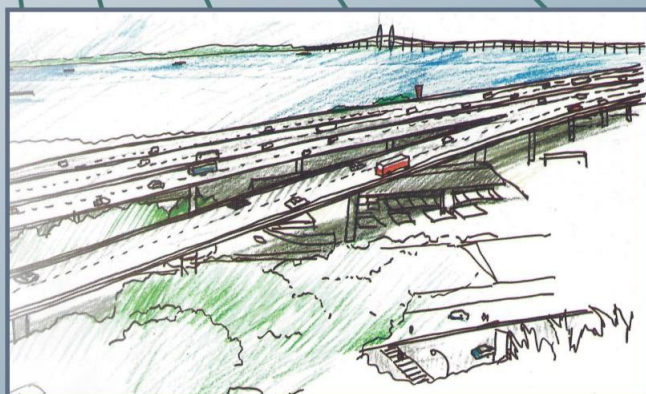


# Estudos Complementares de Demanda do Sistema Viário do Oeste



Setembro 2019

Relatório Técnico 05

# **Relatório Técnico 05**

**Setembro/2019**

---

## ÍNDICE

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 0       | Sobre o Relatório Técnico 05.....  | 0  |
| I.1     | Apresentação do Projeto .....  | 1  |
| I.1.1.  | Sistema Viário do Oeste.....   | 2  |
| I.1.2.  | Componentes da Demanda.....  | 2  |
| I.2     | Equipe .....   | 3  |
| I.3     | Escopo do Projeto .....  | 6  |
| I.3.1.  | Estrutura Analítica do Projeto – EAP.....  | 6  |
| I.3.2.  | Síntese Metodológica.....  | 7  |
| I.3.3.  | Cronograma de Execução.....  | 13 |
| I.4     | Entregáveis .....  | 14 |
| II.1    | Apresentação .....   | 17 |
| II.2    | Dados Sobre Fluxos de Veículos.....  | 18 |
| II.2.1. | Contagens Volumétricas Ponte do Funil .....  | 18 |
| II.2.2. | Dados de movimentação no pedágio da BR-324 .....                                     | 21 |
| II.2.3. | Dados de movimentação no ferry Salvador – Itaparica .....                            | 27 |
| II.3    | Pesquisas de Origem e Destino .....  | 31 |
| II.3.1. | Pesquisas na BR-324.....   | 31 |
| II.3.2. | Pesquisas na Ponte do Funil.....   | 42 |
| II.3.3. | Pesquisas no ferry boat Salvador - Itaparica .....                                   | 52 |
| II.4    | Pesquisas de Preferências Declaradas .....   | 54 |
| II.5    | Insumos para a Estimação dos Modelos de Simulação .....                              | 55 |
| II.5.1. | Modelo Base .....  | 55 |
| II.5.2. | Rede Matemática de Simulação.....  | 56 |
| II.5.3. | Zoneamento da Região de Estudo.....  | 57 |
| II.6    | Indicadores socioeconômicos.....   | 59 |
| II.6.1. | Ilha de Itaparica.....   | 59 |
| II.6.2. | Recôncavo Sul e Baixo Sul .....  | 60 |
| III.1   | Apresentação .....   | 65 |
| III.2   | Estimação de um Modelo Comportamental para a Ponte Salvador – Ilha de Itaparica..... | 66 |

---

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| III.2.1.  | Introdução .....  | 66  |
| III.2.2.  | Pesquisa de Preferência Revelada (PR) .....   | 68  |
| III.2.3.  | Pesquisa de Preferência Declarada (PD) .....  | 69  |
| III.2.4.  | Desenho Experimental da Pesquisa de Preferência Declarada e Formulário de Pesquisa .....        | 72  |
| III.2.5.  | Teoria Subjacente e Especificação do Modelo Comportamental .....                                | 77  |
| III.2.6.  | Estimação do Modelo de Preferência Declarada .....  | 82  |
| III.2.7.  | Análise de Sensibilidade do Modelo .....  | 84  |
| III.2.8.  | Estimativa do Valor do Tempo .....  | 86  |
| III.2.9.  | Elasticidades da Demanda .....  | 88  |
| III.2.10. | Referências .....   | 89  |
| III.3     | Estudo de Demanda da Ligação entre Salvador e a Ilha de Itaparica .....                         | 91  |
| III.3.1.  | Introdução .....  | 91  |
| III.3.2.  | Estudos Referenciais .....  | 92  |
| III.3.3.  | Dados socioeconômicos .....   | 96  |
| III.3.4.  | Modelo de Geração e de Divisão Modal .....  | 116 |
| III.3.5.  | Modelo de Distribuição .....  | 123 |
| III.3.6.  | Matriz de Viagens de Longa Distância .....  | 129 |
| III.3.7.  | Modelo de Alocação .....  | 137 |
| III.3.8.  | Resultados .....  | 139 |
| III.4     | Aplicação Indireta do Modelo de Estimativa de Viagens de Veículos Urbanos de Carga - VUCs ..... | 151 |
| III.4.1.  | Breve Descrição do Modelo de VUCs na Região Metropolitana do Rio de Janeiro .....               | 151 |
| III.4.2.  | Aplicação do Modelo na Região Metropolitana de Salvador .....                                   | 162 |
| III.4.3.  | Referências .....   | 163 |
| III.5     | Resultados Preliminares .....   | 164 |
| III.5.1.  | Tráfego Desviado .....  | 164 |
| III.5.2.  | Tráfego Tendencial .....  | 165 |
| III.5.3.  | Tráfego Modelado (gerado+induzido) - Ilha de Itaparica .....                                    | 166 |
| III.5.4.  | Tráfego Modelado (gerado+induzido) – Recôncavo Sul e Baixo Sul .....                            | 166 |
| III.5.5.  | Fluxos de Veículos Urbanos de Carga (VUCs) e Coletivos (Ônibus) .....                           | 167 |
| III.5.6.  | Resultados Preliminares .....   | 168 |

---



---

|   |   |     |
|---|---|-----|
| IV.1  | Apresentação .....                              | 170 |
| IV.2  | Estimativas de Demanda.....                     | 172 |
| IV.3  | Simulação de Valores Distintos de Pedágio ..... | 184 |
| IV.4  | Uso do Solo Simulado .....                      | 194 |
| IV.5  | Banda de Demanda.....                           | 195 |
| IV.6  | Análise de risco de demanda.....                | 201 |
| IV.7  | Cálculo da Demanda Atual .....                  | 205 |
| IV.8  | Consolidação dos Resultados .....               | 206 |
| All.1 - Estimativa para provisionamento do passivo contingente em função da assunção de risco de demanda pelo Governo do Estado da Bahia..... |   | 212 |
| All.1.1 - Demanda real entre 80% e 90% .....  |   | 212 |
| All.1.2 - Demanda real abaixo de 80%.....   |   | 214 |

---

## **0. SOBRE O RELATÓRIO TÉCNICO 05**

O presente Relatório Técnico 05 consolida, em um único documento, todos os resultados apresentados no âmbito dos Estudos Complementares de Demanda do Sistema Viário Oeste e é parte integrante do seu pacote final de entrega.

Nele está apresentada, em forma de *Tomos*, uma compilação dos resultados anteriormente produzidos e validados pela equipe de fiscalização da Bahialveste, a saber:

- Tomo I

Plano geral do projeto, detalhando etapas, produtos, ações, responsáveis, respectivas durações e toda e qualquer característica relevante para a execução dos Estudos.

- Tomo II

Relatório contendo os dados coletados de fontes secundárias, bem como através de pesquisa de campo, a exemplo da contagem volumétrica, da preferência declarada, da origem e destino, etc.

- Tomo III

Relatório contendo modelos probabilísticos de demanda que consideram o potencial de crescimento do tráfego, a disponibilidade a pagar, o "valor do tempo" e a estimativa de demanda a ser gerada a partir do desenvolvimento urbano na Ilha de Itaparica e desenvolvimento regional no Litoral Sul.

- Tomo IV

Relatório contendo: i) estimativas de demanda explicitadas em termos de componente de demanda (desviada, induzida e gerada) e por tipo de veículo (automóveis e caminhões); ii) simulação de valores distintos de pedágio na Ponte, por tipo de veículo; iii) simulação de cenários de ocupação e uso do solo para a Ilha de Itaparica e Litoral Sul da Bahia; iv) "banda de demanda" apresentando limites superiores e inferiores, ao longo do tempo, para o nível tarifário selecionado.

Além disso, foi estimada uma curva de distribuição da probabilidade da demanda ser menor que um dado valor, mediante uma variação estocástica dos níveis dos insumos da simulação.

***TOMO I***  
***RELATÓRIO TÉCNICO 01***

---

## I.1 APRESENTAÇÃO DO PROJETO

Este projeto compreende a elaboração de estudos complementares de demanda de tráfego, para o sistema viário do oeste, em função da implantação de uma nova ponte para a ligação direta Salvador – Ilha de Itaparica e suas conexões com o sistema viário. Serão avaliados também os impactos de um plano de desenvolvimento urbano na Ilha de Itaparica e de desenvolvimento regional no Litoral Sul da Bahia.

A atual ligação entre a Ilha de Itaparica e Salvador é efetuada através de transporte aquaviário com *ferry boats* e lanchas para passageiros. De lancha, a distância é cerca de 12 km e a viagem dura cerca de 45 minutos. De ferry, a distância é de cerca de 23 km e o tempo de viagem é de uma hora ou mais. Utilizando a alternativa rodoviária, a distância entre as cidades é de cerca de 200 km e a viagem dura entre 3 e 4 horas.

A frequência é baixa e o sistema de ferries tem problemas de capacidade, chegando a provocar filas de espera de até 5 horas, como ocorreu em janeiro passado.

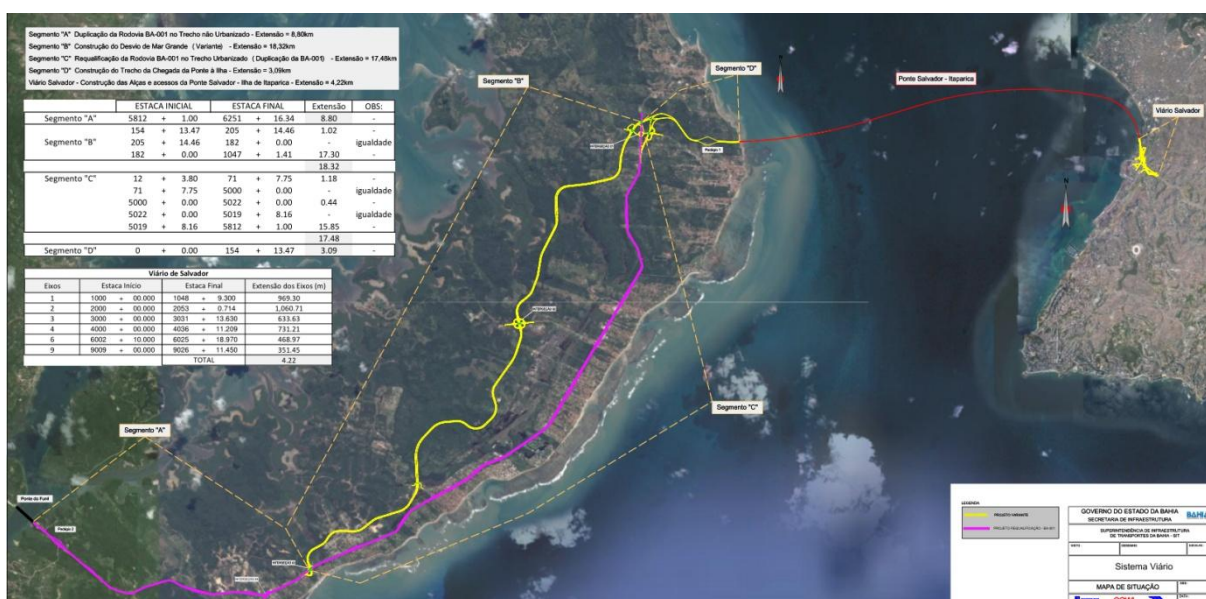
Figura 1 – Alternativas rodoviárias atuais entre Salvador – Itaparica



### I.1.1. Sistema Viário do Oeste

Além da implantação da Ponte propriamente dita, serão consideradas demais intervenções no sistema viário de Salvador e da Ilha de Itaparica, conforme definido pela Contratante.

Figura 2 - Mapa de Situação



### I.1.2. Componentes da Demanda

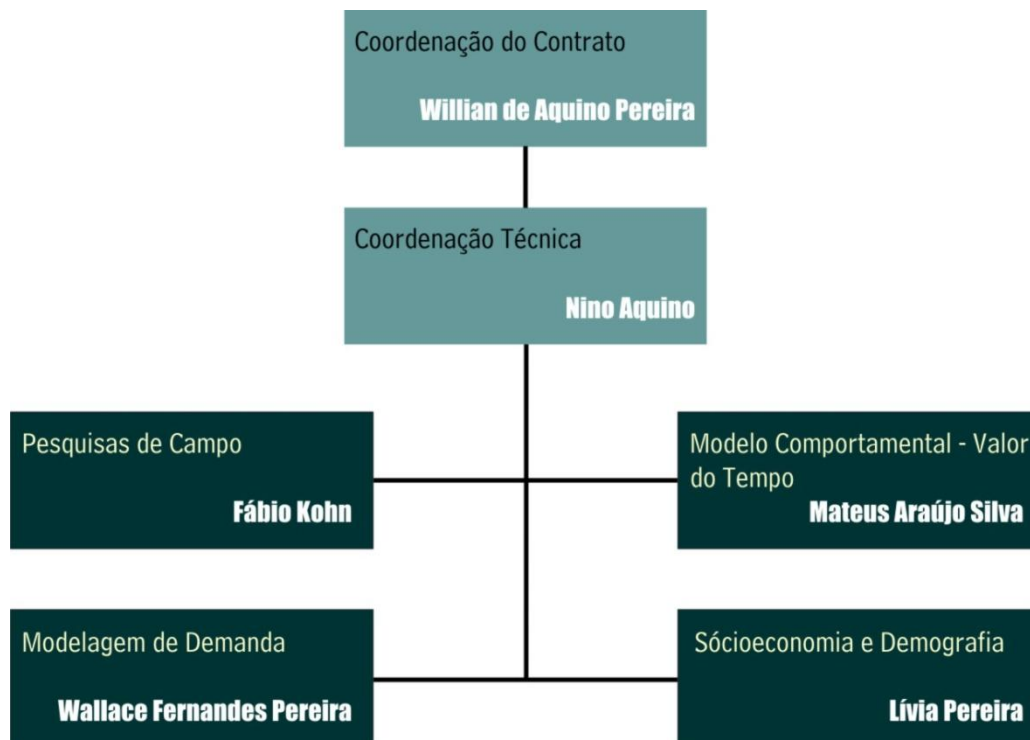
Conforme já apresentado na nossa Proposta Técnica, a demanda da Ponte será formada pelo somatório dos seguintes tipos de tráfego:

- **Tráfego desviado:** é aquele que hoje utiliza outras vias para o deslocamento. Ou seja, as viagens já existem e apenas passam por outros caminhos.
- **Tráfego induzido por acessibilidade:** é aquele que não existe hoje e é atraído pela melhoria nas condições de viagem proporcionadas pela ligação implantada. Ou seja, pessoas que não se deslocavam para Itaparica, passarão a fazê-lo porque o acesso foi facilitado.
- **Tráfego gerado por desenvolvimento urbano:** é aquele devido aos investimentos em ocupação territorial. Ou seja, são as viagens que serão realizadas por pessoas que passarão a residir em Itaparica, ou no Litoral Sul, em terrenos que hoje estão vazios.

## I.2 EQUIPE

A figura a seguir apresenta o organograma interno para a execução dos estudos. Os profissionais foram redistribuídos em relação à Proposta Técnica, em função do atual nível de planejamento das atividades e suas disponibilidades.

Figura 3 - Organograma para a Execução dos Estudos



A equipe chave de técnicos seniores alocada para a execução destes estudos está composta da seguinte forma:



---

***WILLIAN ALBERTO DE AQUINO PEREIRA - ESPECIALISTA EM PLANEJAMENTO DOS TRANSPORTES***

---

Engenheiro Civil pela UFJF, M.Sc. pela COPPE/UFRJ, trabalhou por 20 anos no Setor Público e se dedica à consultoria no setor há mais de 40 anos. É fundador e Coordenador Regional no Rio de Janeiro da Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP), e membro do Conselho Administrativo do Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM).

***NINO BOTT DE AQUINO - ESPECIALISTA EM MODELAGEM DE TRANSPORTE E USO DO SOLO***

---

Engenheiro de Sistemas pela PUC/RJ, estudou Estatística na New York University, possui mais de 35 anos de experiência no Brasil e exterior na aplicação de ferramentas estatísticas e no desenvolvimento de modelos probabilísticos de demanda em projetos de transportes, tanto em transportes urbanos como em modais rodoviários de passageiros e cargas.

***WALLACE FERNANDES PEREIRA – ESPECIALISTA EM ANÁLISE DE DADOS URBANOS E DE TRANSPORTE E TRÁFEGO***

---

Engenheiro Civil pela UFRJ, M.Sc. em Transportes pela COPPE/UFRJ, atua há mais de 10 anos em consultoria na área de planejamento, avaliação e operação de sistemas de transportes, com aptidão em uso de softwares de modelagem/simulação de tráfego (notadamente EMME), trabalho em equipes multidisciplinares e coordenação de projetos.

***LIVIA PEREIRA - ESPECIALISTA EM ECONOMIA DOS TRANSPORTES***

---

Engenheira de Produção pela UFRJ, M.Sc. pelo COPPEAD/UFRJ com intercâmbio na ESSEC Business School, Paris. Atua há mais de 15 anos em projetos de estruturação de negócios em transporte, estudos socioeconômicos, viabilidade econômica e financeira, demanda de tráfego rodoviário, transporte público e logística.

***MATEUS ARAÚJO E SILVA – ESPECIALISTA EM MODELOS PARA ANÁLISE DE DEMANDA POR TRANSPORTES***

---

Engenheiro Civil pela UFBA, M.Sc. e D.Sc em Engenharia de Transportes pela USP, com período sanduíche na Swiss Federal Institute of Technology Zurich – ETH. Atua há 10 anos como consultor em projetos de concessão de rodovias, mobilidade urbana e engenharia de tráfego no Brasil e no exterior, desenvolvendo pesquisas e modelos de demanda (carga e passageiros). É professor e coordenador do curso de Engenharia Civil da Universidade de Ribeirão Preto-SP, e Diretor de Trânsito da Prefeitura de Ribeirão Preto-SP.

**FABIO BITTENCOURT KOHN – ESPECIALISTA EM PESQUISAS E LEVANTAMENTOS DE DADOS DE TRANSPORTE E TRÁFEGO**

Fabio Bittencourt Köhn é sócio diretor de uma empresa de pesquisas e atua há 27 anos coordenando equipes de pesquisadores em campo, onde dados são coletados visando subsidiar os estudos de tráfego e transportes. Sua experiência profissional compreende a elaboração de contagens de veículos e pedestres, pesquisas por entrevistas de origem e destino, pesquisas de preferências declaradas para estudos das concessões dos lotes federais e estaduais, pesquisas para transporte coletivo como ônibus, trens e VLT.

A dedicação prevista para cada técnico nos estudos, em função de cada atividade específica, está descrita no Quadro a seguir.

Quadro 1 - Cargas Alocadas para a Equipe Chave

| Atividades do Estudo                                   | Dias de dedicação por técnico sênior |      |         |       |        |       |
|--|--------------------------------------|------|---------|-------|--------|-------|
|  | Willian                              | Nino | Wallace | Lívia | Mateus | Fábio |
| Planejamento Geral do Projeto                          | 3                                    |      |         |       |        |       |
| Levantamentos de Dados, Pesquisas de Campo, Tabulações | 3                                    |      |         | 20    |        | 20    |
| Estimulação de Modelos                                 | 5                                    | 15   | 20      |       | 20     |       |
| Simulações   | 5                                    | 15   | 15      |       | 15     |       |
| Entregas Finais  | 4                                    | 15   | 15      | 15    | 15     | 15    |
| Suporte à Licitação                                    | 5                                    | 5    |         |       |        |       |
| Total  | 25                                   | 50   | 50      | 35    | 50     | 35    |

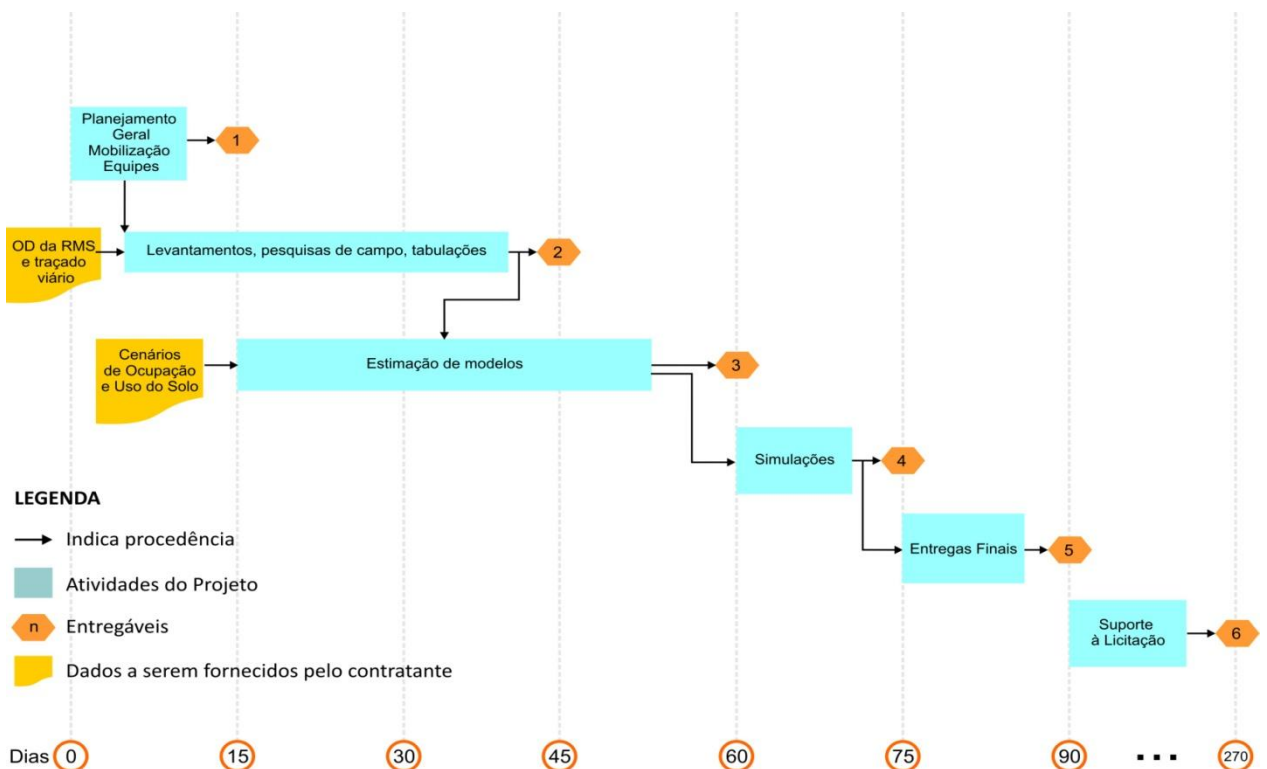
### I.3 ESCOPO DO PROJETO

Apresenta-se a seguir uma síntese dos trabalhos a serem desenvolvidos no âmbito destes Estudos.

#### I.3.1. Estrutura Analítica do Projeto – EAP

A decomposição hierárquica do escopo total do trabalho a ser executado pela Sinergia, a fim de alcançar os objetivos do projeto e produzir os entregáveis exigidos, é apresentada na sequência.

Figura 4 - Estrutura Analítica do Projeto



### **I.3.2. Síntese Metodológica**

- PLANEJAMENTO E MOBILIZAÇÃO

Para elaboração dos modelos previstos neste estudo, além da especificação detalhada dos planos de desenvolvimento urbano na Ilha de Itaparica e de desenvolvimento regional no Litoral Sul da Bahia, considera-se que os Consultores terão acesso à matriz de Origem e Destino da Região Metropolitana do Salvador, assim como o zoneamento de tráfego existente e demais dados socioeconômicos e demográficos a ele associados.

O encaminhamento destes dados de zoneamento e matrizes pelo Governo Estadual é importante, pois isto evidenciará serem as versões oficiais para uniformizar a base de dados.

Deverá estar disponível também o traçado previsto para a Ponte e suas conexões com o sistema viário de Salvador e Ilha de Itaparica.

Esta etapa culmina com a apresentação do Relatório Técnico 01 (*este relatório*).

- LEVANTAMENTOS E PESQUISAS DE CAMPO

Esta etapa consiste na realização da coleta e análise de todas as informações existentes em poder de órgãos públicos (Secretarias Estaduais e Autarquias) e dados disponíveis das concessões das rodovias no Estado da Bahia (Bahia Norte, Via Bahia e CLN).

Além disso, serão realizadas em campo pesquisas de tráfego, dando maior confiabilidade e robustez ao estudo, assim como nos resultados a serem alcançados. Serão realizadas as seguintes pesquisas de campo:

- a. Contagens Volumétricas Classificadas de Veículos (CV)

Contagens classificadas automáticas (7 dias x 24hs), bidirecionais, a serem realizadas no acesso à Ponte do Funil.

Para a movimentação da BR-324 serão adotados os fluxos a serem informados pela Concessionária Via Bahia S.A.

b. Pesquisa de Origem e Destino (OD)

O levantamento de origem e destino de cargas e passageiros tem como objetivo principal a caracterização do padrão de intercâmbio de viagens entre os polos de geração e atração de viagens, representados por matrizes de fluxos de transportes de cargas e passageiros entre municípios.

Os levantamentos de origem e destino não incluirão o modo ônibus, pois tanto os intermunicipais quanto os interestaduais estão submetidos a um regime de itinerários predefinidos pelo Poder Público e não por escolha do condutor.

As entrevistas sobre a Origem e Destino dos usuários são realizadas sobre uma amostra dos veículos que transitam em uma determinada seção rodoviária. Essa amostra é dimensionada de acordo com uma metodologia que garante o nível de confiabilidade e erro das informações.

A pesquisa de Origem e Destino (OD) será realizada na BR-324 para veículos de passageiros e carga. Analogamente será feita pesquisa de OD entre os usuários que cruzam a Ponte do Funil e os que utilizam o ferry boat (somente automóveis).

c. Preferência Declarada (PD) para automóveis e caminhões.

A pesquisa de Preferência Declarada tem por objetivo estimar o valor do tempo de viagem de motoristas em seus deslocamentos, em um contexto de escolha entre rotas pedagiadas e não pedagiadas, de forma a representar as categorias de usuários para o modelo de simulação.

A PD será realizada através da apresentação de cenários a cada entrevistado, com cada cenário apresentando opções de viagem possíveis (com detalhes de tempos de viagem, custos, níveis de qualidade diferenciados e assim por diante). Para cada cenário, será exigido que os respondentes indiquem sua opção de rota preferencial, se as apresentadas fossem os únicos meios viáveis de fazer a viagem.

A pesquisa de Preferência Declarada (PD) será realizada na BR-324 e com usuários do ferry (somente automóveis).

Esta etapa produzirá insumos para as etapas subsequentes e será reportada no Relatório Técnico 02.

- ESTIMAÇÃO DE MODELOS

Para a análise do tráfego desviado, será elaborada rede matemática com o sistema viário principal e zoneamento adotado e quaisquer outros detalhamentos necessários para que se aplique a demanda diretamente sobre um modelo matemático de simulação.

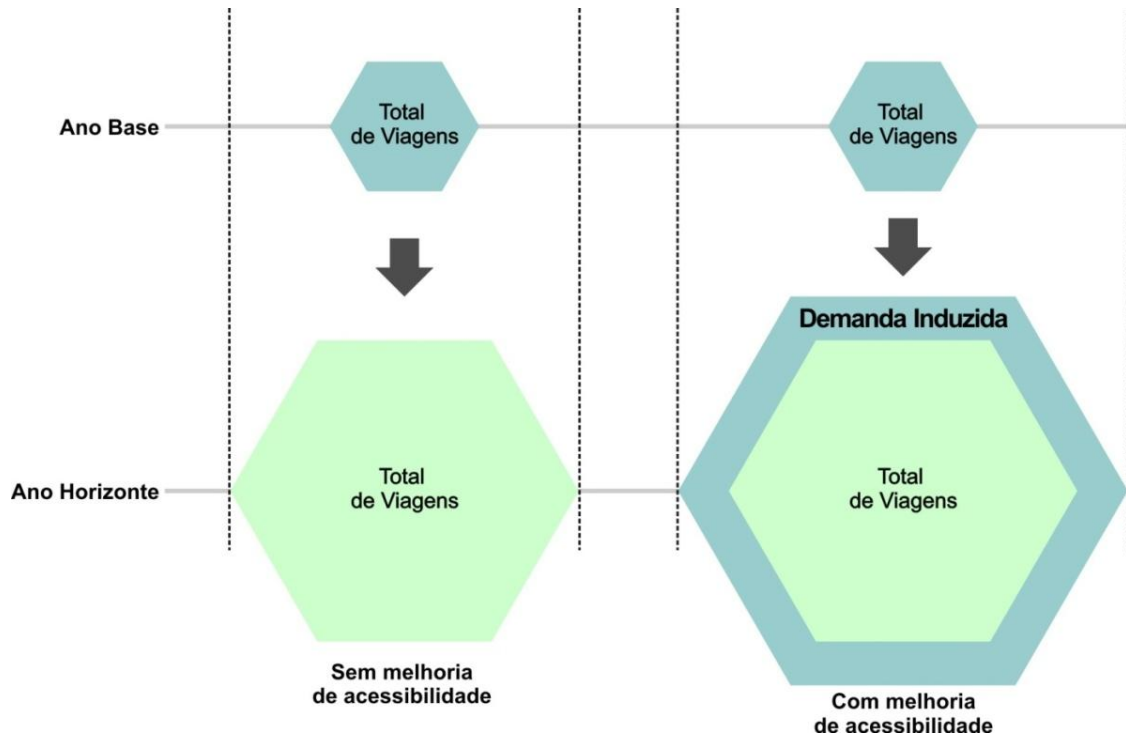
A calibração do modelo será baseada nas pesquisas de campo realizadas anteriormente.

Para a estimativa do tráfego induzido por acessibilidade, será utilizado um modelo probabilístico, que leve em consideração mudanças significativas das condições de acessibilidade, em função da introdução de novos trechos ou novas tecnologias que resultem em uma grande redução das impedâncias.

Dessa forma será estimado o aumento na demanda atraída em função da redução do tempo de viagem, *caeteris paribus*, ou seja, variando o tempo de viagem e mantendo constantes os níveis dos demais atributos relevantes.



Figura 4 – Aumento da demanda por aumento de acessibilidade



Tanto para a estimativa do tráfego desviado, como para aquele induzido por aumento de acessibilidade, um componente fundamental dos modelos é o que diz respeito ao *valor do tempo* dos usuários e que será derivado do tratamento das pesquisas de preferências declaradas descritas acima.

A ideia da atribuição de um valor ao tempo gasto, presente na teoria microeconômica de maximização da utilidade, é a premissa de que os tomadores de decisão (motoristas, no caso) são produtores e consumidores: eles alocam o tempo (recurso de que dispõem) com base em benefícios que podem ser obtidos no exercício da atividade, sujeitos ao princípio da minimização de custos da teoria.

Já no tráfego gerado por desenvolvimento urbano e regional, a abordagem que será utilizada para estimar a quantidade de viagens geradas pela ocupação adicional na Ilha de Itaparica e Litoral Sul se baseia no conceito de mobilidade urbana em regiões-testemunha e nas informações de ocupação e uso do solo que serão fornecidas pelo Contratante.

Isto significa que o modelo a ser elaborado para este componente de demanda (desenvolvimento urbano/regional) adotará como premissa a similaridade com algumas características específicas de outras áreas, no que concerne aos atributos associados a viagens e deslocamentos urbanos. Em linhas gerais, a partir da população adicional estimada para cada ano horizonte será calculado um índice de mobilidade (viagens por dia) variável em função das características socioeconômicas da ocupação prevista.

Esta etapa instrumentará os modelos que serão utilizados nas simulações seguintes e produzirá o Relatório Técnico 03.

