da carta recebida ou não tenha como verificar a senha fornecida pelo pesquisador por não ter a carta em mãos.

Um exemplo da carta enviada aos domicílios pode ser visto na figura 7.

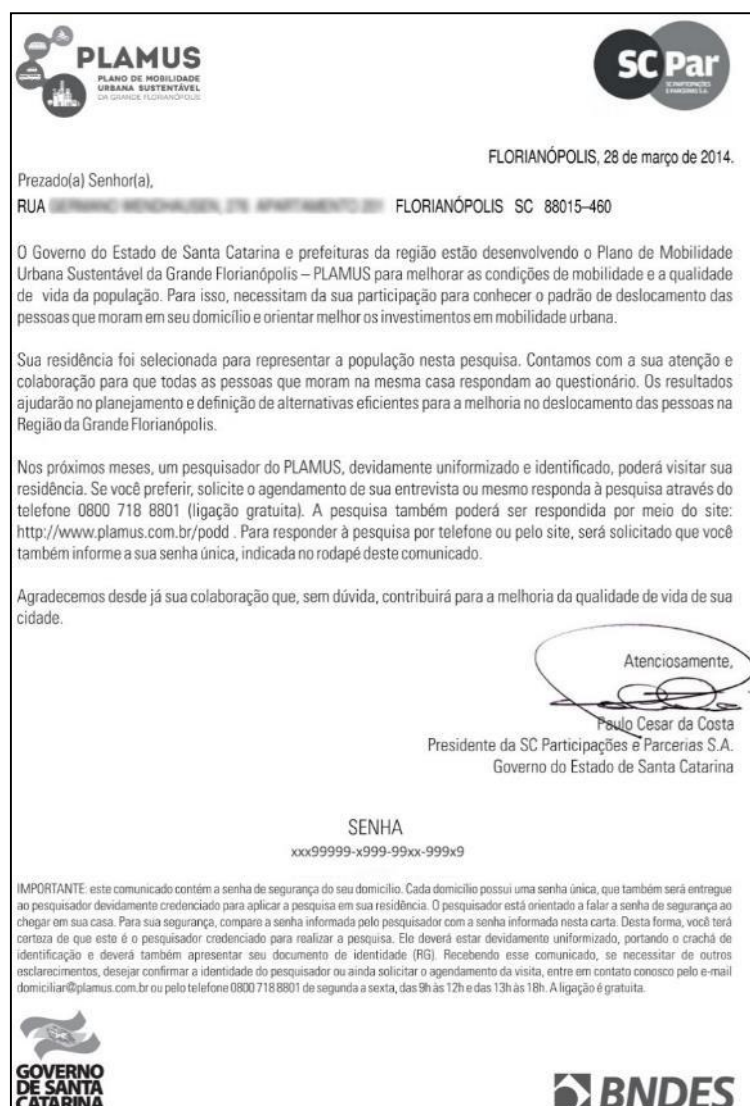


Figura 7 – Carta a ser enviada aos domicílios sorteados para a Pesquisa Domiciliar

Para o município de Florianópolis foi feita uma subdivisão em regiões para melhor controle do andamento da pesquisa. Cada região ficou sob a responsabilidade de um ou mais supervisores, de acordo com o tamanho da região e/ou quantidade de domicílios principais. Um exemplo de algumas destas regiões poder ser visto na Figura 8 abaixo.

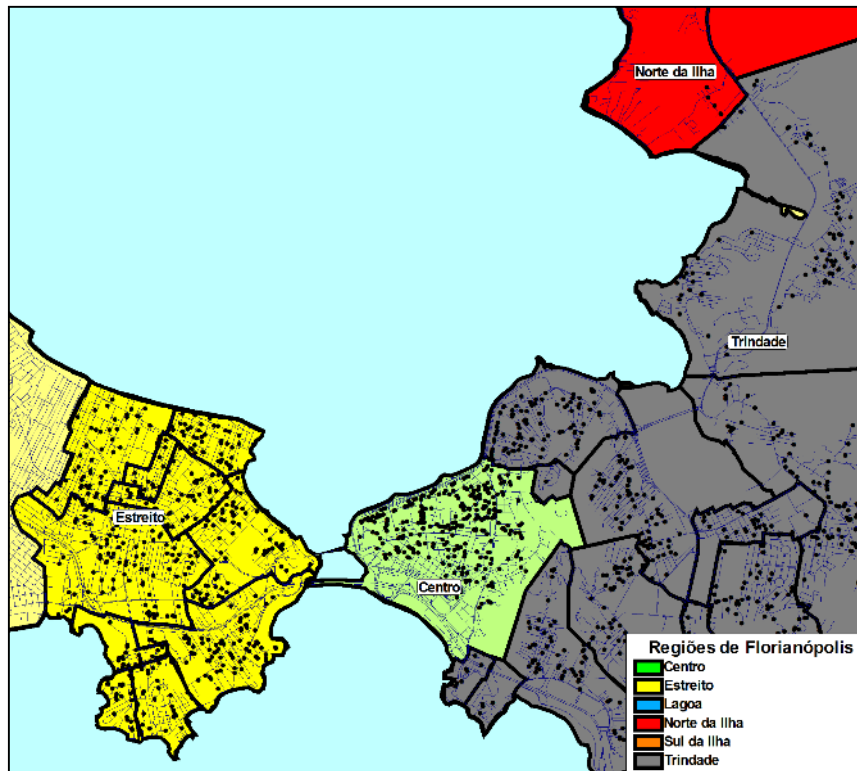


Figura 8 – Exemplo de algumas das regiões da pesquisa em Florianópolis

3.5 Pesquisa de Preferência Declarada

A pesquisa de Preferência Declarada tem a função principal de gerar elementos técnicos necessários à identificação da propensão ao uso do transporte coletivo, avaliar o potencial de utilização de bicicletas e estimar a possibilidade de implantação de outras estratégias para melhorar a mobilidade urbana.

Possibilita, também, a identificação do potencial comportamento dos indivíduos em face da proposta de alteração nas atuais condições de transporte a partir da implantação de novas alternativas, de facilidades para a utilização de bicicletas ou qualquer medida capaz de promover alterações na conjuntura vigente. Procura, ainda, compreender a estrutura de decisão dos usuários atuais do sistema, visando avaliar o impacto da possível implantação de um novo cenário.

Essa pesquisa será feita com o morador que está respondendo à pesquisa domiciliar e em cujo sorteio tenha sido selecionado para responder, também, à pesquisa de preferência declarada.

No entanto, para que o morador possa responder à PD, ele tem que obedecer a alguns critérios previamente estabelecidos com base nas respostas fornecidas na pesquisa domiciliar. O aplicativo qualifica ou não o entrevistado como candidato à PD.

Dentre os critérios que devem ser obedecidos para que o morador possa responder à PD, estão:

- O entrevistado deve ser o próprio morador
- O morador deve possuir uma viagem do seguinte tipo (em ordem de maior para menor prioridade):

Residência -> Trabalho ou
Residência -> Escola/Educação ou
Residência -> Qualquer outro Motivo

- Deve ter como modo de transporte prioritário (que será o considerado para a PD):
Automóvel ou
Ônibus

A amostra necessária para essa pesquisa é de 1.000 entrevistas, conforme metodologia apresentada no Anexo II deste relatório.

3.6 Pesquisa de Imagem dos Modos de Transporte

A pesquisa investigará a imagem da infraestrutura viária, das condições do trânsito e organização da circulação e dos serviços de transporte coletivo.

Será feita com o morador que está respondendo à pesquisa domiciliar e que tenha sido previamente sorteado para também responder à Pesquisa de Imagem.

Serão verificados itens sobre a infraestrutura viária, sinalização de trânsito e organização da circulação e do transporte público.

A amostra necessária para essa pesquisa é de 1.000 entrevistas.

3.7 Pesquisa de Carga

Esta pesquisa contempla o levantamento de informações referentes à movimentação de cargas na Região Metropolitana de Florianópolis.

A pesquisa de carga urbana será executada com o objetivo de obter dados para a análise da circulação de veículos de carga e de mercadorias e potenciais impactos existentes, assim como analisar a circulação de cargas de grande porte frente à capacidade de suporte do sistema viário.

Serão estudadas as condições de operação das atividades de carga e descarga no comércio atacadista e de varejo nos principais pontos de venda. As cargas de origem ou destino fora da Área de Estudo serão pesquisadas na Linha de Contorno, juntamente com as pesquisas de origem e destino de pessoas.

Serão realizadas pesquisas de origem e destino simplificadas, através de abordagem de veículos nas vias urbanas, ou através de entrevistas com embarcadores. O planejamento estabelece que sejam feitas cerca de 1.500 entrevistas.

Essas entrevistas serão feitas com empresas de transporte de carga, grandes empresas varejistas com carga própria e com motoristas em centros atacadistas ou em pontos específicos.

A primeira fase está em andamento, e diz respeito à identificação das empresas de transporte de carga e dos centros logísticos de distribuição, centros comerciais, mercados e supermercados, mercados atacadistas e zonas de concentração de comércio.

3.8 Pesquisa da Linha de Contorno

A pesquisa na linha de contorno tem como objetivo identificar as viagens externas não identificadas na pesquisa domiciliar ou nas pesquisas na área interna. Nesse levantamento são realizadas contagens e entrevistas em uma amostra de veículos englobando automóveis e caminhões.

O objetivo é entrevistar 10% dos ocupantes de veículos com uma amostra mínima de 5%. Tal pesquisa, entretanto, depende muito da colaboração da polícia e de sua disposição para parar os veículos.

Os pontos devem ser sinalizados para diminuição de velocidade e localizados onde haja espaço apropriado e seguro para os pesquisadores e para entrada e saída dos veículos.

Esses pontos estão indicados no mapa de forma aproximada, devendo ser discutidos e confirmados com a Polícia Rodoviária. Os prováveis pontos de pesquisa da Linha de Contorno estão indicados na Figura 9.

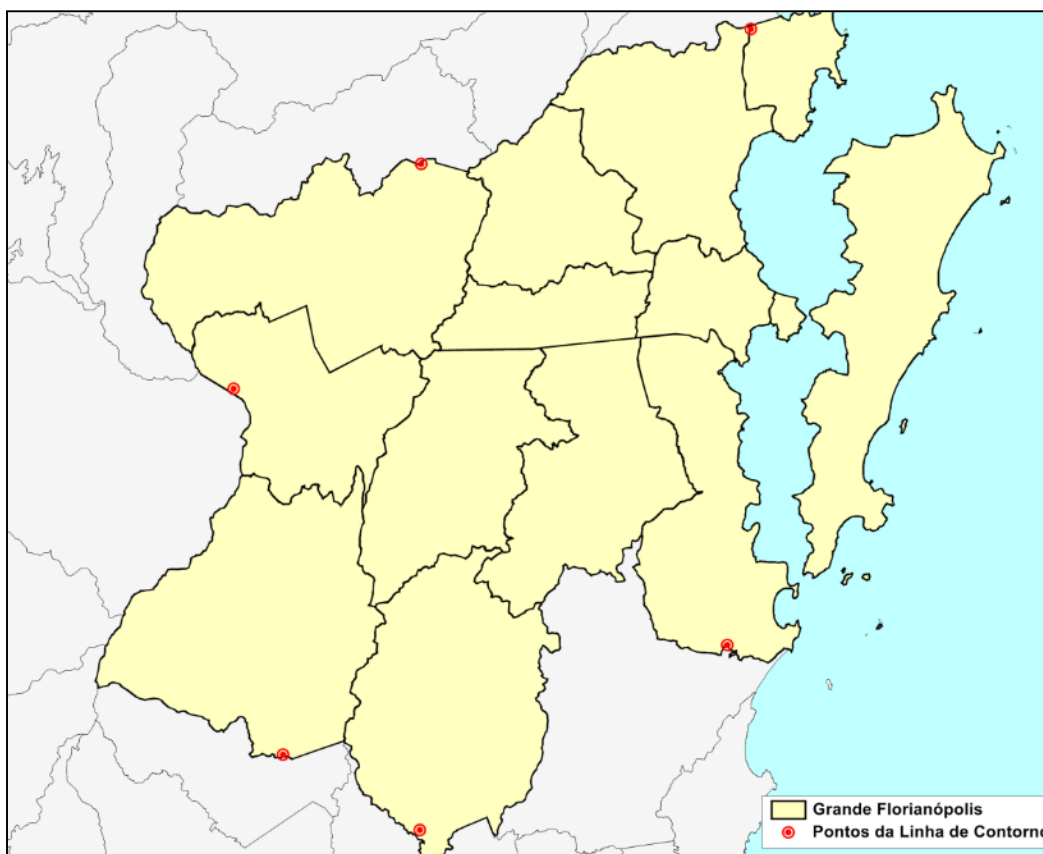


Figura 9 – Pontos da Linha de Contorno

3.9 Pesquisa de Contagem direcional de cruzamentos

Essa pesquisa será realizada paralelamente à pesquisa de contagens volumétricas e classificatórias em 11 pontos de cruzamento. Nela, a classificação é simplificada para apenas três categorias: veículos leves, ônibus e caminhões. As contagens são acumuladas por períodos de 15 minutos de maneira a determinar a variação horária e o fator de pico. As contagens serão realizadas durante os períodos de pico da manhã e da tarde, nos cruzamentos indicados na Figura 10.

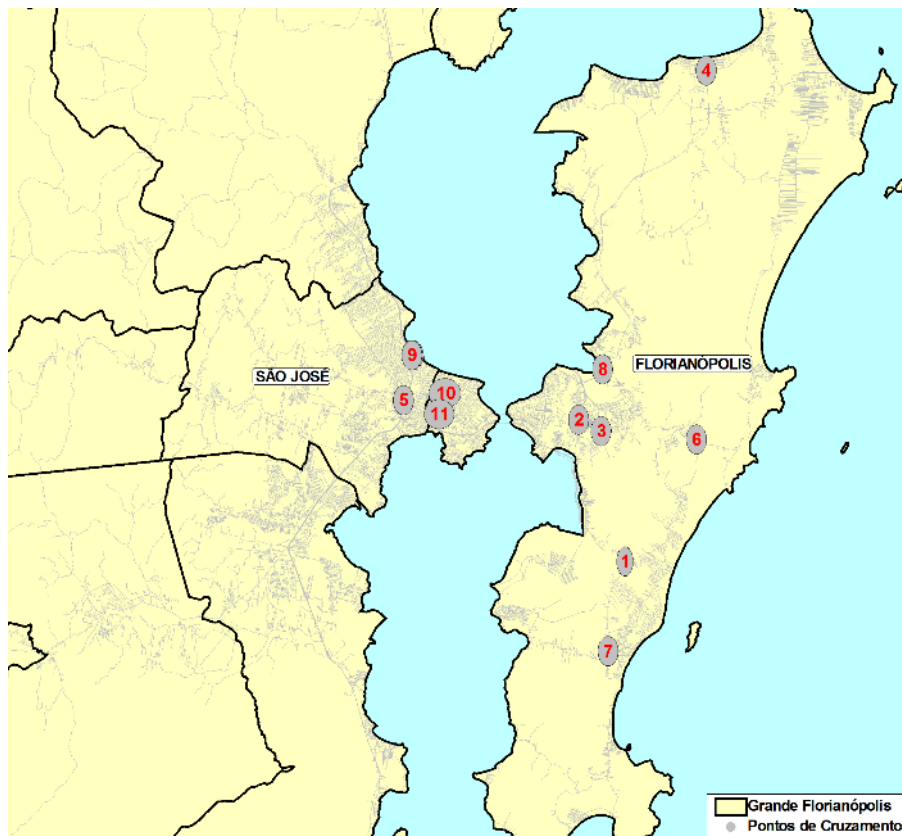


Figura 10 – Localização dos pontos de cruzamentos

3.10 Pesquisa de Embarque/Desembarque (Sobe/Desce)

As pesquisas de embarque e desembarque medem o número de passageiros que embarca ou desembarca em cada ponto (ou terminal) de parada. Serão realizadas pesquisas em 45 linhas municipais e intermunicipais, buscando obter uma cobertura dos principais corredores de transporte. Além do embarque e desembarque, serão identificados os pontos onde embarca e desembarca cada um dos passageiros, obtendo-se no final uma matriz de origem e destino entre pontos de parada para o sistema de ônibus.

As linhas a pesquisar são apresentadas no Quadro 5. A cobertura dessas linhas é representada na Figura 11.