- SIMULAÇÕES

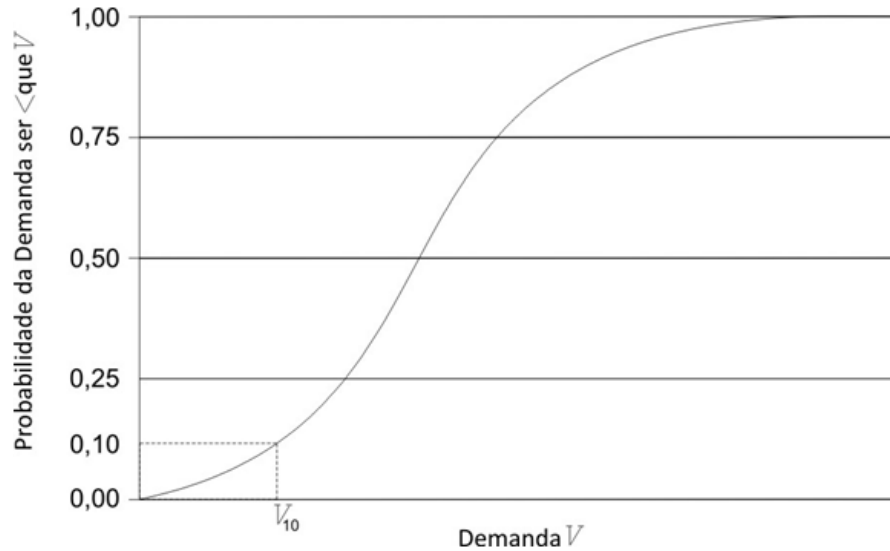
Serão produzidas estimativas de demanda para o ano de abertura – 2025 - e a cada cinco anos até o horizonte do projeto – 2054 - para a Ponte de Itaparica e Ponte do Funil. As estimativas serão explicitadas em termos de componente de demanda (desviada, induzida e gerada) e por tipo de veículo (automóveis e caminhões) e para dias úteis e finais de semana.

Serão simulados todos os cenários de ocupação e uso do solo para a Ilha de Itaparica e Litoral Sul da Bahia, que nos sejam fornecidos pelo Contratante.

Para o transporte coletivo será feita análise similar, com a estimativa da transferência (tráfego desviado) de usuários do transporte hidroviário para os coletivos, a demanda gerada por desenvolvimento urbano e por acessibilidade, e a transformação destes fluxos em ônibus convencionais ou similares.

Para cada cenário de ocupação e para a configuração de tarifas de pedágio que apresentar a receita máxima, será estimada uma curva de distribuição da probabilidade da demanda ser menor que um dado valor, mediante uma variação estocástica (por exemplo, Monte Carlo) dos níveis dos insumos da simulação.

Gráfico 1 – Distribuição de probabilidade da demanda



Finalmente será construída uma “banda de demanda” apresentando limites superiores e inferiores, ao longo do tempo, para o nível tarifário selecionado pelo Contratante.

Todos os resultados serão apresentados no Relatório Técnico 04.

- ENTREGAS FINAIS

Esta etapa compreende um período de revisão de todos os resultados e avaliação da necessidade de qualquer ajuste pelo Contratante, seguido das entregas definitivas dos resultados dos estudos.

O pacote final de entrega do projeto se subdivide em tres entregas, referentes a um relatório analítico global revisado, uma apresentação executiva em formato PowerPoint, resumindo as premissas e os resultados relevantes do estudo e uma planilha eletrônica, no formato Excel, que permitirá examinar os impactos na demanda devidos aos distintos cenários de ocupação e uso do solo *versus* diferentes níveis tarifários.

- SUPORTE À LICITAÇÃO

Período com duração máxima de 180 dias após as entregas finais, em que a Sinergia estará disponível para responder a questionamentos e esclarecer dúvidas de interessados no processo licitatório, sem que sejam produzidos quaisquer resultados complementares e/ou novas pesquisas ou levantamentos de dados secundários.

### I.3.3. Cronograma de Execução

A seguir apresenta-se o cronograma consolidado previsto para a execução das atividades do estudo.

Quadro 2 – Cronograma consolidado

| <b>Etapa / Milestone</b>             | 17/mai | 27/mai | 03/jun | 10/jun | 17/jun | 24/jun | 01/jul | 08/jul | 15/jul | 22/jul | 29/jul | 05/ago | 12/ago | ... | 11/fev |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|--------|
| Início do Projeto / Ordem de serviço | 0      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |     |        |
| Planejamento e Mobilização           |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |     |        |
| Relatório Técnico 01                 |        |        | 1      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |     |        |
| Levantamentos e Pesquisas de Campo   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |     |        |
| Relatório Técnico 02                 |        |        |        |        |        |        | 2      |        |        |        |        |        |        |     |        |
| Estimação de Modelos                 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |     |        |
| Relatório Técnico 03                 |        |        |        |        |        |        |        |        | 3      |        |        |        |        |     |        |
| Simulações                           |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |     |        |
| Relatório Técnico 04                 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 4      |        |        |     |        |
| Entregas Finais                      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |     |        |
| Relatório Técnico 05                 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 5      |     |        |
| Suporte / Relatório Técnico 06       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | ... | 6      |

Além dos eventos acima indicados, são esperadas visitas da coordenação, a serem realizadas em momentos oportunos do desenvolvimento do estudo.

Os *calls* de andamento, propostos na reunião de *kick-off*, devem ocorrer conforme necessidade e poderão ser realizados remotamente via *Skype*, ou similar.

## I.4 ENTREGÁVEIS

Como resultado dos estudos realizados, serão entregues ao Contratante os seguintes produtos:

- • **Relatório Técnico 01:** Relatório de Planejamento das atividades a serem realizadas, referente aos Estudos Complementares de Demanda do Sistema Viário do Oeste (*este Relatório*).
- • **Relatório Técnico 02:** Relatório contendo os dados coletados de fontes secundárias, bem como através de pesquisa de campo a exemplo da contagem volumétrica, da preferência declarada, da origem e destino, etc.
- • **Relatório Técnico 03:** Relatório que deve conter:
  - i. modelos probabilísticos de demanda que consideram o potencial de crescimento do tráfego;
  - ii. a disponibilidade a pagar;
  - iii. o valor do tempo;
  - iv. estimativa de demanda a ser gerada a partir do desenvolvimento urbano na ilha de Itaparica e desenvolvimento regional no Litoral Sul.
- • **Relatório Técnico 04:** Esta entrega deverá apresentar:
  - i. estimativas de demanda explicitadas em termos de componente de demanda (desviada, induzida e gerada) e por tipo de veículo (automóveis e caminhões);
  - ii. simulação de valores distintos de pedágio na Ponte, por tipo de veículo e para dia útil e final de semana;
  - iii. simulação de todos os cenários de ocupação e uso do solo para a ilha de Itaparica e Litoral Sul da Bahia fornecidos pelo Contratante;
  - iv. “banda de demanda” apresentando limites superiores e inferiores, ao longo do tempo, para o nível tarifário selecionado.
  - v. uma curva de distribuição da probabilidade de demanda a ser menor que um dado valor, mediante uma variação estocástica dos níveis de insumos da simulação.

- • **Relatório Técnico 05:**
  - Entrega 1: Relatório analítico contendo:
    - i. descrição da metodologia utilizada;
    - ii. a forma funcional das curvas de demanda e testes estatísticos realizados;
    - iii. as tabelas de tráfego e o(s) gráficos da (s) curvas(s) de distribuição de probabilidade além do gráfico de banda de demanda para os cenários tarifários.
  - Entrega 2: Planilha no formato Excel que permitirá examinar os impactos na demanda devidos aos distintos cenários de ocupação e uso do solo *versus* diferentes níveis tarifários.
  - Entrega 3: Apresentação executiva em formato Power Point, resumindo as premissas e os resultados relevantes do estudo.
  
- • **Relatório Técnico 06:** Prestação de suporte ao Contratante durante a licitação, mediante elaboração de respostas a questionamentos, atinentes aos serviços objeto do Contrato.



# ***TOMO II*** ***RELATÓRIO TÉCNICO 02***

## **II.1 APRESENTAÇÃO**

Este Relatório Técnico 02 descreve os levantamentos de campo realizados, apresentando alguns resultados dos mesmos, assim como elenca as fontes secundárias consultadas, compilando as informações delas extraídas. Todas as fontes secundárias, quando não houver menção em contrário, foram fornecidas pelo Cliente, estando os nomes dos arquivos recebidos mencionados explicitamente ou em notas de rodapé.

A importância deste Relatório reside, assim, na documentação dos insumos que serão utilizados nas etapas seguintes de estimação dos modelos e nas simulações do comportamento dos fluxos de tráfego que poderão utilizar a nova ligação viária.

## II.2 DADOS SOBRE FLUXOS DE VEÍCULOS

### II.2.1. Contagens Volumétricas Ponte do Funil

Foram realizadas, no mês de junho/2019, contagens volumétricas classificadas na rodovia BA-001, altura do Km 32, no acesso à Ponte do Funil. Essas contagens tiveram a duração de sete dias, vinte e quatro horas por dia e os seus resultados servirão para a expansão das amostras das pesquisas de origem e destino e para a calibração do modelo probabilístico de demanda, que será descrito em relatórios posteriores.

Um resumo dos dados apurados através deste levantamento está apresentado nos quadros e gráficos a seguir.

Quadro 3 – Contagens FUNIL – Sentido Salvador

| D.SEM    | PERÍODO       | AUTO | MOTO | SR(4) | SR(3) | ON.(2) | ON.(3) | CAM.(2) | CAM.(3) | CAM.(4) | CAM.(5) | CAM.(6) | CAM.(7) | CAM.(8) | TOTAL |
|----------|---------------|------|------|-------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| 5ª FEIRA | 00:00 - 24:00 | 1283 | 97   | 7     | 1     | 72     | 3      | 92      | 68      | 3       | 0       | 4       | 0       | 0       | 1630  |
| 6ª FEIRA | 00:00 - 24:00 | 1588 | 119  | 6     | 3     | 66     | 3      | 114     | 56      | 6       | 4       | 6       | 0       | 0       | 1971  |
| SÁBADO   | 00:00 - 24:00 | 1418 | 175  | 9     | 1     | 78     | 4      | 59      | 29      | 4       | 0       | 0       | 0       | 1       | 1778  |
| DOMINGO  | 00:00 - 24:00 | 1298 | 170  | 3     | 0     | 53     | 4      | 16      | 3       | 0       | 0       | 1       | 0       | 0       | 1548  |
| 2ª FEIRA | 00:00 - 24:00 | 1621 | 206  | 4     | 0     | 77     | 4      | 78      | 40      | 3       | 2       | 3       | 0       | 0       | 2038  |
| 3ª FEIRA | 00:00 - 24:00 | 1319 | 152  | 4     | 1     | 77     | 3      | 110     | 60      | 5       | 2       | 1       | 0       | 0       | 1734  |
| 4ª FEIRA | 00:00 - 24:00 | 1344 | 125  | 5     | 3     | 78     | 3      | 117     | 60      | 3       | 1       | 4       | 0       | 0       | 1743  |

Quadro 4 – Contagens FUNIL – Sentido Nazaré

| D.SEM    | PERÍODO       | AUTO | MOTO | SR(4) | SR(3) | ON.(2) | ON.(3) | CAM.(2) | CAM.(3) | CAM.(4) | CAM.(5) | CAM.(6) | CAM.(7) | CAM.(8) | TOTAL |
|----------|---------------|------|------|-------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| 5ª FEIRA | 00:00 - 24:00 | 1396 | 98   | 4     | 0     | 76     | 4      | 111     | 69      | 3       | 2       | 3       | 0       | 0       | 1766  |
| 6ª FEIRA | 00:00 - 24:00 | 1601 | 152  | 7     | 2     | 73     | 3      | 110     | 52      | 5       | 5       | 6       | 0       | 0       | 2016  |
| SÁBADO   | 00:00 - 24:00 | 1406 | 196  | 4     | 0     | 76     | 4      | 74      | 28      | 4       | 0       | 0       | 0       | 1       | 1793  |
| DOMINGO  | 00:00 - 24:00 | 1319 | 164  | 10    | 1     | 57     | 5      | 13      | 3       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 1572  |
| 2ª FEIRA | 00:00 - 24:00 | 1531 | 148  | 10    | 0     | 75     | 4      | 60      | 33      | 3       | 0       | 4       | 0       | 0       | 1868  |
| 3ª FEIRA | 00:00 - 24:00 | 1376 | 140  | 6     | 1     | 79     | 4      | 110     | 60      | 5       | 1       | 2       | 0       | 0       | 1784  |
| 4ª FEIRA | 00:00 - 24:00 | 1422 | 142  | 7     | 3     | 71     | 3      | 122     | 54      | 3       | 2       | 4       | 0       | 0       | 1833  |

Quadro 5 – Contagens FUNIL – Ambos os sentidos

| D.SEM    | PERÍODO       | AUTO | MOTO | SR(4) | SR(3) | ON.(2) | ON.(3) | CAM.(2) | CAM.(3) | CAM.(4) | CAM.(5) | CAM.(6) | CAM.(7) | CAM.(8) | TOTAL |
|----------|---------------|------|------|-------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| 5ª FEIRA | 00:00 - 24:00 | 2679 | 195  | 11    | 1     | 148    | 7      | 203     | 137     | 6       | 2       | 7       | 0       | 0       | 3396  |
| 6ª FEIRA | 00:00 - 24:00 | 3189 | 271  | 13    | 5     | 139    | 6      | 224     | 108     | 11      | 9       | 12      | 0       | 0       | 3987  |
| SÁBADO   | 00:00 - 24:00 | 2824 | 371  | 13    | 1     | 154    | 8      | 133     | 57      | 8       | 0       | 0       | 0       | 2       | 3571  |
| DOMINGO  | 00:00 - 24:00 | 2617 | 334  | 13    | 1     | 110    | 9      | 29      | 6       | 0       | 0       | 1       | 0       | 0       | 3120  |
| 2ª FEIRA | 00:00 - 24:00 | 3152 | 354  | 14    | 0     | 152    | 8      | 138     | 73      | 6       | 2       | 7       | 0       | 0       | 3906  |
| 3ª FEIRA | 00:00 - 24:00 | 2695 | 292  | 10    | 2     | 156    | 7      | 220     | 120     | 10      | 3       | 3       | 0       | 0       | 3518  |
| 4ª FEIRA | 00:00 - 24:00 | 2766 | 267  | 12    | 6     | 149    | 6      | 239     | 114     | 6       | 3       | 8       | 0       | 0       | 3576  |

Gráfico 2 – Contagens FUNIL – Autos Sentido Itaparica

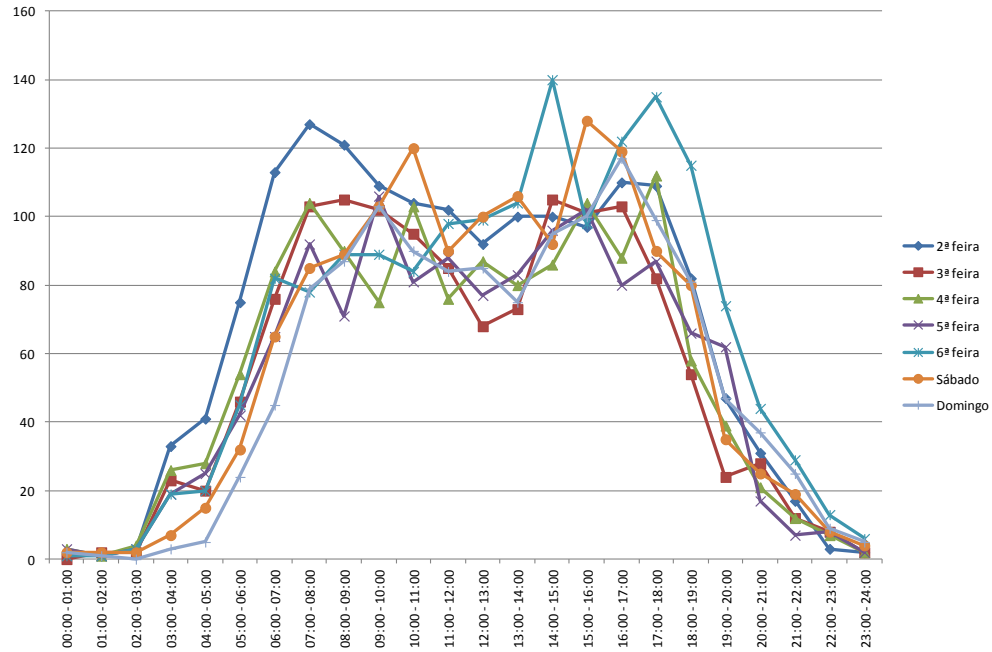


Gráfico 3 – Contagens FUNIL – Autos Sentido Nazaré

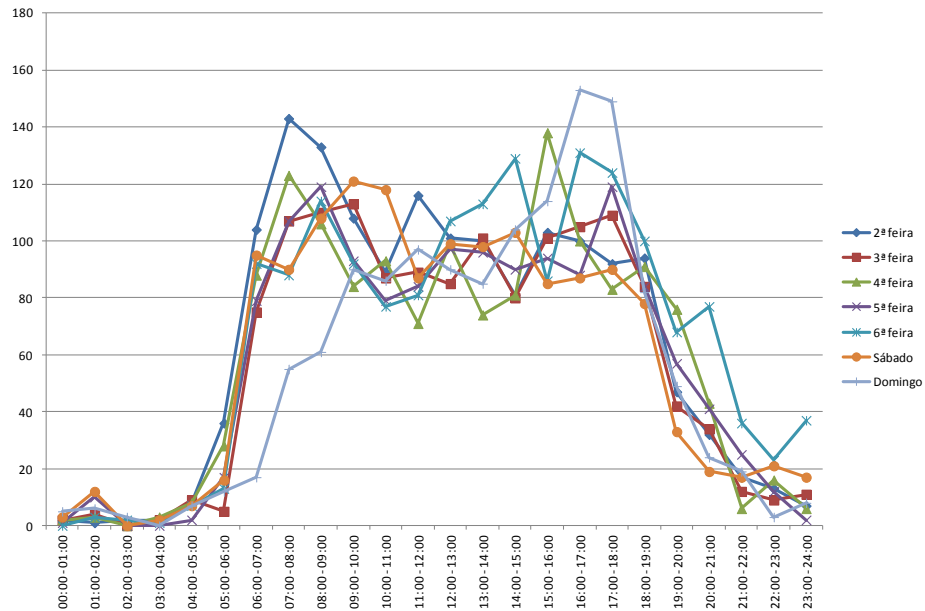


Gráfico 4 – Contagens FUNIL – Sentido Itaparica

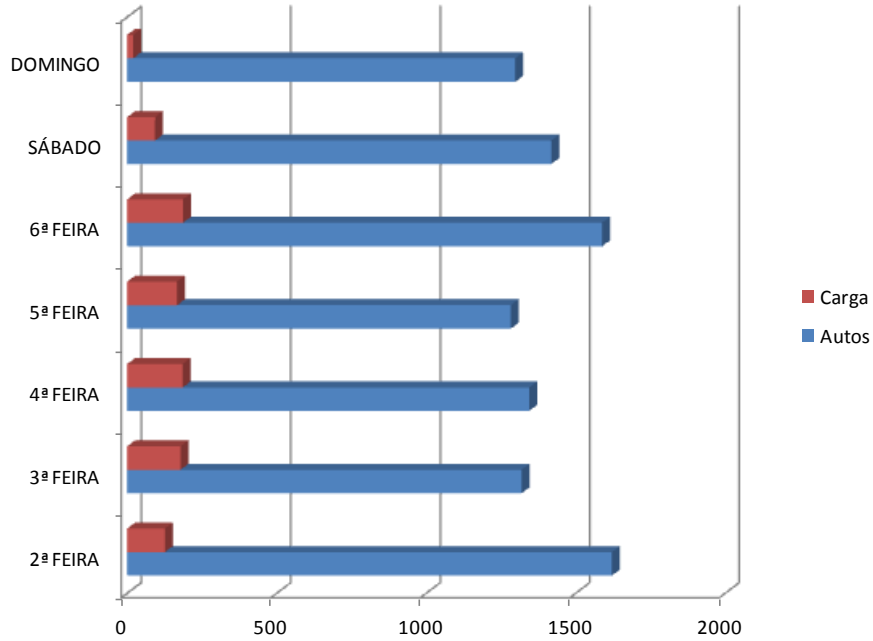
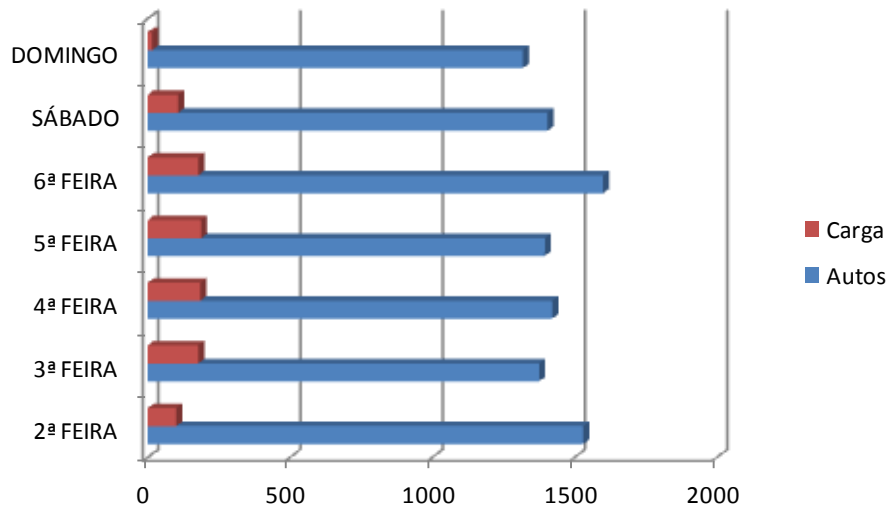


Gráfico 5 – Contagens FUNIL – Sentido Nazaré



## **II.2.2. Dados de movimentação no pedágio da BR-324**

A quase totalidade do tráfego de longa distância, que se origina ou destina a Salvador, faz uso da BR-324, tornando esta uma *proxy* adequada para estimativas de volume e comportamento daqueles fluxos.

Foram obtidos, junto à concessionária ViaBahia, os dados relativos à movimentação de veículos na praça de pedágio de Simões Filho, nos dias em que foram realizadas as pesquisas de campo envolvendo entrevistas de origem e destino e de preferências declaradas. Esses dados, além de permitirem a expansão das amostras coletadas, servirão para a calibração do modelo probabilístico de demanda, que será descrito em relatórios posteriores.

A seguir estão reproduzidos, os dados de movimentação observados, distribuídos nas suas diversas categorias pedagíveis.



Quadro 6 – Contagem Bidirecional de Veículos na Praça de Pedágio de Simões Filho – BR324

| Data       | Horário | Categorias |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Total |              |
|------------|---------|------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|--------------|
|            |         | 01         | 02  | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 |       | Outros       |
| 06/06/2019 | 00h     | 149        | 34  | 17 | 12 | 10 | 8  | 4  | 0  | 3  | 1  | 1  | 1  | 5     | <b>245</b>   |
|            | 01h     | 113        | 23  | 11 | 8  | 10 | 8  | 1  | 0  | 3  | 0  | 0  | 0  | 1     | <b>178</b>   |
|            | 02h     | 75         | 15  | 17 | 7  | 4  | 13 | 5  | 1  | 8  | 1  | 1  | 0  | 0     | <b>147</b>   |
|            | 03h     | 112        | 32  | 25 | 17 | 9  | 13 | 5  | 0  | 17 | 0  | 0  | 1  | 1     | <b>232</b>   |
|            | 04h     | 255        | 89  | 57 | 14 | 12 | 11 | 9  | 2  | 12 | 1  | 0  | 6  | 0     | <b>468</b>   |
|            | 05h     | 683        | 165 | 70 | 37 | 16 | 33 | 9  | 1  | 16 | 0  | 1  | 11 | 5     | <b>1.047</b> |
|            | 06h     | 1.723      | 233 | 89 | 48 | 43 | 39 | 12 | 0  | 14 | 2  | 1  | 46 | 15    | <b>2.265</b> |
|            | 07h     | 2.131      | 249 | 80 | 30 | 37 | 40 | 10 | 0  | 22 | 1  | 1  | 71 | 28    | <b>2.700</b> |
|            | 08h     | 1.905      | 230 | 74 | 39 | 22 | 27 | 9  | 0  | 13 | 6  | 0  | 44 | 9     | <b>2.378</b> |
|            | 09h     | 1.433      | 200 | 67 | 34 | 28 | 38 | 5  | 0  | 25 | 2  | 2  | 36 | 12    | <b>1.882</b> |
|            | 10h     | 1.910      | 248 | 95 | 62 | 45 | 44 | 17 | 4  | 33 | 4  | 2  | 30 | 8     | <b>2.502</b> |
|            | 11h     | 1.638      | 195 | 83 | 58 | 43 | 53 | 12 | 2  | 29 | 4  | 1  | 26 | 0     | <b>2.144</b> |
|            | 12h     | 1.575      | 208 | 90 | 50 | 31 | 45 | 16 | 2  | 27 | 4  | 5  | 40 | 1     | <b>2.094</b> |
|            | 13h     | 1.558      | 229 | 78 | 47 | 32 | 26 | 11 | 3  | 7  | 3  | 1  | 31 | 2     | <b>2.028</b> |
|            | 14h     | 1.695      | 249 | 94 | 60 | 38 | 26 | 19 | 1  | 14 | 0  | 0  | 32 | 2     | <b>2.230</b> |
|            | 15h     | 1.872      | 225 | 93 | 62 | 41 | 41 | 15 | 2  | 28 | 5  | 4  | 33 | 1     | <b>2.422</b> |
|            | 16h     | 2.110      | 263 | 85 | 57 | 27 | 32 | 15 | 3  | 31 | 4  | 2  | 52 | 0     | <b>2.681</b> |
|            | 17h     | 2.220      | 254 | 85 | 35 | 44 | 32 | 8  | 0  | 7  | 2  | 2  | 73 | 1     | <b>2.763</b> |
|            | 18h     | 1.640      | 199 | 77 | 40 | 33 | 34 | 19 | 1  | 21 | 2  | 0  | 26 | 2     | <b>2.094</b> |
|            | 19h     | 1.215      | 197 | 62 | 23 | 23 | 23 | 6  | 2  | 25 | 3  | 0  | 21 | 0     | <b>1.600</b> |
|            | 20h     | 759        | 122 | 67 | 23 | 32 | 13 | 11 | 1  | 11 | 5  | 1  | 10 | 0     | <b>1.055</b> |
|            | 21h     | 520        | 78  | 41 | 19 | 28 | 26 | 8  | 0  | 29 | 1  | 0  | 11 | 0     | <b>761</b>   |
|            | 22h     | 378        | 102 | 49 | 24 | 16 | 22 | 9  | 0  | 19 | 0  | 0  | 6  | 1     | <b>626</b>   |
|            | 23h     | 268        | 39  | 34 | 16 | 9  | 7  | 9  | 0  | 14 | 2  | 1  | 3  | 0     | <b>402</b>   |

| Categorias |  |
|------------|--|
| 1          | Automóvel, caminhonete e furgão                                      |
| 2          | Caminhão leve, ônibus, caminhão-trator e furgão com rodagem dupla    |
| 3          | Caminhão, caminhão-trator, caminhão-trator com semi-reboque e ônibus |
| 4          | Caminhão com reboque, caminhão-trator com semi-reboque               |
| 5          | Caminhão com reboque, caminhão-trator com semi-reboque               |
| 6          | Caminhão com reboque, caminhão-trator com semi-reboque               |
| 7          | Caminhão com reboque, caminhão-trator com semi-reboque               |
| 8          | Caminhão com reboque, caminhão-trator com semi-reboque               |
| 9          | Caminhão com reboque, caminhão-trator com semi-reboque               |
| 10         | Automóvel com semi-reboque, caminhonete com semi-reboque             |
| 11         | Automóvel com reboque e caminhonete com reboque                      |
| 12         | Motocicletas, motonetas e bicicletas moto                            |

Quadro 6 - Contagem Bidirecional de Veículos na Praça de Pedágio de Simões Filho – BR324 (Continuação)

| Data       | Horário | Categorias |     |     |    |    |    |    |    |    |    |     |    |              | Total        |
|------------|---------|------------|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|--------------|--------------|
|            |         | 01         | 02  | 03  | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11  | 12 | Outros       |              |
| 07/06/2019 | 00h     | 159        | 54  | 21  | 18 | 9  | 15 | 4  | 1  | 26 | 0  | 0   | 1  | 0            | <b>308</b>   |
|            | 01h     | 69         | 17  | 10  | 6  | 2  | 11 | 6  | 0  | 3  | 1  | 0   | 0  | 1            | <b>126</b>   |
|            | 02h     | 127        | 49  | 71  | 15 | 8  | 12 | 4  | 0  | 12 | 3  | 0   | 0  | 2            | <b>303</b>   |
|            | 03h     | 130        | 57  | 33  | 11 | 10 | 17 | 13 | 0  | 22 | 5  | 0   | 0  | 1            | <b>299</b>   |
|            | 04h     | 313        | 105 | 39  | 11 | 14 | 21 | 9  | 3  | 14 | 1  | 2   | 3  | 2            | <b>537</b>   |
|            | 05h     | 762        | 136 | 83  | 34 | 28 | 40 | 20 | 2  | 6  | 4  | 0   | 19 | 2            | <b>1.136</b> |
|            | 06h     | 1796       | 260 | 66  | 38 | 39 | 57 | 12 | 1  | 20 | 6  | 0   | 56 | 2            | <b>2.353</b> |
|            | 07h     | 2129       | 241 | 84  | 38 | 29 | 58 | 11 | 1  | 20 | 4  | 3   | 85 | 1            | <b>2.704</b> |
|            | 08h     | 2111       | 226 | 75  | 60 | 43 | 42 | 12 | 2  | 10 | 6  | 0   | 52 | 1            | <b>2.640</b> |
|            | 09h     | 1942       | 249 | 88  | 37 | 31 | 54 | 15 | 1  | 29 | 8  | 2   | 47 | 2            | <b>2.505</b> |
|            | 10h     | 1808       | 214 | 100 | 55 | 31 | 34 | 14 | 1  | 15 | 4  | 1   | 53 | 1            | <b>2.331</b> |
|            | 11h     | 1808       | 274 | 79  | 46 | 33 | 46 | 16 | 1  | 11 | 3  | 2   | 35 | 2            | <b>2.356</b> |
|            | 12h     | 1828       | 241 | 82  | 60 | 42 | 37 | 20 | 1  | 26 | 2  | 2   | 52 | 4            | <b>2.397</b> |
|            | 13h     | 1984       | 250 | 84  | 50 | 36 | 38 | 16 | 0  | 19 | 8  | 1   | 47 | 3            | <b>2.536</b> |
| 14h        | 2240    | 286        | 99  | 50  | 35 | 31 | 12 | 0  | 11 | 5  | 3  | 68  | 2  | <b>2.842</b> |              |
| 15h        | 2461    | 268        | 104 | 63  | 24 | 45 | 19 | 1  | 28 | 10 | 3  | 67  | 4  | <b>3.097</b> |              |
| 16h        | 2643    | 281        | 94  | 64  | 31 | 41 | 15 | 1  | 30 | 6  | 1  | 78  | 4  | <b>3.289</b> |              |
| 17h        | 2788    | 327        | 100 | 48  | 35 | 34 | 9  | 1  | 12 | 6  | 2  | 109 | 6  | <b>3.477</b> |              |
| 18h        | 2294    | 238        | 76  | 37  | 35 | 38 | 17 | 2  | 29 | 6  | 1  | 57  | 0  | <b>2.830</b> |              |
| 19h        | 1766    | 189        | 57  | 15  | 27 | 40 | 16 | 0  | 28 | 8  | 0  | 40  | 2  | <b>2.188</b> |              |
| 20h        | 1196    | 129        | 60  | 29  | 24 | 20 | 8  | 0  | 2  | 3  | 1  | 20  | 0  | <b>1.492</b> |              |
| 21h        | 770     | 78         | 34  | 10  | 15 | 15 | 6  | 1  | 19 | 1  | 3  | 22  | 0  | <b>974</b>   |              |
| 22h        | 548     | 91         | 47  | 19  | 19 | 16 | 8  | 1  | 18 | 0  | 0  | 12  | 0  | <b>779</b>   |              |
| 23h        | 333     | 41         | 21  | 15  | 10 | 7  | 13 | 1  | 10 | 2  | 0  | 2   | 0  | <b>455</b>   |              |

| Categorias |  |
|------------|--|
| 1          | Automóvel, caminhonete e furgão                                      |
| 2          | Caminhão leve, ônibus, caminhão-trator e furgão com rodagem dupla    |
| 3          | Caminhão, caminhão-trator, caminhão-trator com semi-reboque e ônibus |
| 4          | Caminhão com reboque, caminhão-trator com semi-reboque               |
| 5          | Caminhão com reboque, caminhão-trator com semi-reboque               |
| 6          | Caminhão com reboque, caminhão-trator com semi-reboque               |
| 7          | Caminhão com reboque, caminhão-trator com semi-reboque               |
| 8          | Caminhão com reboque, caminhão-trator com semi-reboque               |
| 9          | Caminhão com reboque, caminhão-trator com semi-reboque               |
| 10         | Automóvel com semi-reboque, caminhonete com semi-reboque             |
| 11         | Automóvel com reboque e caminhonete com reboque                      |
| 12         | Motocicletas, motonetas e bicicletas moto                            |