Quadro 5 – Lista das Linhas de Ônibus Municipais e Intermunicipais

Linha	Tipo	Municípios
131 - Agronômica via Gama D'Eça	Municipal	Florianópolis
135 - Volta ao Morro Carvoeira Norte	Municipal	Florianópolis
138 - Volta ao Morro Pantanal Sul	Municipal	Florianópolis
163 - Córrego Grande	Municipal	Florianópolis
174 - Saco Grande via João Paulo	Municipal	Florianópolis
184 - UDESC via Beira Mar	Municipal	Florianópolis
185 - UFSC - semidireto	Municipal	Florianópolis
186 - Corredor Sudoeste - Semidireto	Municipal	Florianópolis
221 - Canasvieiras via Mauro Ramos	Municipal	Florianópolis
233 - Canasvieiras/Trindade	Municipal	Florianópolis
260 - Cachoeira do Bom Jesus	Municipal	Florianópolis
264 - Ingleses	Municipal	Florianópolis
265 - Ponta das Canas	Municipal	Florianópolis
268 - Sítio de Baixo	Municipal	Florianópolis
271 - Daniela via Jurerê	Municipal	Florianópolis
320 - Lagoa da Conceição - semidireto	Municipal	Florianópolis
360 - Barra da Lagoa	Municipal	Florianópolis
410 - Rio Tavares - direto	Municipal	Florianópolis
430 - Rio Tavares	Municipal	Florianópolis
461 - Tapera via túnel	Municipal	Florianópolis
462 - Campeche	Municipal	Florianópolis
561 - Caeira da Barra do Sul	Municipal	Florianópolis
563 - Costa de Dentro	Municipal	Florianópolis
631 - Capoeiras -	Municipal	Florianópolis
665 - Abraão	Municipal	Florianópolis
671 - Vila Promorar	Municipal	Florianópolis
763 - Caeira do Saco dos Limões	Municipal	Florianópolis
01 - Florianópolis/Santo Amaro	Intermunicipal	Santo Amaro/Palhoça/São José/Florianópolis
18 - Barreiros/São José (Diretão)	Intermunicipal	São José
222 - Estação Palhoça/Barra Circular	Intermunicipal	Palhoça
0230 - Estação Palhoça/Florianópolis	Intermunicipal	Palhoça/São José/Florianópolis
0370 - São José/Florianópolis	Intermunicipal	São Jose/Florianópolis
0380 - Palhoça/Florianópolis (Paradora)	Intermunicipal	Palhoça/São José/Florianópolis
502 - São Sebastião/Estação Palhoça	Intermunicipal	Palhoça
605 - Estação Palhoça/Jardim Eldorado	Intermunicipal	Palhoça
Antônio Carlos (Até Viaduto Janaina)	Intermunicipal	Antonio Carlos/Biguaçu/São José/Florianópolis
Bairro Ipiranga (Via Estreito)	Intermunicipal	São Jose/Florianópolis
Biguaçu (Via Estreito)	Intermunicipal	Biguaçu/São José/Florianópolis
Campinas	Intermunicipal	São José/Florianópolis
Ceasa(Via Santos Saraiva)	Intermunicipal	São José/Florianópolis
Circular Barreiros	Intermunicipal	São José
Floresta	Intermunicipal	São Jose/Florianópolis
Governador Celso Ramos(Via SC-410)	Intermunicipal	Gov. Celso Ramos/Biguaçu/São José/Florianópolis
Jardim Zanellato	Intermunicipal	São José/Florianópolis
Los Angeles	Intermunicipal	São José/Florianópolis

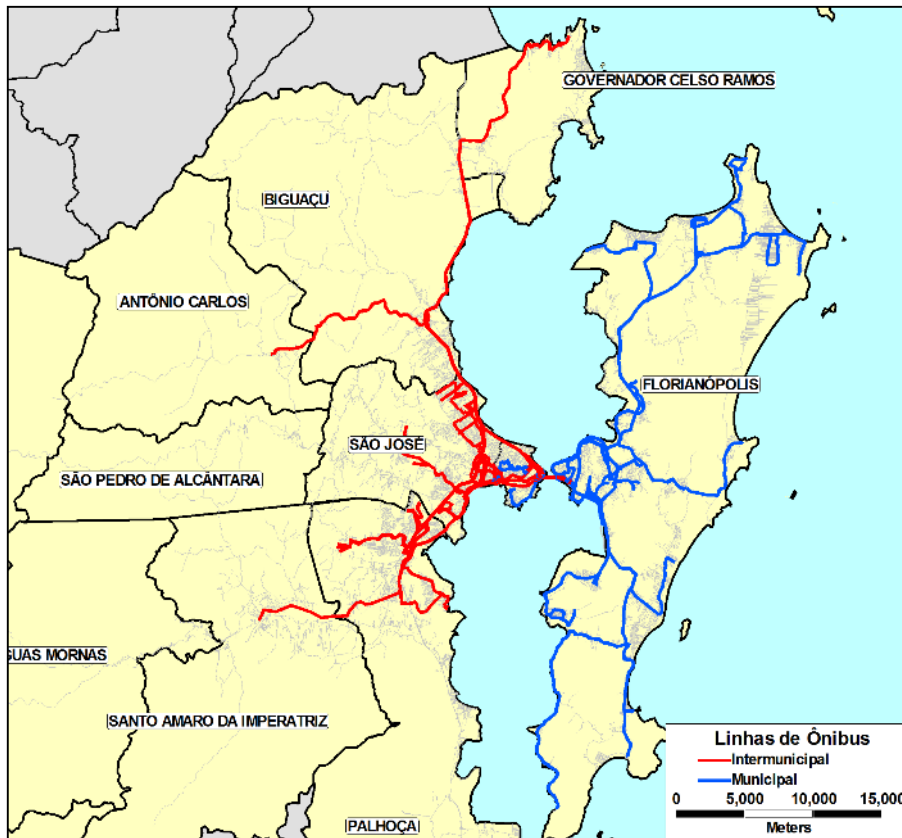


Figura 11 – Cobertura das Linhas de Ônibus

4 CRONOGRAMA

Atividades	Fev				Mar				Abr				Mai				Jun			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Fase 2 - Desenvolvimento dos Aplicativos																				
Fase 2 - Teste dos Aplicativos																				
Fase 2 - Seleção de Pesquisadores																				
Fase 2 -Treinamento dos Pesquisadores																				
Fase 2 - O&D Domiciliar																				
Fase 2 - Pesquisa de Imagem																				
Fase 2 - Pesquisa de Preferência Declarada																				
Fase 2 - Pesquisa de Carga - 1500 entrevistas																				
Fase 2 - Pesquisa Linha de Contorno - 6 pontos																				
Fase 2 - CVC - 40 pontos																				
Fase 2 - Contagem direcional de Cruzamentos - 11 cruzamentos																				
Fase 2 - Velocidade e Retardamento de Autos - 300 km																				
Fase 2 - Velocidade e Retardamento de Ônibus - 45 linhas																				
Fase 2 - Pesquisa Embarque e Desembarque - 45 linhas																				
Fase 2 - Pesquisa FOV - 41 pontos																				

A etapa de desenvolvimento e teste dos aplicativos levou em consideração todas as pesquisas a serem realizadas e que não foram executadas na primeira fase, a saber: O&D Domiciliar, Pesquisa de Imagem, Pesquisa de Preferência Declarada, Pesquisa de Carga, Pesquisa Linha de Contorno e Pesquisa de Embarque e Desembarque. Os aplicativos para as pesquisas FOV, CV e Velocidade e Retardamento foram utilizados na fase 1 estando, portanto, prontos.

5 EQUIPE TÉCNICA

A equipe técnica das pesquisas será composta por quatro coordenadores e 105 pesquisadores, além do pessoal de apoio nas áreas de administração e sistemas, como mostra o Quadro 6.

Quadro 6 – Equipe Técnica das Pesquisas

Atividades	Coordenadores	Pesquisadores	Equipe de Apoio
Fase 2 - Desenvolvimento dos Aplicativos	1	5	3
Fase 2 - Teste dos Aplicativos	1	2	3
Fase 2 - Seleção de Pesquisadores	2	105	3
Fase 2 - Treinamento dos Pesquisadores	2	105	3
Fase 2 - O&D Domiciliar	1	60	3
Fase 2 - Pesquisa de Imagem	1	60	3
Fase 2 - Pesquisa de Preferência Declarada	1	60	3
Fase 2 - Pesquisa de Carga - 1500 entrevistas	1	10	3
Fase 2 - Pesquisa Linha de Contorno - 6 pontos	1	36	3
Fase 2 - CVC - 40 pontos	1	40	3
Fase 2 - Contagem direcional de Cruzamentos - 11 cruzamentos	1	45	3
Fase 2 - Velocidade e Retardamento de Autos - 300 km	1	2	3
Fase 2 - Velocidade e Retardamento de Ônibus - 45 linhas	1	15	3
Fase 2 - Pesquisa Embarque e Desembarque - 45 linhas	1	23	3
Fase 2 - Pesquisa FOV - 41 pontos	1	28	3

6 APLICATIVOS

Os aplicativos a serem utilizados nas pesquisas foram especificamente desenvolvidos para atender às necessidades do PLAMUS.

6.1 Aplicativo de Frequência de Ocupação Visual (FOV)

Para a pesquisa de Frequência de Ocupação Visual foi desenvolvido um aplicativo que permite que o pesquisador cadastre, de maneira intuitiva, simples e prática, as linhas de ônibus, o tipo do ônibus e sua lotação.

Uma vez iniciado o aplicativo, o pesquisador informa a sua chave numérica e o ponto de pesquisa onde ele está, conforme Figura 12.

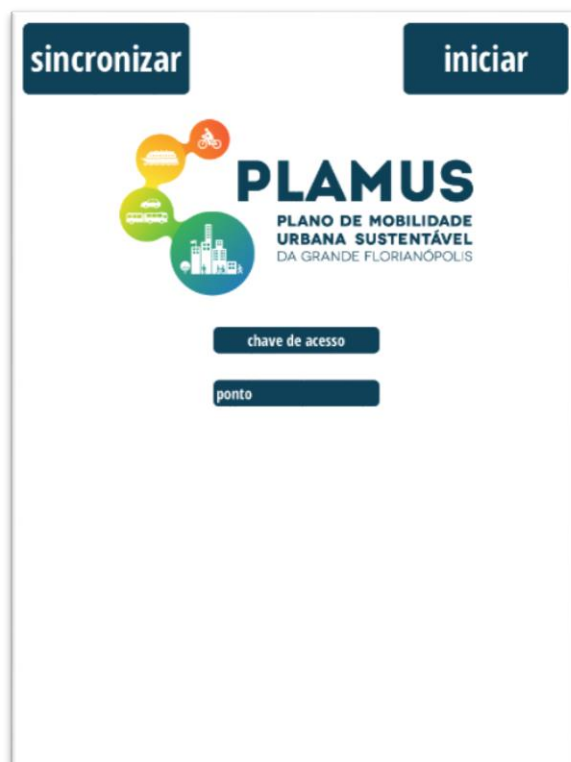


Figura 12– Tela de *login* do aplicativo FOV

Na tela seguinte, o pesquisador informa o código da linha e o tipo do ônibus (padrão, articulado, micro-ônibus ou executivo) e classifica a sua lotação (vazio, poucos sentados, muitos sentados, todos sentados e alguns de pé, muitos de pé, superlotado ou com cortina e *insulfilm*), como ilustra a Figura 13 a seguir.



Figura 13 – Tela do aplicativo FOV

A opção “Com cortina ou *insulfilm*” foi colocada para os ônibus, em sua maioria do tipo “Executivo” e que apresentam janelas com *insulfilm* e/ou cortina, dificultando a visualização do seu interior e, conseqüentemente de sua lotação

Como algumas linhas de ônibus não têm código alfanumérico, mas apenas o nome da linha, nesses casos, o pesquisador deve informar um código especial - “9999” – sendo exibida, ao se encerrar o aplicativo, uma tela onde o pesquisador deverá preencher, para cada código “9999”, a respectiva denominação da linha, de acordo com o horário registrado. Um exemplo deste caso pode ser visto nas Figuras 14 e 15.

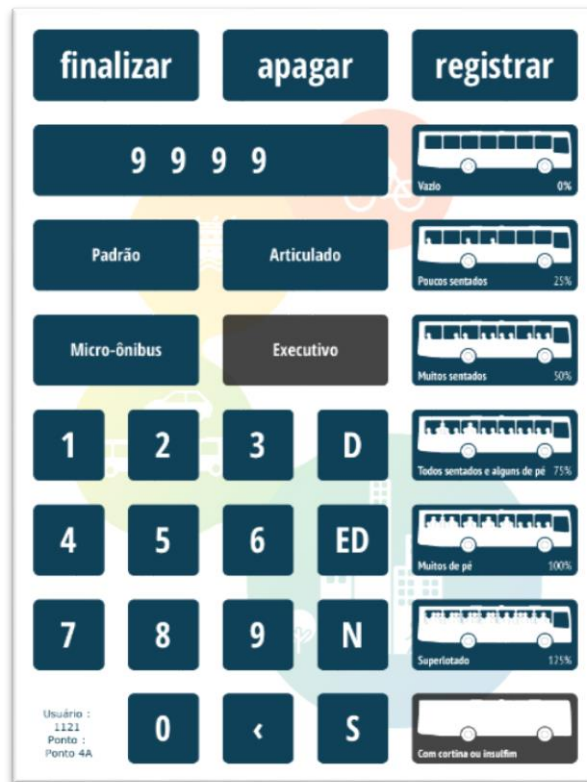


Figura 14– Tela do aplicativo FOV com código especial



Figura 15– Tela de cadastramento de linhas sem código

6.2 Aplicativo de Contagens Volumétrica e Classificatória (CVC)

Uma vez iniciado o aplicativo, o pesquisador informa a sua chave numérica e o ponto de pesquisa onde ele está.

Seleciona então a figura correspondente ao tipo de veículo (ônibus, caminhão 2 eixos, caminhão 3 eixos, Van, Táxi, Carro, Motocicleta e Bicicleta) que passa pelo ponto de pesquisa.

O aplicativo, automaticamente, informa o número de veículos já contados, como ilustra a Figura 16.



Figura 16– Tela do aplicativo CVC

6.3 Aplicativo de Velocidade e Retardamento

Uma vez iniciado o aplicativo, o pesquisador informa a sua chave numérica, o modo ('auto' ou 'ônibus') e o trecho da rota em que será medida a velocidade, como se vê na Figura 17.



The screenshot shows a mobile application login screen. At the top, there are two buttons: "Sincronizar" and "Prosseguir". Below them is the PLAMUS logo and title. The main form contains three sections: "CHAVE DE ACESSO" with a dark blue input field, "MODO" with a dropdown menu currently set to "Modo", and "ROTA" with a dropdown menu currently set to "Trecho/Rota".

Figura 17– Tela de login do aplicativo de Velocidade e Retardamento

A cada retardamento de trecho, o pesquisador seleciona qual o motivo da ocorrência, conforme mostrado na Figura 18.



Figura 18– Tela do aplicativo de Velocidade e Retardamento

6.4 Aplicativo Pesquisa Domiciliar

O aplicativo desenvolvido para a Pesquisa Domiciliar permite ao pesquisador conduzir a entrevista de maneira simples e lógica.

Uma vez iniciado o aplicativo, o pesquisador informa sua chave de acesso. Cada pesquisador tem uma chave única que permite que apenas os endereços selecionados para o pesquisador em questão sejam habilitados para a pesquisa.

A seguir seleciona, através do mapa, ou por seleção, qual o endereço a ser entrevistado. Ele pode, também, ter a sua própria localização geográfica marcada no mapa. O aplicativo permite o uso de zoom no mapa para uma melhor visualização.

A Figura 19 mostra as telas de endereços do aplicativo.

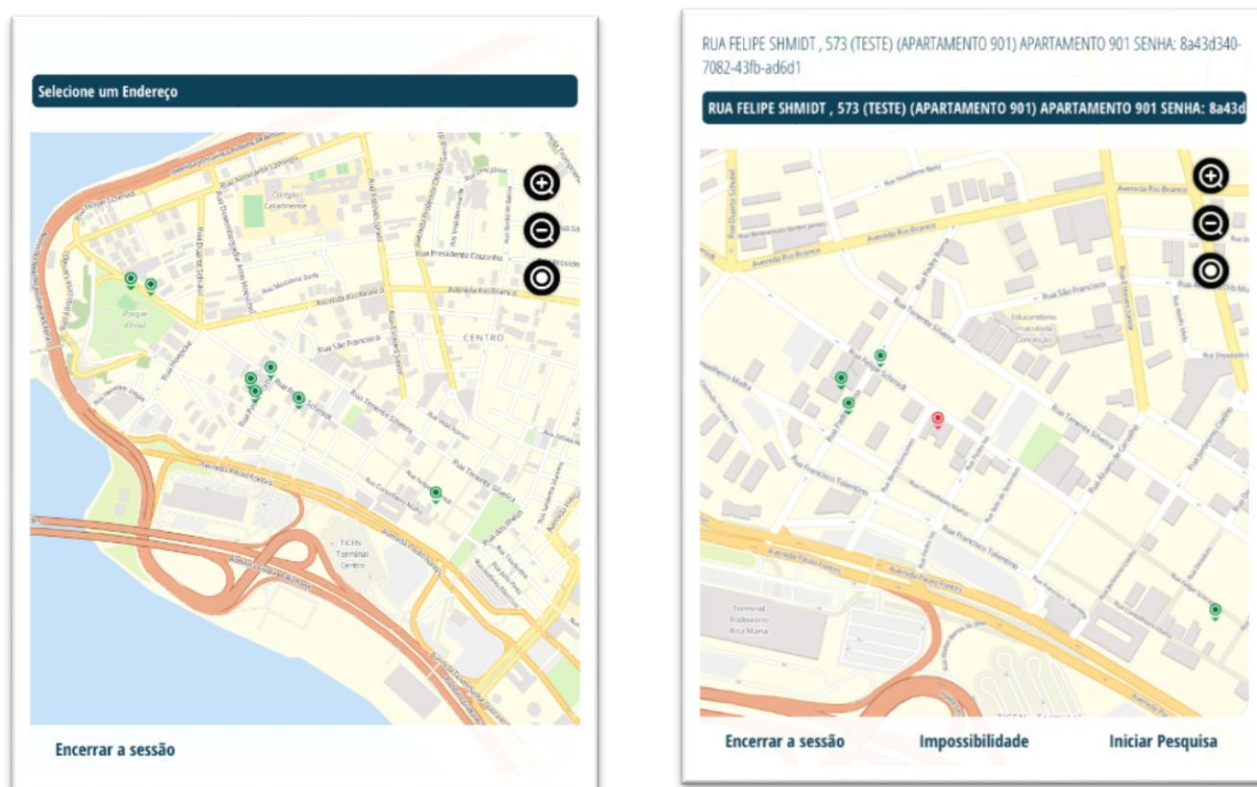


Figura 19 – Telas de seleção do endereço/domicílio

Depois de selecionado o endereço a ser entrevistado, o pesquisador entra em contato com os moradores. Se houver alguma impossibilidade de se fazer a entrevista naquele endereço, informa a ocorrência no aplicativo, como mostra a Figura 20.

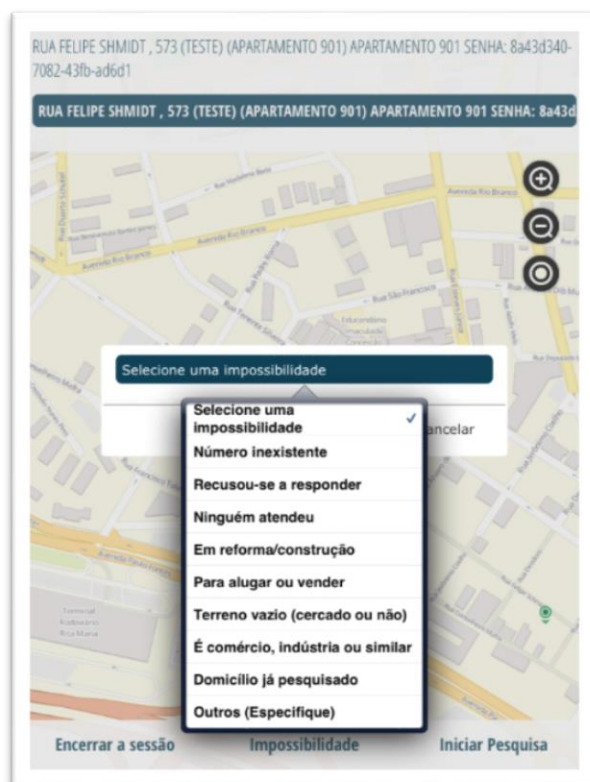


Figura 20 – Tela com lista de razões para impossibilidades de entrevista

Ocorrendo uma impossibilidade de entrevista, o pesquisador seleciona outro endereço no mapa.

Uma vez que possa haver a entrevista, o pesquisador deve se identificar e informar a senha do domicílio, a mesma que consta da carta enviada ao morador.

A primeira parte do formulário eletrônico refere-se às famílias. O pesquisador deve cadastrar todas as famílias que vivem no domicílio. Uma tela do cadastro da família pode ser vista na Figura 21.



CANCELAR **PROSSEGUIR**

FAMÍLIA 1

Número de veículos: 2

Número de motocicletas: 0

Número de bicicletas: 2

Tem empregada doméstica?: Sim, Mensalista

Figura 21 – Tela de cadastro de famílias

A próxima etapa é o cadastramento das viagens realizadas pelo morador que está sendo entrevistado ou por outro membro da família pelo qual esse morador saiba responder.

As viagens devem ser todas cadastradas com as informações do ponto de origem e ponto de destino, os horários de chegada e saída, bem como os modos de transporte utilizados para a realização da viagem. Não há limite de número de viagens a serem inseridos, nem quanto ao número de modos utilizados.

Na Figura 22, são mostrados exemplos das telas de cadastramento de viagens.

CANCELAR **PROSSEGUIR**

PONTO

Motivo

Residência

Endereço

SC Florianópolis Centro

felipe shmidt 573

Travessa Ponto de referência

CANCELAR **PROSSEGUIR**

PONTO

Motivo

Trabalho

Horário de saída
Ponto Anterior
Residência

Horário de chegada
neste Ponto

06:50 07:30

Endereço

SC Florianópolis Centro

Jornalista Rubens de Arruda Ramos 2368

Travessa Ponto de referência

CANCELAR **PROSSEGUIR**

PERCURSO

Modo

dirigindo automóvel

Tempo até o modo (minutos)


Tempo de espera (minutos)

Tempo de viagem (minutos)

0 0 40

Custo (Reais)

0



CANCELAR **CONCLUIDO**

FAMÍLIA 1 | MORADOR 1

+ Ponto 1 - Residência

+ Modo 1 - dirigindo automóvel

ADICIONAR MODO

+ Ponto 2 - Trabalho

+ Modo 1 - dirigindo automóvel

ADICIONAR MODO

+ Ponto 3 - Residência

ADICIONAR PONTO

Figura 22 – Telas de cadastro dos pontos de origem/destino e viagens do morador

Depois de cadastradas as viagens, é exibido o formulário a ser preenchido com os dados pessoais do morador entrevistado, de acordo como ilustra a Figura 23.



CANCELAR **PROSSEGUIR**

FAMÍLIA 1 | MORADOR 1

É o próprio morador?

Sim

Nome do morador

Carlos José Santos

Idade

45

Gênero

Masculino

Renda mensal

De R\$ 3.620,00 a R\$ 7.240,

Grau de instrução

Ensino superior completo

Figura 23 – Tela de cadastro dos dados do morador

Na última tela do aplicativo, o pesquisador seleciona, dentre os tipos de casa listados, aquele que mais se adequa ao domicílio em que acabou de realizar a entrevista. Um exemplo pode ser visto na Figura 24.



Prosseguir

1 2 3 4 5

Faixa de Renda Aparente

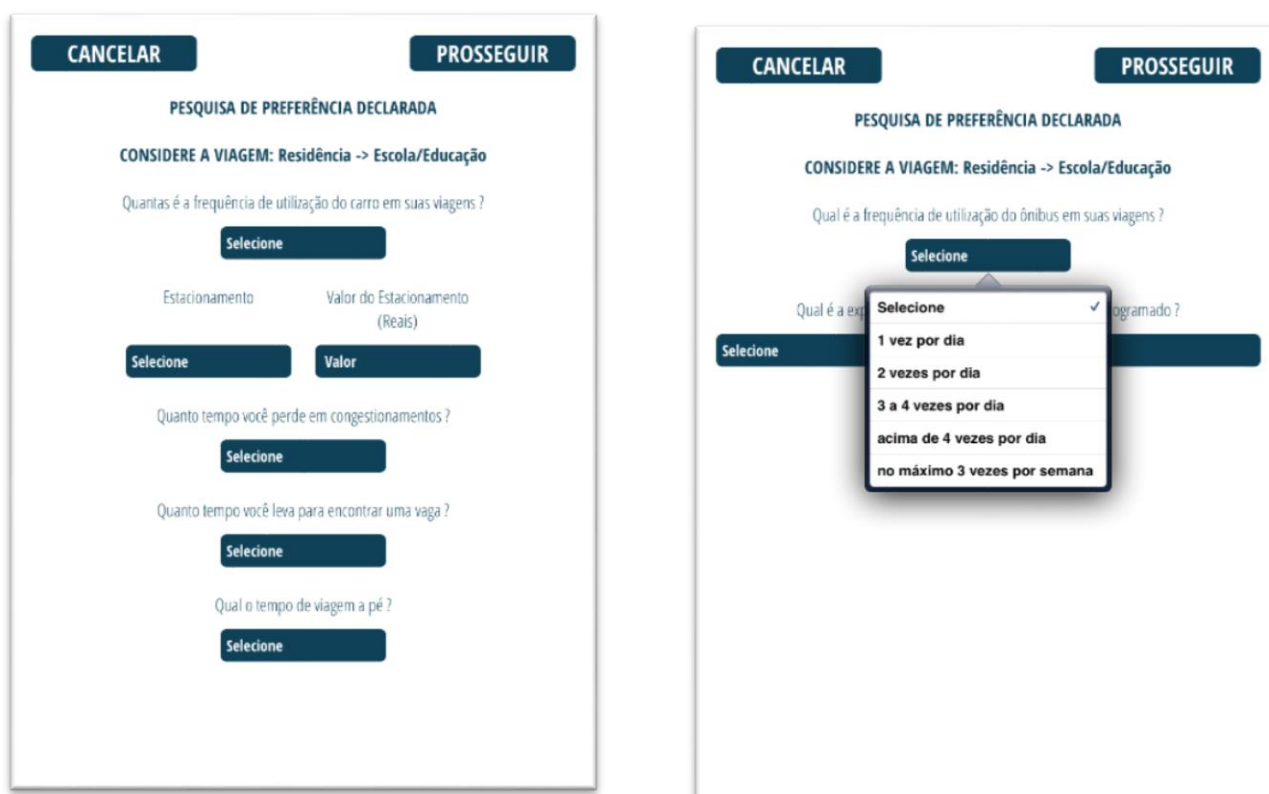
3 - Normal

Figura 24 – Tela de seleção do tipo de moradia

6.5 Aplicativo de Preferência Declarada (PD)

Este módulo faz parte do aplicativo de Pesquisa Domiciliar. Para ser usado, é necessário que o domicílio tenha sido sorteado para responder também a essa pesquisa e que o morador satisfaça a alguns critérios previamente estabelecidos.

Na primeira parte das perguntas, o morador responde sobre a frequência de utilização do principal modo de transporte empregado e o tempo de atraso que, normalmente, enfrenta. A Figura 25 mostra as telas do aplicativo para os casos do modo ônibus e do modo automóvel.



The figure displays two screenshots of the 'Pesquisa de Preferência Declarada' (PD) application interface. Both screens feature 'CANCELAR' and 'PROSEGUIR' buttons at the top.

Left Screenshot (Automóvel mode):

- Title: PESQUISA DE PREFERÊNCIA DECLARADA
- Context: CONSIDERE A VIAGEM: Residência -> Escola/Educação
- Question: Quantas é a frequência de utilização do carro em suas viagens?
- Action: Selecionar (button)
- Form: Estacionamento (input) and Valor do Estacionamento (Reais) (input)
- Action: Selecionar (button) and Valor (button)
- Question: Quanto tempo você perde em congestionamentos?
- Action: Selecionar (button)
- Question: Quanto tempo você leva para encontrar uma vaga?
- Action: Selecionar (button)
- Question: Qual o tempo de viagem a pé?
- Action: Selecionar (button)

Right Screenshot (Ônibus mode):

- Title: PESQUISA DE PREFERÊNCIA DECLARADA
- Context: CONSIDERE A VIAGEM: Residência -> Escola/Educação
- Question: Qual é a frequência de utilização do ônibus em suas viagens?
- Action: Selecionar (button)
- Question: Qual é a frequência de utilização do ônibus em suas viagens?
- Dropdown Menu (Open):
 - Selecionar (button)
 - 1 vez por dia
 - 2 vezes por dia
 - 3 a 4 vezes por dia
 - acima de 4 vezes por dia
 - no máximo 3 vezes por semana
- Action: Selecionar (button)

Figura 25 – Telas do aplicativo de PD – Modos Ônibus e Automóvel

Na sequência, são feitas perguntas para que o entrevistado escolha, dentre as alternativas propostas, aquela que mais lhe satisfaz na utilização dos serviços.

Na Figura 26 são mostrados exemplos do formulário eletrônico.

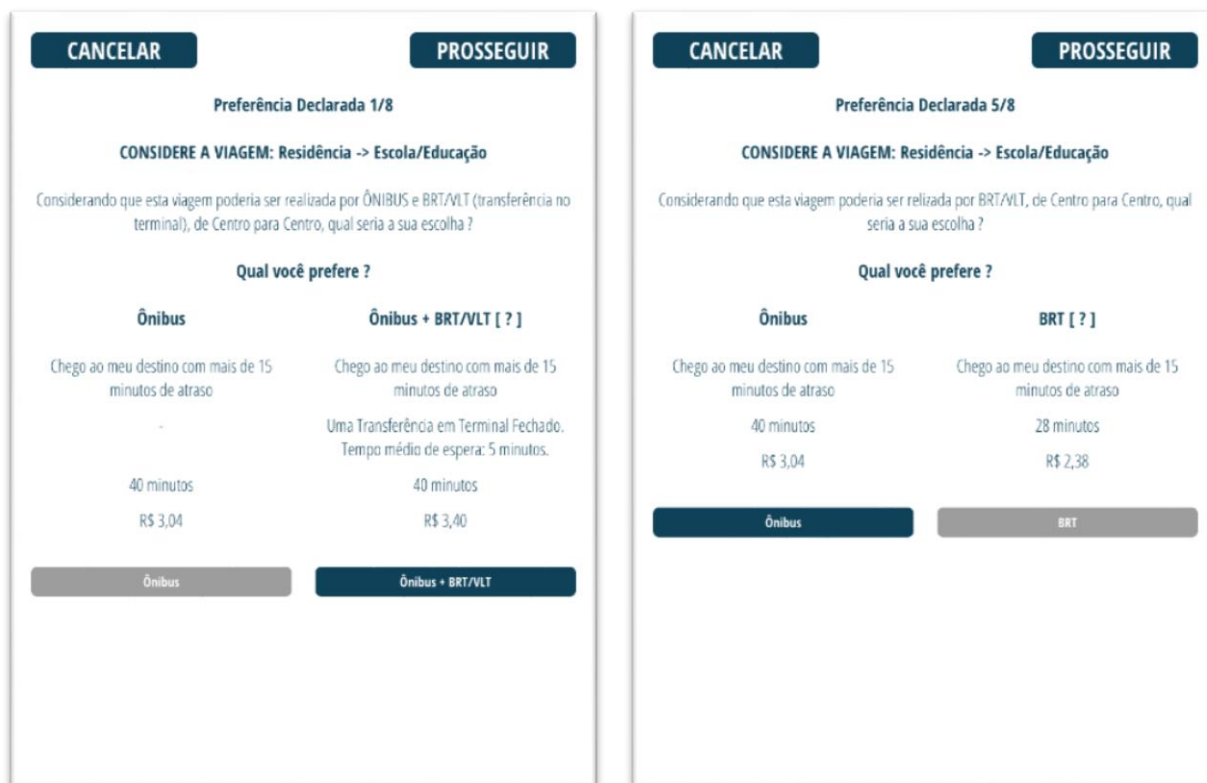


Figura 26– Telas do aplicativo de PD

6.6 Aplicativo de Pesquisa de Imagem (PI)

Essa pesquisa faz parte do aplicativo de Pesquisa Domiciliar. Para ser habilitada é necessário que o domicílio tenha sido sorteado para responder também a essa pesquisa.

O morador responde a questões sobre os meios de transporte mais utilizados em sua locomoção pela cidade, avaliando vários aspectos do sistema de transporte público, da infraestrutura viária, da sinalização e da organização da circulação, conforme mostrado nas Figuras 27, 28 e 29 a seguir.

CANCELAR
PROSSEGUIR

IMAGEM

Quais são os meios de transporte que você utiliza na Grande Florianópolis?