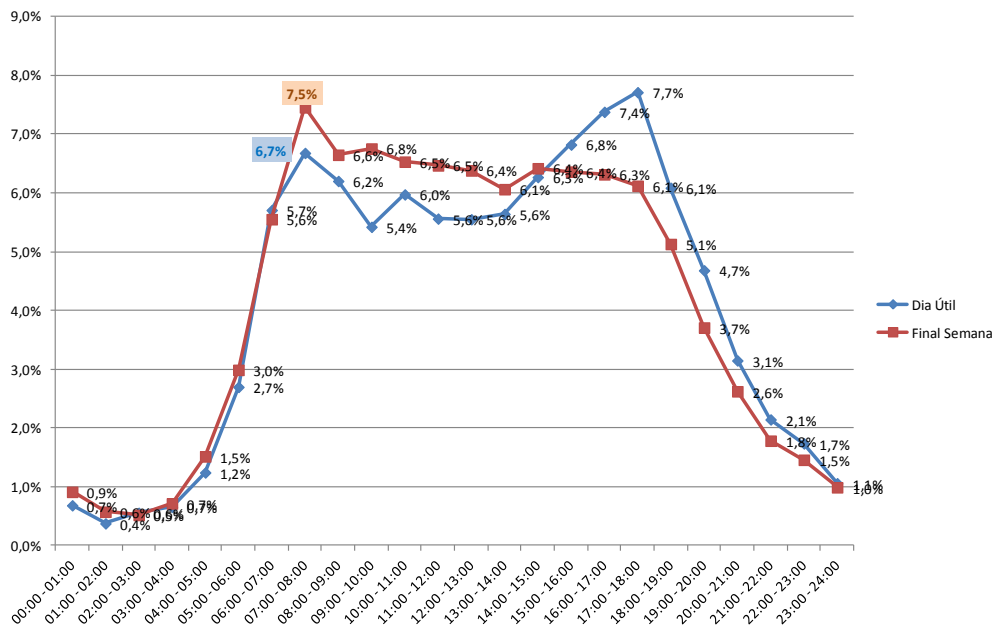
Quadro 6 - Contagem Bidirecional de Veículos na Praça de Pedágio de Simões Filho – BR324 (Continuação)

| Data       | Horário | Categorias |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     | Total      |              |
|------------|---------|------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|------------|--------------|
|            |         | 01         | 02  | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12  |            | Outros       |
| 08/06/2019 | 00h     | 203        | 37  | 13 | 5  | 13 | 12 | 8  | 0  | 19 | 0  | 1  | 7   | 0          | <b>318</b>   |
|            | 01h     | 109        | 25  | 14 | 5  | 6  | 16 | 6  | 0  | 17 | 0  | 1  | 1   | 0          | <b>200</b>   |
|            | 02h     | 97         | 14  | 7  | 10 | 4  | 12 | 17 | 0  | 17 | 2  | 0  | 1   | 0          | <b>181</b>   |
|            | 03h     | 148        | 22  | 16 | 7  | 5  | 16 | 13 | 0  | 13 | 3  | 1  | 5   | 0          | <b>249</b>   |
|            | 04h     | 345        | 42  | 32 | 23 | 10 | 15 | 12 | 1  | 30 | 8  | 0  | 10  | 0          | <b>528</b>   |
|            | 05h     | 735        | 87  | 67 | 28 | 14 | 26 | 19 | 1  | 28 | 6  | 1  | 29  | 0          | <b>1.041</b> |
|            | 06h     | 1.503      | 171 | 66 | 29 | 30 | 42 | 11 | 2  | 15 | 2  | 2  | 61  | 0          | <b>1.934</b> |
|            | 07h     | 2.189      | 159 | 51 | 32 | 32 | 37 | 7  | 0  | 17 | 5  | 1  | 66  | 1          | <b>2.597</b> |
|            | 08h     | 1.873      | 166 | 57 | 21 | 22 | 46 | 11 | 0  | 8  | 8  | 2  | 99  | 3          | <b>2.316</b> |
|            | 09h     | 1.860      | 153 | 59 | 51 | 31 | 35 | 17 | 2  | 43 | 6  | 0  | 96  | 0          | <b>2.353</b> |
|            | 10h     | 1.802      | 168 | 66 | 36 | 30 | 42 | 13 | 3  | 21 | 3  | 2  | 89  | 0          | <b>2.275</b> |
|            | 11h     | 1.816      | 152 | 55 | 36 | 39 | 35 | 10 | 0  | 24 | 5  | 3  | 78  | 0          | <b>2.253</b> |
|            | 12h     | 1.833      | 154 | 65 | 40 | 18 | 27 | 11 | 0  | 4  | 7  | 1  | 62  | 1          | <b>2.223</b> |
|            | 13h     | 1.725      | 134 | 49 | 40 | 22 | 29 | 8  | 0  | 11 | 8  | 2  | 84  | 0          | <b>2.112</b> |
|            | 14h     | 1.820      | 174 | 43 | 25 | 17 | 17 | 12 | 1  | 17 | 9  | 0  | 98  | 3          | <b>2.236</b> |
|            | 15h     | 1.872      | 123 | 48 | 26 | 15 | 17 | 12 | 1  | 1  | 5  | 2  | 93  | 1          | <b>2.216</b> |
|            | 16h     | 1.818      | 147 | 45 | 28 | 19 | 21 | 6  | 0  | 26 | 3  | 0  | 85  | 2          | <b>2.200</b> |
|            | 17h     | 1.758      | 121 | 23 | 19 | 14 | 23 | 2  | 0  | 1  | 5  | 1  | 164 | 1          | <b>2.132</b> |
|            | 18h     | 1.509      | 111 | 36 | 21 | 12 | 14 | 7  | 0  | 13 | 5  | 1  | 58  | 0          | <b>1.787</b> |
|            | 19h     | 1.088      | 84  | 30 | 14 | 11 | 13 | 7  | 0  | 1  | 7  | 3  | 32  | 2          | <b>1.292</b> |
|            | 20h     | 744        | 50  | 27 | 13 | 9  | 15 | 8  | 1  | 19 | 5  | 0  | 21  | 2          | <b>914</b>   |
|            | 21h     | 513        | 34  | 12 | 8  | 5  | 13 | 3  | 0  | 11 | 4  | 1  | 17  | 0          | <b>621</b>   |
|            | 22h     | 401        | 43  | 22 | 5  | 4  | 12 | 5  | 1  | 5  | 0  | 0  | 8   | 2          | <b>508</b>   |
| 23h        | 288     | 15         | 10  | 3  | 2  | 8  | 0  | 0  | 2  | 2  | 1  | 12 | 2   | <b>345</b> |              |

| Categorias |  |
|------------|--|
| 1          | Automóvel, caminhonete e furgão                                      |
| 2          | Caminhão leve, ônibus, caminhão-trator e furgão com rodagem dupla    |
| 3          | Caminhão, caminhão-trator, caminhão-trator com semi-reboque e ônibus |
| 4          | Caminhão com reboque, caminhão-trator com semi-reboque               |
| 5          | Caminhão com reboque, caminhão-trator com semi-reboque               |
| 6          | Caminhão com reboque, caminhão-trator com semi-reboque               |
| 7          | Caminhão com reboque, caminhão-trator com semi-reboque               |
| 8          | Caminhão com reboque, caminhão-trator com semi-reboque               |
| 9          | Caminhão com reboque, caminhão-trator com semi-reboque               |
| 10         | Automóvel com semi-reboque, caminhonete com semi-reboque             |
| 11         | Automóvel com reboque e caminhonete com reboque                      |
| 12         | Motocicletas, motonetas e bicicletas moto                            |

Apresenta-se a seguir um gráfico com a distribuição horária observada da demanda na BR-324, o que é relevante para a calibração dos modelos de simulação - que são construídos para representar a hora pico matutina.

Gráfico 6 – Distribuição Horária dos Fluxos na BR324



Como já mencionado, que a movimentação na BA-324 é a melhor *proxy* para o comportamento do tráfego de longa distância de/para Salvador, foram obtidos também dados históricos de movimentação na referida praça, para permitir a determinação da sazonalidade anual dos volumes de veículos.

Os fatores de sazonalidade são aplicados aos dados coletados em um determinado mês, para se chegar a um mês médio típico e assim permitir a expansão dos resultados obtidos naquele mês para valores anuais. Ou seja, calcula-se 1/12 avos dos valores anuais e computa-se, para cada mês, que proporção ele representa daquele valor, podendo ser um afastamento para cima ou para baixo.

Assim, os dados volumétricos coletados para o mês de junho, poderão ser corrigidos para representarem médias anuais. O quadro a seguir apresenta a movimentação observada nos sete últimos anos, de 2012 a 2018, de acordo com a ViaBahia.

Quadro 7 – Volumes mensais na Praça de Simões Filho

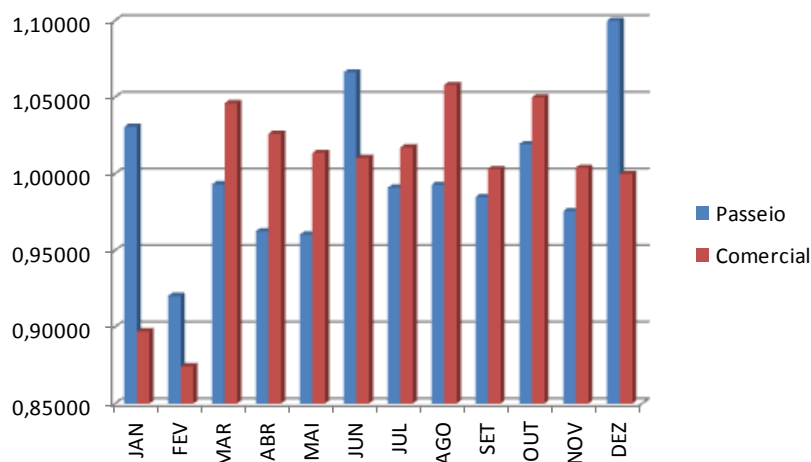
| Praça | Mês | 2012      |           | 2013      |           | 2014      |           | 2015      |           | 2016      |           | 2017      |           | 2018      |           |
|-------|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|       |     | Passeio   | Comercial | Passeio   | Comercial | Passeio   | Comercial | Passeio   | Comercial | Passeio   | Comercial | Passeio   | Comercial | Passeio   | Comercial |
| P1    | JAN | 985.529   | 232.986   | 791.926   | 117.727   | 1.071.388 | 237.011   | 1.073.869 | 224.630   | 1.010.550 | 198.213   | 1.036.504 | 195.492   | 1.047.293 | 204.763   |
| P1    | FEV | 836.792   | 199.955   | 881.657   | 201.524   | 922.915   | 222.517   | 927.266   | 199.737   | 923.212   | 190.394   | 880.460   | 180.244   | 888.781   | 182.311   |
| P1    | MAR | 924.135   | 251.227   | 983.444   | 240.867   | 998.639   | 237.663   | 967.830   | 244.414   | 980.601   | 222.097   | 947.068   | 225.816   | 954.166   | 223.415   |
| P1    | ABR | 938.775   | 238.998   | 905.664   | 259.097   | 989.429   | 244.537   | 952.897   | 231.409   | 901.938   | 220.307   | 931.993   | 203.219   | 928.791   | 218.262   |
| P1    | MAI | 923.632   | 245.668   | 946.132   | 248.587   | 994.707   | 254.947   | 929.759   | 224.579   | 933.432   | 221.589   | 949.837   | 225.400   | 856.591   | 176.236   |
| P1    | JUN | 1.021.675 | 244.776   | 1.033.734 | 236.251   | 1.063.057 | 235.830   | 1.043.391 | 227.624   | 1.033.007 | 200.615   | 1.055.385 | 212.420   | 1.003.176 | 233.268   |
| P1    | JUL | 961.565   | 244.227   | 954.213   | 248.098   | 965.975   | 243.063   | 967.836   | 228.467   | 961.171   | 201.123   | 974.960   | 212.739   | 954.347   | 224.783   |
| P1    | AGO | 956.226   | 250.294   | 964.719   | 247.512   | 1.015.042 | 247.310   | 956.178   | 234.235   | 937.474   | 215.090   | 962.073   | 231.406   | 962.269   | 238.642   |
| P1    | SET | 954.813   | 228.205   | 949.015   | 236.282   | 1.000.258 | 240.730   | 964.553   | 231.531   | 924.057   | 204.324   | 951.173   | 219.910   | 955.828   | 217.701   |
| P1    | OUT | 998.225   | 244.784   | 973.119   | 249.937   | 1.035.025 | 250.565   | 1.000.796 | 233.704   | 960.723   | 202.361   | 985.184   | 229.418   | 982.307   | 242.163   |
| P1    | NOV | 946.026   | 237.158   | 997.057   | 244.863   | 974.749   | 233.720   | 936.619   | 215.303   | 900.904   | 203.400   | 947.745   | 215.998   | 932.799   | 229.526   |
| P1    | DEZ | 1.044.617 | 229.706   | 1.077.081 | 245.603   | 1.107.870 | 237.463   | 1.070.088 | 217.621   | 1.052.772 | 215.220   | 1.091.576 | 211.671   | 1.056.229 | 215.955   |

Os fatores de sazonalidade, para automóveis e veículos de carga, estão calculados no quadro a seguir e ilustrados no gráfico abaixo.

Quadro 8 – Fatores de Sazonalidade BR-324

|     | Automóveis | Carga   |
|-----|------------|---------|
| JAN | 1,03081    | 0,89724 |
| FEV | 0,92035    | 0,87443 |
| MAR | 0,99322    | 1,04610 |
| ABR | 0,96260    | 1,02613 |
| MAI | 0,96034    | 1,01361 |
| JUN | 1,06632    | 1,01043 |
| JUL | 0,99103    | 1,01722 |
| AGO | 0,99281    | 1,05788 |
| SET | 0,98483    | 1,00317 |
| OUT | 1,01946    | 1,04989 |
| NOV | 0,97567    | 1,00397 |
| DEZ | 1,10256    | 0,99993 |

Gráfico 7 – Fatores de Sazonalidade BR-324



Pode-se observar que, tanto para automóveis como veículos de carga, o mês de junho apresenta volumes acima da média mensal e, portanto, as contagens e observações realizadas deverão ser ajustadas (divididas) pelos fatores do mês, para representarem corretamente um mês médio.

### **II.2.3. Dados de movimentação no ferry Salvador – Itaparica**

Foram obtidas do Cliente informações sobre a movimentação em todo o ano de 2018<sup>1</sup>, mês a mês, assim como a movimentação diária observada no mês de dezembro<sup>2</sup>.

Para maior clareza, os dados relevantes estão reproduzidos nos quadros a seguir.

Desta forma, foi possível computar os fatores de sazonalidade, que foram aplicados a um dia de domingo – referente à pesquisa de origem e destino realizada – para a expansão da amostra. Esses fatores estão ilustrados no gráfico na sequência.

---

<sup>1</sup> *ACUMULADO 2018 – PASSAGEIROS.pdf* (apesar do título do arquivo recebido, havia também dados sobre veículos no mesmo)

<sup>2</sup> *PASSAGEIROS E VEICULOS-DEZEMBRO 2018.pdf*

Quadro 9 – Veículos Motorizados no Ferry - Dezembro 2018

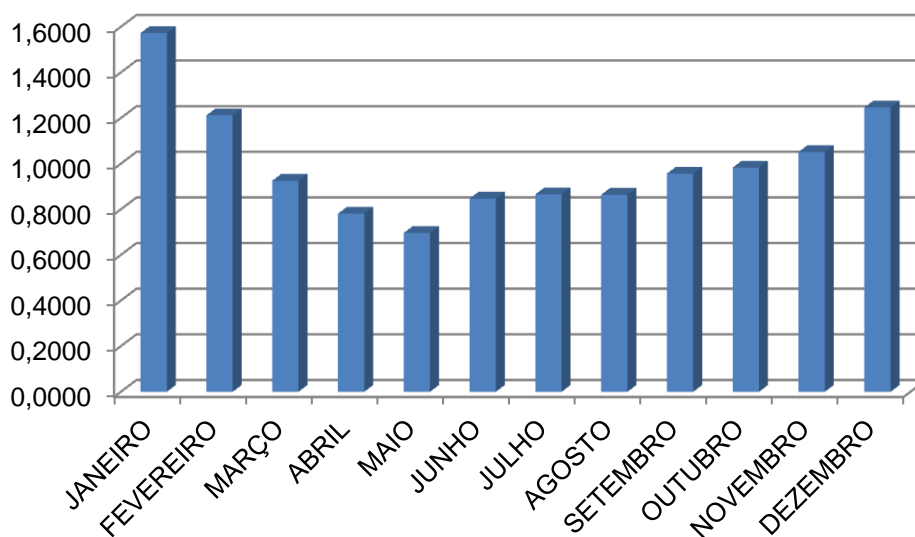
| Dia          | VEÍCULOS MOTORIZADOS |               |              |              |               |               |              |              |              |              |                  |            |                  |            |           |           |          |          |              |              |               |               |
|--------------|----------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------|------------|------------------|------------|-----------|-----------|----------|----------|--------------|--------------|---------------|---------------|
|              | AUTO PEQUENO         |               |              |              | AUTO GRANDE   |               |              |              | UTILITÁRIO   |              | CAMINHÃO SIMPLES |            | CAMINHÃO TRUCADO |            | ÔNIBUS    |           | JAMANTA  |          | MOTO         |              | TOTAL         |               |
|              | CONVENCIONAL         |               | HORA MARCADA |              | CONVENCIONAL  |               | HORA MARCADA |              |              |              |                  |            |                  |            |           |           |          |          |              |              |               |               |
|              | SJ-BD                | BD-SJ         | SJ-BD        | BD-SJ        | SJ-BD         | BD-SJ         | SJ-BD        | BD-SJ        | SJ-BD        | BD-SJ        | SJ-BD            | BD-SJ      | SJ-BD            | BD-SJ      | SJ-BD     | BD-SJ     | SJ-BD    | BD-SJ    | SJ-BD        | BD-SJ        | SJ-BD         | BD-SJ         |
| 1            | 516                  | 376           | 52           | 7            | 363           | 304           | 64           | 14           | 24           | 26           | 2                | 4          | 1                | 1          |           |           |          |          | 346          | 179          | 1.368         | 911           |
| 2            | 273                  | 603           | 3            | 99           | 235           | 409           | 10           | 140          | 16           | 16           | 1                | 4          |                  |            | 1         | 1         |          |          | 77           | 312          | 616           | 1.584         |
| 3            | 439                  | 630           | 14           | 40           | 397           | 490           | 42           | 78           | 64           | 73           | 5                | 2          | 3                | 4          | 2         | 2         |          |          | 102          | 173          | 1.068         | 1.492         |
| 4            | 376                  | 414           | 16           | 4            | 370           | 388           | 22           | 15           | 64           | 52           | 8                | 5          | 1                | 4          | 2         | 2         | 1        | 1        | 79           | 73           | 939           | 958           |
| 5            | 428                  | 386           | 14           | 11           | 423           | 395           | 30           | 29           | 83           | 88           | 3                | 5          | 5                | 3          | 2         | 1         |          |          | 63           | 75           | 1.051         | 993           |
| 6            | 518                  | 432           | 31           | 4            | 490           | 402           | 55           | 26           | 78           | 75           | 6                | 4          | 4                | 9          | 1         | 1         | 1        |          | 102          | 86           | 1.286         | 1.039         |
| 7            | 930                  | 485           | 160          | 14           | 679           | 478           | 225          | 29           | 89           | 93           | 8                | 8          | 5                | 7          | 3         | 3         |          |          | 218          | 117          | 2.317         | 1.234         |
| 8            | 543                  | 335           | 41           | 10           | 344           | 293           | 62           | 27           | 31           | 20           | 1                | 3          |                  | 2          |           |           | 1        |          | 231          | 104          | 1.253         | 795           |
| 9            | 291                  | 631           | 10           | 118          | 213           | 438           | 23           | 180          | 21           | 25           | 1                | 4          |                  |            |           |           | 1        |          | 76           | 259          | 635           | 1.656         |
| 10           | 509                  | 725           | 34           | 55           | 439           | 537           | 35           | 69           | 61           | 72           | 5                | 5          | 3                | 7          | 3         | 3         |          |          | 131          | 181          | 1.220         | 1.654         |
| 11           | 482                  | 455           | 17           | 15           | 490           | 445           | 41           | 38           | 82           | 75           | 9                | 6          | 7                | 8          | 2         | 3         |          |          | 102          | 102          | 1.232         | 1.147         |
| 12           | 450                  | 444           | 21           | 7            | 454           | 436           | 27           | 27           | 82           | 92           | 1                | 2          | 2                | 7          | 3         | 2         |          |          | 97           | 90           | 1.137         | 1.107         |
| 13           | 615                  | 491           | 43           | 18           | 507           | 510           | 68           | 38           | 91           | 90           | 5                | 3          | 5                | 9          | 1         | 1         |          |          | 110          | 95           | 1.445         | 1.255         |
| 14           | 866                  | 511           | 137          | 24           | 686           | 540           | 168          | 55           | 82           | 86           | 5                | 7          | 7                | 7          | 3         | 3         | 1        |          | 204          | 115          | 2.159         | 1.348         |
| 15           | 596                  | 380           | 77           | 16           | 377           | 267           | 109          | 21           | 50           | 46           | 1                | 7          |                  |            | 2         | 2         |          |          | 203          | 123          | 1.415         | 862           |
| 16           | 319                  | 670           | 17           | 110          | 316           | 474           | 34           | 168          | 32           | 36           |                  |            | 2                |            |           |           | 2        |          | 103          | 211          | 821           | 1.674         |
| 17           | 650                  | 798           | 32           | 42           | 524           | 607           | 64           | 60           | 85           | 84           | 6                | 4          | 2                | 3          | 3         | 3         |          |          | 155          | 208          | 1.521         | 1.809         |
| 18           | 595                  | 548           | 33           | 21           | 551           | 558           | 70           | 39           | 122          | 116          | 6                | 7          | 7                | 11         | 3         | 1         |          | 1        | 113          | 135          | 1.500         | 1.437         |
| 19           | 578                  | 539           | 76           | 18           | 512           | 557           | 113          |              | 99           | 88           | 3                | 3          | 3                | 5          | 2         | 2         | 1        |          | 135          | 120          | 1.522         | 1.373         |
| 20           | 796                  | 518           | 152          | 32           | 599           | 584           | 144          | 83           | 99           | 97           | 6                | 3          | 4                | 7          | 1         |           |          |          | 127          | 111          | 1.928         | 1.435         |
| 21           | 796                  | 632           | 300          | 53           | 497           | 551           | 282          | 68           | 82           | 108          | 4                | 11         | 4                | 2          | 2         | 15        |          |          | 244          | 129          | 2.211         | 1.569         |
| 22           | 899                  | 418           | 295          | 31           | 461           | 393           | 232          | 34           | 43           | 52           | 1                | 3          | 1                | 6          |           | 3         |          |          | 333          | 119          | 2.265         | 1.059         |
| 23           | 631                  | 459           | 122          | 62           | 364           | 351           | 140          | 95           | 25           | 23           | 1                | 3          |                  | 2          |           |           |          |          | 270          | 183          | 1.553         | 1.178         |
| 24           | 513                  | 529           | 98           | 30           | 269           | 317           | 57           | 79           | 36           | 32           | 2                | 1          |                  | 1          |           |           |          |          | 261          | 180          | 1.236         | 1.169         |
| 25           | 406                  | 615           | 116          | 174          | 275           | 395           | 167          | 144          | 11           | 13           |                  | 1          |                  |            |           |           |          |          | 108          | 259          | 1.083         | 1.601         |
| 26           | 850                  | 788           | 271          | 208          | 579           | 478           | 313          | 186          | 78           | 78           | 5                | 4          | 1                | 4          | 6         | 5         |          |          | 173          | 346          | 2.276         | 2.097         |
| 27           | 1.228                | 603           | 297          | 39           | 721           | 540           | 401          | 73           | 99           | 126          | 3                | 4          |                  | 2          | 2         | 3         |          |          | 226          | 148          | 2.977         | 1.538         |
| 28           | 1.126                | 539           | 426          | 31           | 582           | 493           | 449          | 51           | 74           | 91           | 4                | 3          | 2                | 3          | 1         | 4         |          |          | 543          | 127          | 3.207         | 1.343         |
| 29           | 1.302                | 388           | 458          | 37           | 492           | 335           | 384          | 39           | 34           | 5            |                  | 4          |                  | 3          |           | 1         |          | 1        | 883          | 123          | 3.553         | 935           |
| 30           | 1.327                | 389           | 380          | 43           | 542           | 318           | 266          | 56           | 47           | 36           | 5                | 1          |                  | 1          |           |           |          |          | 966          | 170          | 3.533         | 1.014         |
| 31           | 821                  | 396           | 230          | 39           | 357           | 265           | 136          | 34           | 34           | 25           | 2                | 3          | 1                | 2          | 2         |           |          |          | 1.001        | 270          | 2.584         | 1.034         |
| <b>Total</b> | <b>20.669</b>        | <b>16.127</b> | <b>3.973</b> | <b>1.412</b> | <b>14.108</b> | <b>13.548</b> | <b>4.233</b> | <b>2.036</b> | <b>1.918</b> | <b>1.939</b> | <b>109</b>       | <b>126</b> | <b>68</b>        | <b>121</b> | <b>47</b> | <b>65</b> | <b>4</b> | <b>3</b> | <b>7.782</b> | <b>4.923</b> | <b>52.911</b> | <b>40.300</b> |

Quadro 10 – Veículos Motorizados no Ferry - Acumulado Mensal 2018

| MÊS       | VEÍCULOS MOTORIZADOS |        |              |       |              |        |              |       |            |       |                  |       |                  |       |        |       |         |       |       |       |        |        |  |
|-----------|----------------------|--------|--------------|-------|--------------|--------|--------------|-------|------------|-------|------------------|-------|------------------|-------|--------|-------|---------|-------|-------|-------|--------|--------|--|
|           | AUTO PEQUENO         |        |              |       | AUTO GRANDE  |        |              |       | UTILITÁRIO |       | CAMINHÃO SIMPLES |       | CAMINHÃO TRUCADO |       | ÔNIBUS |       | JAMANTA |       | MOTO  |       | TOTAL  |        |  |
|           | CONVENCIONAL         |        | HORA MARCADA |       | CONVENCIONAL |        | HORA MARCADA |       |            |       |                  |       |                  |       |        |       |         |       |       |       |        |        |  |
|           | SJ-BD                | BD-SJ  | SJ-BD        | SD-SJ | SJ-SD        | SD-SJ  | SJ-BD        | BD-SJ | SJ-SD      | BD-SJ | SJ-SD            | SD-SJ | SJ-SD            | BD-SJ | SJ-BD  | BD-SJ | SJ-SD   | SD-SJ | SJ-BD | BD-SJ | SJ-BD  | BD-SJ  |  |
| JANEIRO   | 24.440               | 32.149 |              |       | 19.164       | 22.210 |              |       | 2.010      | 2.042 | 115              | 110   | 57               | 96    | 52     | 50    | 2       | 7     | 5.560 | 9.537 | 51.400 | 66.201 |  |
| FEVEREIRO | 22.385               | 22.708 |              |       | 14.642       | 14.863 |              |       | 1.519      | 1.609 | 83               | 92    | 45               | 72    | 37     | 30    |         |       | 6.204 | 6.318 | 44.915 | 45.692 |  |
| MARÇO     | 17.037               | 14.833 |              |       | 13.319       | 12.004 |              |       | 1.580      | 1.600 | 90               | 119   | 42               | 80    | 36     | 44    | 1       |       | 4.524 | 3.869 | 36.629 | 32.549 |  |
| ABRIL     | 12.651               | 14.284 |              |       | 10.611       | 11.288 |              |       | 1.259      | 1.315 | 66               | 79    | 19               | 58    | 39     | 55    | 3       | 2     | 2.930 | 3.727 | 27.578 | 30.808 |  |
| MAIO      | 11.481               | 11.823 |              |       | 9.973        | 10.157 |              |       | 1.408      | 1.470 | 95               | 102   | 64               | 117   | 60     | 62    |         | 1     | 2.620 | 2.653 | 25.701 | 26.385 |  |
| JUNHO     | 15.747               | 14.311 |              |       | 11.913       | 11.270 |              |       | 1.392      | 1.454 | 106              | 106   | 77               | 110   | 67     | 74    | 5       | 6     | 3.461 | 3.226 | 32.768 | 30.557 |  |
| JULHO     | 13.808               | 15.784 |              |       | 11.784       | 12.993 |              |       | 1.548      | 1.565 | 90               | 106   | 77               | 111   | 49     | 55    | 8       | 10    | 3.186 | 3.544 | 30.550 | 34.168 |  |
| AGOSTO    | 14.569               | 14.342 |              |       | 12.608       | 12.308 |              |       | 1.667      | 1.677 | 91               | 112   | 70               | 122   | 59     | 64    |         | 4     | 3.458 | 3.442 | 32.522 | 32.071 |  |
| SETEMBRO  | 16.123               | 16.199 |              |       | 13.203       | 13.568 |              |       | 1.518      | 1.573 | 92               | 101   | 61               | 107   | 61     | 66    |         | 4     | 4.398 | 4.445 | 35.456 | 36.063 |  |
| OUTUBRO   | 14.903               | 15.290 | 1.520        | 1.405 | 11.636       | 12.139 | 1.937        | 1.887 | 1.616      | 1.658 | 89               | 107   | 83               | 114   | 60     | 58    | 6       | 6     | 4.417 | 4.571 | 36.267 | 37.235 |  |
| NOVEMBRO  | 15.912               | 15.767 | 1.795        | 1.472 | 12.442       | 13.103 | 2.446        | 2.046 | 1.786      | 1.775 | 89               | 110   | 84               | 112   | 62     | 68    | 7       | 10    | 4.793 | 4.729 | 39.416 | 39.192 |  |
| DEZEMBRO  | 20.669               | 16.127 | 3.973        | 1.412 | 14.108       | 13.548 | 4.233        | 2.036 | 1.918      | 1.939 | 109              | 126   | 68               | 121   | 47     | 65    | 4       | 3     | 7.782 | 4.923 | 52.911 | 40.300 |  |



Gráfico 8 – Fatores de Sazonalidade no Ferry



Observa-se que, diferentemente do comportamento do tráfego de longa distância na BR-324, o fluxo do mês de junho corresponde, no ferry, a um valor abaixo da média mensal e seu ajuste será de forma a representar um mês médio.

## **II.3 PESQUISAS DE ORIGEM E DESTINO**

As pesquisas de origem e destino de cargas e passageiros têm como objetivo principal a caracterização do padrão de intercâmbio de viagens entre os pontos de geração e atração de viagens, representados por matrizes de fluxos de transportes de cargas e passageiros entre zonas – no caso da Região Metropolitana de Salvador – ou municípios.

Os levantamentos de origem e destino não incluíram o modo ônibus, pois tanto os intermunicipais quanto os interestaduais estão submetidos a um regime de itinerários predefinidos pelo Poder Concedente e não por escolha do condutor.

As entrevistas sobre a origem e destino dos usuários foram realizadas sobre uma amostra dos veículos que transitam em uma determinada seção rodoviária. Essa amostra é dimensionada de acordo com uma metodologia que garante o nível de confiabilidade e erro máximo amostral das informações coletadas.