Exclusivamente a pé

Bicideta

Transporte público

Táxi

Automóvel

CANCELAR
PROSSEGUIR

IMAGEM - TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO

Na sua experiência de uso de transporte público coletivo, como você avalia os seguintes aspectos do serviço:

Tempo de viagem	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom
Tempo de espera	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom
Regularidade	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom
Pontualidade	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom
Segurança	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom
Conforto	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom
Limpeza	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom
Informação das viagens ao usuário	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom

Figura 27 – Telas do aplicativo de pesquisa de Imagem – Transporte Público

CANCELAR
PROSSEGUIR

IMAGEM - DESLOCAMENTOS DE BICICLETA

Enumere, de 1 a 5, os itens abaixo correspondentes aos problemas que você mais observa, iniciando pelo número 1 para o que você considera o pior problema

Insegurança no trânsito	1
Roubos e assaltos	1
Falta de local adequado para estacionar a bicicleta	1
Muitas subidas e descidas	3
Falta de ciclovias/ciclofaixas	1

CANCELAR
PROSSEGUIR

IMAGEM - SINALIZAÇÃO DO TRÂNSITO

Como você avalia os seguintes aspectos da sinalização do trânsito na Grande Florianópolis?

Regulagem dos semáforos	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom
Semáforos para pedestres	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom
Quantidade de faixas para pedestres	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom
Placas de sinalização de trânsito	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom
Placas de orientação viária	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom
Placas de ruas	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom

Figura 28 – Telas do aplicativo de pesquisa de Imagem – Bicicleta/Sinalização

CANCELAR **PROSSEGUIR**

IMAGEM - INFRAESTRUTURA VIÁRIA

Como você avalia os seguintes aspectos da infraestrutura viária:

Pavimentação (asfalto ou qualquer outro tipo de revestimento)	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom
Condições para prevenir enchentes/pontos de alagamento	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom
Qualidade das pontes/viadutos	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom
Quantidade de pontes/viadutos	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom

CANCELAR **PROSSEGUIR**

IMAGEM - ORGANIZAÇÃO DA CIRCULAÇÃO

Como você avalia a operação de trânsito no seu bairro?

Ruim **Regular** **Bom** **Muito Bom**

Como você avalia a operação de trânsito na região metropolitana?

Ruim **Regular** **Bom** **Muito Bom**

Figura 29 - Telas do aplicativo de pesquisa de Imagem – Infraestrutura/Circulação

ANEXO I – AMOSTRA PESQUISA OD GRANDE FLORIANÓPOLIS

Resumo

O censo 2010, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), aponta 888.963 habitantes e 298.314 domicílios nos 13 municípios da área de estudo da Região Metropolitana de Florianópolis. Dessa população, aproximadamente 5.000 domicílios, ou 15.000 pessoas, distribuídas em 60 Macrozonas, serão entrevistadas para a pesquisa de Origem e Destino. Isto representa uma proporção de 1,57 % da população atual. Como referência, em São Paulo, em 2007, 30 mil domicílios foram pesquisados, representando menos de 1 % da população.

Determinou-se o mínimo de 1 (uma) entrevista por estrato, e de 50 entrevistas por Macrozona. As Figuras 1 e 2 mostram o número de domicílios a serem entrevistados em cada Macrozona. O rótulo indica o código de cada Macrozona.

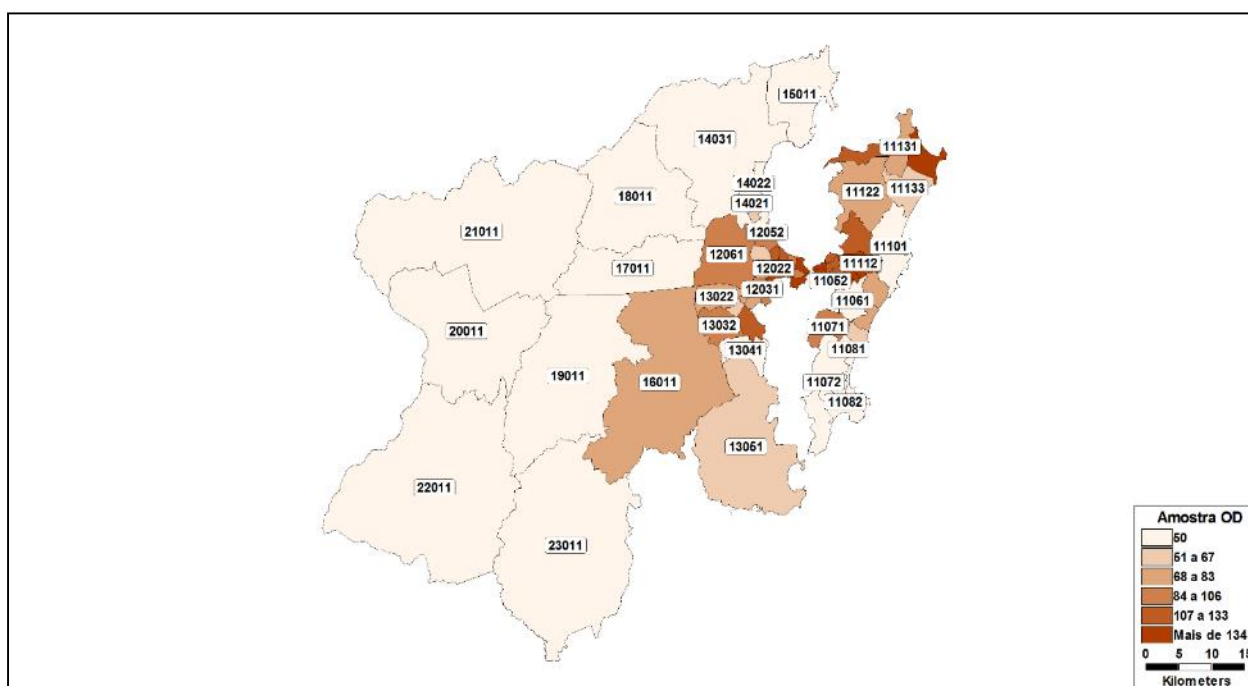


Figura I. 1- Número de domicílios por Macrozona

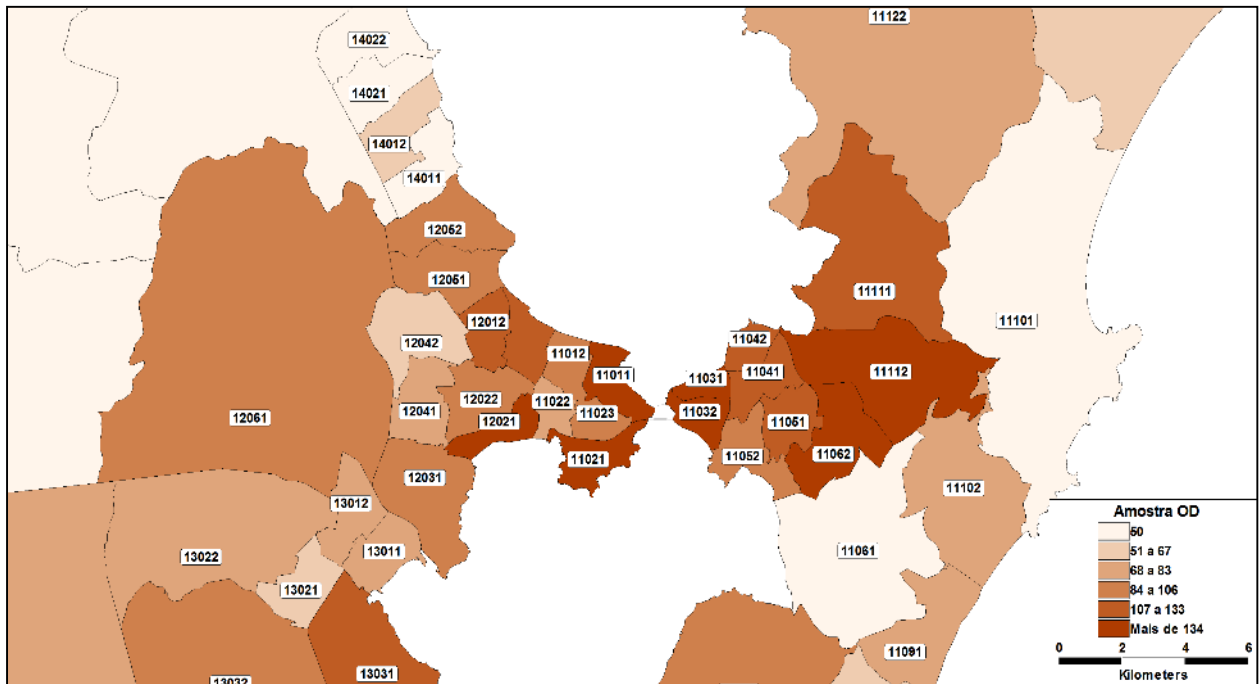


Figura I. 2- Número de domicílios por Macrozona - detalhe Centro

Dimensionamento

Realizar-se-ão entrevistas em 5.464 domicílios distribuídos pelas 60 Macrozonas da região de estudo, cobrindo-se todos os 1.536 setores censitários da região, definidos pelo IBGE.

Estratificação

O esquema amostral da pesquisa é baseado em Amostragem Casual Estratificada. Esse tipo de amostragem produz resultados mais confiáveis, visto que os padrões de deslocamento variam com a localização geográfica e a renda familiar. A Figura 3 mostra a correlação entre a classe de renda e o número de viagens diárias na Região Metropolitana do São Paulo (RMSP).

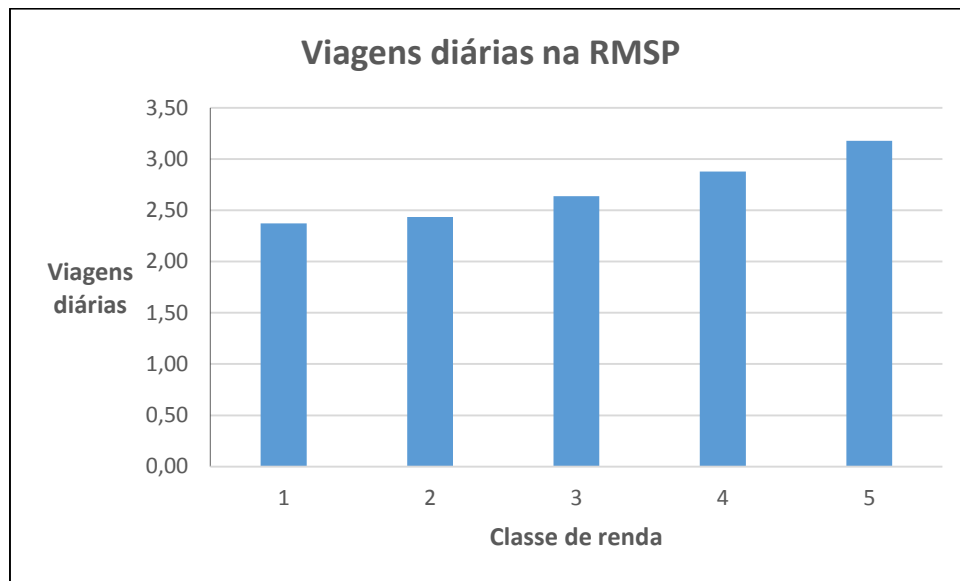


Figura I. 3- Viagens diárias por classe de renda RMSP

A figura abaixo mostra uma correlação ainda mais forte entre a renda familiar e a divisão modal na RMSP.

Divisão Modal por Classe de Renda na RMSP



Figura I. 4- Divisão modal por classe de renda RMSP

Sendo o objetivo da pesquisa medir a distribuição de deslocamentos na cidade, a divisão da amostra por zonas de tráfego é necessária. Os mapas nas Figuras 5 e 6 mostram a distribuição geográfica da amostra. Destaque-se que não há uma correlação entre o tamanho da zona em termos de área e a quantidade de entrevistas requeridas. A quantidade de entrevistas é relacionada à densidade populacional da zona,

considerando-se que haverá mais viagens sendo geradas de zonas com densidades maiores. A Figura 7 mostra o mapa de densidade populacional da região.