### **II.3.1. Pesquisas na BR-324**

As pesquisas de origem e destino (OD) foram realizadas na praça de pedágio de Simões Filho da BR-324 para veículos de passageiros e carga, nos mesmos dias para as quais foram observados os fluxos apresentados anteriormente.

Nas entrevistas com automóveis, além da origem e destino, foram coletadas informações sobre a frequência e o motivo da realização das viagens. Para os veículos de carga, agrupados em leves (dois e três eixos) e pesados (quatro eixos ou mais), foram levantadas as informações de frequência da viagem, propriedade do caminhão e responsabilidade pelo pagamento do pedágio, além naturalmente da origem e destino da viagem.

Quantitativamente, foram realizadas 454 entrevistas com automóveis e 293 entrevistas com caminhões, correspondendo a erros máximos amostrais respectivamente de 4,6% e 5,7% para um nível de confiança de 95%.

Naturalmente, os resultados mais importantes dessas pesquisas são as matrizes de origem e destino do tráfego de longa distância. Essas matrizes serão insumo do modelo de simulação, que será descrito em relatório posterior. Outros resultados obtidos a partir delas estão apresentados na sequência. Primeiramente, a distribuição espacial das origens e destinos observadas é ilustrada nos mapas temáticos abaixo.

Na sequência, são apresentados gráficos ilustrativos dos resultados observados para motivo e frequência de viagem de automóveis, em dias úteis e finais de semana.

Para caminhões leves e pesados, os gráficos ilustram a distribuição por frequência, propriedade do veículo e responsável pelo pagamento de pedágio.

Figura 6 – Distribuição Espacial das Origens e Destinos por Municípios  
BR324 – Automóveis / Dias Úteis

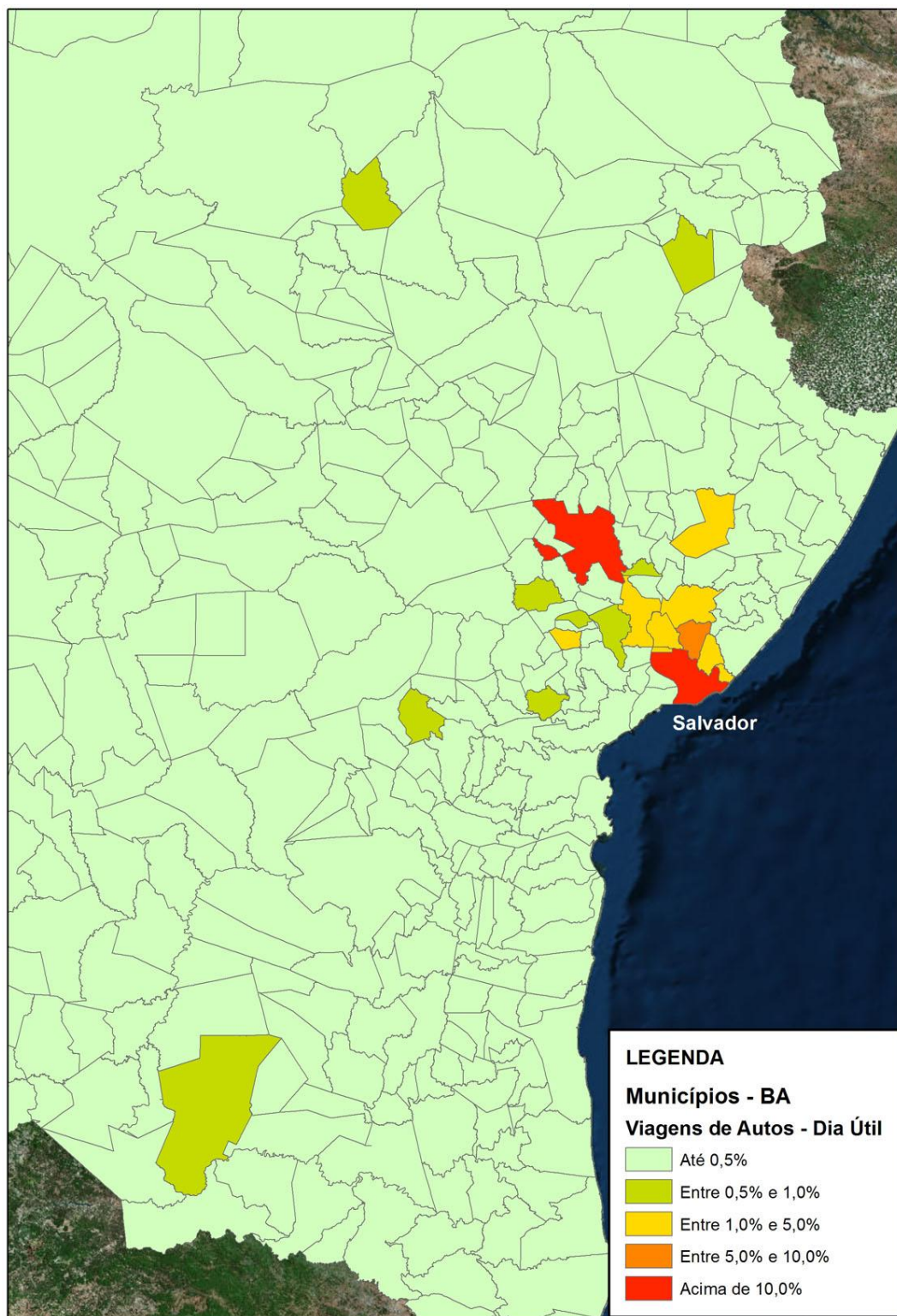


Figura 7 – Distribuição Espacial das Origens e Destinos por Municípios  
BR324 – Automóveis / Fim de Semana

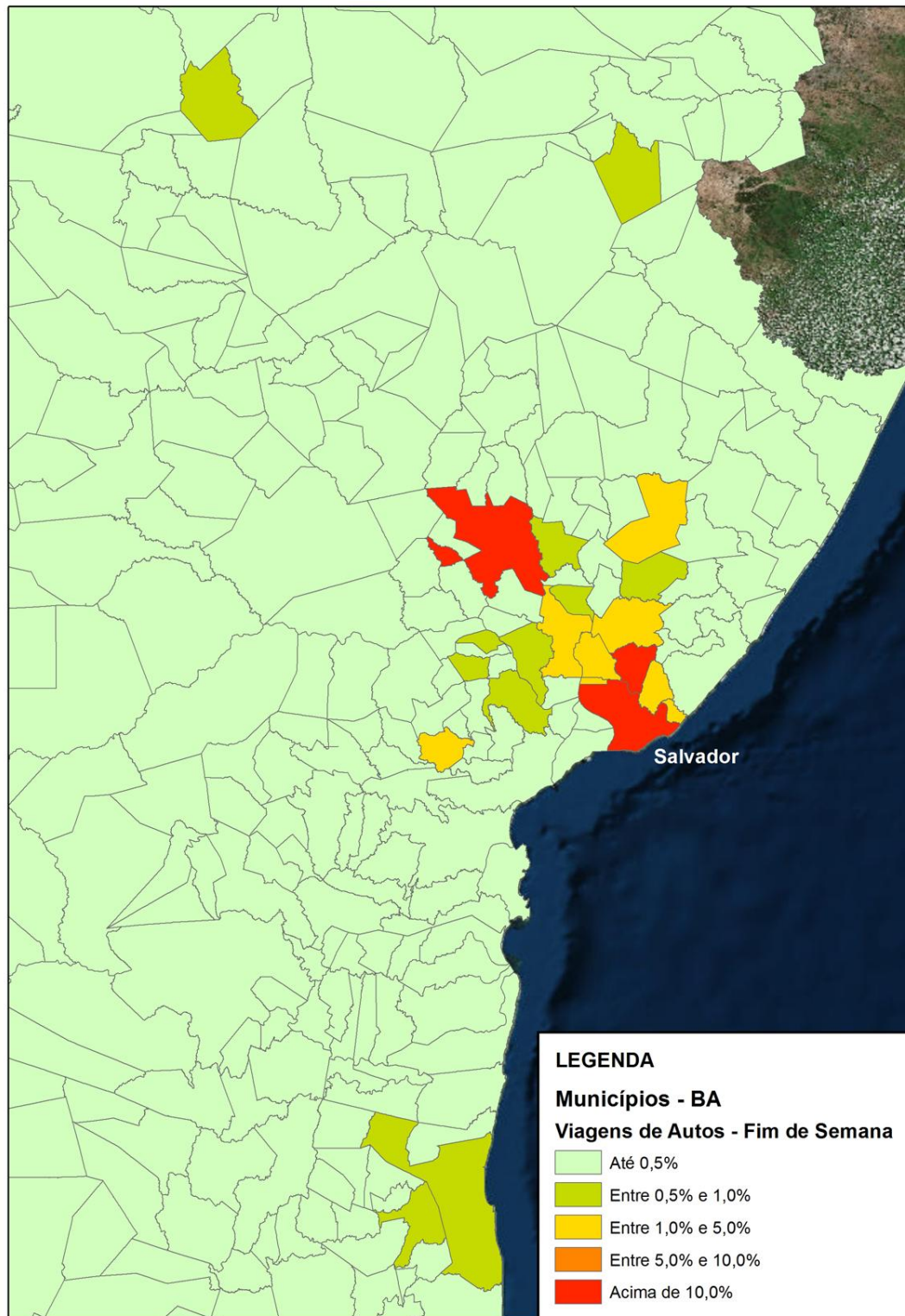




Figura 8 – Distribuição Espacial das Origens e Destinos por Municípios  
BR324 - Veículos de Carga / Leves

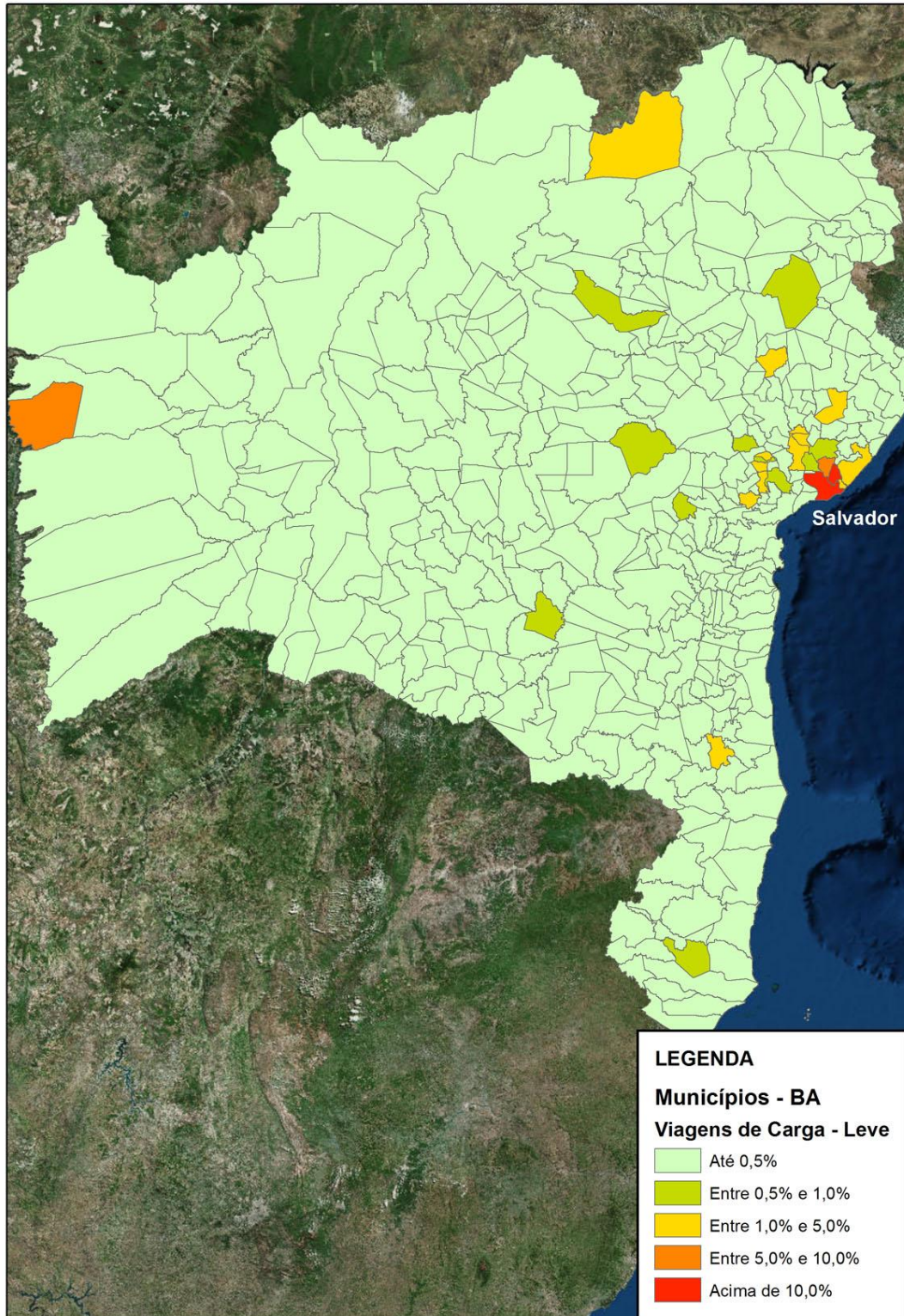




Figura 9 – Distribuição Espacial das Origens e Destinos por Municípios  
BR324 – Veículos de Carga / Pesados

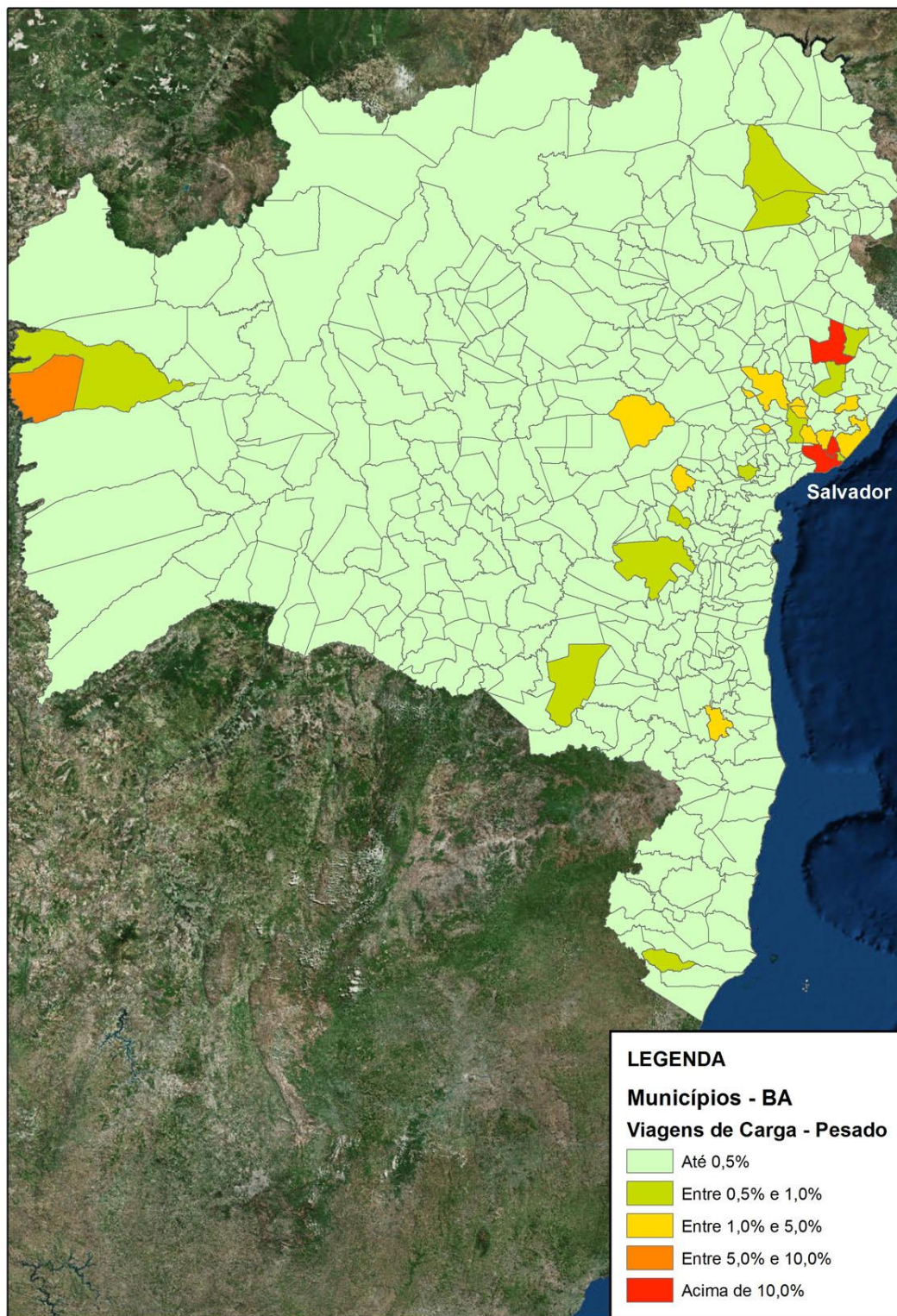


Gráfico 9 – BR324 – Autos – Motivos / Dias Úteis

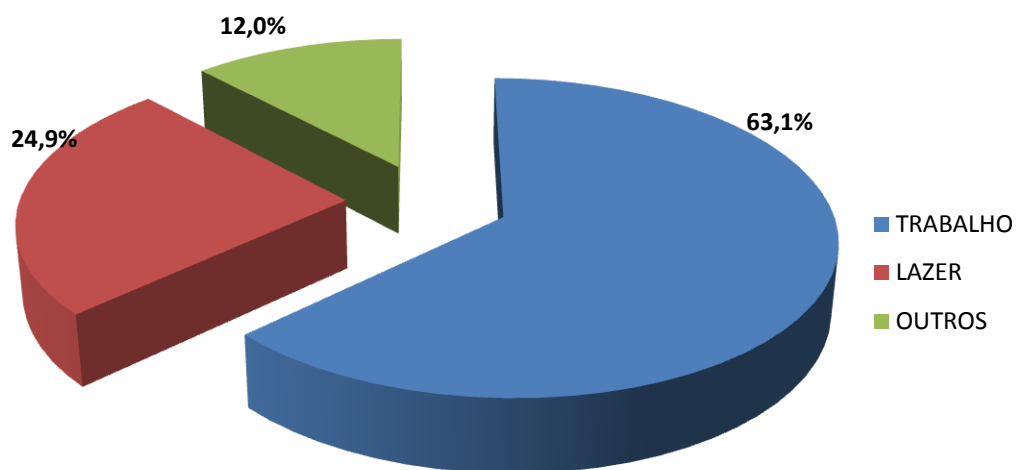


Gráfico 10 – BR324 – Autos – Motivos / Fim de Semana

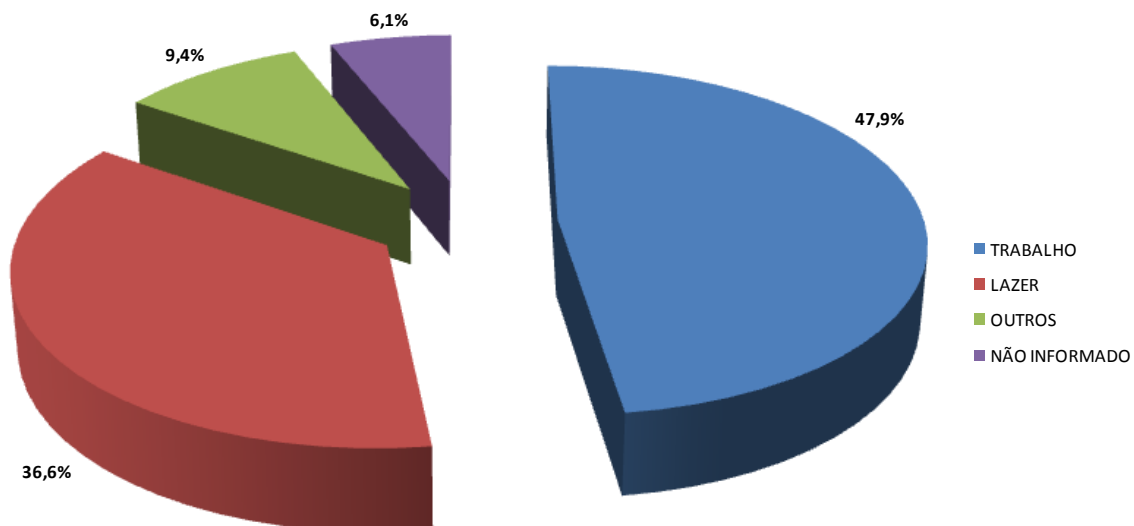




Gráfico 2 – BR324 – Autos – Frequência / Dias Úteis

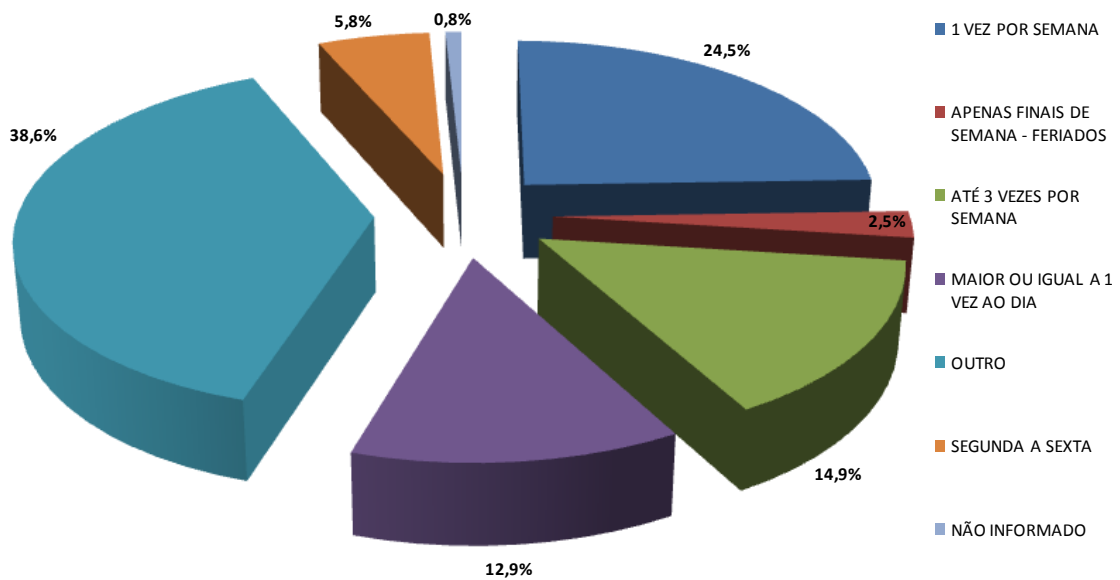


Gráfico 3 – BR324 – Autos – Frequência / Fim de Semana

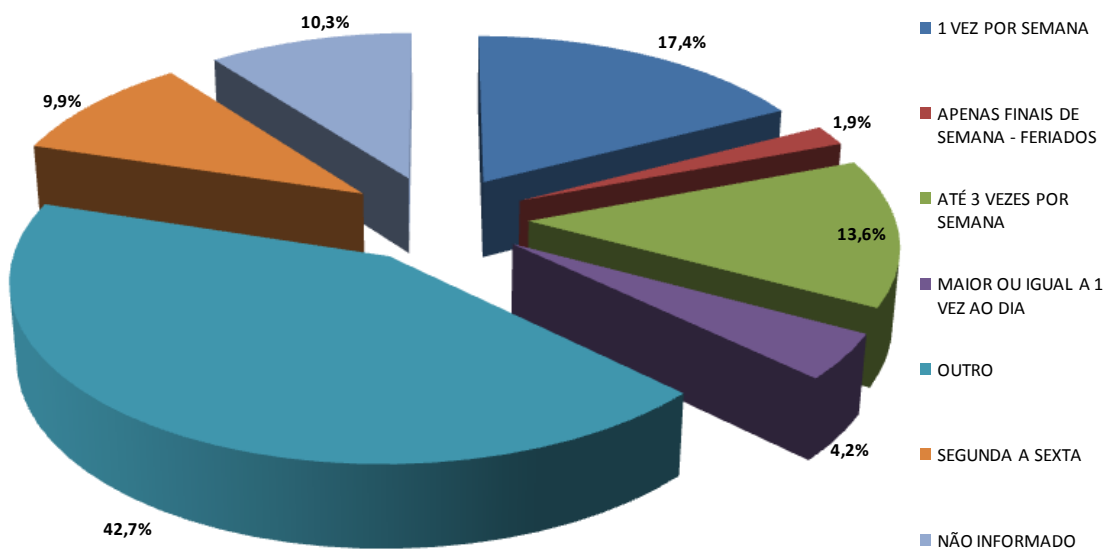


Gráfico 4 – BR324 – Veículos de Carga Leves - Propriedade

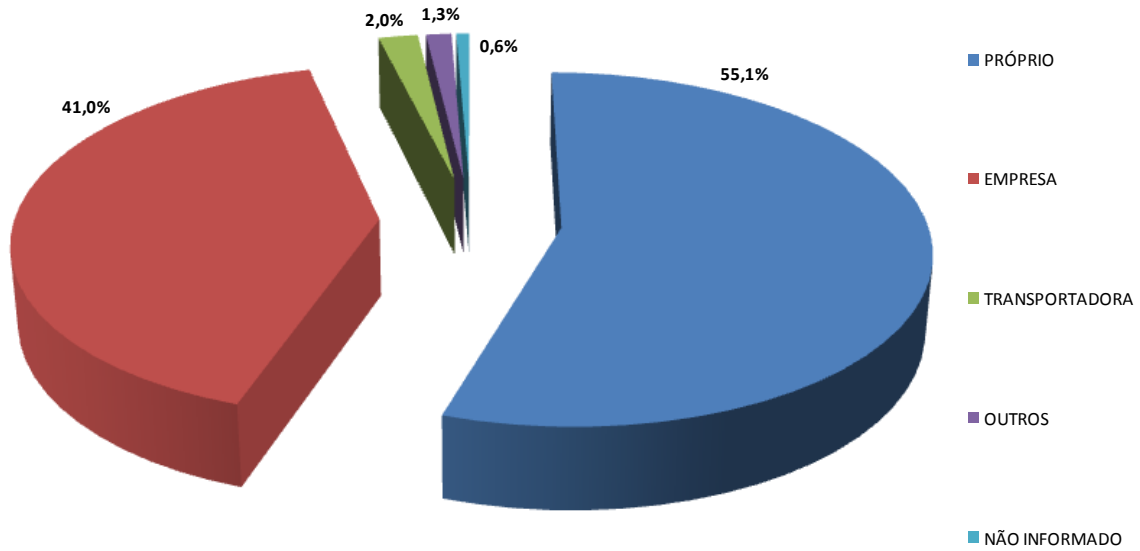


Gráfico 5 – BR324 - Veículos de Carga Pesados - Propriedade

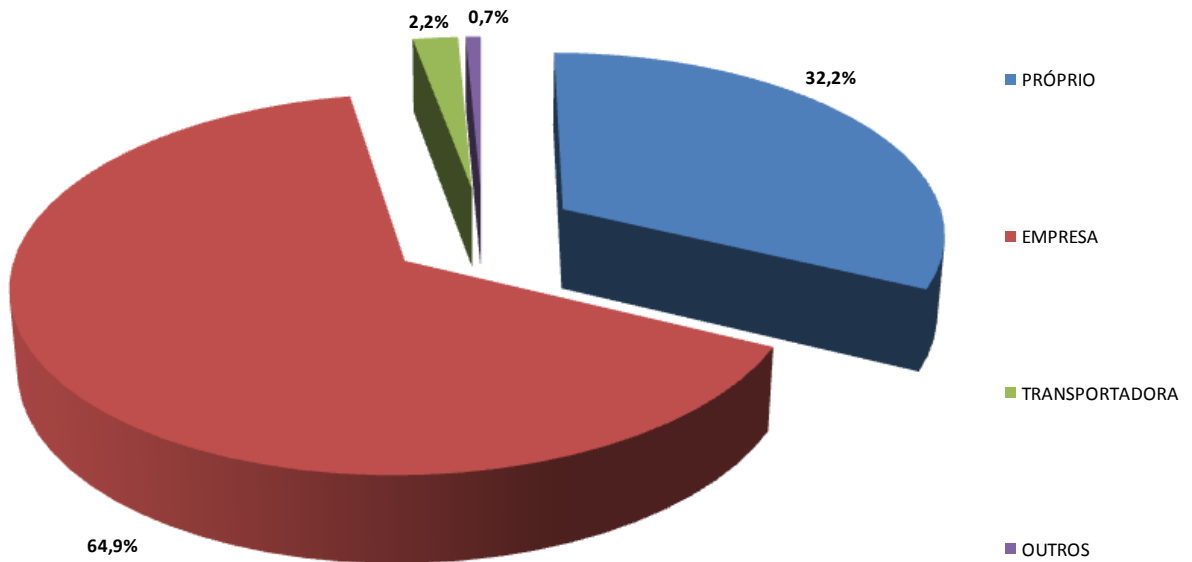


Gráfico 6 – BR324 - Veículos de Carga Leves – Responsável pelo Pagamento do Pedágio

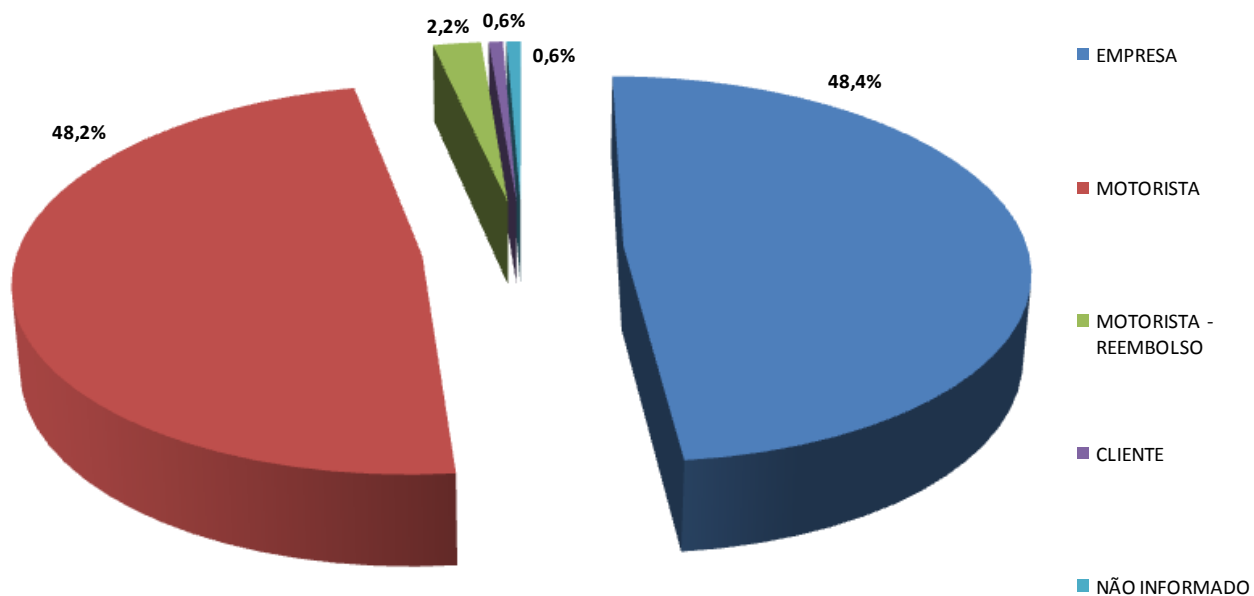


Gráfico 7 - BR324 - Veículos de Carga Pesados – Responsável pelo Pagamento do Pedágio

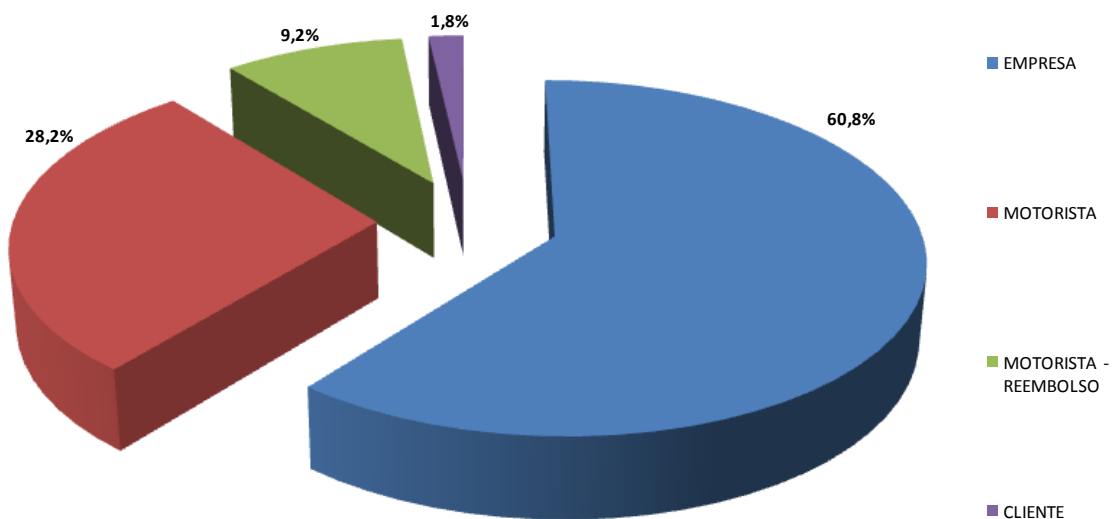


Gráfico 8 - BR324 - Veículos de Carga Leves – Frequência da Viagem

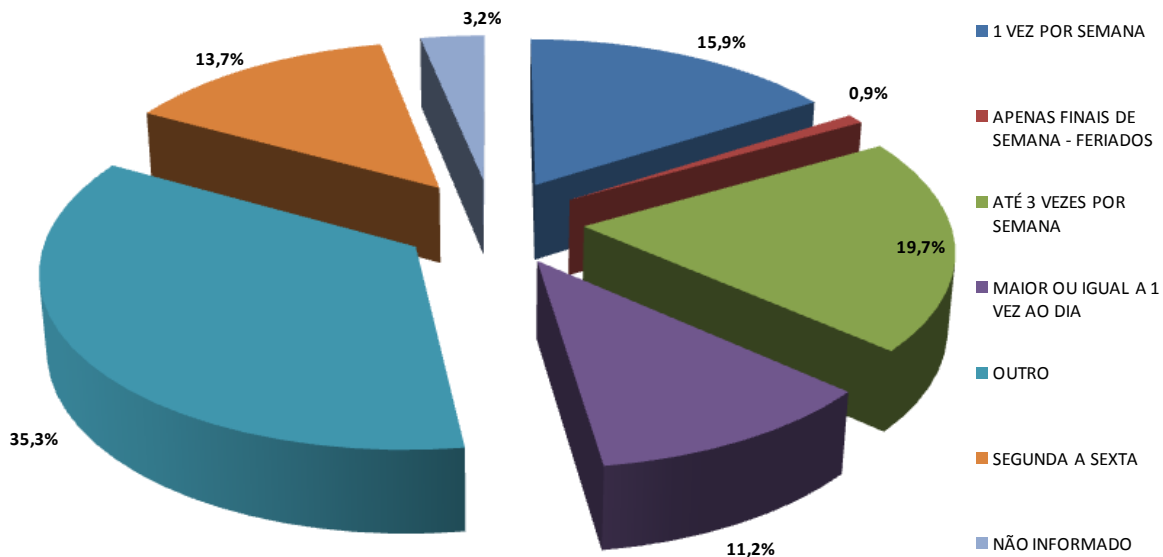
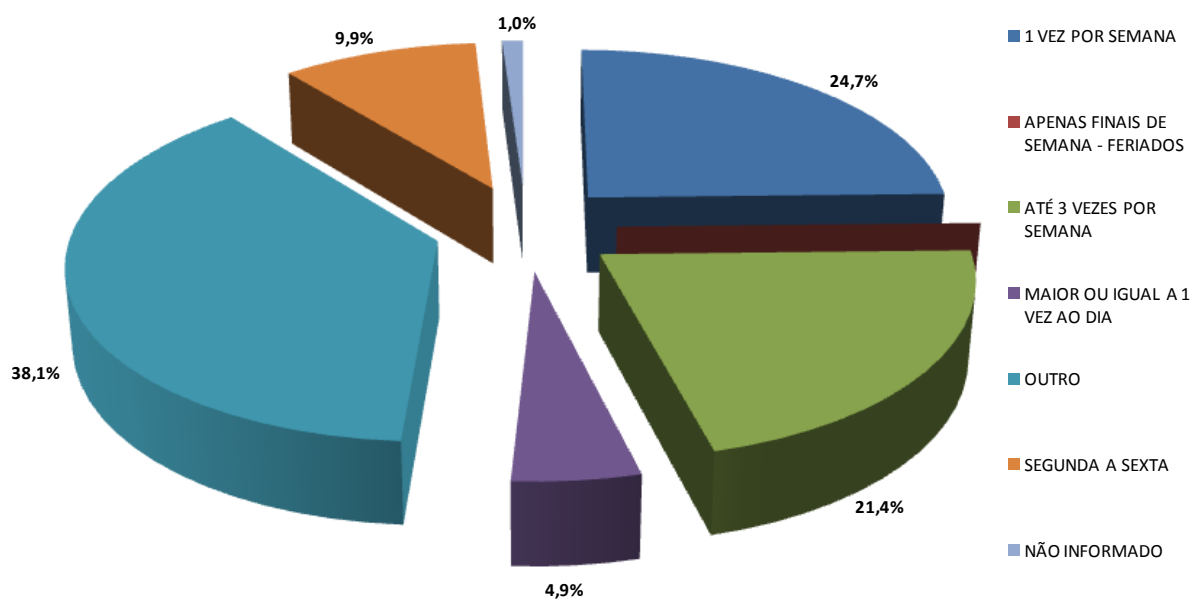


Gráfico 9 - BR324 - Veículos de Carga Pesados – Frequência da Viagem



### **II.3.2. Pesquisas na Ponte do Funil**

As pesquisas de origem e destino (OD) foram realizadas na rodovia BA-001, altura do Km 32, no acesso à Ponte do Funil, para veículos de passageiros e carga, nos mesmos dias para as quais foram observados os fluxos apresentados anteriormente.

Nas entrevistas com automóveis, além da origem e destino, foram coletadas informações sobre a frequência e o motivo da realização das viagens. Para os veículos de carga, agrupados em leves (dois e três eixos) e pesados (quatro eixos ou mais), foram levantadas as informações de frequência da viagem, propriedade do caminhão e responsabilidade pelo pagamento do pedágio, além naturalmente da origem e destino da viagem.

Quantitativamente, foram realizadas 389 entrevistas com automóveis e 319 entrevistas com caminhões, correspondendo a erros máximos amostrais respectivamente de 4,8% e 3,5% para um nível de confiança de 95%.

Os resultados mais importantes dessas pesquisas serão matrizes de origem e destino do tráfego que já utiliza a Ponte do Funil atualmente e que não foi captado na BR-324, podendo ou não prosseguir até Salvador via ferry. Essas matrizes serão também insumo do modelo de simulação, que será descrito em relatório posterior.

Outros resultados obtidos a partir delas estão apresentados na sequência. Primeiramente, a distribuição espacial das origens e destinos observadas é ilustrada nos mapas temáticos a seguir.

Na sequência, são apresentados gráficos ilustrativos dos resultados observados para motivo e frequência de viagem de automóveis, em dias úteis e finais de semana.

Para caminhões leves e pesados, os gráficos ilustram a distribuição por frequência, propriedade do veículo e responsável pelo pagamento de pedágio.

Figura 10 – Distribuição Espacial das Origens e Destinos por Municípios  
Funil – Automóveis / Dias Úteis

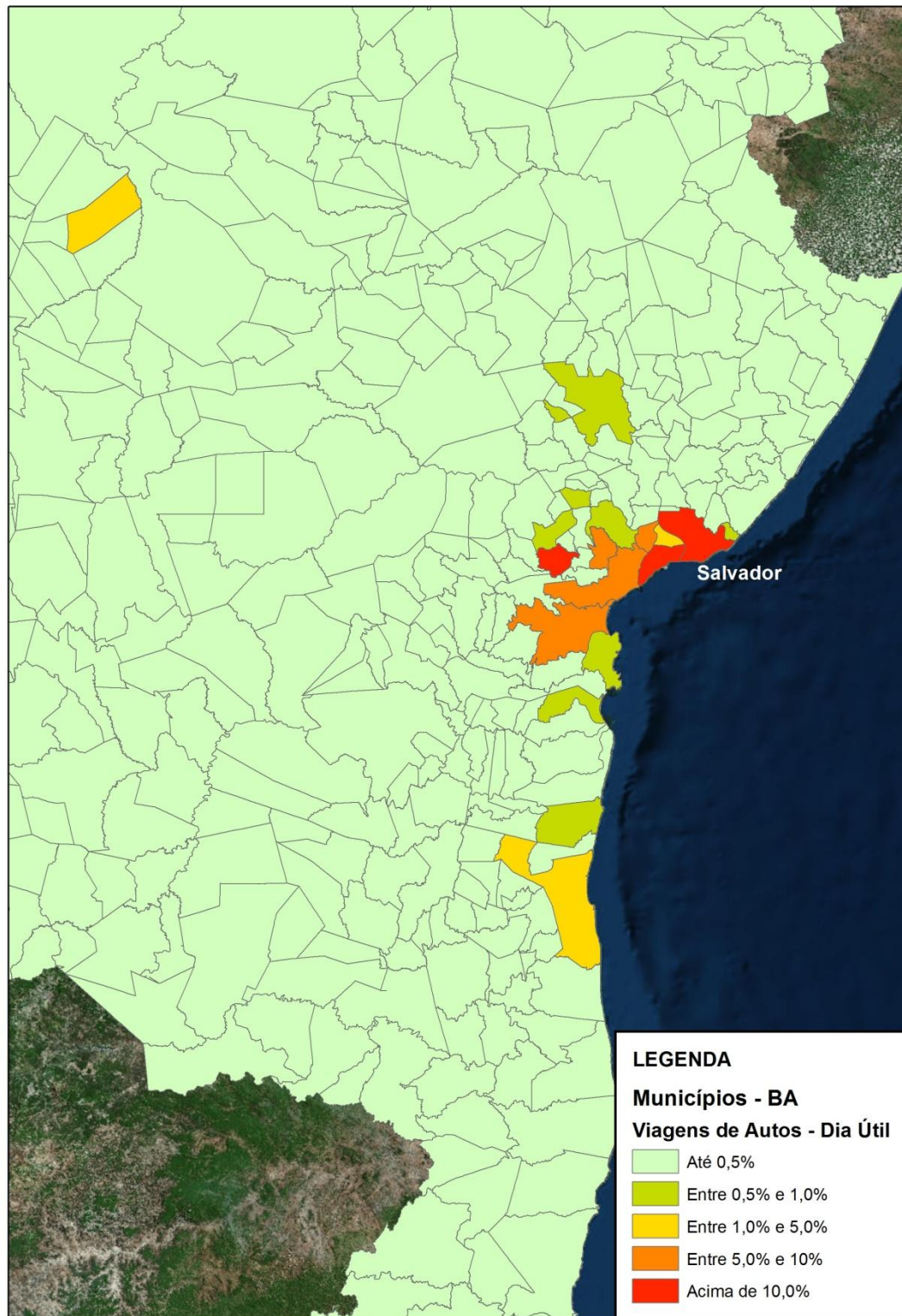




Figura 11 – Distribuição Espacial das Origens e Destinos por Municípios  
Funil – Automóveis / Fim de Semana

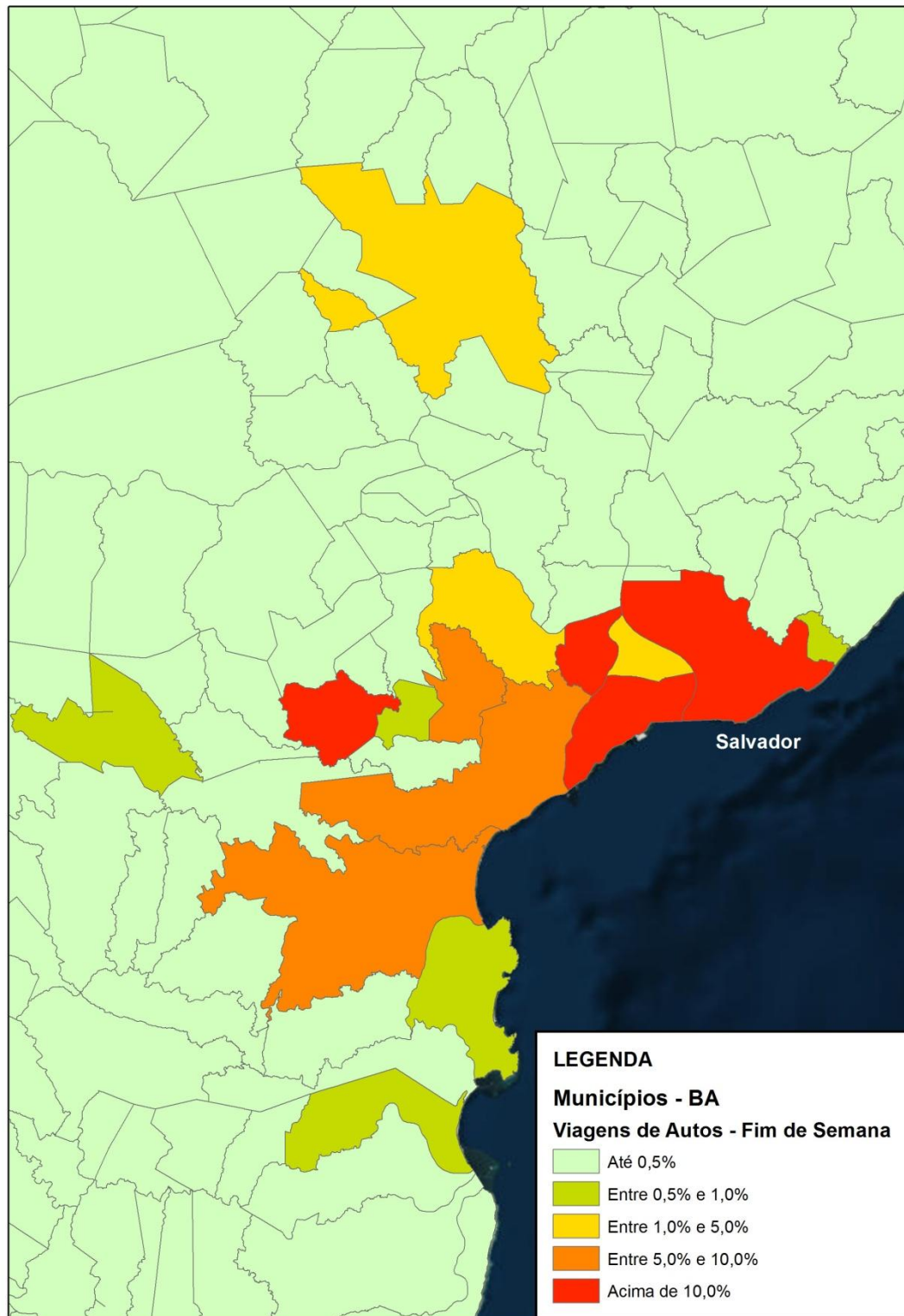


Figura 12 – Distribuição Espacial das Origens e Destinos por Municípios  
Funil – Veículos de Carga / Leves

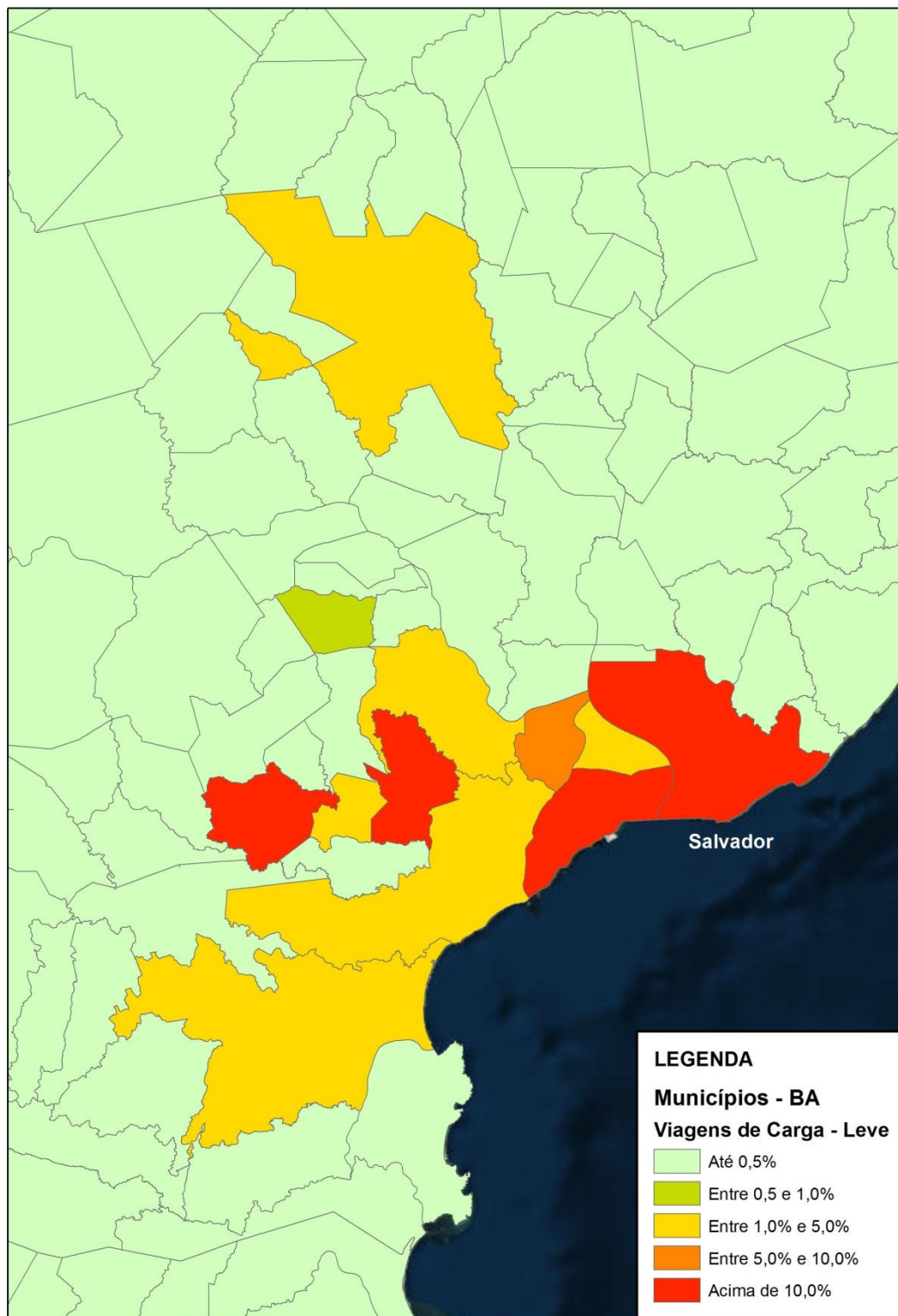




Figura 13 – Distribuição Espacial das Origens e Destinos por Municípios  
Funil – Veículos de Carga / Pesados

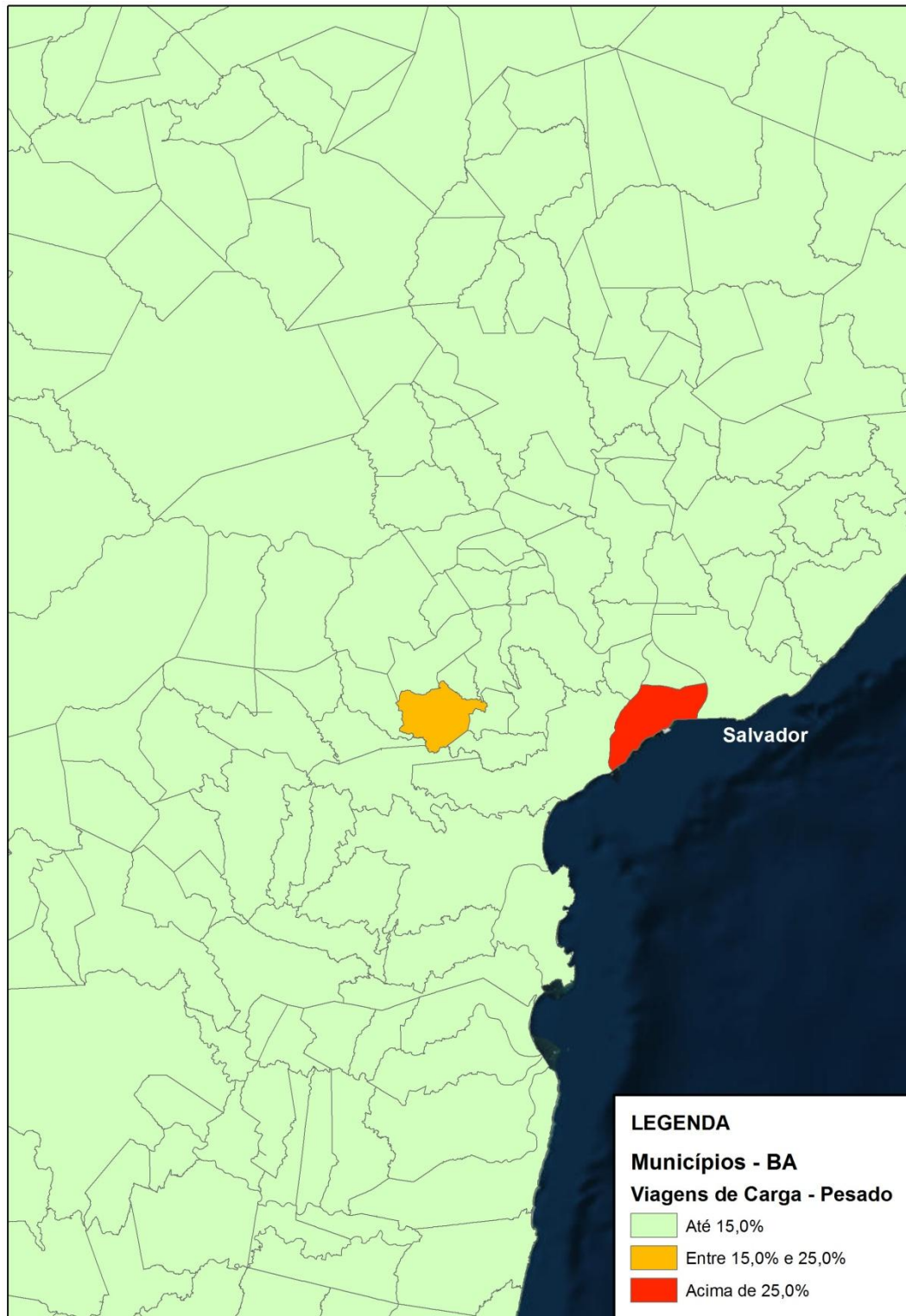


Gráfico 10 - FUNIL – Autos – Motivos / Dias Úteis

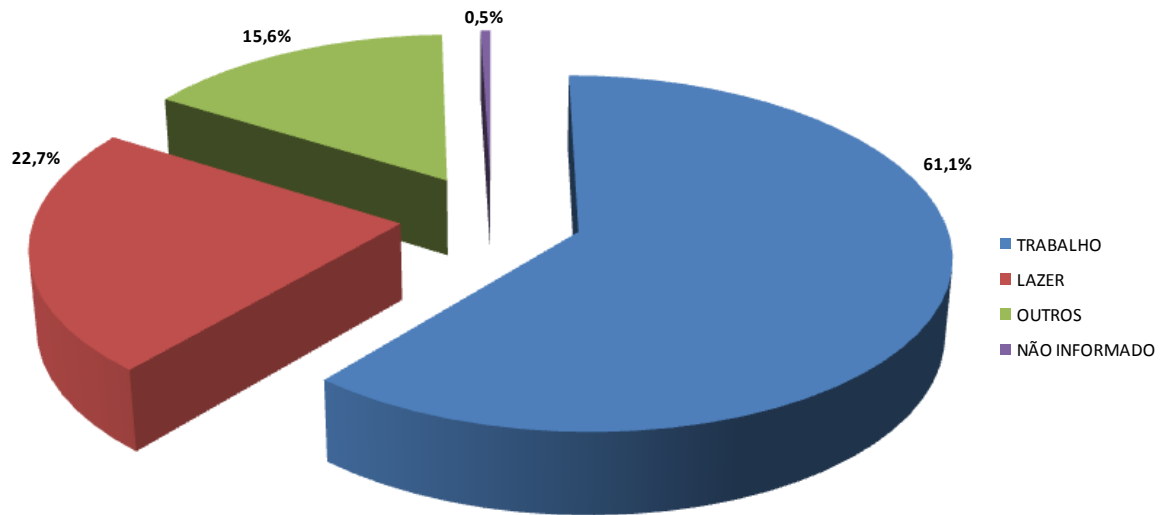


Gráfico 20 - FUNIL – Autos – Motivos / Fim de Semana

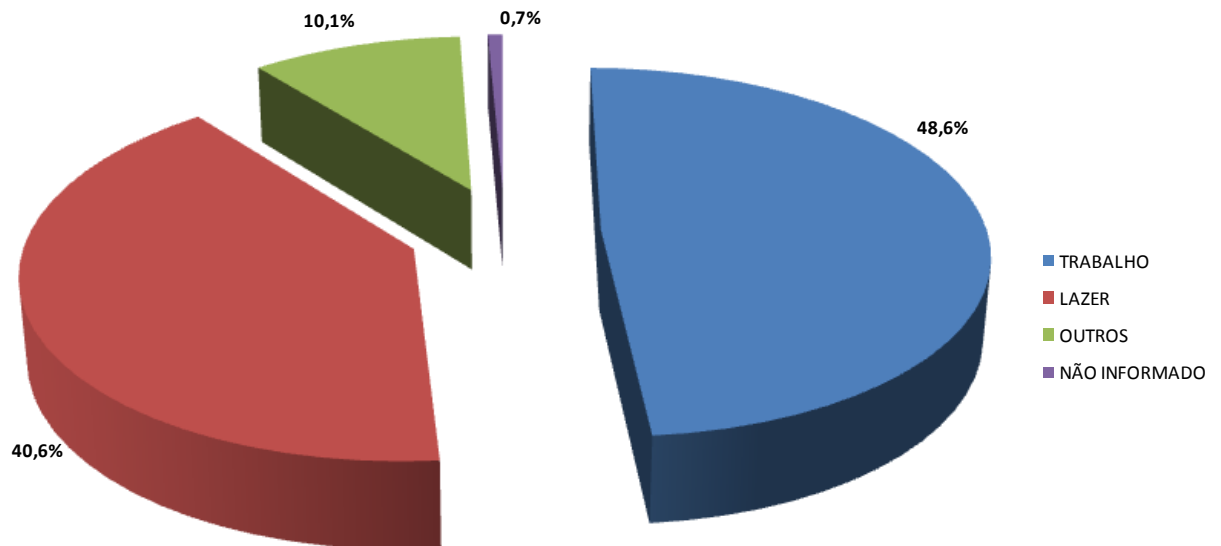


Gráfico 11 - FUNIL – Autos – Frequência / Dias Úteis

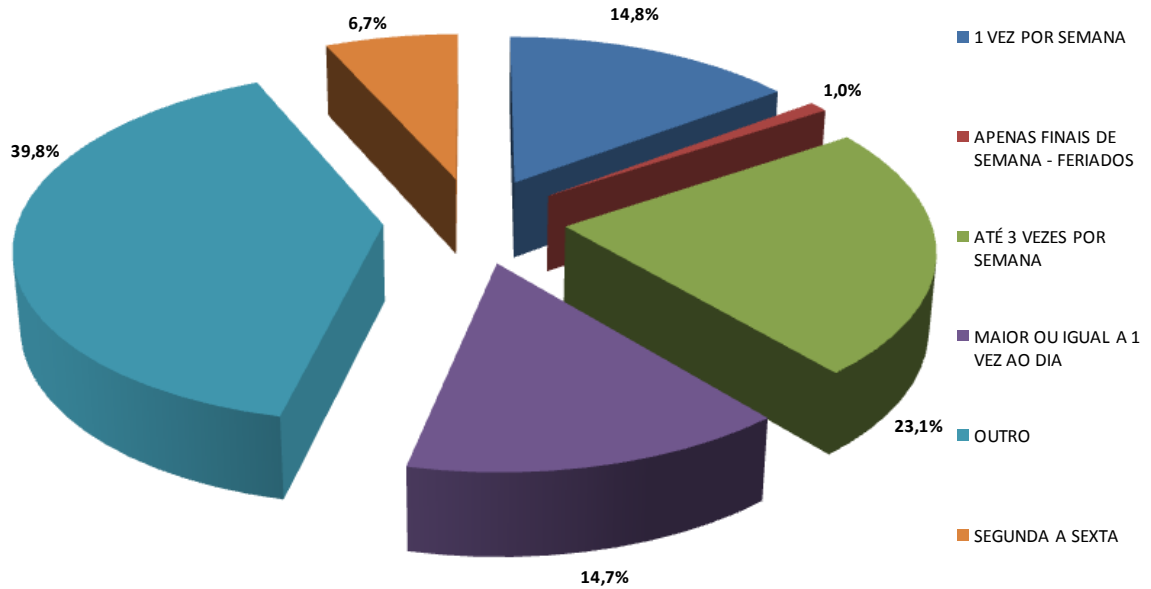


Gráfico 12 - FUNIL – Autos – Frequência / Fim de Semana

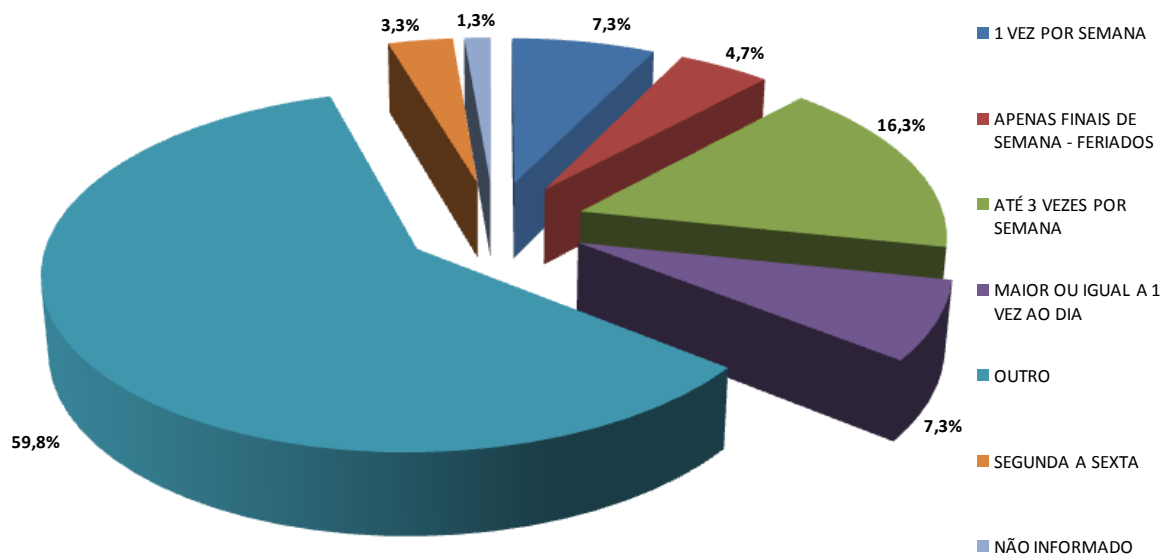


Gráfico 13 - FUNIL – Veículos de Carga Leves - Propriedade

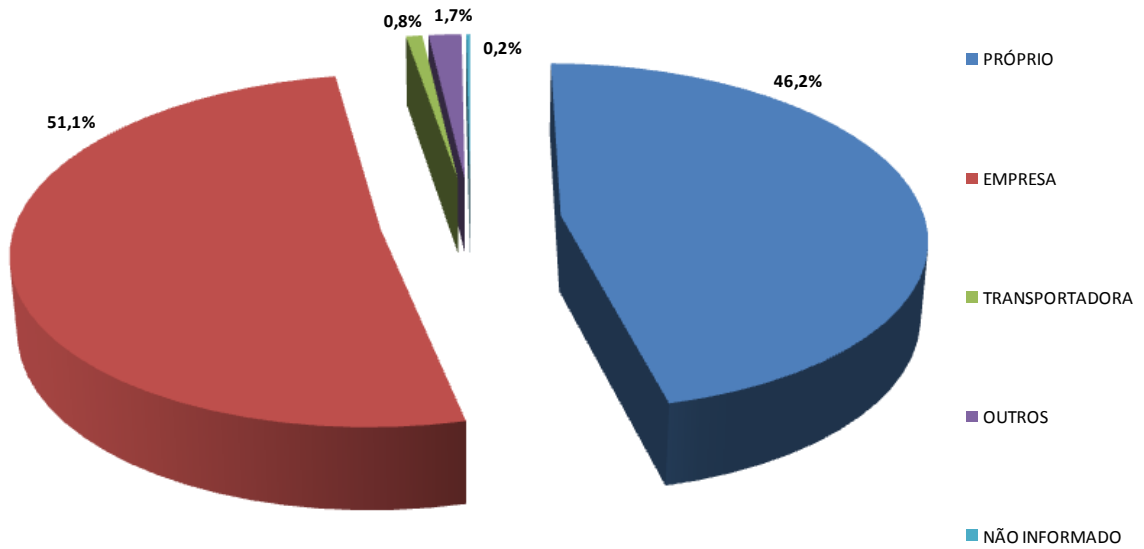


Gráfico 14 - FUNIL - Veículos de Carga Pesados - Propriedade

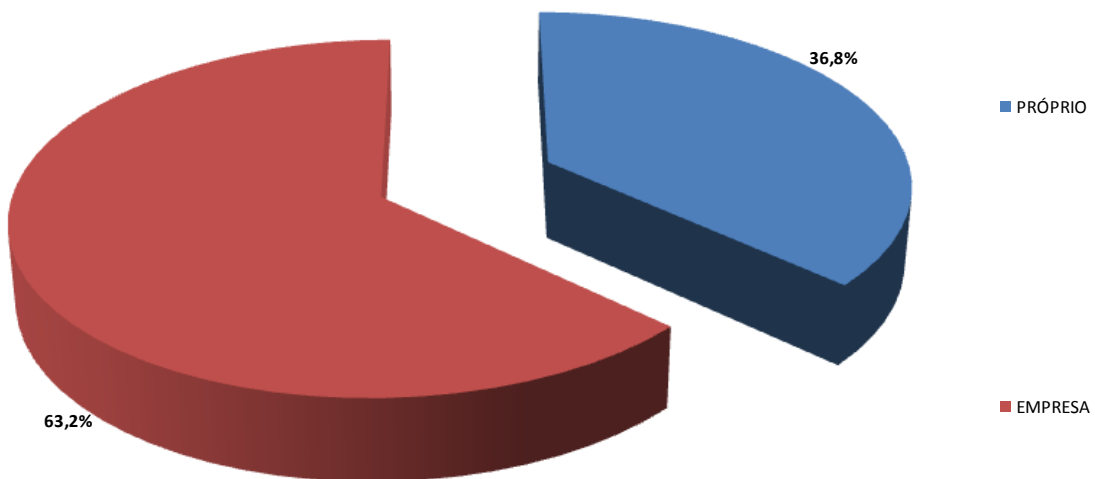


Gráfico 25 - FUNIL - Veículos de Carga Leves – Responsável pelo Pagamento do Pedágio