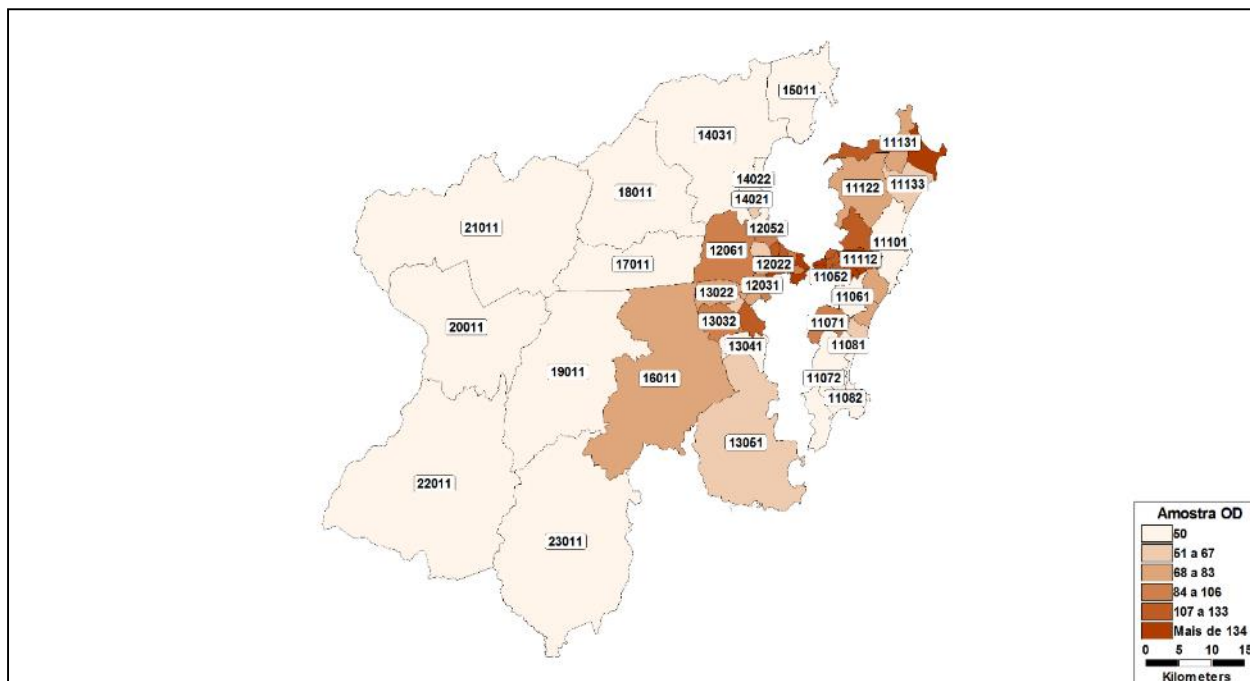


Figura I. 5- Número de domicílios por Macrozona

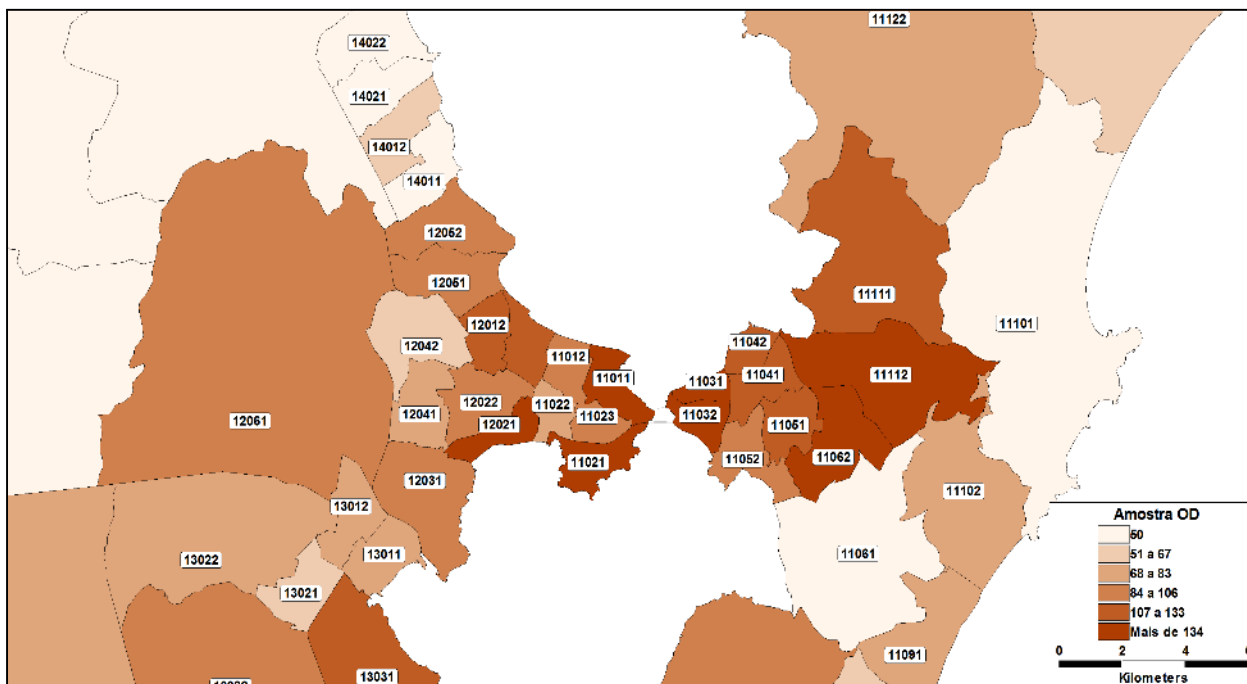


Figura I. 6- Número de domicílios por Macrozona - detalhe Centro

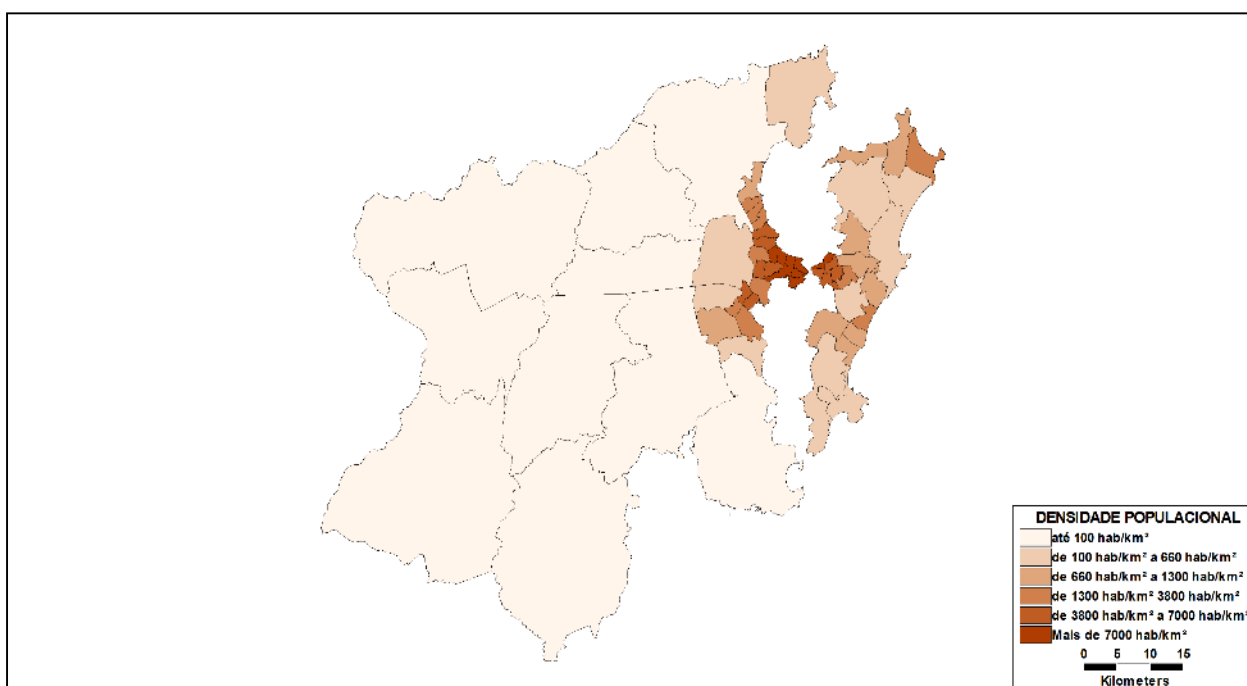


Figura I. 7- Densidade populacional

Dividiu-se a região de estudo em 60 Macrozonas, por sua vez divididas em 5 classes de renda, criando-se 300 estratos únicos ao todo. As Macrozonas são as definidas pelo IBGE, e respeitam os limites dos setores censitários. As faixas de renda são:

- Até 1 salário mínimo
- De 1 a 2 salários mínimos
- De 2 a 5 salários mínimos
- De 5 a 10 salários mínimos
- Acima de 10 salários mínimos

Tamanho da Amostra

A curva da Figura 8 mostra a probabilidade de obter-se a média de uma amostra perto da média da população (μ).

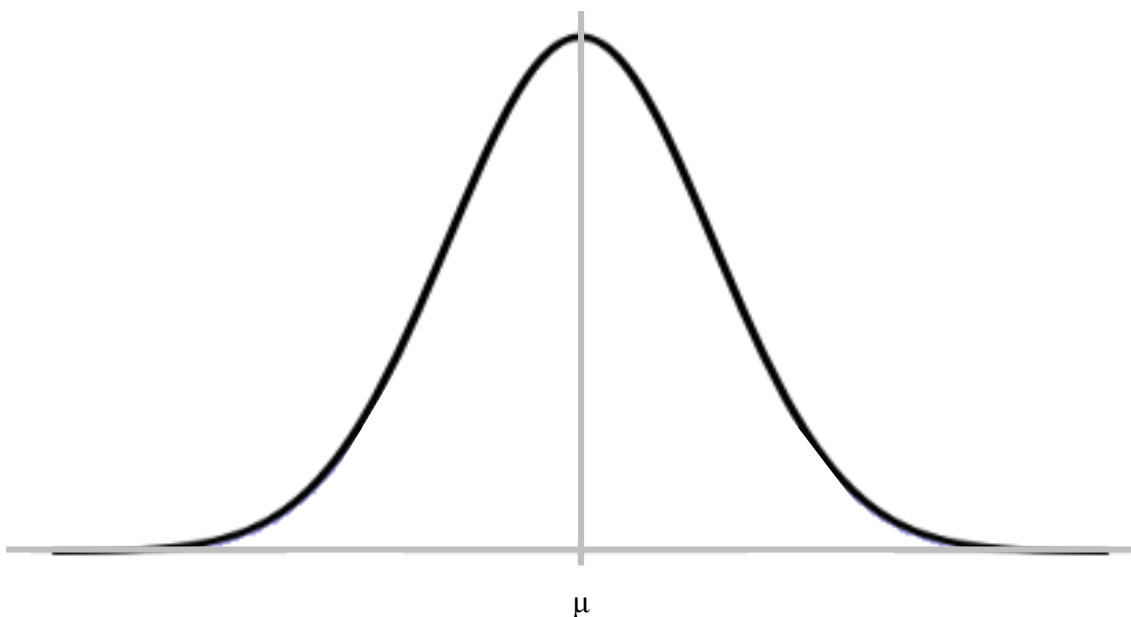


Figura I. 8- Curva de probabilidade

O Teorema do Limite Central mostra que a variação dessa probabilidade (SE^2) depende do tamanho da amostra (n) e da variação da população (σ), de acordo com a seguinte fórmula:

$$SE = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Então, o tamanho da amostra é:

$$n' = \frac{\sigma^2}{SE^2}$$

O tamanho da amostra, corrigido para as populações pequenas de N pessoas é então:

$$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}} = \frac{\frac{\sigma^2}{SE^2}}{1 + \frac{\frac{\sigma^2}{SE^2}}{N}} = \frac{N * \sigma^2}{N * SE^2 + \sigma^2}$$

O erro padrão (SE) é selecionado pelo nível de confiança e o grau de erro. Cada nível de confiança relaciona-se univocamente com um valor de Z, de acordo com a curva normal padrão. Sendo a fórmula de cálculo de Z Score complexa, a Tabela 1 a seguir apresenta o resumo do resultado:

Tabela 1: 1-Z Score

Confiança	Z
90,0%	1,65
92,5%	1,78
95,0%	1,96
98,0%	2,33
99,0%	2,58

As curvas da Figura 9 mostram como escolher o SE que corresponda ao nível de confiança desejado com o grau de erro admitido.

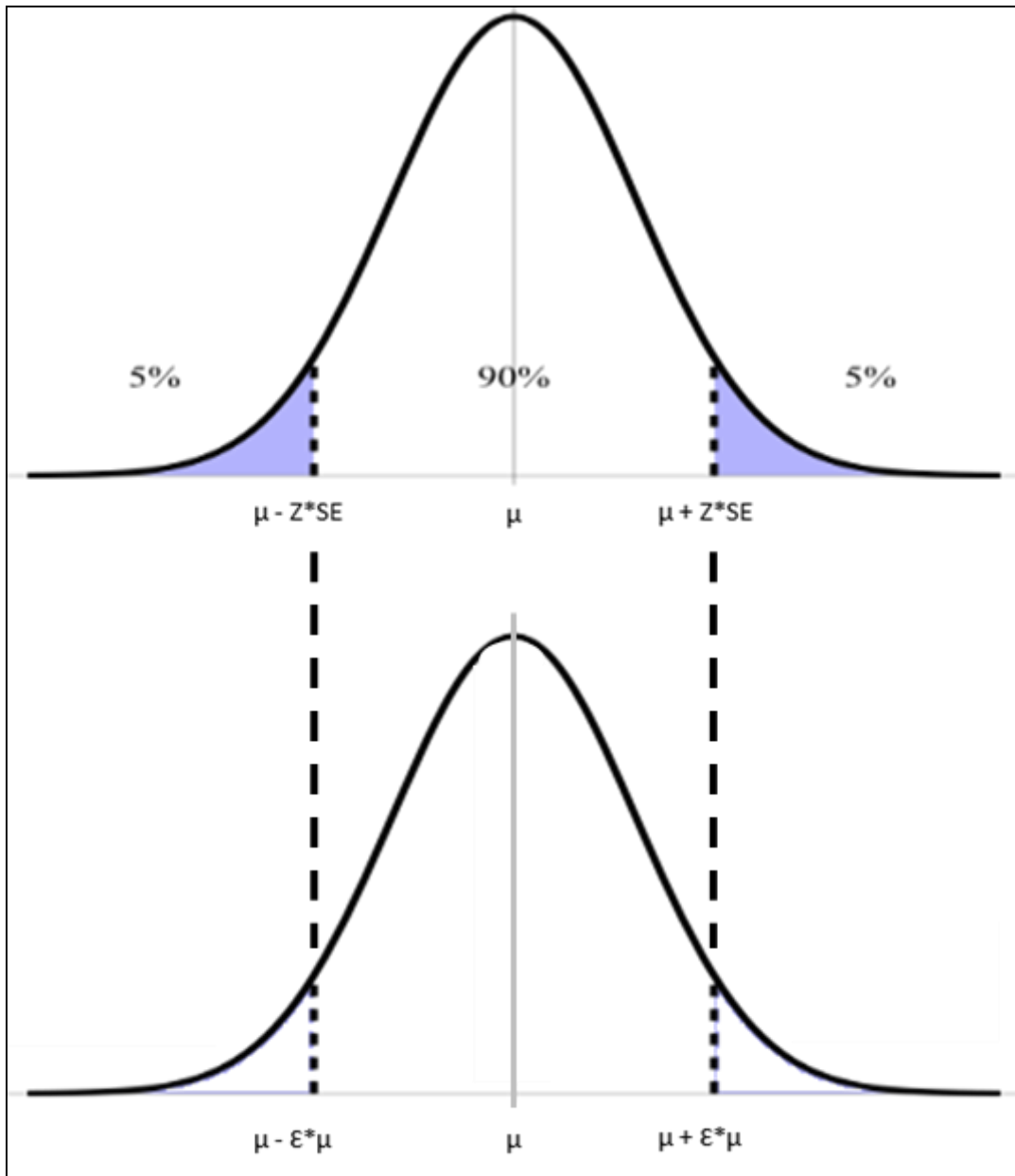


Figura I. 9- Curva apresentando o desvio padrão

Da curva da Figura 9 obtém-se a seguinte fórmula:

$$Z * SE = \varepsilon * \mu$$

Então:

$$SE = \frac{\varepsilon * \mu}{Z}$$

$$n = \frac{N * \sigma^2}{N * SE^2 + \sigma^2} = \frac{N * \sigma^2}{N * \left(\frac{\varepsilon * \mu}{Z}\right)^2 + \sigma^2} = \frac{N * (Z * \sigma)^2}{N * (\varepsilon * \mu)^2 + (Z * \sigma)^2}$$

A fórmula abaixo, por consequência, apresenta o tamanho da amostra necessário para se obter um nível de confiança (Z) tal que o resultado tenha um erro ϵ em relação à média da população:

$$n = \frac{N * (Z * \sigma)^2}{N * (\epsilon * \mu)^2 + (Z * \sigma)^2}$$

Onde:

n = tamanho da amostra total

Z = Z-score

N = unidades da população

ϵ = erro (%)

μ = média da população

σ = desvio padrão da população

Testou-se o comportamento desta equação com os seguintes valores-padrão:

Z = 1,96 (Intervalo de confiança = 95%)

N = 600.000 pessoas

ϵ = 5 %

μ = 2,49 viagens/dia

A Figura 10 apresenta a curva quando varia a população sendo pesquisada.

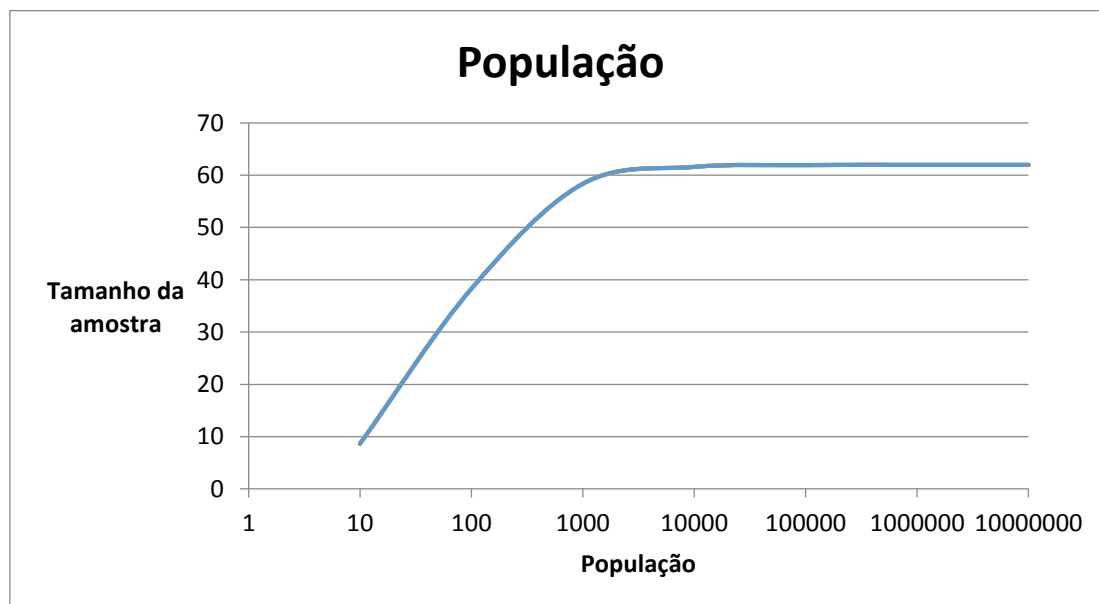


Figura I. 10- Tamanho da amostra: variação com a população

O tamanho da amostra não varia muito entre populações de mais de 3.000 unidades. Isso significa que dividir a população em estratos aumentará o tamanho da amostra, pois seu tamanho para cada subpopulação será quase igual ao tamanho da amostra para a população total.

Os gráficos das Figuras 11 e 12 mostram o comportamento do tamanho da amostra com variações no nível de confiança e no grau de erro, respectivamente.