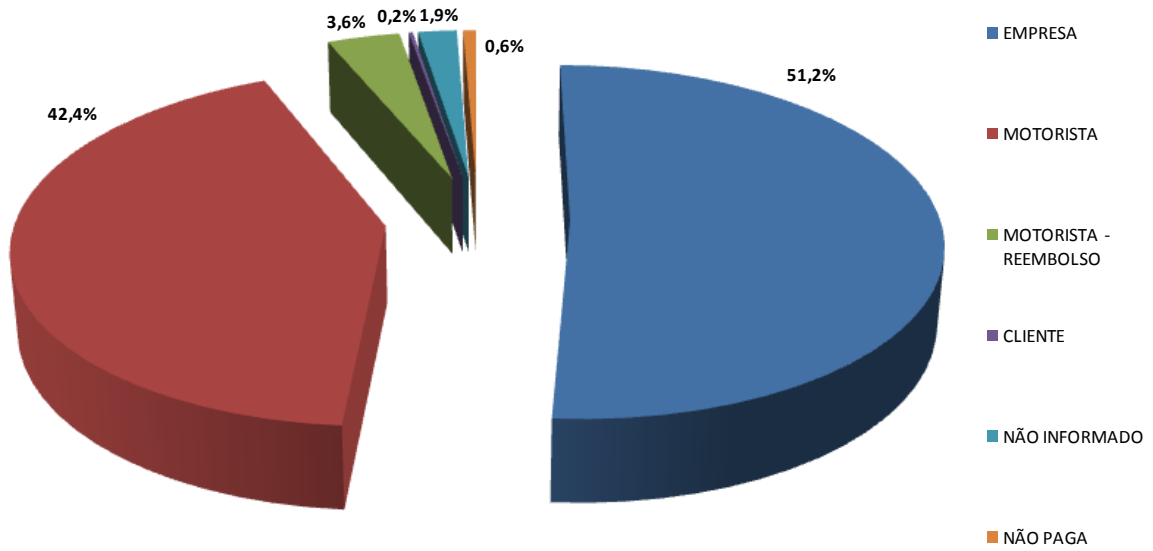


Gráfico 26 - FUNIL - Veículos de Carga Pesados – Responsável pelo Pagamento do Pedágio

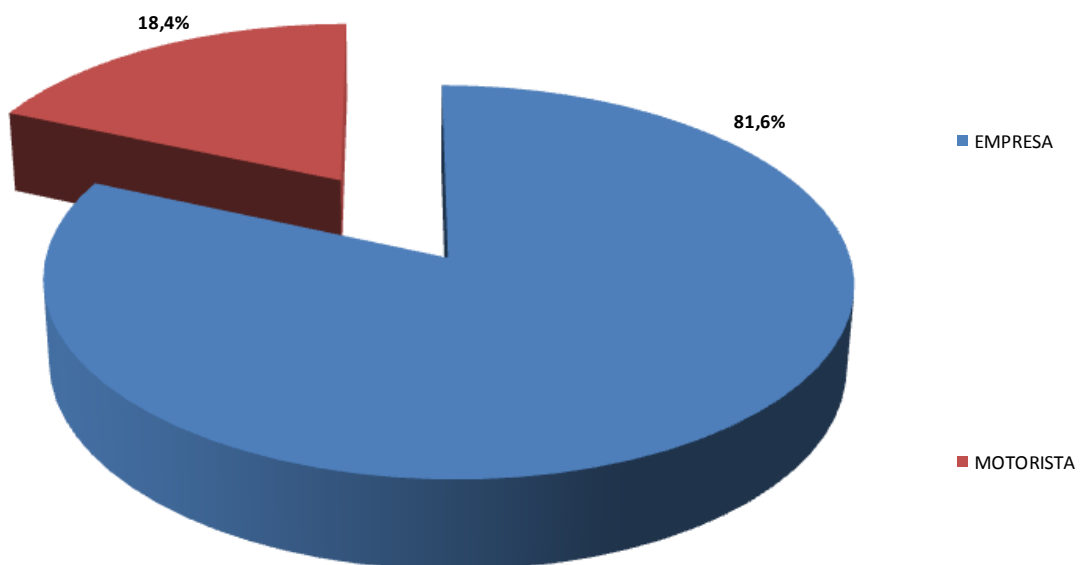


Gráfico 15 - FUNIL - Veículos de Carga Leves – Frequência da Viagem

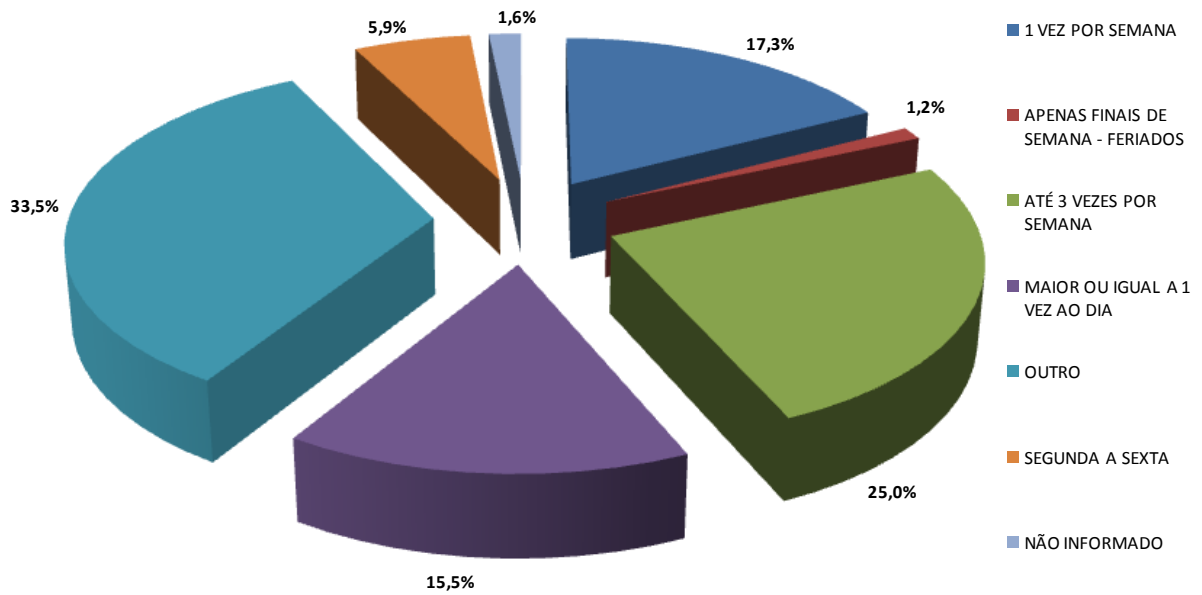
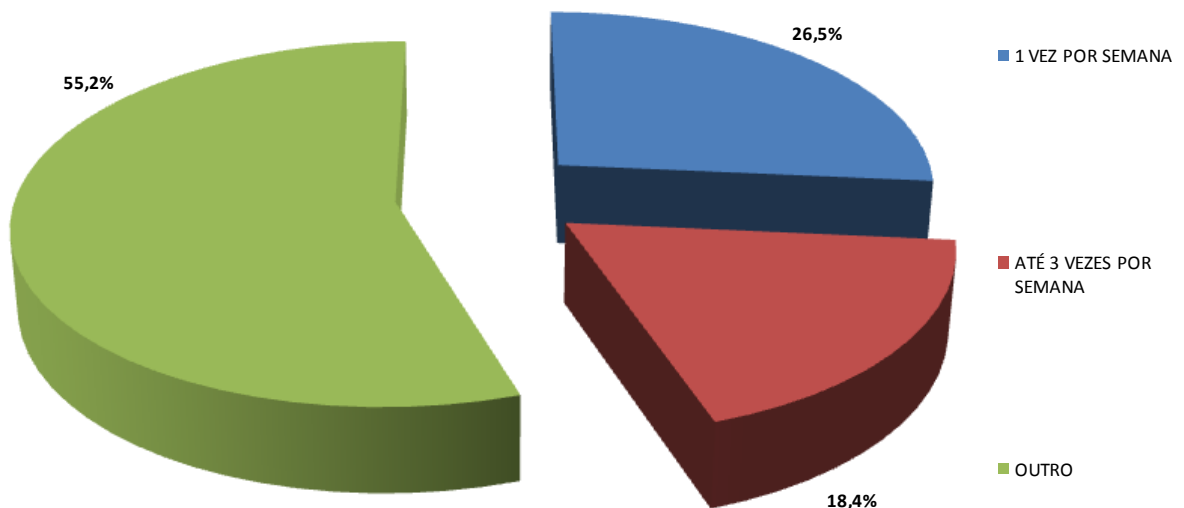


Gráfico 16 - FUNIL - Veículos de Carga Pesados – Frequência da Viagem



### II.3.3. Pesquisas no ferry boat Salvador - Itaparica

A finalidade das pesquisas de origem e destino de automóveis no ferry foi tão somente obter dados de movimentação de veículos entre Itaparica e Salvador, para auxiliar no processo de calibração dos modelos de demanda, conforme será descrito em próximos relatórios.

As entrevistas foram realizadas na data de 09/06/2019, nos dois sentidos. Foram num total de 441 pesquisas o que – considerando o exposto anteriormente no item 2.3 – frente a uma movimentação média diária de 1.870 automóveis no mês de junho, resultou em um erro máximo amostral de 4,1% para um nível de confiança de 95%.

Apresentam-se a seguir informações acessórias obtidas, com respeito a motivos e frequências das viagens.

Gráfico 17 – Ferry - Autos – Motivos

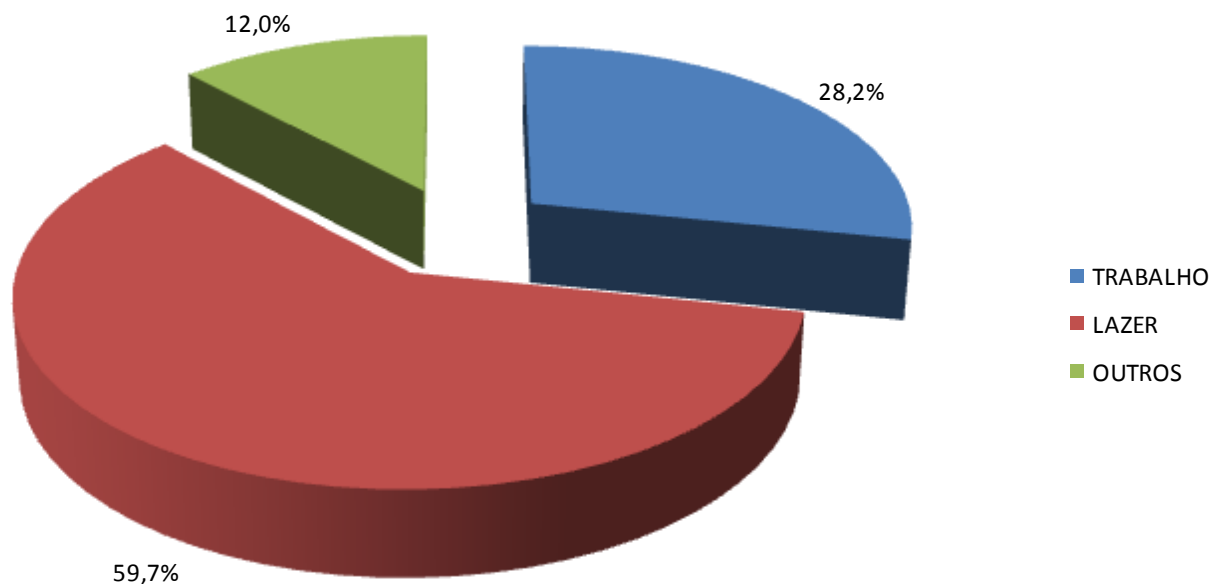
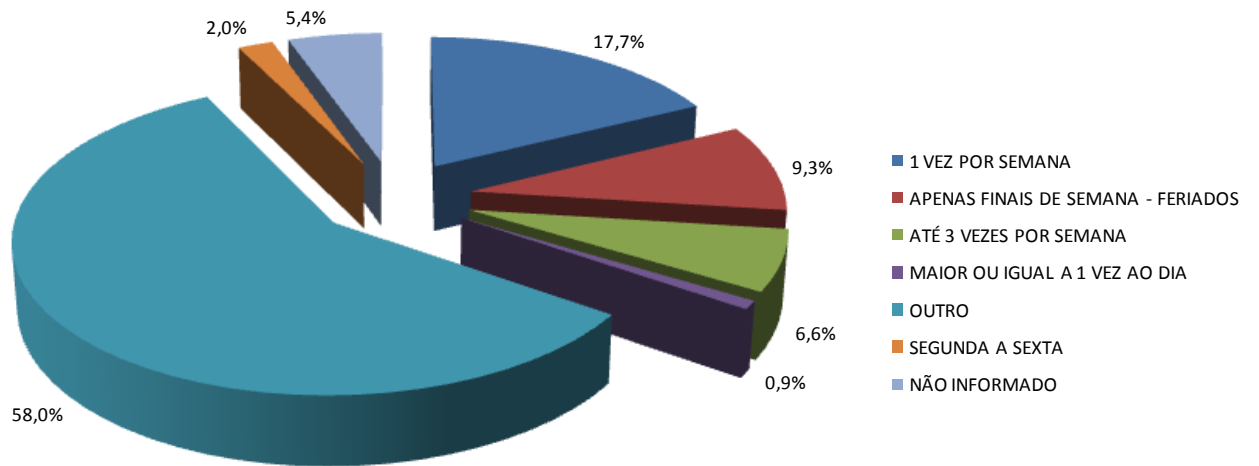


Gráfico 30 - Ferry - Autos – Frequência





## II.4 PESQUISAS DE PREFERÊNCIAS DECLARADAS

A pesquisa de Preferência Declarada (PD) teve por objetivo estimar o valor do tempo de viagem de motoristas em seus deslocamentos (VTTS – *value of travel time savings*), em um contexto de escolha entre rotas pedagiadas e não pedagiadas, de forma a representar as categorias de usuários para o modelo de simulação.

A PD foi realizada mediante a apresentação de quatro cenários a cada entrevistado, tanto em automóveis como em veículos de carga, com cada cenário apresentando opções de viagem possíveis (com detalhes de tempos de viagem, custos, níveis de qualidade diferenciados e assim por diante). Para cada cenário, foi solicitado que os respondentes indicassem sua opção de rota preferencial, se as apresentadas fossem os únicos meios viáveis de fazer a viagem.

A PD foi realizada na BR-324, automóveis e caminhões, e com usuários do ferry (somente automóveis). Quantitativamente, considerando que cada entrevistado poderia analisar até quatro cenários hipotéticos distintos, e após limpeza e tratamento dos dados, foram considerados válidos para modelagem:

- Registros de usuários de automóvel nos terminais do ferry boat: 1.696;
- Registros de usuários de automóvel na praça de pedágio da BR-324: 478;
- Registros de usuários de caminhões na praça de pedágio da BR-324: 248.

Na literatura internacional, sobre aplicação de pesquisas de Preferências Declaradas para estimação de modelos comportamentais para valores do tempo, são observados estudos com tamanhos de amostras a partir de 60 observações, por exemplo, *Brewer, A.M., Hensher, D.A., Distributed work and travel behaviour: the dynamics of interactive agency choices between employers and employees. Transportation 27 (1), 117–148 (2000)*. Desta forma, considera-se que os resultados obtidos em campo estão aderentes aos estudos internacionais.

## II.5 INSUMOS PARA A ESTIMAÇÃO DOS MODELOS DE SIMULAÇÃO

### II.5.1. Modelo Base

Para a construção dos modelos matemáticos de simulação, para estes Estudos Complementares de Demanda, está sendo utilizado como base o estudo para a Elaboração do PlanMob Salvador - Plano de Mobilidade Urbana Sustentável, que é o estudo mais recente (2017/2018), abrangente e tecnicamente robusto para a simulação de transportes no âmbito da Região Metropolitana de Salvador.

Esse estudo está disponível no site <http://www.planmob.salvador.ba.gov.br/> onde podem ser encontrados todos os insumos metodológicos utilizados. Especificamente, dentre os demais relatórios disponibilizados, foi utilizado o *Relatório Técnico RT05: Modelagem para o Planejamento de Transporte*, que define os modelos de geração, escolha modal e distribuição de viagens, relevantes para o atual procedimento.

Outro estudo utilizado como referência e fonte de dados de movimentação de veículos na Região Metropolitana, elaborado para a Secretaria de Infraestrutura do Governo da Bahia em novembro de 2012, foi a *Pesquisa de Mobilidade na Região Metropolitana de Salvador* cujos resultados foram fornecidos pelo Cliente. Especificamente, dentre os demais relatórios disponibilizados, foi utilizado o arquivo [(Salvador) Produto final 2 - Execução e Resultados da pesquisa de linha de Contorno rev 1.pdf].

Além daqueles estudos, outras bases de dados foram fornecidas pelo Cliente e que permitirão a elaboração do modelo de simulação, que será descrito em próximo relatório.

Elas foram:

- Matrizes de origem e destino; arquivo [(OD\_Salvador)\_Matrizes por Zona e Subzona.xlsx]
- Banco de dados da pesquisa domiciliar realizada em 2013; arquivo [Banco de Dados OD Domiciliar rev 2 (2).xlsx]

## II.5.2. Rede Matemática de Simulação

Além dos modelos de simulação que estão em fase de calibração, a combinação das redes já desenvolvidas para os estudos supracitados com as definições disponíveis nos documentos relativos à *Elaboração do Projeto Básico de Engenharia para Construção da Ponte Salvador - Ilha de Itaparica, Acessos aos Sistemas Viários e Reconfiguração da BA-001 no Trecho Situado na Ilha de Itaparica*, disponibilizados pelo Cliente, permitiram a elaboração da rede matemática de simulação.

Este é um insumo básico para o modelo de demanda, representando as características físicas e operacionais da rede viária existente e da nova rede que existirá após a construção da Ponte. A seguir, ilustram-se graficamente as extensões da rede que serão consideradas no modelo de demanda.

Figura 14 - Rede Simulação detalhe Ilha de Itaparica e Salvador

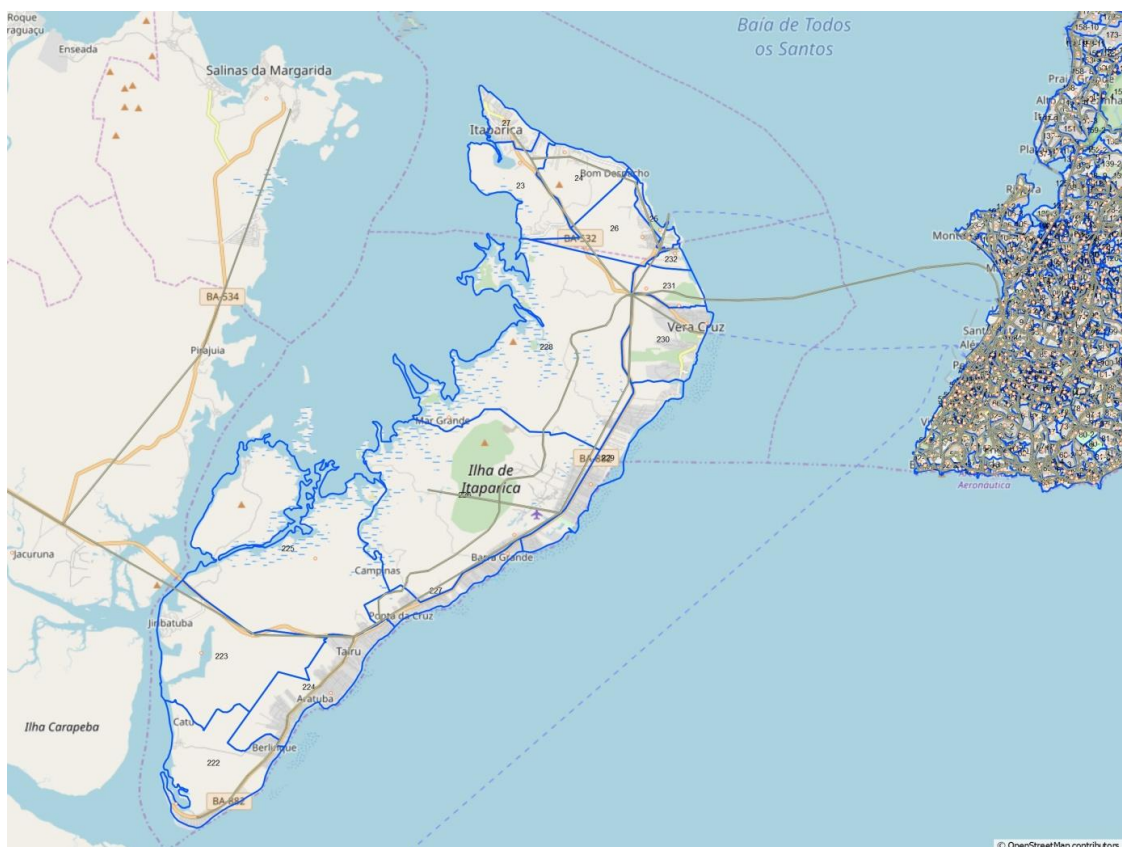
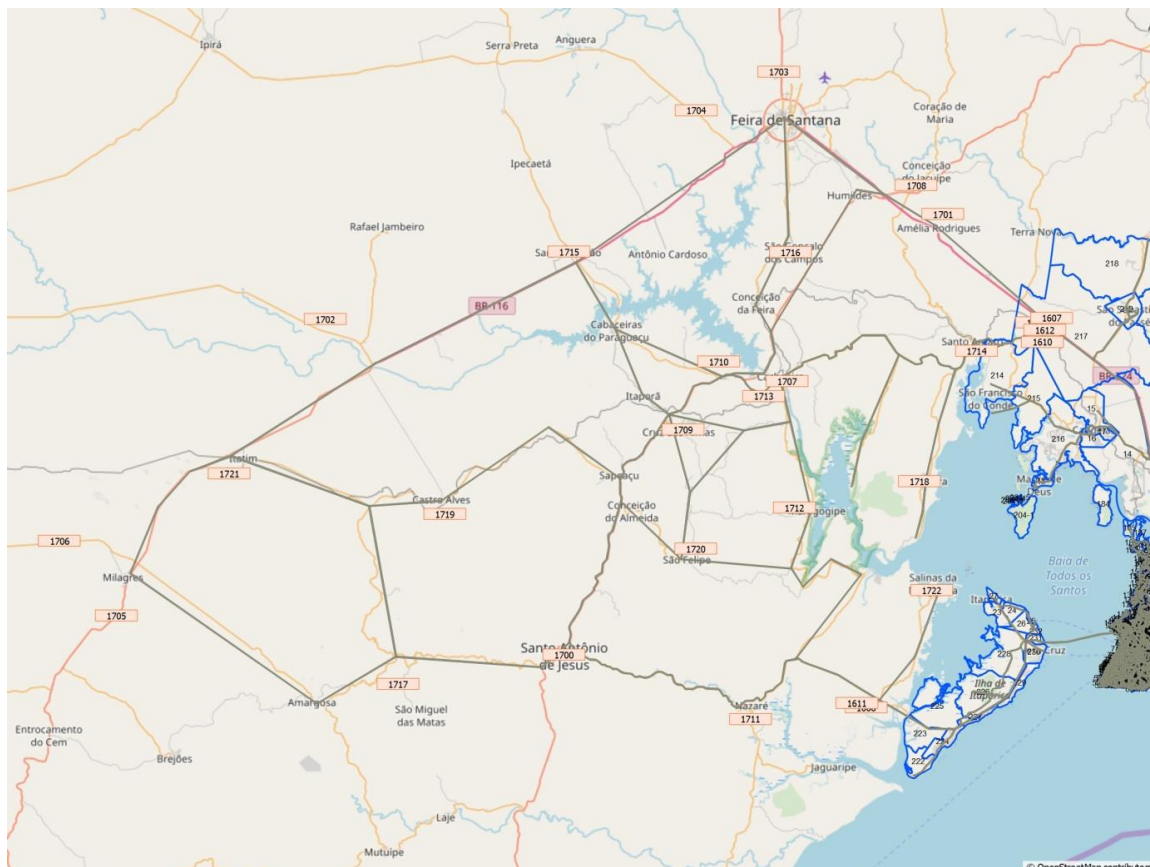


Figura 5 - Rede Simulação detalhe Recôncavo Sul e Baixo Sul

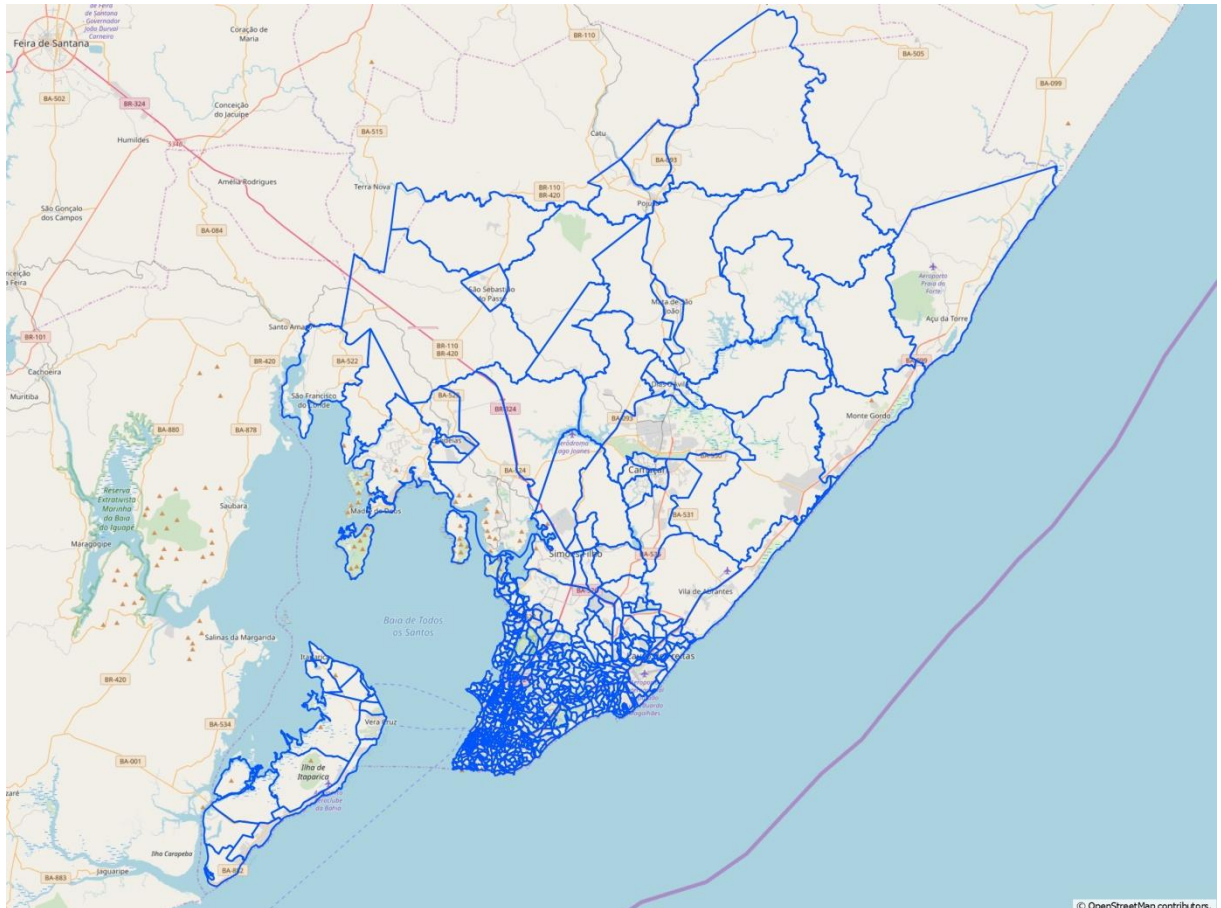


### II.5.3. Zoneamento da Região de Estudo

Outro insumo básico para modelos de simulação de demanda, a divisão espacial da área de estudo, foi construída com a composição das zonas já consolidadas nos estudos da Região Metropolitana de Salvador (RMS), mais aquelas referentes aos municípios do Recôncavo Sul e Baixo Sul.

Estas últimas têm seus centróides representados no mapa anterior, através dos pequenos retângulos alaranjados com o código da zona dentro. As demais zonas da RMS estão ilustradas na figura a seguir.

Figura 6 – Zoneamento Região Metropolitana de Salvador





## II.6 INDICADORES SOCIOECONÔMICOS

Os dados de empregos, matrículas e população são fundamentais como insumos dos modelos de geração, distribuição e alocação de viagens, no âmbito da simulação de demanda.

Eles foram obtidos a partir de diversas fontes, tanto para as projeções de evolução de ocupação e uso do solo para a Ilha de Itaparica, como para as regiões denominadas de Baixo Sul e Recôncavo Sul.