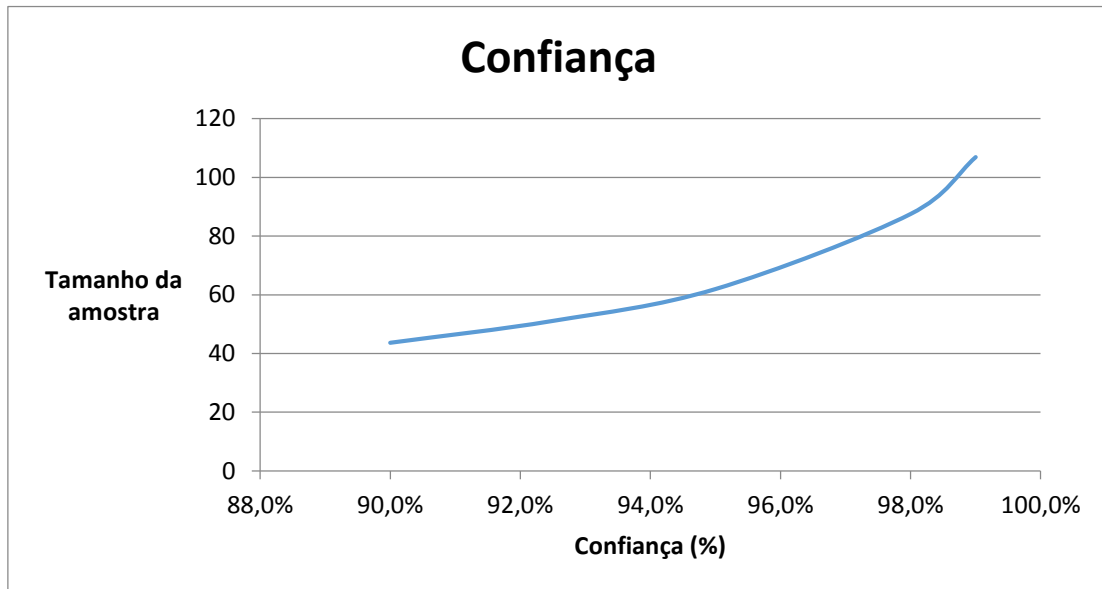


Figura I. 11- Tamanho da amostra: variação da confiança

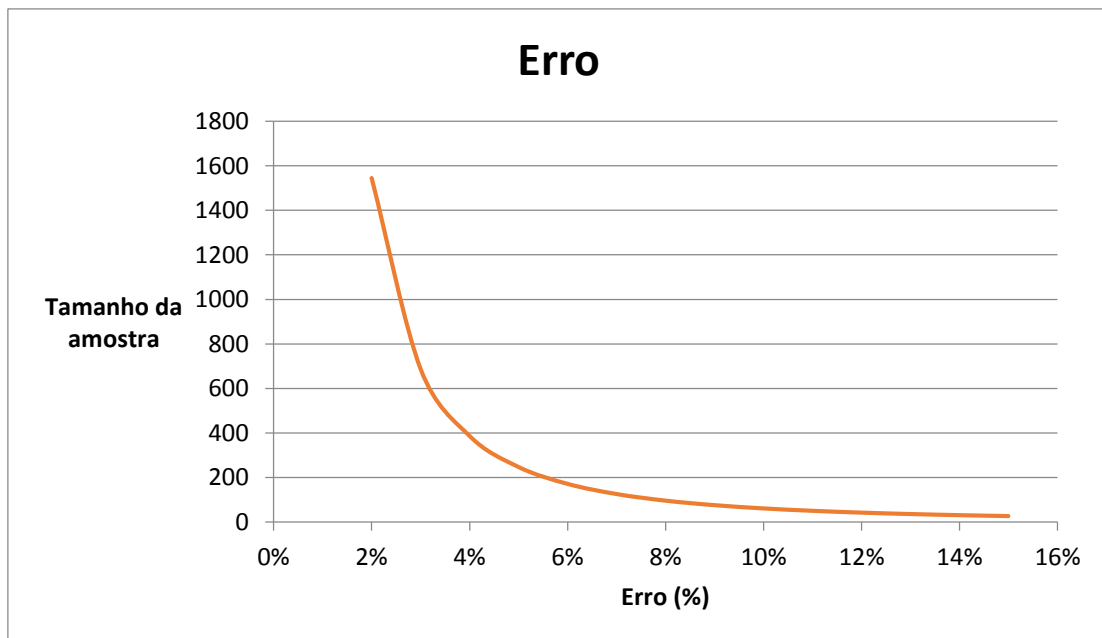


Figura I. 12- Tamanho da amostra: erro

Como esperado, aumentar o nível de confiança ou diminuir o erro aceitável produz uma amostra maior. É visto na Figura 12 que um nível de erro razoável está na faixa de 4 % a 14 %.

Utilizou-se, enfim, a seguinte fórmula para calcular o tamanho da amostra necessário para alcançar um nível de confiança de 95,0 % com erro de 13,0 %.

$$n_i = \frac{N_i * (Z * \sigma_i)^2}{(Z * \sigma_i)^2 + (N_i - 1)(\epsilon * \mu_i)^2}$$

$$n = \sum_i^k n_i$$

Onde:

n = tamanho da amostra total

n_i = tamanho da amostra do estrato i

k = número dos estratos

Z = Z-score

N_i = população do estrato i

σ_i = desvio padrão do estrato i

ϵ = erro (%)

μ_i = média da população

Para cada estrato de renda, usa-se a média e o desvio padrão correspondentes da pesquisa O/D 2007 da RMSP. Estratos com mais variação exigem uma amostra maior. Os padrões de deslocamento variam mais para pessoas das classes de renda alta. Logo, o tamanho de amostra, em relação ao número de domicílios, é maior para estas classes, como ilustrado pela Figura 13.

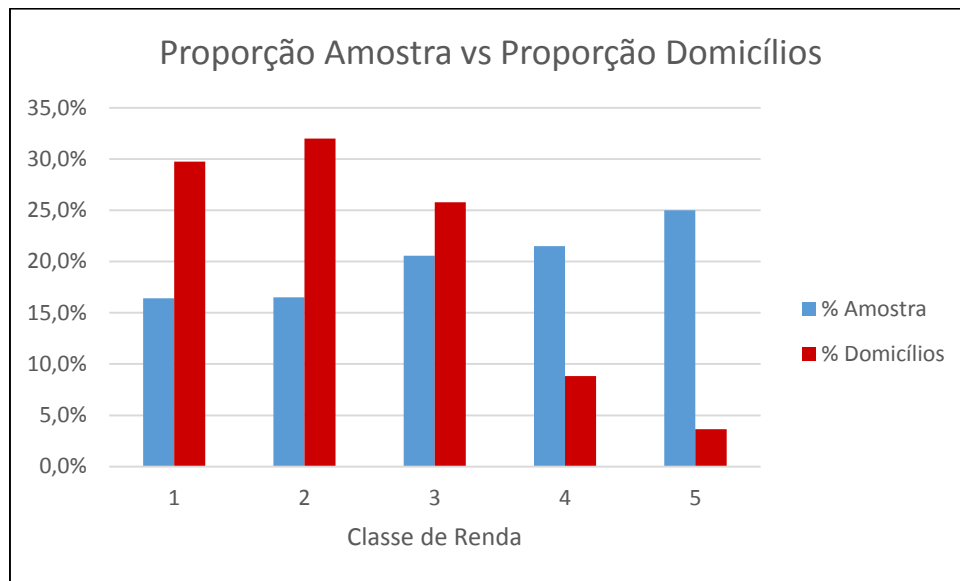


Figura I. 13- Proporção amostra x proporção domicílios

Por outro lado, o tamanho de amostra não varia linearmente com o tamanho da população, como indicado na Figura 10. Por essa razão, os estratos das classes 4 e 5, que só representam 9 % e 4 % dos domicílios, respectivamente, possuem quase o mesmo tamanho de amostra que os outros estratos.

Enfim, o tamanho total teórico da amostra é de 15.129 pessoas, o que resultaria em 5.078 domicílios. Entretanto, considera-se um mínimo de 1 domicílio por estrato, e um mínimo de 50 domicílios por Macrozona. O mínimo de 1 domicílio por estrato garante que para todos os estratos haverá pelo menos uma amostragem. O valor de 50 domicílios por Macrozona é o valor estimado para que a expansão da pesquisa para a matriz OD seja satisfatória, sem desequilíbrios excessivos.

O número de domicílios a serem pesquisados, para cada faixa de renda, em cada Macrozona, resultou muito díspar da proporção de domicílios existentes em cada um desses estratos. Com isso em vista, foram ajustadas as quantidades de domicílios a serem pesquisados, com base na proporção de domicílios existentes em cada estrato.

Chegou-se assim a 5.464 domicílios, distribuídos por classe de renda e por Macrozona, conforme detalhado na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2: Número de domicílios por classe de renda e por Macrozona

Código no DBD	Código das Macrozonas	Até 1 S.M.	1 a 3 S.M.	3 a 5 S.M.	5 a 10 S.M.	Mais de 10 S.M.	Total Domicílios
1	11011	18	26	49	45	39	177
2	11012	19	22	25	16	12	94
3	11021	24	25	53	54	56	212
4	11022	26	20	14	7	4	71
5	11023	16	18	24	16	11	85
6	11031	13	14	49	87	152	315
7	11032	9	11	32	40	45	137
8	11041	21	19	25	24	21	110
9	11042	21	20	22	24	42	129
10	11051	19	20	31	27	24	121
11	11052	25	21	19	14	11	90
12	11061	16	15	11	5	4	51
13	11062	18	21	41	41	48	169
14	11071	23	24	21	12	7	87
15	11072	12	15	13	6	4	50
16	11081	11	12	13	9	5	50
17	11082	12	14	12	7	5	50
18	11091	12	14	18	13	12	69
19	11092	10	13	19	14	11	67
20	11101	13	13	13	7	5	51
21	11102	11	14	18	15	21	79
22	11111	26	29	25	21	27	128
23	11112	15	18	36	42	44	155
24	11121	18	24	27	23	30	122
25	11122	18	18	15	11	16	78
26	11131	23	25	18	9	7	82
27	11132	34	43	39	20	14	150
28	11133	20	18	14	6	4	62
29	12011	21	28	31	20	12	112
30	12012	24	35	40	22	11	132
31	12021	16	29	54	40	26	165
32	12022	15	23	32	20	15	105
33	12031	23	30	29	14	8	104

Código no DBD	Código das Macrozonas	Até 1 S.M.	1 a 3 S.M.	3 a 5 S.M.	5 a 10 S.M.	Mais de 10 S.M.	Total Domicílios
34	12041	18	24	17	7	4	70
35	12042	22	21	13	4	4	64
36	12051	22	31	32	15	5	105
37	12052	33	33	24	8	4	102
38	12061	31	34	25	7	4	101
39	13011	18	24	20	8	4	74
40	13012	24	24	15	5	4	72
41	13021	16	19	14	6	4	59
42	13022	17	22	18	8	5	70
43	13031	35	38	30	11	5	119
44	13032	27	31	23	6	4	91
45	13041	19	17	10	4	4	54
46	13051	20	14	10	4	4	52
47	14011	19	18	10	4	4	55
48	14012	18	19	11	4	4	56
49	14021	15	16	13	5	4	53
50	14022	15	15	12	5	4	51
51	14031	22	16	9	4	4	55
52	15011	20	16	9	4	4	53
53	16011	25	27	18	8	4	82
54	17011	15	18	11	4	4	52
55	18011	17	16	10	4	4	51
56	19011	21	16	9	4	4	54
57	20011	21	13	8	4	4	50
58	21011	26	14	6	4	4	54
59	22011	27	12	6	4	4	53
60	23011	24	14	7	4	4	53

* S.M. – Salário Mínimo

ANEXO II – PREFERÊNCIA DECLARADA

Introdução

As opções que os indivíduos têm no meio urbano (escolhas espaciais, de transportes, de programação horária e outras) produzem demandas agregadas que dão forma à dinâmica urbana, como é o caso das condições de tráfego, do acesso às atividades distribuídas espacialmente e das provisões de capacidade de serviços oferecidos.

Esta premissa induz ao planejamento de transportes que, para análise de políticas públicas relacionadas ao assunto, torna fundamental que se conheça aspectos como características dos domicílios, atributos individuais, características do sistema de transportes e como as políticas públicas influenciam o comportamento individual quanto às escolhas dos modos disponíveis no sistema de transportes.

Este é o contexto que é delineado para análise do comportamento dos usuários do sistema de transporte na Região Metropolitana de Florianópolis. A introdução de uma nova opção de modo de transporte (Bus Rapid Transit – BRT ou Veículo Leve sobre Trilho - VLT) provocará alterações no comportamento dos usuários, resultando numa nova divisão modal, com um contingente de passageiros migrando para BRT ou VLT. Esta situação pode ser ilustrada pelo diagrama das Figuras II.1 a 3.

Atualmente, os usuários do sistema de transporte urbano na Região Metropolitana de Florianópolis possuem as opções modais apresentadas na Figura II.1, a saber, não motorizadas (modos a pé e bicicleta), individual motorizado (automóvel/moto motorista ou passageiro) e coletivo (ônibus).

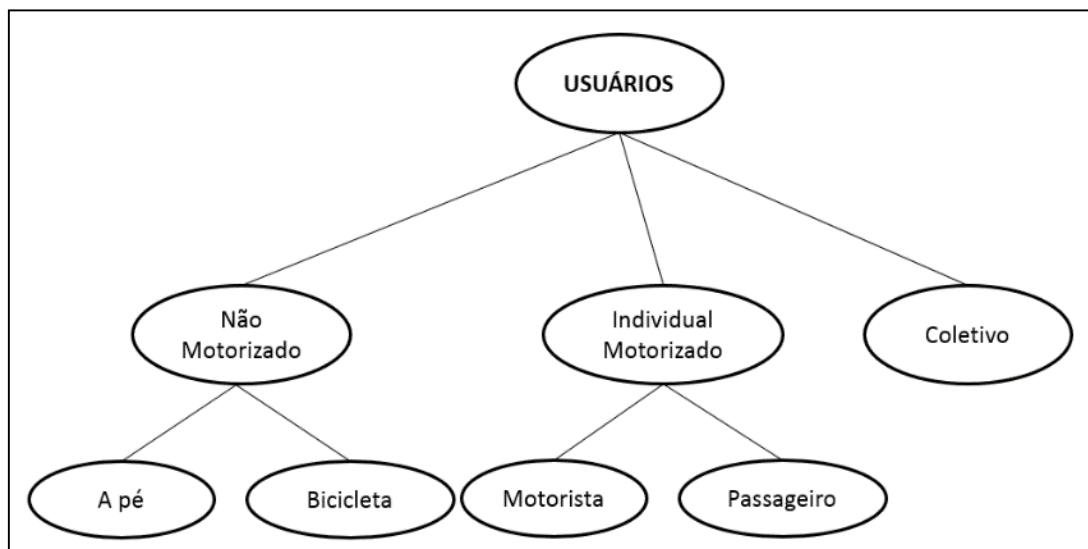


Figura II. 1 - Diagrama da divisão modos de transportes disponíveis na Região Metropolitana de Florianópolis.

A adição de BRT ou VLT como nova opção modal (Figura II.2) provocará alterações na repartição do contingente de usuários, com a migração de parte destes, dos modos apresentados na Figura II.1, para a nova opção. Tomou-se como premissa neste projeto que apenas os usuários de automóvel (motorista e passageiro) e os passageiros de ônibus estarão propensos a migrar para BRT ou VLT (Figura 3).

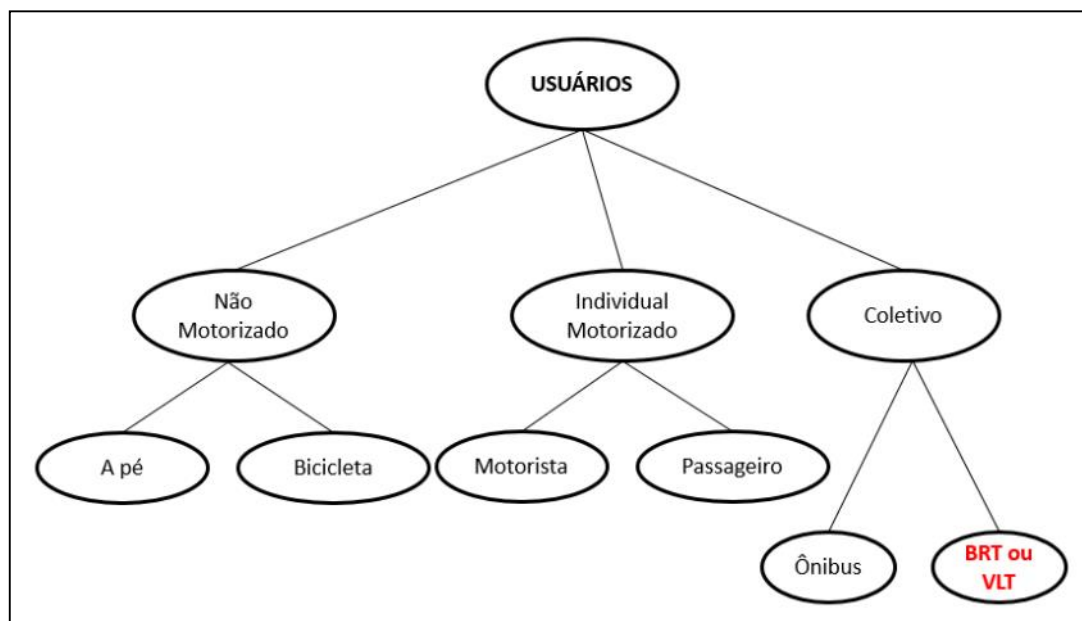


Figura II. 2 - Diagrama da nova divisão dos modos de transportes na Região Metropolitana de Florianópolis com adição do BRT ou VLT.

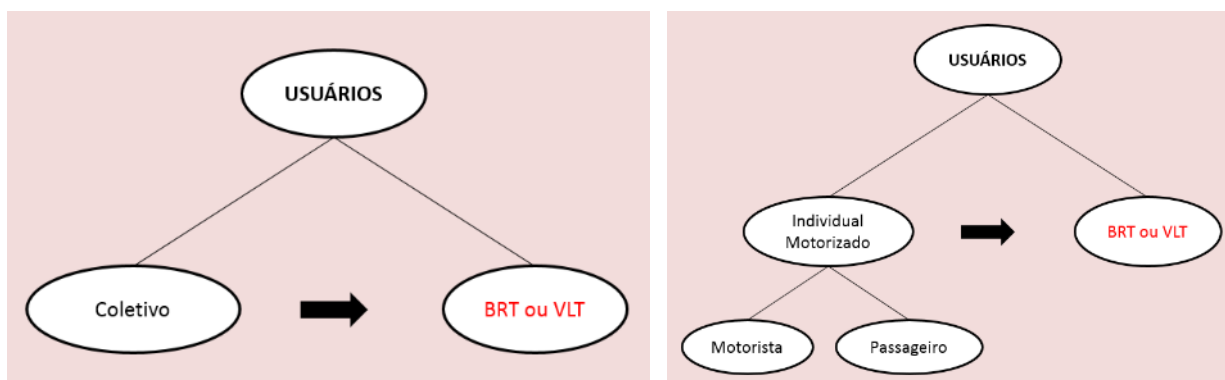


Figura II. 3– Diagrama da migração dos modos individual motorizado e coletivo para BRT ou VLT.

Para identificar e quantificar os fatores que influenciam as decisões quanto às escolhas dos modos de transporte para realização das viagens, foi realizado um levantamento em campo através de duas pesquisas aplicadas a uma amostra selecionada de usuários de automóvel e de ônibus: uma de preferência revelada (PR) e uma de preferência declarada (PD).

Pesquisa de Preferência Revelada

Estudos com o objetivo de realizar a predição da conduta humana defrontada com alternativas decisórias têm se revelado uma tarefa complexa. Em termos de análise de demanda por transportes nas últimas sete décadas, têm sido desenvolvidos modelos que preveem mudanças na demanda, em função de mudanças na oferta de um determinado serviço oferecido.

Estes modelos são elaborados através de informações retiradas de seleções feitas por diferentes indivíduos em um ponto no tempo, que conduzem a situações reais observadas. Com cada uma destas seleções, nas quais os indivíduos revelam suas preferências, pode-se aferir sua conduta ao longo do tempo com relação à oferta do serviço. Esta técnica convencional é denominada de preferência revelada. A característica básica deste método é a de fornecer somente uma observação (dado) por indivíduo (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011).

O método da técnica de preferência revelada apresenta algumas limitações quanto ao seu emprego, sendo quatro destas:

- Quando existir um grande número de variáveis de serviço (atributos), pode ser difícil uma variação nas alternativas da técnica de preferência revelada, ao serem apresentadas as opções;
- O método de preferência revelada não pode ser empregado para avaliar demanda sobre situações que não estejam disponíveis, hoje, para o indivíduo;
- Para que o método tenha eficiência, as variáveis de serviço devem ser expressas de forma quantitativa, o que dificulta a possibilidade de considerar atributos mais subjetivos;
- O método é bastante dispendioso, fornecendo somente uma observação por indivíduo, podendo perder quantidade significativa de dados se a pessoa não estiver disposta ou se for incapaz de dar uma resposta à questão.

Na aplicação da preferência revelada, somente um dado por indivíduo é utilizado como informação quando defrontado com um leque de opções. Considerando a preferência declarada, vários dados (decisões) por indivíduo são utilizados como informação, já que todas estas opções serão escolhidas por ordem de preferência. Dessa forma, uma amostra de dados maior é necessária com dados de PR do que com dados de PD.

Para o levantamento das informações dos usuários de automóvel e ônibus do sistema de transportes urbano da Região Metropolitana de Florianópolis, foi aplicado um questionário de preferência revelada, com grupos de questões voltados para caracterização dos usuários em relação a aspectos do tipo:

- Demográficos: renda familiar e quantidade de moradores no domicílio;
- Participação em atividades: motivo da viagem na origem e no destino, e;
- Características das viagens: quantidade, origem e destino das viagens, tempo de viagem, atraso médio, estacionamento, e valor do estacionamento.

O questionário da pesquisa de preferência revelada foi desenvolvido para ser aplicado com auxílio de dispositivos móveis (*iPad*), com interface gráfica amigável ao entrevistador e ao entrevistado. Os dados de cada usuário entrevistado são armazenados nos dispositivos móveis, sendo transferidos ao final do dia para um banco de dados central.

Pesquisa de Preferência Declarada

A pesquisa de preferência declarada (PD) é um método que vem suprir as deficiências e limitações da pesquisa de preferência revelada (PR). O surgimento desta nova técnica veio preencher uma lacuna importante com relação à coleta de dados, sendo largamente empregado para análise de investimentos em infraestrutura e previsões de demanda quando um novo tipo de serviço é introduzido no mercado (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011).

A PD se fundamenta em entrevistas nas quais é apresentado ao entrevistado um número de situações hipotéticas (cenários com opções de escolha) que se aproximem ao máximo da realidade.

O entrevistado, frente a um leque de opções, escolherá a melhor entre as oferecidas. Retira-se, então, o cartão escolhido do conjunto, convidando-se o entrevistado a escolher sua segunda opção e, assim, sucessivamente. Todas as opções escolhidas por ordem de preferência serão utilizadas como informação e subsidiarão os modelos matemáticos.

Através da aplicação da PD podem-se construir modelos matemáticos que representem a forma de decisão dos indivíduos. A informação obtida com a técnica conduz a que o planejador de transporte possa estimar como os indivíduos reagem quando colocados frente a mudanças de determinado tipo de serviço. Assim, permite priorizar entre um grupo de alternativas de mudanças ou estratégias de operação e estimar o impacto na demanda futura. Dentre as vantagens do uso de pesquisas de preferência declarada, pode-se citar:

- O entrevistado pode fazer várias escolhas de opções e não somente uma, possibilitando a identificação da forma como os usuários irão se comportar face às diferentes alternativas;
- De uma entrevista são colhidos vários dados individuais que posteriormente serão utilizados como informações na modelagem matemática, e;
- A técnica mostra-se bastante eficiente, mesmo quando as variáveis de serviço não se apresentam de forma quantitativa, isto é, quando os valores dos atributos são subjetivos.

A técnica de preferência declarada introduz alternativas competitivas e descritivas, dando ao indivíduo um cenário mais realista para a tomada de decisão. Os atributos que constituem as opções são projetados precisamente com este objetivo podendo, inclusive, variar em função das respostas dadas pelo entrevistado. Com isto, obtêm-se informações mais confiáveis com a aplicação de metodologia mais eficiente.

Existem algumas críticas ao uso da PD, já que indivíduos não necessariamente fazem o que declaram. Este fato, entretanto, torna-se mais importante quando são requeridas estimativas de demanda absolutas, e menos importantes quando empregados valores relativos.

Com relação às limitações enfrentadas em estudos de estimativa de demanda com as técnicas convencionais, como, por exemplo, a de preferência revelada, a técnica de preferência declarada pode solucioná-las da seguinte forma:

- Quanto à falta de informações sobre novos serviços de transportes: não existindo uma forma rigorosa de prever a demanda para um novo serviço e a situação a ser estudada envolve inovações aos usuários, elegem-se atributos a serem apresentados aos usuários que possuem elasticidade

na demanda para o novo serviço; por exemplo: o Veículo Leve Sobre Trilhos pode não ser de conhecimento do usuários, mas atributos como tempo de viagem e custo são de conhecimento desses usuários e possuem elasticidade no novo serviço a ser ofertado.

- A PD traz consigo alternativas competitivas e descritas de forma variada e completa, o que dá ao entrevistado um horizonte mais realista para seu posicionamento decisório. Os atributos das opções são elaborados com este objetivo e podem variar em função das respostas dadas pelo indivíduo, obtendo-se informações mais confiáveis e com métodos mais eficientes.
- Na PR a entrevista produz uma única observação - a opção escolhida - sendo as demais simplesmente recusadas.
- A PD nos permite obter mais de uma observação de cada indivíduo, uma vez que cada entrevista envolve um variado número de opções constituído de alternativas hipotéticas. Estas opções são selecionadas hierarquicamente, por ordem de preferência, conduzindo a uma racionalização de custos.

Os princípios básicos da aplicação da preferência declarada são:

- Apresentar as opções da forma mais realista e não muito numerosa, evitando-se que o processo de escolha seja muito complexo e cansativo, tornando mais criteriosa a seleção das opções;
- Assegurar que sejam obtidas informações suficientes para escolha dos atributos, quantificação dos mesmos e calibração dos modelos de demanda.

As principais características da técnica de preferência declarada são:

- Ao entrevistado é apresentada uma série de opções (com alternativas hipotéticas). O conjunto de opções precisa ser definido tomando-se como base os fatores ou atributos que estão influenciando de maneira mais contundente o problema analisado;
- Cada opção é constituída por um conjunto de atributos que identifica o serviço, e esta opção é representada por um cartão. Dão-se alternativas hipotéticas a cada um dos atributos incluídos nos cartões (opções);
- Os valores das alternativas destes atributos são especificados pelo investigador, devendo aproximar-se o quanto possível da realidade, nunca em grande quantidade, de modo a evitar a escolha cansativa e, por consequência, dados imprecisos;
- As opções são especificadas com base num projeto de experimentos, no qual se assegura que a variação de um atributo é estatisticamente independente do outro;
- Os entrevistados declaram suas preferências diante das opções através de três formas de classificação: *Rating* (avaliação), *Ranking* (ordenação) e Escolha Discreta.

Analisando as possibilidades de escolha de modos para realização de uma viagem entre uma origem e um destino dentro da Região Metropolitana de Florianópolis, considerando a opção do BRT/VLT como modo principal da viagem em substituição ao modo atual (automóvel ou ônibus), foram identificadas quatro possibilidades de viagens para usuários de automóvel e três possibilidades de viagens para usuários de ônibus, conforme apresentado nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3: Possibilidades de viagens para usuários de automóvel

Público Alvo	Número do Cenário	Acesso	Modo Principal	Egresso
Usuários de automóvel	PD1	A pé	BRT ou VLT	A pé
	PD2	Automóvel	BRT ou VLT	A pé

	PD3	A pé	BRT ou VLT	Ônibus + A pé
	PD4	Automóvel	BRT ou VLT	Ônibus + A pé

Tabela 4: Possibilidades de viagens para usuários de ônibus.

Público Alvo	Número do Cenário	Acesso	Modo Principal	Egresso
Usuários de Ônibus	PD1	A pé	BRT ou VLT	A pé
	PD2	Ônibus	BRT ou VLT	A pé
	PD3	A pé + Ônibus	BRT ou VLT	Ônibus + A pé

Na pesquisa de preferência declarada, os usuários de automóvel e ônibus foram questionados sobre a propensão de migração para o BRT/VLT em uma situação hipotética de viagem sendo realizada por BRT/VLT, com alteração no tempo, custo da viagem e confiabilidade.

As situações hipotéticas foram baseadas em diversas combinações distintas de tempo e custo da viagem, associados à diferença de confiabilidade do modo atual (automóvel ou ônibus) e BRT/VLT. Cada combinação distinta de tempo de viagem, custo e confiabilidade é denominada de cartão. Cada situação de viagem apresentada nas Tabelas 3 e 4 é denominada de cenário. Desta forma, cada cenário possui um número finito de cartões.

Para representação da propensão individual de migração para o BRT/VLT, em cada cenário é apresentado ao usuário do automóvel ou ônibus um cartão confrontando a viagem pelo modo atual (automóvel ou ônibus) com uma viagem hipotética de BRT/VLT. Ao final de cada cenário, o usuário deverá realizar uma escolha entre o modo atual ou BRT/VLT. Os atributos e níveis de cada cenário são apresentados nas Figuras 4 a 10.

PD1: Auto X BRT/VLT				
BRT/VLT	Atributo a ser Avaliado do Modo na PD	Nível		
		(1) Valor: -1	(2) Valor: 0	(3) Valor: 1
	Confiabilidade	Chego ao meu destino com mais de 15 min de atraso	Chego ao meu destino com atraso de até 15 minutos	Chego ao meu destino no horário previsto
	Tempo de Viagem (MIN)	{FORM PD-Inicial Q11 TEMPO AUTOMÓVEL ATUAL } * 1,25 (+25%)	{FORM PD-Inicial Q11 TEMPO AUTOMÓVEL ATUAL }	{FORM PD-Inicial Q11 TEMPO AUTOMÓVEL ATUAL } * 0,75 (-25%)
Custo (R\$)	3,50	2,70	2,00	

Figura II. 4– Atributos do PD1: análise do cenário hipotético BRT/VLT usuários de automóvel.

PD2: Auto X BRT/VLT			
Atributo a ser Avaliado do Modo na PD	Nível		
	(1) Valor: -1	(2) Valor: 0	(3) Valor: 1
Confiabilidade	Chego ao meu destino com mais de 15 min de atraso	Chego ao meu destino com atraso de até 15 minutos	Chego ao meu destino no horário previsto
Tempo de Viagem (MIN)	{FORM PD-Inicial Q11 TEMPO AUTOMÓVEL ATUAL } * 1,25 (+25%)	{FORM PD-Inicial Q11 TEMPO AUTOMÓVEL ATUAL }	{FORM PD-Inicial Q11 TEMPO AUTOMÓVEL ATUAL } * 0,75 (-25%)
Custo (R\$)	13.50 (3.50 tarifa + 10,00 estacionamento)	12.70 (2.70 tarifa + 10,00 estacionamento)	12.00 (2.00 tarifa + 10,00 estacionamento)

Figura II. 5– Atributos do PD2: análise do cenário hipotético BRT/VLT usuários de automóvel.

PD3: Auto X BRT/VLT			
Atributo a ser Avaliado do Modo na PD	Nível		
	(1) Valor: -1	(2) Valor: 0	(3) Valor: 1
Confiabilidade	Chego ao meu destino com mais de 15 min de atraso	Chego ao meu destino com atraso de até 15 minutos	Chego ao meu destino no horário previsto
Tempo de Viagem (MIN)	{FORM PD-Inicial Q11 TEMPO AUTOMÓVEL ATUAL } * 1,25 (+25%)	{FORM PD-Inicial Q11 TEMPO AUTOMÓVEL ATUAL }	{FORM PD-Inicial Q11 TEMPO AUTOMÓVEL ATUAL } * 0,75 (-25%)
Transferência (MIN)	Uma Transferência em Terminal Fechado. Tempo médio de espera: 5 min.		
Custo (R\$)	3,50	2,70	2,00

Figura II. 6– Atributos do PD3: análise do cenário hipotético BRT/VLT usuários de automóvel.

PD4: Auto X BRT/VLT			
Atributo a ser Avaliado do Modo na PD	Nível		
	(1) Valor: -1	(2) Valor: 0	(3) Valor: 1
Confiabilidade	Chego ao meu destino com mais de 15 min de atraso	Chego ao meu destino com atraso de até 15 minutos	Chego ao meu destino no horário previsto
Tempo de Viagem (MIN)	{FORM PD-Inicial Q11 TEMPO AUTOMÓVEL ATUAL } * 1,25 (+25%)	{FORM PD-Inicial Q11 TEMPO AUTOMÓVEL ATUAL }	{FORM PD-Inicial Q11 TEMPO AUTOMÓVEL ATUAL } * 0,75 (-25%)
Transferência (MIN)	Uma Transferência em Terminal Fechado. Tempo médio de espera: 5 min.		
Custo (R\$)	13.50 (3.50 tarifa + 10,00 estacionamento)	12.70 (2.70 tarifa + 10,00 estacionamento)	12.00 (2.00 tarifa + 10,00 estacionamento)

Figura II. 7– Atributos do PD4: análise do cenário hipotético BRT/VLT usuários de automóvel.

PD1: Ônibus X BRT			
Atributo a ser Avaliado do Modo na PD	Nível		
	(1) Valor: -1	(2) Valor: 0	(3) Valor: 1
Confiabilidade	Chego ao meu destino com mais de 15 min de atraso	Chego ao meu destino com atraso de até 15 minutos	Chego ao meu destino no horário previsto
Tempo de Viagem (MIN)	{FORM PD Inicial Q9 TEMPO ÔNIBUS } * 1,30 (+30%)	{FORM PD Inicial Q9 TEMPO ÔNIBUS ATUAL }	{FORM PD Inicial Q9 TEMPO ÔNIBUS ATUAL } * 0,70 (-30%)
Custo (R\$)	{FORM PD Inicial Q15 CUSTO ATUAL } * 1.30	{FORM PD Inicial Q15 CUSTO ATUAL }	{FORM PD Inicial Q15 CUSTO ATUAL } * 0.70

Figura II. 8– Atributos do PD1: análise do cenário hipotético BRT/VLT usuários de ônibus.