### II.6.1. Ilha de Itaparica

Foram recebidos do Cliente diversos arquivos que continham informações relevantes entre outras, ou seja, dados suplementares sobre emprego, distribuição de renda e habitação previstos para a Ilha de Itaparica. Esses arquivos são os seguintes:

- *Crescimento pop na Ilha por setor censitario.xlsx*
- *Dados finais de populacao.xlsx*
- *Modelo demografico v10 (3).pdf*
- *Programas e medidas setoriais\_v21.pdf*
- *20140604-Analises de aproveitamento como guia para mix-rev21.pdf*
- *MatriculasEducacaoBA2017(1) .xlsx*
- *SVO PROJECOES DE EMPREGO (FORMAL)(1) .xlsx*
- *Impactos Gerais e nas Cabeceiras do SVO(consolidado).pdf*
- *Metodologia das projeções demográficas.pptx*
- *Indicadores Demográfico Projetados.xlsx*
- *Crescimento vegetativo da população antiga e crescimento pela proximidade ao sistema viário (análise de regressão).xlsx*

Importante mencionar que, como explicado no item 5.1 acima, o PlanMob Salvador é o estudo base para elaboração dos presentes estudos. Ele já contém estimativas de projeções socioeconômicas para a Ilha de Itaparica, que estão sendo cotejadas com as demais informações pertinentes à implantação do novo sistema viário, para que o rol final de insumos à simulação seja compatível com todos os documentos analisados.

Em próximos relatórios serão apresentados os valores efetivamente utilizados para a modelagem, no que tange à Ilha de Itaparica.

## **II.6.2. Recôncavo Sul e Baixo Sul**

Foi recebido do Cliente o arquivo [*Municípios-SVO.xlsx*], que apresenta a relação de municípios que compõem as áreas do Baixo Sul e Recôncavo Sul.

### **População**

Do citado arquivo [*Dados finais de população.xls*] obteve-se a projeção da população provável para o Baixo Sul e Recôncavo Sul para os anos de 2010 a 2050. Considerou-se o mesmo crescimento anual de 2049-2050 para o período 2050-2054. Assim obtiveram-se os dados de população para estas áreas nos anos-horizonte (2025, 2032, 2049, 2054).

No citado arquivo [*Indicadores Demográfico Projetados.xls*] obtiveram-se os dados de população tendencial para cada um dos municípios da área para os anos 2015, 2020, 2025 e 2030. Já em [*Crescimento vegetativo da população antiga e crescimento pela proximidade ao sistema viário (análise de regressão).xlsx*] obtiveram-se os dados de população com a influência da abertura da Ponte para cada um dos municípios da área para os anos de 2020 e 2030. Verificou-se que a população em 2020 era igual à tendencial.

Assim, calculou-se, para a estimativa de 2030, o percentual de população de cada município em relação ao total da área (tanto Baixo Sul quanto Recôncavo Sul) e aplicou-se o mesmo aos totais estimados para as áreas nos anos-horizonte, obtendo-se os valores apresentados no quadro a seguir.

Quadro 11 – População por município

| Município               | Agrupamento   | População 2025 | População 2032 | População 2049 | População 2054 |
|-------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Aratuípe                | Baixo Sul     | 8.695          | 9.349          | 10.410         | 10.688         |
| Cairu                   | Baixo Sul     | 24.811         | 26.676         | 29.705         | 30.496         |
| Camamu                  | Baixo Sul     | 36.694         | 39.452         | 43.931         | 45.102         |
| Gandu                   | Baixo Sul     | 34.568         | 37.167         | 41.387         | 42.489         |
| Ibirapitanga            | Baixo Sul     | 18.113         | 19.475         | 21.686         | 22.263         |
| Igrapiúna               | Baixo Sul     | 14.255         | 15.326         | 17.066         | 17.521         |
| Ituberá                 | Baixo Sul     | 32.522         | 34.967         | 38.937         | 39.974         |
| Jaguaripe               | Baixo Sul     | 21.947         | 23.597         | 26.276         | 26.975         |
| Nilo Peçanha            | Baixo Sul     | 16.376         | 17.608         | 19.607         | 20.129         |
| Pirai do Norte          | Baixo Sul     | 7.586          | 8.157          | 9.082          | 9.324          |
| Pres. Tancredo Neves    | Baixo Sul     | 33.568         | 36.092         | 40.190         | 41.260         |
| Taperoá                 | Baixo Sul     | 26.290         | 28.266         | 31.475         | 32.313         |
| Teolândia               | Baixo Sul     | 16.812         | 18.076         | 20.128         | 20.664         |
| Valença                 | Baixo Sul     | 122.610        | 131.829        | 146.795        | 150.705        |
| Wenceslau Guimarães     | Baixo Sul     | 16.790         | 18.053         | 20.102         | 20.638         |
| Cabaceiras do Paraguaçu | Recôncavo Sul | 14.881         | 15.436         | 16.600         | 16.929         |
| Castro Alves            | Recôncavo Sul | 27.368         | 28.390         | 30.530         | 31.135         |
| Conceição do Almeida    | Recôncavo Sul | 12.416         | 12.880         | 13.850         | 14.125         |
| Cruz das Almas          | Recôncavo Sul | 61.598         | 63.898         | 68.714         | 70.076         |
| Dom Macedo Costa        | Recôncavo Sul | 4.329          | 4.490          | 4.829          | 4.924          |
| Governador Mangabeira   | Recôncavo Sul | 23.026         | 23.886         | 25.686         | 26.195         |
| Maragogipe              | Recôncavo Sul | 47.230         | 48.994         | 52.687         | 53.731         |
| Muniz Ferreira          | Recôncavo Sul | 8.996          | 9.332          | 10.036         | 10.235         |
| Muritiba                | Recôncavo Sul | 21.766         | 22.579         | 24.281         | 24.762         |
| Nazaré                  | Recôncavo Sul | 30.830         | 31.982         | 34.392         | 35.074         |
| Santo Antônio de Jesus  | Recôncavo Sul | 139.926        | 145.152        | 156.091        | 159.185        |
| São Felipe              | Recôncavo Sul | 15.621         | 16.205         | 17.426         | 17.772         |
| São Félix               | Recôncavo Sul | 12.785         | 13.262         | 14.262         | 14.544         |
| Sapeaçu                 | Recôncavo Sul | 12.629         | 13.101         | 14.088         | 14.368         |
| Varzedo                 | Recôncavo Sul | 7.571          | 7.853          | 8.445          | 8.613          |

### **Matrículas Escolares**

Da estimativa IBGE para o TCU obteve-se as populações municipais para o ano de 2017. Do INEP<sup>3</sup> obteve-se a quantidade de matrículas na educação básica (ensino regular, especial e/ou educação de jovens e adultos) no mesmo ano. Utilizou-se a relação matrícula/habitante deste ano para projetar a quantidade de matrículas dos anos-horizonte, chegando-se aos valores apresentados no quadro a seguir.

<sup>3</sup> INEP – Censo da Educação Básica 2017



Quadro 12 – Matrículas escolares por município

| Município               | Agrupamento   | Matrículas 2025 | Matrículas 2032 | Matrículas 2049 | Matrículas 2054 |
|-------------------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Aratuípe                | Baixo Sul     | 2.256           | 2.425           | 2.701           | 2.772           |
| Cairu                   | Baixo Sul     | 7.284           | 7.831           | 8.720           | 8.953           |
| Camamu                  | Baixo Sul     | 11.072          | 11.904          | 13.256          | 13.609          |
| Gandu                   | Baixo Sul     | 9.018           | 9.696           | 10.797          | 11.084          |
| Ibirapitanga            | Baixo Sul     | 5.660           | 6.085           | 6.776           | 6.957           |
| Igrapiúna               | Baixo Sul     | 4.086           | 4.394           | 4.892           | 5.023           |
| Ituberá                 | Baixo Sul     | 7.645           | 8.220           | 9.153           | 9.397           |
| Jaguaripe               | Baixo Sul     | 6.044           | 6.498           | 7.236           | 7.428           |
| Nilo Peçanha            | Baixo Sul     | 5.085           | 5.467           | 6.087           | 6.250           |
| Pirai do Norte          | Baixo Sul     | 1.712           | 1.840           | 2.049           | 2.104           |
| Pres. Tancredo Neves    | Baixo Sul     | 8.775           | 9.435           | 10.506          | 10.786          |
| Taperoá                 | Baixo Sul     | 8.025           | 8.628           | 9.607           | 9.863           |
| Teolândia               | Baixo Sul     | 5.868           | 6.309           | 7.025           | 7.212           |
| Valença                 | Baixo Sul     | 29.051          | 31.235          | 34.781          | 35.707          |
| Wenceslau Guimarães     | Baixo Sul     | 5.672           | 6.098           | 6.791           | 6.972           |
| Cabaceiras do Paraguaçu | Recôncavo Sul | 4.014           | 4.164           | 4.477           | 4.566           |
| Castro Alves            | Recôncavo Sul | 6.313           | 6.549           | 7.042           | 7.182           |
| Conceição do Almeida    | Recôncavo Sul | 2.141           | 2.221           | 2.388           | 2.435           |
| Cruz das Almas          | Recôncavo Sul | 14.450          | 14.990          | 16.119          | 16.439          |
| Dom Macedo Costa        | Recôncavo Sul | 1.153           | 1.196           | 1.286           | 1.312           |
| Governador Mangabeira   | Recôncavo Sul | 6.902           | 7.160           | 7.699           | 7.852           |
| Maragogipe              | Recôncavo Sul | 9.730           | 10.093          | 10.854          | 11.069          |
| Muniz Ferreira          | Recôncavo Sul | 1.885           | 1.956           | 2.103           | 2.145           |
| Muritiba                | Recôncavo Sul | 4.624           | 4.797           | 5.158           | 5.260           |
| Nazaré                  | Recôncavo Sul | 8.115           | 8.418           | 9.053           | 9.232           |
| Santo Antônio de Jesus  | Recôncavo Sul | 34.330          | 35.612          | 38.295          | 39.055          |
| São Felipe              | Recôncavo Sul | 4.129           | 4.283           | 4.606           | 4.697           |
| São Félix               | Recôncavo Sul | 2.180           | 2.262           | 2.432           | 2.480           |
| Sapeaçu                 | Recôncavo Sul | 3.478           | 3.608           | 3.879           | 3.956           |
| Varzedo                 | Recôncavo Sul | 1.811           | 1.878           | 2.020           | 2.060           |

### **Empregos**

A projeção de empregos formais por município e ano-horizonte foi obtida em “SVO PROJECOES DE EMPREGO (FORMAL).xlsx”. Os valores são apresentados no quadro a seguir.

Quadro 13 – Empregos por município

| Município               | Agrupamento   | Empregos 2025 | Empregos 2032 | Empregos 2049 | Empregos 2054 |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Aratuípe                | Baixo Sul     | 660           | 810           | 1.174         | 1.282         |
| Cairu                   | Baixo Sul     | 3.760         | 4.467         | 6.186         | 6.692         |
| Camamu                  | Baixo Sul     | 3.195         | 3.947         | 5.772         | 6.308         |
| Gandu                   | Baixo Sul     | 3.694         | 4.379         | 6.044         | 6.534         |
| Ibirapitanga            | Baixo Sul     | 1.702         | 2.116         | 3.121         | 3.416         |
| Igrapiúna               | Baixo Sul     | 1.946         | 2.205         | 2.835         | 3.020         |
| Ituberá                 | Baixo Sul     | 3.364         | 4.185         | 6.177         | 6.763         |
| Jaguaripe               | Baixo Sul     | 2.240         | 3.405         | 6.235         | 7.067         |
| Nilo Peçanha            | Baixo Sul     | 1.245         | 1.805         | 3.164         | 3.564         |
| Piraí do Norte          | Baixo Sul     | 828           | 1.009         | 1.448         | 1.577         |
| Pres. Tancredo Neves    | Baixo Sul     | 2.583         | 3.339         | 5.175         | 5.714         |
| Taperoá                 | Baixo Sul     | 1.413         | 1.901         | 3.086         | 3.434         |
| Teolândia               | Baixo Sul     | 1.408         | 1.761         | 2.617         | 2.868         |
| Valença                 | Baixo Sul     | 15.148        | 19.611        | 30.450        | 33.639        |
| Wenceslau Guimarães     | Baixo Sul     | 1.601         | 1.928         | 2.722         | 2.955         |
| Cabaceiras do Paraguaçu | Recôncavo Sul | 1.346         | 1.697         | 2.552         | 2.803         |
| Castro Alves            | Recôncavo Sul | 3.507         | 3.914         | 4.902         | 5.193         |
| Conceição do Almeida    | Recôncavo Sul | 2.042         | 2.301         | 2.931         | 3.116         |
| Cruz das Almas          | Recôncavo Sul | 12.681        | 13.837        | 16.643        | 17.469        |
| Dom Macedo Costa        | Recôncavo Sul | 331           | 405           | 584           | 636           |
| Governador Mangabeira   | Recôncavo Sul | 3.189         | 3.657         | 4.794         | 5.128         |
| Maragogipe              | Recôncavo Sul | 3.724         | 5.697         | 10.491        | 11.900        |
| Muniz Ferreira          | Recôncavo Sul | 603           | 747           | 1.097         | 1.200         |
| Muritiba                | Recôncavo Sul | 2.643         | 3.023         | 3.946         | 4.217         |
| Nazaré                  | Recôncavo Sul | 4.088         | 5.745         | 9.770         | 10.954        |
| Santo Antônio de Jesus  | Recôncavo Sul | 25.252        | 29.802        | 40.850        | 44.100        |
| São Felipe              | Recôncavo Sul | 1.735         | 2.080         | 2.918         | 3.165         |
| São Félix               | Recôncavo Sul | 1.504         | 1.738         | 2.307         | 2.474         |
| Sapeaçu                 | Recôncavo Sul | 1.716         | 1.992         | 2.662         | 2.859         |
| Varzedo                 | Recôncavo Sul | 694           | 870           | 1.299         | 1.425         |

***TOMO III***  
***RELATÓRIO TÉCNICO 03***

### III.1 APRESENTAÇÃO

Este Relatório Técnico 03 descreve os modelos probabilísticos utilizados e/ou desenvolvidos para produzir as estimativas de demanda, no âmbito destes Estudos Complementares, assim como introduz os resultados preliminares obtidos.

Inicialmente, será apresentado o modelo comportamental desenvolvido, a partir dos dados obtidos nas pesquisas de preferências declaradas – descritas no Relatório Técnico 02 – que permitiu computar os valores do tempo dos usuários do sistema viário. Este insumo foi necessário para se poder estimar os volumes de tráfego que podem vir a ser desviados de suas rotas atuais para utilizarem o Sistema Viário do Oeste (Ponte Salvador – Ilha de Itaparica) no futuro.

Na sequência, descrevem-se os procedimentos e as especificações do modelo de análise da demanda desenvolvido no âmbito do PlanMob<sup>4</sup> o qual foi utilizado nestes Estudos, para a estimativa dos fluxos gerados e induzidos por aumento de acessibilidade e evolução da socioeconomia, tanto na Ilha de Itaparica como nas regiões do Recôncavo Sul e Baixo Sul. Como será adequadamente explicado, o modelo permitiu a elaboração de estimativas tanto para o transporte individual como para o transporte coletivo de passageiros.

Na continuação, descreve-se como foi indiretamente utilizado um modelo desenvolvido para o Plano Diretor de Transportes Urbanos da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, que permitiu elaborar estimativas de fluxos de veículos urbanos de carga (VUCs) na Ponte de Itaparica.

Finalmente, são apresentados os valores preliminares obtidos através da utilização dos modelos descritos, os quais serão revisados e ratificados no próximo Relatório Técnico, objeto que serão de análises de sensibilidade às tarifas de pedágio a serem praticadas.

---

<sup>4</sup> Elaboração do PlanMob Salvador - Plano de Mobilidade Urbana Sustentável, 2017; Secretaria Municipal de Mobilidade Urbana de Salvador – SEMOB

## **III.2 ESTIMAÇÃO DE UM MODELO COMPORTAMENTAL PARA A PONTE SALVADOR – ILHA DE ITAPARICA**

Para estimação do modelo comportamental para análise da demanda de usuários de automóvel e caminhão para a Ponte Salvador – Ilha de Itaparica foi elaborado um formulário de pesquisa de preferência revelada, um desenho experimental da pesquisa de preferência declarada, aplicação destes formulários a um grupo específico, análise das informações obtidas através da aplicação dos formulários elaborados, especificação de um modelo comportamental, estimação dos modelos e análise dos resultados.

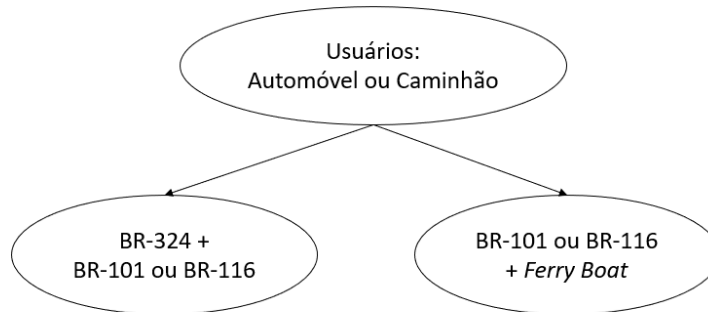
### **III.2.1. Introdução**

As opções que os indivíduos têm no meio urbano (escolhas espaciais, de transportes, de programação horária etc.) produzem demandas agregadas que dão forma à dinâmica urbana, por exemplo, as condições de tráfego, acesso as atividades distribuídas espacialmente e as provisões de capacidade de serviços oferecidos.

Esta premissa induz ao planejamento de transportes que, na análise de políticas públicas relacionadas a transportes, é importante saber como características dos domicílios, atributos individuais, características do sistema de transportes e políticas públicas influenciam o comportamento individual relacionado às escolhas disponíveis no sistema de transportes.

Este é o contexto que é delineado para análise da demanda de usuários de automóvel e caminhão para a Ponte Salvador – Ilha de Itaparica. A introdução de uma nova opção de rota (Ponte) provocará alterações no comportamento dos usuários, resultando numa nova alocação nas rotas com um contingente de usuários migrando para a Ponte. Esta situação pode ser ilustrada pelo diagrama das figuras a seguir. Para uma situação no tempo presente os usuários possuem as opções de rotas apresentadas na Figura 1: BR-324 + BR-101 ou BR-116 e o Ferry Boat + BR-101 ou BR-116.

Figura 17 – Diagrama das opções de rotas dos potenciais usuários da Ponte.



A adição da Ponte como nova opção de rota (Figura 18) provocará alterações na repartição do contingente de usuários com a migração de usuários apresentados na Figura 17 para a nova opção (Ponte).

Figura 18 – Diagrama da nova opção de rotas com adição da Ponte.



Para identificar e quantificar os fatores que influenciam as decisões quanto à escolha da rota de viagem, foi realizado um levantamento de campo, através de duas pesquisas aplicadas a uma amostra selecionada de usuários de automóvel e caminhão: uma pesquisa de preferência revelada (PR) e uma pesquisa de preferência declarada (PD).

### III.2.2. Pesquisa de Preferência Revelada (PR)

Em termos de análise de demanda por transportes nas últimas décadas vem-se desenvolvendo 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 entrevistas aplicadas a um contingente de usuários em um ponto no tempo, que conduzem a situações reais observadas. Com cada uma destas informações coletadas através de entrevistas as quais os usuários revelam suas preferências pelo modo ou rota para realização da viagem, pode-se aferir a conduta deles ao longo do tempo com relação à oferta deste serviço. Esta técnica convencional é denominada de preferência revelada (PR). A característica básica deste método é a de fornecer somente uma observação (dado) por usuário.

O método de preferência revelada é caracterizado por escolhas já realizadas pelos usuários de um determinado serviço ou produto, dentro de um conjunto de alternativas existentes. Em outras palavras, pode-se dizer que preferências reveladas tratam dados retirados a partir de situações reais, em que a escolha de determinado produto ou modo de transporte já é feita atualmente pelo usuário.

Para levantamento das informações dos potenciais usuários (automóvel e caminhão) da Ponte Salvador – Ilha de Itaparica foi aplicado um questionário da pesquisa de preferência revelada através de um formulário preenchido pelo entrevistador, com o objetivo de coletar as seguintes informações:

#### **Automóvel:**

- Motivo da Viagem (Trabalho, Lazer, Outros)
- Frequência da Viagem
- Origem da viagem
- Destino da viagem
- Rodovia que utilizou/utilizará na viagem (BR-101, BR-116 e BR-324)

### **Caminhão**

- Número de eixos
- Propriedade do veículo
- Responsabilidade de pagamento do pedágio
- Frequência da viagem
- Origem da viagem
- Destino da viagem
- Rodovia que utilizou/utilizará na viagem (BR-101, BR-116 e BR-324)

### **III.2.3. Pesquisa de Preferência Declarada (PD)**

A pesquisa de preferência declarada (PD) é um método que vem suprir as deficiências e limitações da pesquisa de preferência revelada (PR). LOUVIERE *et al.* (2000) destaca que uma desvantagem do uso da pesquisa de preferência revelada é a estimativa inadequada da variação dos valores dos atributos da utilidade, impedindo a realização de *trade-offs* entre os mesmos. No mesmo estudo, o autor destaca também a impossibilidade da obtenção de parâmetros de elasticidade de preços. Ortúzar e Willumsen (2011) destacam outras limitações dos dados da PR:

- Impossibilidade da separação dos efeitos individuais na estimação do modelo, devido à possibilidade de os atributos, os quais definem a função de utilidade, estarem fortemente correlacionados;
- Em grande parte dos estudos há erros de medição nas variáveis explicativas do modelo;
- Dificuldade na coleta de respostas sobre o impacto de políticas recentes nas preferências dos indivíduos, além do fato da impossibilidade de incluir novas alternativas não existentes no mercado.

O surgimento da pesquisa de preferência declarada veio preencher uma lacuna importante com relação à coleta de dados, é 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 mediante as quais é apresentado ao entrevistado um número de situações hipotéticas (cenários com opções de escolha) que se aproximem o máximo possível da realidade.

O entrevistado, frente a um leque de opções, baseado na experiência no sistema de transportes, escolherá a melhor opção entre as oferecidas. Extrai-se o cartão escolhido do conjunto, sendo o entrevistado convidado 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 em um determinado tipo de serviço. Com isto ele tem a oportunidade de 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, permitindo a possibilidade de identificar como os usuários irão comportar-se face as diferentes opções;
- 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 mostram de forma quantitativa, isto é, os valores dos atributos são subjetivos.

A técnica de PD 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 e, inclusive, podem variar em função das respostas dadas pelo entrevistado. Com isto, obtêm-se informações mais confiáveis e aplicando uma metodologia mais eficiente.

Existem algumas críticas quanto ao uso da PD com relação ao fato 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 valores relativos são requeridos.

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

- A falta de informações sobre novos serviços de transportes;
- 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.
- A PD permite obter mais de um registro de resposta por 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:

- O modo de apresentação das opções deve ser da forma mais realista e não muito numerosa. Com isto, evita-se que o processo de escolha seja muito complexo e cansativo, tornando mais criteriosa a escolha das opções;
- Assegurar que sejam obtidas informações suficientes para escolha dos atributos, quantificação dos mesmos e para a 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 o problema analisado;

- Cada opção é constituída por um conjunto de atributos que identifica o serviço, e esta opção é representada por um cartão;
- Os valores das alternativas destes atributos são especificados pelo investigador. Estes valores devem aproximar-se o quanto possível da realidade;
- 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.

### III.2.4. Desenho Experimental da Pesquisa de Preferência Declarada e Formulário de Pesquisa

A pesquisa de preferência declarada (PD) é um método de pesquisa em que são apresentados ao entrevistado um número de situações hipotéticas (por exemplo, cenários que representam alternativas no sistema de transporte: caminhão, trem), com a descrição dos atributos da alternativa (tempo de viagem, custo de viagem) em que o entrevistado é solicitado a realizar uma escolha entre as alternativas apresentadas em cada situação hipotética apresentada, conforme exemplo da figura a seguir.

Figura 17 – Exemplo de Pesquisa de Preferência Declarada (HENSHER; ROSE, 2005).

The image shows a survey form with a table of attributes for two alternatives: 'car' and 'train'. Below the table, there is a question asking for a preference between the two, with radio buttons for selection. A 'next ...' button is located at the bottom right of the form.

|                        | car | train |
|------------------------|-----|-------|
| Travel time (mins)     | 20  | 30    |
| Fuel costs / fare (\$) | 5   | 4     |

Which alternative do you prefer?

next ...

Para a construção e aplicação de um projeto experimental, são definidos, por Ortúzar e Willumsen (2011), alguns aspectos:

- É necessário identificar os atributos chaves e formular as alternativas de cada questão que será abordada no questionário de entrevista. Os principais atributos devem estar presentes nessas questões e as alternativas devem ser realistas e plausíveis para quem irá responder;
- Projetar as alternativas de maneira que, quando apresentadas aos entrevistados, expressem suas preferências;
- Desenvolver e seguir uma estratégia de amostragem, assegurando um conjunto de dados eficiente e representativo;
- Conduzir adequadamente o levantamento, aplicando supervisão e procedimentos de controle de qualidade, como pesquisa piloto e treinamento prévio dos pesquisadores.

### **Seleção dos atributos e Elaboração das Alternativas e dos Questionários**

A seleção dos atributos representa a escolha dos atributos que refletem as principais razões que levam às preferências dos usuários de um determinado serviço ou produto. Entretanto, para evitar que a entrevista seja cansativa, há um limite no número de atributos, cabendo ao analista avaliar a partir da pesquisa piloto se a quantidade está adequada ou não.

Após a definição dos atributos relevantes à pesquisa, a próxima etapa é a construção e combinação das alternativas das questões a serem abordadas no questionário. Para a formulação das alternativas é necessário conhecimento das características da área de pesquisa e sensibilidade ao tema, para que sejam formuladas questões realistas, plausíveis e claras, sempre pensando no nível de conhecimento do entrevistado.

Para a elaboração das alternativas, já definidos os atributos, utiliza-se uma ferramenta que garante uma das principais exigências de um experimento de PD, a chamada ortogonalidade dos atributos. A ortogonalidade garante que todos os efeitos, principais ou de interação, possam ser estimados isoladamente, sem multicolinearidade entre si.

Segundo LOUVIERE *et al.* (2000), busca-se uma ortogonalidade que se refere à diferença entre os níveis dos atributos de cada uma das alternativas consideradas na escolha, ou seja, as alternativas devem ser combinadas de modo que as diferenças dos atributos tenham a menor correlação possível.

Como uma das formas de auxiliar na construção destas alternativas, utilizam-se os Planos Fatoriais. Quando se considera todas as combinações possíveis entre os níveis de atributos, obtém-se um Projeto Fatorial Completo – PFC, sendo que o número de combinações é gerado pela seguinte expressão:

$$NC = \prod n_i^{a_i}$$

Em que:

NC = Número de combinações possíveis;

$n$  =  $i$ -ésimo atributo;

$a$  = numérico de níveis do  $i$ -ésimo atributo.

Utilizando um PFC, consegue-se conduzir um experimento de PD com todas as combinações possíveis englobadas. No entanto, existem alguns problemas quando o número de atributos e níveis do PFC aumenta. Como por exemplo, em um experimento em que o conjunto de atributos são cinco, com cada um com quatro níveis, tem-se o número total de  $4^5 = 1024$  combinações, sendo que cada uma está representando uma alternativa a ser considerada no experimento PD.

A partir do grande número de combinações, sugerem-se algumas alternativas de projetos de experimento, objetivando a redução do número de opções, gerando apenas os efeitos de interesse e simultaneamente mantendo um nível adequado de ortogonalidade.

### **Desenho Experimental**

Para a seleção dos atributos, que refletem as principais razões que levam às preferências dos usuários para escolha da rota de viagem, foi efetuada uma consulta à literatura que trata de pesquisas de preferências declaradas com foco na escolha da rota de viagem (GAO *et al.*, 2011; ARENTZE, *et al.*, 2012; PRATO *et al.*, 2014; MAI *et al.*, 2015; DALUMPINES; SCOTT, 2017; VIDANA-BENCOMO *et al.*, 2018).

Da literatura analisada os atributos considerados para caracterizar a escolha da rota de viagem na pesquisa de preferência declarada são apresentados no quadro a seguir.

Quadro 14 – Atributos eleitos para a pesquisa de preferência declarada.

| <b>Fator</b>           | <b>Descrição</b>                         |
|------------------------|--|
| <b>Custo</b>           | Valor em reais (R\$) do custo da viagem. |
| <b>Tempo de viagem</b> | Tempo de viagem (em horas) da viagem.    |

Prosseguindo com o desenho experimental foram estimados valores de referências que representam a viagem utilizando o veículo que o usuário estaria utilizando (uma das três alternativas: automóvel; caminhão leve; caminhão pesado) pela opção de rota de viagem atual, utilizando para as estimativas de custo e tempo de viagem de um ponto de Salvador até o trevo rodoviário da BR-101 com a BA-046 – ligação para a BA-001, que forneceu um custo médio de viagem denominado custo base, e um tempo médio, denominado de tempo base.

De forma semelhante foram estimados valores de referências que representam a viagem utilizando o veículo que o usuário estaria utilizando pela opção de rota de viagem considerando a Ponte, utilizando para as estimativas de custo e tempo de viagem uma viagem de um ponto de Salvador até o trevo rodoviário da BR-101 com a BA-046 – ligação para a BA-001, que forneceu um custo médio de viagem denominado custo base, e um tempo médio, denominado de tempo base.

Baseados nos valores de referências foram estimados os valores dos níveis dos atributos. Nos quadros a seguir são apresentados os valores dos atributos de tempo e de custo aplicados na pesquisa de preferência declarada para usuários de automóvel, caminhão leve e caminhão pesado.

Quadro 15 – Valores dos atributos de tempo (em horas) da pesquisa de preferência declarada: automóvel.

| <b>Nível</b> | <b>Valor</b> | <b>Nível</b> | <b>Valor</b> | <b>Nível</b> | <b>Valor</b> |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>1</b>     | 1,25         | <b>5</b>     | 2,25         | <b>9</b>     | 3,25         |
| <b>2</b>     | 1,50         | <b>6</b>     | 2,50         | <b>10</b>    | 3,50         |
| <b>3</b>     | 1,75         | <b>7</b>     | 2,75         | <b>11</b>    | 3,75         |
| <b>4</b>     | 2,00         | <b>8</b>     | 3,00         | <b>12</b>    | 4,00         |

Quadro 16 – Valores dos atributos de tempo (em horas) da pesquisa de preferência declarada: caminhão leve (2-3 eixos).<sup>5</sup>

| Nível | Valor | Nível | Valor | Nível | Valor |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1     | 1,25  | 5     | 2,25  | 9     | 3,25  |
| 2     | 1,50  | 6     | 2,50  | 10    | 3,50  |
| 3     | 1,75  | 7     | 2,75  | 11    | 3,75  |
| 4     | 2,00  | 8     | 3,00  | 12    | 4,00  |

Quadro 17 – Valores dos atributos de tempo (em horas) da pesquisa de preferência declarada: caminhão pesado (4+ eixos).

| Nível | Valor | Nível | Valor |
|-------|-------|-------|-------|
| 1     | 1,50  | 5     | 3,50  |
| 2     | 2,00  | 6     | 4,00  |
| 3     | 2,50  | 7     | 4,50  |
| 4     | 3,00  | 8     | 5,00  |

Quadro 18 – Valores dos atributos de custo (em reais) da pesquisa de preferência declarada: automóvel

| Fator                                | Nível 1 | Nível 2 | Nível 3 |
|--------------------------------------|---------|---------|---------|
| <b>BR-324: combustível + pedágio</b> | 55,00   | 75,00   | 95,00   |
| <b>Ponte: combustível</b>            | 30,00   | 50,00   | 70,00   |
| <b>Ponte: pedágio</b>                | 25,00   | 45,00   | 65,00   |

Quadro 19 – Valores dos atributos de custo (em reais) da pesquisa de preferência declarada: caminhão leve (2-3 eixos).

| Fator                                | Nível 1 | Nível 2 | Nível 3 |
|--------------------------------------|---------|---------|---------|
| <b>BR-324: combustível + pedágio</b> | 130,00  | 160,00  | 190,00  |
| <b>Ponte: combustível</b>            | 60,00   | 90,00   | 120,00  |
| <b>Ponte: pedágio</b>                | 40,00   | 70,00   | 100,00  |

<sup>5</sup> Os atributos indicados para automóveis e veículos leves se referem aos valores testados na PPD. O valor a ser usado será fruto das pesquisas. Assim os deste quadro são os apresentados nas pesquisas por isso são iguais para os 2 tipos de veículos, embora os resultados nas pesquisas redundaram diferentes para cada um.