PD2: Ônibus X BRT			
Atributo a ser Avaliado do Modo na PD	Nível		
	(1) Valor: -1	(2) Valor: 0	(3) Valor: 1
Confiabilidade	Chego ao meu destino com mais de 15 min de atraso	Chego ao meu destino com atraso de até 15 minutos	Chego ao meu destino no horário previsto
Tempo de Viagem (MIN)	{FORM PD Inicial Q9 TEMPO ÔNIBUS } * 1,20 (+20%)	{FORM PD Inicial Q9 TEMPO ÔNIBUS ATUAL }	{FORM PD Inicial Q9 TEMPO ÔNIBUS ATUAL } * 0,80 (-20%)
Transferência (MIN)	Uma Transferência em Terminal Fechado. Tempo médio de espera: 5 min.		
Custo (R\$)	{FORM PD Inicial Q15 CUSTO ATUAL } * 1.30	{FORM PD Inicial Q15 CUSTO ATUAL }	{FORM PD Inicial Q15 CUSTO ATUAL } * 0.70

Figura II. 9– Atributos do PD2: análise do cenário hipotético BRT/VLT usuários de ônibus.

PD3: Ônibus X BRT			
Atributo a ser Avaliado do Modo na PD	Nível		
	(1) Valor: -1	(2) Valor: 0	(3) Valor: 1
Confiabilidade	Chego ao meu destino com mais de 15 min de atraso	Chego ao meu destino com atraso de até 15 minutos	Chego ao meu destino no horário previsto
Tempo de Viagem (MIN)	{FORM PD Inicial Q9 TEMPO ÔNIBUS } * 1,15 (+15%)	{FORM PD Inicial Q9 TEMPO ÔNIBUS ATUAL }	{FORM PD Inicial Q9 TEMPO ÔNIBUS ATUAL } * 0,85 (-15%)
Transferência (MIN)	Uma Transferência em Terminal Fechado. Tempo médio de espera: 8 min.		
Custo (R\$)	{FORM PD Inicial Q15 CUSTO ATUAL } * 1.30	{FORM PD Inicial Q15 CUSTO ATUAL }	{FORM PD Inicial Q15 CUSTO ATUAL } * 0.70

Figura II. 10– Atributos do PD3: análise do cenário hipotético BRT/VLT usuários de ônibus.

Com base nos atributos e níveis apresentados nas Figuras 4 a 10 e utilizando o procedimento para desenho experimental *D-efficient* (LOUVIERE, et al. 2000), foram selecionados 126 cartões para a pesquisa de preferência declarada, distribuídos entre os sete cenários elaborados.

Para cada cenário os cartões são selecionados aleatoriamente e são apresentados ao usuário em função da situação de viagem reportada na entrevista de preferência revelada. Para cada cenário apresentado ao usuário foi solicitado que ele realizasse uma escolha: automóvel/ônibus ou BRT/VLT.

Tamanho da Amostra da Pesquisa de Preferência Declarada

Para a Pesquisa de Preferência Declarada foi adotada a amostragem para uma distribuição multinomial, sendo a amostra calculada pela equação de Thompson (1987), Equação 1, e pela equação de Bromaghini (1993), Equação 2. Os tamanhos das amostras para um nível de confiança de 95% são apresentadas na Tabela 5.

$$n = 1 + \text{int} \left(\max_{m \in 3,4,\dots,k} \left[\frac{z_{(1-\alpha/2m)}^2 \cdot \left(\frac{1}{m}\right) \cdot \left(1 - \frac{1}{m}\right)}{d_i^2} \right] \right) \quad (1)$$

$$n = n_T \cdot \left(\frac{0,25 \cdot z_{(1-\alpha/2k)}^2}{\left(\frac{1}{m}\right) \cdot \left(1 - \frac{1}{m}\right) \cdot z_{(1-\alpha/2m)}^2} \right) - z_{(1-\alpha/2k)}^2 \quad (2)$$

Tabela 5: Tamanho da amostra da pesquisa de preferência declarada

Amostra	
Thompson (1987)	509
Bromaghini (1993)	528

TEORIA SUBJACENTE AO PROCESSO DE MODELAGEM DO COMPORTAMENTO INDIVIDUAL

As decisões sobre os modos de viagem que os indivíduos realizam no sistema de transportes produzem demandas que agregadas, e interagindo com a oferta, dão forma às condições de tráfego do sistema e afetam a qualidade de acesso às atividades distribuídas no meio urbano. Esta premissa torna imperiosa a identificação de fatores e a avaliação de sua interferência no comportamento individual relacionado às escolhas dos modos de transporte em um sistema.

A tarefa do entendimento do comportamento individual relacionado às escolhas não é trivial, tanto por ser inviável a observação de todos os fatos que influenciam o comportamento, como pelo fato da própria observação influenciar as decisões dos indivíduos. Torna-se então necessária a aplicação de modelos do

comportamento individual relacionado às escolhas, baseados em dados obtidos por amostragens da população.

Modelos de escolha discreta, baseados na maximização da utilidade, são elaborados para analisar os efeitos de vários atributos no comportamento individual relacionado a um conjunto de escolhas. A principal abordagem dos modelos desta natureza é que no processo decisório o indivíduo tentará maximizar a utilidade da sua escolha, em um processo de “troca” entre custos associados e benefícios das escolhas.

Este processo de “trocas” é modelado através da estrutura analítica de funções de utilidade com os indivíduos caracterizados por um comportamento racional de consumo. O resultado deste processo é traduzido em termos de probabilidade de relacionar uma alternativa a partir de regras de comportamento.

Uma crítica apresentada a esta abordagem refere-se ao comportamento racional dos indivíduos no processo das escolhas, como estabelecido na maximização da utilidade. No entanto, como descrito em McFadden (1973, p. 106), sobre a modelagem do comportamento humano referente às escolhas:

[...] Convencionalmente em análises de consumo com alternativas *continuum*, é plausível e frequentemente assumido que todos os indivíduos da população possuem um comportamento comum, exceto por puramente erros estocásticos de otimização [...]

Sob a égide da replicação da modelagem do comportamento comum observado na população, restava à própria natureza deste projeto científico, de caráter exploratório e investigativo, explorar esta abordagem, entender o mecanismo de funcionamento, confirmar a sua aplicabilidade aos propósitos desta tese e aplicá-lo ao estudo de caso.

ESPECIFICAÇÃO DE UM MODELO COMPORTAMENTAL

Denotando X o universo dos objetos de escolha e S o universo dos vetores contendo os atributos medidos pelos indivíduos, um indivíduo qualquer da população terá um vetor $s \in S$ e enfrentará um conjunto de alternativas disponíveis (e finito) $B \subseteq X$.

Seja $P(x|s, B)$ a probabilidade condicional de um indivíduo qualquer da população escolher a alternativa x , dado que ele avaliou (mediu) os atributos s e enfrentou o conjunto de alternativas B , a escolha observada com atributos s e alternativas B pode ser interpretada como uma extração de uma distribuição com probabilidade $P(x|s, B)$ para $x \in B$:

$$P(x|s, B) = \pi[\{h \in H | h(s, B) = x\}] \quad (3)$$

Em que: h : é uma função que representa o comportamento individual, que mapeia cada vetor de atributos medidos s de uma alternativa do conjunto B ; H : é o modelo que representa o conjunto h que representa a população; π : é a probabilidade da escolha.

Utilizando os princípios da maximização da utilidade da escolha da Teoria Econômica, a função de utilidade (representa o comportamental individual, que mapeia cada vetor de atributos medidos s de uma alternativa do conjunto B), pode ser escrita:

$$U = V(s, x) + \varepsilon(s, x) \quad (4)$$

Em que: $V(s, x)$: representa os atributos observáveis avaliados pelo indivíduo (parte determinística); $\varepsilon(s, x)$: representa os atributos que não são observáveis pelo indivíduo (parte estocástica)

Seja $B = \{x_1, \dots, x_j\}$, a probabilidade de um indivíduo qualquer extraído da população escolher a alternativa x_i é igual a:

$$P_i \equiv P(x_i|s, B) = \pi[\{h \in H|h(s, B) = x_i\}] \quad (5)$$

$$U_i = V_i(s, x_i) + \varepsilon_i(s, x_i) \quad (6)$$

$$U_j = V_j(s, x_j) + \varepsilon_j(s, x_j) \quad (7)$$

$$U_i > U_j \quad (8)$$

$$V_i(s, x_i) + \varepsilon_i(s, x_i) > V_j(s, x_j) + \varepsilon_j(s, x_j) \quad (9)$$

$$\varepsilon_j(s, x_j) - \varepsilon_i(s, x_i) < V_i(s, x_i) - V_j(s, x_j), \text{ substituindo} \quad (10)$$

$$P(x_i|s, B) = [\varepsilon_j(s, x_j) - \varepsilon_i(s, x_i) < V_i(s, x_i) - V_j(s, x_j), j \neq i] \quad (11)$$

Sendo $F(\varepsilon)$ a função cumulativa de densidade de $\varepsilon(\varepsilon_1 \dots \varepsilon_j)$ a probabilidade de escolha da alternativa x_i perante todo o conjunto de escolha é dada por:

$$P(x_i|s, B) = \int_{-\infty}^{+\infty} F_i(\varepsilon + V_i - V_1, \dots, \varepsilon + V_i - V_j) d\varepsilon \quad (12)$$

Assumindo que a porção estocástica siga a distribuição de Gumbel:

$$P(\varepsilon(s, x_j) \leq \varepsilon) = e^{-e^{-\varepsilon}} \quad (13)$$

Substituindo e resolvendo a integral obtém-se:

$$P(x_i|s, B) = \frac{e^{V_i}}{\sum_{j=1}^j e^{V_j}} \quad (14)$$

A função V_j pode ser representada pelo vetor de atributos s' e o vetor de parâmetros β'

$$P_i = \frac{e^{\beta' s' t_i}}{\sum_{j=1}^j e^{\beta' s' t_j}} \quad (15)$$

A probabilidade de escolha da alternativa i pelo indivíduo n é então dada por:

$$P_{ni} = \frac{e^{\beta' s' t_{ni}}}{\sum_{j=1}^j e^{\beta' s' t_{nj}}} \quad (16)$$

Este método numérico só terá validade se os seguintes axiomas forem seguidos:

- *Axioma 1:* Independência das alternativas irrelevantes. Para todas as alternativas possíveis do conjunto B com atributos s e membros x e y de B , $P(x|s, \{x, y\})P(y|s, B) = P(y|s, \{x, y\})P(x|s, B)$, as alternativas não podem ser substitutas, McFadden (1973).
- *Axioma 2:* A porção estocástica da função utilidade ε_i seja identicamente distribuída com o Tipo I de distribuição de Valor Extremo: $P(\varepsilon_i \leq \varepsilon) = \exp(-e^{\frac{\varepsilon}{\sigma}})$ em que σ é um fator escalar, McFadden (1973).
- *Axioma 3:* Assumindo que a porção estocástica da função utilidade, ε_i , seja identicamente distribuída e sejam independentes entre as alternativas é assumir que a razão entre as probabilidades das alternativas não é afetada (qualquer atributo omitido na função utilidade da alternativa i não afeta a função utilidade da alternativa j), McFadden (1973) e Ben-Akiva e Lerman (1985).
- *Axioma 4:* Positividade, $P(x|s, B) > 0$ para todas as alternativas possíveis em B , com atributos s e para $x \in B$, McFadden (1973).
- *Axioma 5:* Irrelevância do efeito do conjunto de alternativas, McFadden (1973).
- *Axioma 6:* Monotonicidade em relação ao tamanho do conjunto da escolha. A adição de uma escolha ao conjunto de escolhas de um indivíduo não diminui o status de benefício anterior, Ben-Akiva e Lerman (1985).

ESTIMATIVA DOS PARÂMETROS DO MODELO

O logaritmo da função verossimilhança é o método mais empregado para estimativa dos parâmetros do modelo logit, dado por:

$$LL(\beta') = \sum_{n=1}^N \sum_i y_{ni} \ln P_{ni} \quad (17)$$

Em que P_{ni} é a probabilidade de escolha da alternativa i pelo indivíduo n , $y_{ni} = 1$ se o indivíduo n escolhe i (zero se a escolha for diferente) e β' é o vetor de parâmetros que maximiza o valor da função.

A função verossimilhança é côncava, desta forma a solução da derivada de primeira ordem é única ($dLL(\beta)/d\beta = 0$). Além do mais, sob condições gerais os parâmetros estimados pela verossimilhança são consistentes, assintoticamente eficientes e normais (PINDYCK; RUBINFELD, 1998).

Existem vários pacotes estatísticos para estimação dos parâmetros dos modelos logit pela função de verossimilhança. Neste trabalho é utilizado o BIOGEME - *Bierlaire Optimization toolbox for GEV Estimation*, (BIERLAIRE, 2014), projetado para o desenvolvimento de pesquisas no contexto de modelos de escolha discreta.

ESTATÍSTICA PARA AVALIAÇÃO DA SIGNIFICÂNCIA DOS PARÂMETROS DAS VARIÁVEIS

Para verificação da hipótese de interferência e avaliação da significância dos parâmetros das variáveis no modelo é adotado o teste da estatística t a um nível de significância $\alpha = 0,05$ (p -valor, a probabilidade de recair no erro Tipo I usando o teste estatístico é de 5%). A estatística t é dada por:

$$t = \frac{(\bar{X} - \mu_x)}{S/\sqrt{n}} \quad (18)$$

Em que, \bar{X} é a média da amostra, μ_x é a média da população definido pela hipótese, S é o desvio padrão da amostra e, n é o número de observação da amostra.

Para um nível de significância de 5% o valor crítico da estatística t é de 1,96 ($t_c=1,96$). Se o valor da estatística t for maior que o valor crítico a hipótese nula é rejeitada.

ESTATÍSTICA PARA DESEMPENHO DO MODELO

Uma estatística denominada de índice de razão da verossimilhança é frequentemente utilizada em modelos de escolha discreta para medida de desempenho. Esta estatística mede o desempenho do modelo em duas situações: uma com os valores estimados, a outra com os valores dos parâmetros zerados (equivalente a não ter um modelo).

O cálculo desta comparação é realizado através da função de verossimilhança, com avaliação da função com os valores estimados para os parâmetros e com os valores dos parâmetros iguais a zero. O índice de razão da verossimilhança é dado por:

$$\rho = 1 - \frac{LL(\hat{\beta})}{LL(0)} \quad (19)$$

Em que $LL(\hat{\beta})$ é o valor da função verossimilhança para os parâmetros estimados e $LL(0)$ é o valor da função verossimilhança quando os parâmetros assumem o valor igual a zero.

O valor do índice de razão da verossimilhança (ρ) varia de zero, menor valor quando os parâmetros estimados não são melhores que os valores zerados, até um, quando os parâmetros simulam perfeitamente as escolhas da amostra de indivíduos.

Segundo Train (2009) a interpretação de ρ não é tão semelhante quanto a interpretação estatística do R^2 em modelos de regressão, apesar de ambos terem variação entre zero e um. O R^2 indica a porcentagem dos valores da variável dependente que são explicados pelo modelo de regressão. O índice de verossimilhança não apresenta qualquer relação intuitiva entre valores entre zero e um.

Entretanto, comparando dois modelos estimados com a mesma base de dados e com o mesmo conjunto de alternativas ($LL(0)$ possui o mesmo valor em ambos), em geral, é válido afirmar que o modelo com maior ρ se adequa melhor aos dados e ao conjunto de alternativas.

Referências

BEN-AKIVA, M.; LERMAN, S. **Discrete choice analysis: theory and application to travel demand**. 2nd ed. Cambridge: The Mit Press, 1985. 390 p.

BIERLAIRE, M. **Estimation of discrete choice models with BIOGEME 1.8**. Manual. Lausanne: École Polytechnique Fédérale de Lausanne. 2014, 111 p.

LOUVIERE, J. J.; HENSHER, D. A.; SWAIT, J. D. **Stated Choice Methods and Analysis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. 420p.

MCFADDEN, D. Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. In: ZAREMBKA, P. **Frontiers in econometrics**. New York: Academic Press, 1973. p. 105-142.

ORTÚZAR, J. D.; WILLUMSEN, L. G. **Modelling Transport**. Chichester: John Wiley and Sons, 2011. 586p.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Econometrics models and economic forecasts**. 4th ed. London: McGraw-Hill, 1998. 634p.

TRAIN, K. **Discrete choice methods with simulation**. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University, 2009. 342 p.