Quadro 20 – Valores dos atributos de custo (em reais) da pesquisa de preferência declarada: caminhão pesado (4+ eixos).

| Fator                                | Nível 1 | Nível 2 | Nível 3 |
|--------------------------------------|---------|---------|---------|
| <b>BR-324: combustível + pedágio</b> | 130,00  | 180,00  | 230,00  |
| <b>Ponte: combustível</b>            | 40,00   | 90,00   | 140,00  |
| <b>Ponte: pedágio</b>                | 60,00   | 110,00  | 160,00  |

Com base nos atributos e níveis apresentados nos quadros anteriores, e utilizando o procedimento para desenho experimental *D-efficient*, incluindo conjuntos de regras para que os cenários retratem a realidade e produzam adequados *trade-offs*, foram selecionados 4 cenários para a pesquisa de preferência declarada.

Na aplicação da pesquisa de preferência declarada os cartões com os cenários hipotéticos são apresentados ao embarcador para que ele faça a escolha de uma alternativa. Os cenários hipotéticos são sempre apresentados em conjuntos com duas alternativas (A e B), em que o entrevistado deve escolher apenas uma alternativa.

### III.2.5. Teoria Subjacente e Especificação do Modelo Comportamental

A tarefa do entendimento do comportamento individual relacionado às escolhas não é trivial, devido à inviabilidade da observação de todos os fatos que influenciam o comportamento e porque o próprio ato da observação influencia as ações dos indivíduos em suas decisões. Torna-se então necessário 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 em 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, um processo de “troca” entre custos associados aos benefícios das escolhas.



Este processo de “trocas” é modelado dentro na estrutura analítica de funções de utilidade como 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 (1974, p. 106), sobre a modelagem do comportamento humano referente às escolhas:

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

### **Especificação do 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 que um indivíduo qualquer da população irá 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  $x \in B$ :

$$P(x|s, B) = \pi[\{h \in H | h(s, B) = x\}] \quad (2)$$

Em que:  $h$ : é uma função que representa o comportamental 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;  $\pi$ : 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:

$$U = V(s, x) + \varepsilon(s, x) \quad (3)$$

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 que um indivíduo qualquer extraído da população escolher a alternativa  $x_i$  é igual a:

$$P_i \equiv P(x_i|s, B) = \pi[\{h \in H|h(s, B) = x_i\}] \quad (4)$$

$$U_i = V_i(s, x_i) + \varepsilon_i(s, x_i) \quad (5)$$

$$U_j = V_j(s, x_j) + \varepsilon_j(s, x_j) \quad (6)$$

$$U_i > U_j \quad (7)$$

$$V_i(s, x_i) + \varepsilon_i(s, x_i) > V_j(s, x_j) + \varepsilon_j(s, x_j) \quad (8)$$

$$\varepsilon_j(s, x_j) - \varepsilon_i(s, x_i) < V_i(s, x_i) - V_j(s, x_j), \text{ substituindo} \quad (9)$$

$$P(x_i|s, B) = [\varepsilon_j(s, x_j) - \varepsilon_i(s, x_i) < V_i(s, x_i) - V_j(s, x_j), j \neq i] \quad (10)$$

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 dado por:

$$P(x_i|s, B) = \int_{-\infty}^{+\infty} F_i(\varepsilon + V_i - V_1, \dots, \varepsilon + V_i - V_j) d\varepsilon \quad (11)$$

Assumindo que a porção estocástica siga a distribuição de Gumbel:

$$P(\varepsilon(s, x_j) \leq \varepsilon) = e^{-e^{-\varepsilon}} \quad (12)$$

Substituindo e resolvendo a integral obtém-se:

$$P(x_i|s, B) = \frac{e^{V_i}}{\sum_{j=1}^j e^{V_j}} \quad (13)$$

A função  $V_j$  pode ser representada pelo vetor de atributos  $s'$  e o vetor de parâmetros  $\beta'$

$$P_i = \frac{e^{\beta' s'_i}}{\sum_{j=1}^j e^{\beta' s'_j}} \quad (14)$$

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

$$P_{ni} = \frac{e^{\beta' s'_{ni}}}{\sum_{j=1}^j e^{\beta' s'_{nj}}} \quad (15)$$

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 (1974).

*Axioma 2:* A porção estocástica da função utilidade,  $\varepsilon_i$ , seja identicamente distribuída com o Tipo I de distribuição de Valor Extremo:  $P(\varepsilon_i \leq \varepsilon) = \exp(-e^{\frac{\varepsilon}{\sigma}})$  em que  $\sigma$  é um fator escalar, McFadden (1974).

*Axioma 3:* Assumindo que a porção estocástica da função utilidade,  $\varepsilon_i$ , seja identicamente distribuída e sejam independentes entre as alternativas é assumir que  $\varepsilon_i$  possuem a mesma média e variância e não são correlacionados (qualquer atributo omitido na função utilidade da alternativa  $i$  não afeta a função utilidade da alternativa  $j$ ), McFadden (1974).

*Axioma 4:* Positividade.  $P(x|s, B) > 0$  para todas as alternativas possíveis em  $B$ , com atributos  $s$  e para  $x \in B$ , McFadden (1974)

*Axioma 5:* Irrelevância do efeito do conjunto de alternativas, McFadden (1974).

*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:

$$LL(\beta') = \sum_{n=1}^N \sum_i y_{ni} \ln P_{ni} \quad (16)$$

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  $\beta'$  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).

Vários pacotes estatísticos são disponíveis 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:

$$t = \frac{(\bar{X} - \mu_x)}{S/\sqrt{n}} \quad (17)$$

Em que,  $\bar{X}$  é a média da amostra,  $\mu_x$  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 menor 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:

$$\rho = 1 - \frac{LL(\hat{\beta})}{LL(0)} \quad (18)$$

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

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

Segundo Train (2009) a interpretação de  $\rho$  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  $\rho$  se adéqua melhor aos dados e ao conjunto de alternativas.

### **III.2.6. Estimação do Modelo de Preferência Declarada**

Para formação dos conjuntos individuais de alternativas foram consideradas duas alternativas para a rota de viagem: Atual e Ponte.

Todas as duas alternativas foram consideradas disponíveis simultaneamente a todos os indivíduos. A hipótese de interferência testada no modelo foi:

- A escolha da rota de viagem é influenciada pelos atributos da Tabela 1: custo e tempo de viagem.

Para verificação desta hipótese cada variável independente incluída no modelo foi submetida a um teste de significância para verificar se o parâmetro da variável é diferente de zero, Assim, a hipótese nula verificada pelo modelo foi:

$$H_0: \beta = 0$$

$$H_1: \beta \neq 0$$

Em que  $\beta$  é o parâmetro da variável independente.

A função utilidade é apresentada na Equação 19.

$$U_{modo\ i} = ASC + \beta \cdot \Delta Tempo_i + \gamma \cdot \Delta Custo_i \quad (19)$$

Nos quadros a seguir são apresentadas as medidas de desempenho do modelo logit multinomial estimado para o cálculo das probabilidades individuais para escolha rota, os valores dos parâmetros da função de utilidade e suas estatísticas de significância.

Quadro 21 – Resultados dos Modelos de Escolha de Rota:  
Usuários de Automóvel da BR-324.

| Classe             | Parâmetros |           |
|--------------------|------------|-----------|
|                    | Valor      | T-student |
| <b>Constante</b>   | -0,2670    | -0,48     |
| <b>Tempo</b>       | 1,5800     | 3,34      |
| <b>Custo</b>       | 0,0546     | 5,03      |
| <b>Observações</b> | 478        |           |
| $\rho^2$           | 0,1        |           |

Quadro 22 – Resultados dos Modelos de Escolha de Rota:  
Usuários de Automóvel do Ferry-Boat.

| Classe             | Parâmetros |           |
|--------------------|------------|-----------|
|                    | Valor      | T-student |
| <b>Constante</b>   | 0,8140     | 1,10      |
| <b>Tempo</b>       | 0,5650     | 0,96      |
| <b>Custo</b>       | 0,0168     | 1,38      |
| <b>Observações</b> | 400        |           |
| $\rho^2$           | 0,2        |           |

Quadro 23 – Resultados dos Modelos de Escolha de Rota:  
Usuários de Caminhão Leve da BR-324.

| Classe             | Parâmetros |           |
|--------------------|------------|-----------|
|                    | Valor      | T-student |
| <b>Constante</b>   | -0,7960    | -1,35     |
| <b>Tempo</b>       | 0,9800     | 2,14      |
| <b>Custo</b>       | 0,0254     | 1,79      |
| <b>Observações</b> | 174        |           |
| $\rho^2$           | 0,1        |           |

Quadro 24 – Resultados dos Modelos de Escolha de Rota:  
Usuários de Caminhão Pesado da BR-324.

| Classe             | Parâmetros |           |
|--------------------|------------|-----------|
|                    | Valor      | T-student |
| <b>Constante</b>   | -1,8000    | -1,74     |
| <b>Tempo</b>       | 1,3300     | 0,84      |
| <b>Custo</b>       | 0,0193     | 0,87      |
| <b>Observações</b> | 74         |           |
| $\rho^2$           | 0,2        |           |

### III.2.7. Análise de Sensibilidade do Modelo

Segundo Hensher e Button (2008) os modelos são simplificações para análises de elementos chaves no comportamento humano, buscando relações de causa e efeitos de variáveis no sistema de transportes. O aspecto chave é a análise isolada de fatores relevantes, ao contrário da replicação de toda a estrutura de fatores que influenciam nas decisões no sistema de transportes.

Ainda segundo estes autores a qualidade de um modelo não está na sua capacidade de reproduzir as proporções das decisões no sistema de transportes (*market shares*), mas a sua sensibilidade de previsão quando é alterado um ou mais níveis das variáveis. Neste ponto Hensher e Button (2008) ressaltam que um dos problemas com a avaliação de estimação de valores futuros com modelos reside na tarefa complexa de estimar os valores futuros das variáveis explicativas.



Entretanto, Train (2009) ressalta que dois modelos estimados em amostras que não são idênticas ou com um conjunto diferente de alternativas não podem ser comparados através de seus valores de índice de razão de verossimilhança.

Recorda-se a citação (adaptada) de Hensher e Button (2008, p. 5):

[...] Modelos são frequentemente complexos e altamente elaborados, mas a literatura sobre modelos comportamentais sugerem que os modelos que exercem grande influência no planejamento de sistemas de transportes tem sido elegantemente simples. [...]

Com relação aos modelos elaborados, foram estimados parâmetros associados às variáveis independentes e associados às constantes específicas. Segundo Train (2009) a interpretação de  $\rho^2$  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.

Para situar os valores de  $\rho^2$  obtidos nos modelos elaborados, no quadro a seguir são apresentados alguns exemplos de estudos da literatura internacional sobre modelos de escolha de rota, utilizando a teoria de utilidade com base em modelos Logit (multinomial Logit e outras variações) e os valores de  $\rho^2$ . Observa-se que os valores obtidos são compatíveis com valores encontrados na literatura internacional.

Quadro 25 – Valores de  $\rho^2$  de modelos de escolha de rota encontrados na literatura internacional.

| Estudo                       | Valor de $\rho^2$ |
|------------------------------|-------------------|
| Gao et al (2011)*            | 0,3               |
| Gao et al (2011)*            | 0,4               |
| Gao et al (2011)*            | 0,5               |
| Arentze et al (2012)         | 0,2               |
| Prato et al (2014)*          | 0,4               |
| Prato et al (2014)*          | 0,3               |
| Dalumpines e Scott (2017)*   | 0,2               |
| Vidana-Bencomo et al (2018)* | 0,03              |
| Vidana-Bencomo et al (2018)* | 0,06              |
| Vidana-Bencomo et al (2018)* | 0,06              |

Todos os coeficientes estimados são em sinal esperado, com parâmetros significantes e insignificantes para o nível de 5%. Apesar de insignificante os parâmetros foram mantidos pela sua importância na análise do comportamento referente às escolhas.

A insignificância de alguns parâmetros pode ser remetida ao processo de amostragem da pesquisa de campo. Ressalta-se que a partir da base de dados existente foi explorado ao máximo o número possível de combinações de modelos para replicação do comportamento individual relacionado à escolha da rota de viagem.

Exemplos de parâmetros de variáveis insignificantes são encontrados na literatura internacional sobre modelos de escolhas de rota: Gao et al (2011), Arentze et al (2012) e Vidana-Bencomo et al (2018).

Várias formas para representação da função custo foram verificadas e a que melhor se adequou na interação com as demais variáveis foi a função linear com a variação do custo entre o custo da viagem pela rota atual e pela Ponte. Isto significa que se o custo da Ponte for menor que o custo da rota atual a utilidade aumenta (sinal positivo do parâmetro de custo). De forma análoga a esta interação está a variável tempo: se o tempo de viagem da Ponte for menor que o tempo da rota atual a utilidade aumenta (sinal positivo do parâmetro de tempo).

### **III.2.8. Estimativa do Valor do Tempo**

A ideia da atribuição de um valor ao tempo gasto em qualquer atividade começou com Becker (1965), em sua teoria da alocação do tempo. Becker (1965) desenvolveu uma teoria sobre a alocação do tempo entre diferentes atividades. O ponto central desta teoria de raízes econômicas é a premissa de que membros do domicílio são produtores e consumidores: eles alocam o tempo (recurso que eles dispõem) com base em benefícios que podem ser obtidos no exercício da atividade sujeitos ao princípio da minimização de custos da teoria microeconômica de maximização da utilidade.

No modelo de Becker, a renda (ou salário) é uma variável determinada pelo produto das horas que o indivíduo decide trabalhar pela remuneração paga por hora trabalhada. Como a função utilidade depende do consumo (de tempo), para o indivíduo aumentar a renda é necessário que ele adicione mais tempo à atividade trabalho, entretanto, quanto mais tempo é consumido no trabalho, menos tempo é alocado às atividades de lazer. Becker utilizou esta relação entre tempo dedicado ao trabalho e tempo dedicado as atividades de lazer como um diferencial em seu modelo.

Seguindo a linha de pensamento da valoração do tempo, Train e McFadden (1978) desenvolveram um procedimento para examinar as escolhas dos modos de transportes para o trabalho baseado em uma função utilidade que expressa o processo de trocas entre capital e o tempo de lazer:

$$U = (1 - \beta) \cdot \ln G + \beta \ln L \quad (20)$$

$$G = V + w \cdot W - c \quad (21)$$

$$L = T - W - t \quad (22)$$

Em que  $G$  é o capital,  $L$  é o tempo de lazer,  $V$  é a renda provida por outras fontes,  $w$  é a taxa de salário dada em termos do valor monetário recebido por hora,  $W$  é o número de horas trabalhadas,  $c$  é o custo total do deslocamento para o trabalho (ida e volta),  $T$  é o tempo total disponível e  $t$  o tempo total do deslocamento para o trabalho (ida e volta). O parâmetro  $\beta$  reflete a preferência do indivíduo (trabalhador) entre o capital e o lazer, um valor alto para  $\beta$  implica uma grande preferência para o lazer em relação ao capital.

Na literatura há outras abordagens propostas para mensurar o valor do tempo em transportes. Em Jara-Díaz (2007) é apresentado uma extensa lista de métodos para o cálculo do valor do tempo. Neste trabalho, para calcular o valor do tempo de viagem (*Subject Value of Travel Time Saving - SVTTS*), aplica-se a Equação 23:

$$SVTTS = \frac{\partial V / \partial TT}{\partial V / \partial TC} \quad (23)$$

Em que,  $V$  é a função que contém o atributo tempo de viagem (economia de tempo)  $TT$  e custo da viagem (valor do pedágio)  $TC$ . Para o modelo com funções lineares para o tempo e custo, o valor do tempo de viagem é dado por:

$$SVSTV = \frac{\beta_{TIME}}{\beta_{COST}} \quad (24)$$

No quadro a seguir são apresentados os SVTTS dos modelos elaborados. Pela experiência da Consultora, os valores encontrados situam-se na faixa de valores obtidos em outros estudos no Brasil.

Quadro 26 – Valores de SVTTS dos modelos elaborados

| Modelo                 | SVTTS (R\$/hora) |
|------------------------|------------------|
| Automóvel BR-324       | 28,94            |
| Automóvel Ferry Boat   | 33,63            |
| Caminhão Leve BR-324   | 38,58            |
| Caminhão Pesado BR-324 | 68,91            |

### III.2.9. Elasticidades da Demanda

A elasticidade da demanda em relação a uma variável é definida como sendo a razão entre a variação relativa da demanda e a variação relativa da variável. Matematicamente, ela pode ser expressa como mostra a Equação 25.

$$\eta = \frac{\partial D}{\partial X} \cdot \frac{X}{D} \quad (25)$$

Em que:  $\eta$  é a elasticidade,  $D$  é a demanda e  $X$  é a variável.

A elasticidade pode ser interpretada como sendo a variação percentual que ocorre na quantidade demandada quando o valor de um dado atributo varia 1%. Quando o valor da elasticidade da demanda em relação a uma variável é nulo, significa que essa variável não tem influência nenhuma sobre a demanda, e a demanda é dita inelástica em relação àquela variável.

Com a elasticidade é possível estimar a variação na quantidade demandada provocada pela variação de cada um dos atributos avaliados no modelo de migração dos veículos em rotas de viagem que utilizam as rodovias BR-101/BR-116 para rotas que utilizem a Ponte associada a BA-001. Assim, é possível estimar a variação na quantidade demandada provocada devido ao aumento ou redução de custo e aumento ou redução do tempo de viagem. A soma algébrica de todas as variações dá uma estimativa, em termos de quantidade demandada, do que acontecerá após a implementação de uma nova política para a Ponte.

O método empregado para construção das curvas de elasticidade é denominado elasticidade no arco e consiste em subdividir o intervalo de variação, tanto da quantidade demandada como da variável.

Essas elasticidades estão sendo trabalhadas e serão apresentadas, em próximo relatório, as curvas elaboradas, bem como uma análise de sensibilidade da demanda e receita em relação ao custo.

### **III.2.10. Referências**

ARENTZE, T., FENG, T., ROBROEKS, J., BRAKEL, M., HUIBERS, R. Compliance with and influence of a ne win-car navigation system for trucks: Results of a field test. *Transport Policy*, vol. 23, pp. 42–49, 2012.

BECKER, G. S. A Theory of the allocation of time. *Economic Journal*, vol. 75, n. 299, pp. 493-517, 1965.

BEN-AKIVA, M.; LERMAN, S. *Discrete choice analysis: theory and application to travel demand*. 2<sup>nd</sup> 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.

DALUMPINES, R., SCOTT, R. Determinants of route choice behavior: a comparison of shop versus work trips using the potential path area – gateway (PPAG) algorithm and path-size logit. *Journal of Transport Geography*, vol. 59, pp. 59–68, 2017.

GAO, S., FREJINGER, E., BEN-AKIVA, M. Cognitive cost in route choice with real-time information: An exploratory analysis. *Transportation Research Part A*, vol. 45, pp. 916–926, 2011.

HENSHER, D. A., BUTTON, K. J. *Handbook of transport modelling. Handbooks in Transport*, vol. 1, Amsterdam: Elsevier, 2008, 790p.

HENSHER, D, A.; ROSE, J, M.; GREENE, W, H. *Applied choice analysis: a primer*, Cambridge: Cambridge University Express, 2005, 717p.

JARA-DÍAZ, S. *Transport economic theory*. London: Elsevier, 2007. 140p.

LOUVIERE, J, J.; HENSHER, D, A.; SWAIT, J, D. *Stated choice methods and analysis*, Cambridge: Cambridge University Press, 2000,

MAI, T., FOSGERAU, M., FREJINGER, E. A nested recursive logit model for route choice analysis. *Transportation. Research Part B: Methodological*, vol. 75, pp. 100–112, 2015.

- MCFADDEN, D. Conditional logit analysis of qualitative choice behaviour. In P. Zarembka (ed.), *Frontiers in Econometrics*. Academic Press, New York, 1974.
- ORTÚZAR, J.D.; WILLUMSEN, L.G. *Modeling Transport*. 4<sup>th</sup> ed. London: John Wiley & Sons, 2011. 589p.
- PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. *Econometrics models and economic forecasts*. 4<sup>th</sup> ed. London: McGraw-Hill, 1998. 634p.
- PRATO, C. G., RASMUSSEN, T. K., NIELSEN, O. A. Estimating value of congestion and of reliability from observation of route choice behavior of car drivers. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, n. 2412, pp. 20-27, 2014.
- TRAIN, K. *Discrete choice methods with simulation*. 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge: Cambridge University, 2009. 342 p
- TRAIN, K.; MCFADDEN, D. The goods/leisure trade-off and disaggregate work trip mode choice models. *Transportation Research*, vol. 12, pp. 349-353, 1978.
- VIDANA-BENCOMO, J. O., BALAL, E., ANDERSON, J. C., HERNANDEZ, S. Modeling route choice criteria from home to major streets: a discrete choice approach. *International Journal of Transportation Science and Technology*, vol. 7, pp. 74–88, 2018.

### III.3 ESTUDO DE DEMANDA DA LIGAÇÃO ENTRE SALVADOR E A ILHA DE ITAPARICA

#### III.3.1. Introdução

Este relatório mostra a metodologia empregada no estudo de demanda para a ligação viária entre a Ilha de Itaparica e Salvador, assim como a estimativa de demanda na denominada Ponte do Funil.

Para a elaboração deste estudo foram coletados e processados diversos tipos de informações de dados socioeconômicos estimados para a Ilha de Itaparica com a implantação da Ponte, cujo tratamento e uso destas informações serão mostrados nos capítulos adiante.

Estudos anteriormente desenvolvidos para a Região Metropolitana de Salvador foram usados como base para o desenvolvimento deste estudo, assim descritos:

- Plano de Mobilidade Sustentável de Salvador (**PlanMob Salvador, ano 2017**), contratado pela SEMOB – Secretaria Municipal de Mobilidade Urbana de Salvador;
- Pesquisa Origem Destino Domiciliar da Região Metropolitana de Salvador (**OD Salvador, ano 2012**), contratado pela SEINFRA/GEB;
- Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano dos municípios de Itaparica e de Vera Cruz (**PDDU de Itaparica e Vera Cruz, ano 2016**), contratado pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano.

Especificamente sobre o modelo de demanda, foi utilizado o modelo matemático construído e utilizado no PlanMob Salvador, modelo este que foi calibrado durante o ano de 2017. Esse mesmo modelo foi utilizado pelos Consultores durante o ano de 2018, para a realização da Análise da Tarifa de Remuneração da Integração Praticada entre o Sistema Metroviário de Salvador e Lauro de Freitas (SMSL) e o Serviço de Transporte Coletivo de Passageiros por Ônibus de Salvador (STCO).



Como o modelo de demanda é complexo, neste documento são apresentados alguns resumos das principais etapas de desenvolvimento dos modelos, sendo que maiores detalhes de todos os passos metodológicos podem ser encontrados em sites descritos mais adiante.

Neste estudo foram definidos três anos-horizontes de cenários, sendo eles 2025, 2032 e 2049. Para o estudo da Ponte Salvador-Itaparica, são definidos anos horizontes, sendo os três anteriormente descritos e mais o ano de 2054, que é o 30º. ano previsto de concessão.

### **III.3.2. Estudos Referenciais**

Este estudo de demanda para a ligação entre a Ilha de Itaparica e Salvador possui como base, principalmente, o modelo de simulação de demanda calibrado para o Plano de Mobilidade Urbana Sustentável do Município de Salvador, elaborado no ano de 2017 para a SEMOB – Secretaria de Municipal de Mobilidade Urbana de Salvador.

Detalhes do modelo de demanda são encontrados no site Internet do PlanMob Salvador no endereço <http://planmob.salvador.ba.gov.br/>, com atenção ao [Relatório Técnico 05 – Modelagem para o Planejamento de Transportes, onde se encontra detalhes da metodologia aplicada em todo o processo de modelagem de transportes deste estudo.](#)

Para a estimativa de demanda de um projeto específico são necessários o desenvolvimento de um modelo de transportes e a elaboração dos cenários socioeconômicos para a projeção da demanda para os anos horizontes.

Com relação às projeções socioeconômicas, deve-se quantificar e projetar algumas variáveis explicativas nos diferentes anos-horizonte predefinidos do projeto.

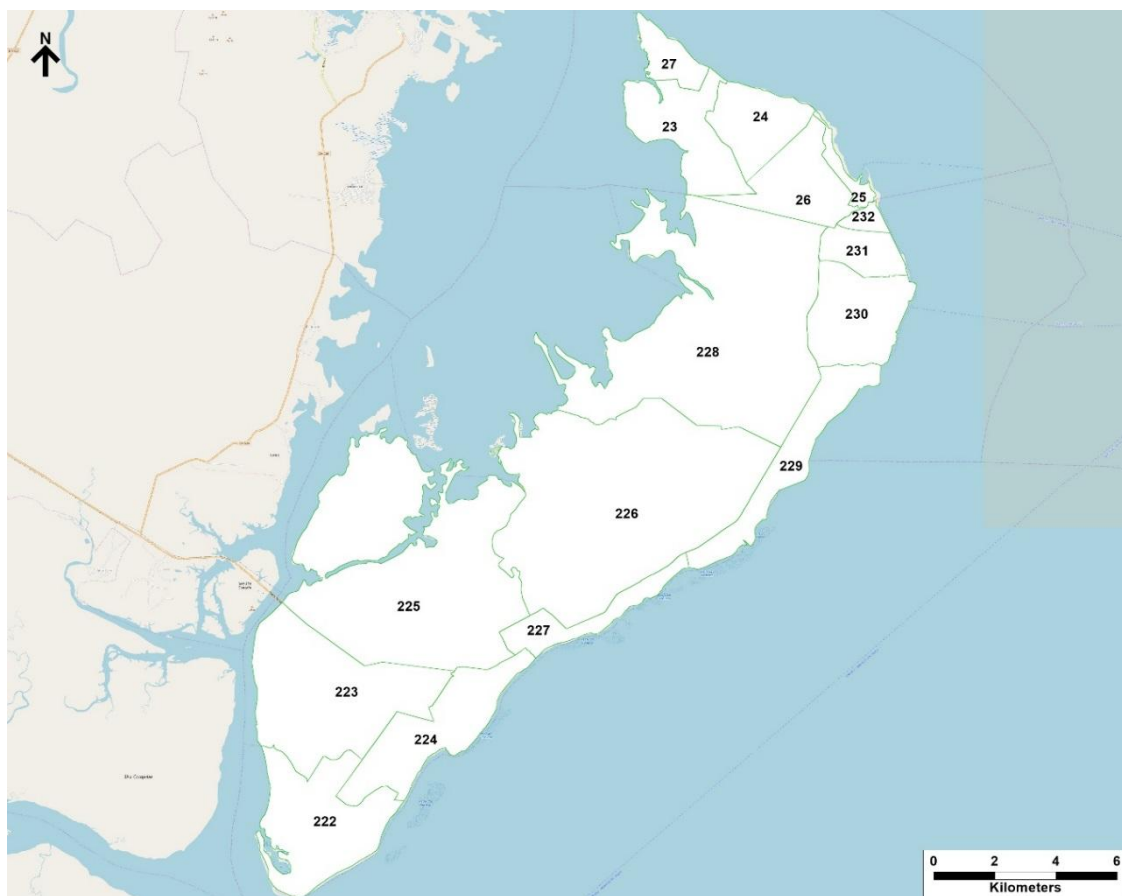
O modelo de demanda possui três níveis de projeção de demanda assim definidos:

- Demanda da Região Metropolitana de Salvador, projetada a partir do PlanMob Salvador;
- Demanda gerada a partir do desenvolvimento da Ilha de Itaparica;
- Demanda gerada pelo desenvolvimento das regiões do Recôncavo Sul e Baixo Sul;

Para a simulação da demanda da Região Metropolitana de Salvador foi necessária a divisão espacial do território da RMS em zonas de tráfego, conforme mostrado a seguir.

O zoneamento de tráfego utilizado na representação da Rede de Simulação é composto por 232 zonas de tráfego conforme mostra a figura a seguir, baseado na pesquisa Origem Destino realizado no ano de 2012.

Figura 18 – Zoneamento adotado para a Ilha de Itaparica

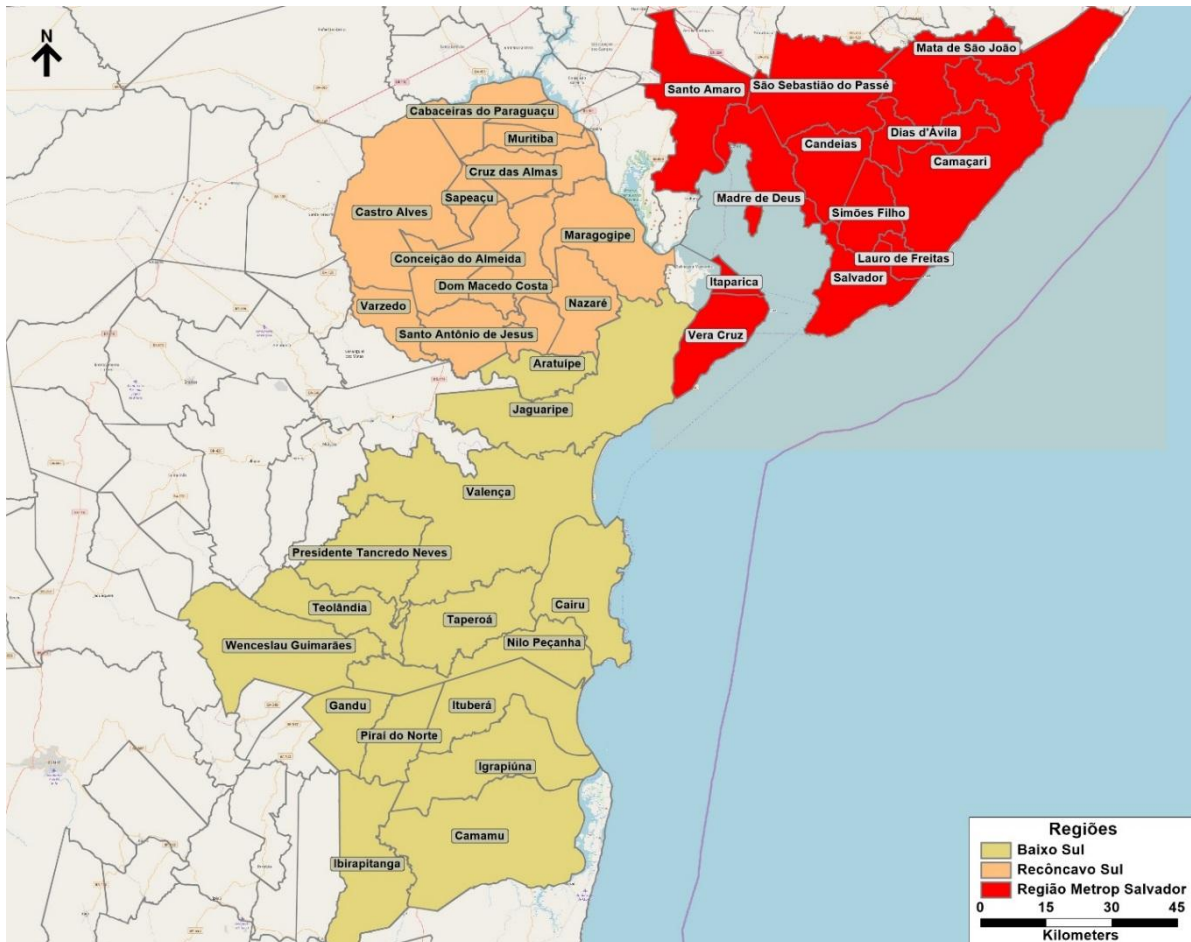


Fonte: Pesquisa OD 2012 (SEINFRA/GEB – 2012)

Além da Pesquisa Origem Destino da RMS do ano de 2012, outra base de dados utilizada neste estudo foi o complemento da Pesquisa Origem Destino da Região Metropolitana de Salvador para a Ilha de Itaparica no ano de 2014.

Para a estimativa de demanda da socioeconomia das regiões do Recôncavo Sul e do Baixo Sul foram considerados os municípios destas regiões conforme divisão territorial mostrada na figura a seguir.

Figura 19 – Zoneamento adotado para as regiões do Recôncavo Sul e Baixo Sul



Fonte: Sinergia

Para o modelo de demanda uma das variáveis socioeconômicas a serem empregadas é a população por faixas de renda, conforme detalhado a seguir. Segundo a distribuição da população por faixa de renda, foram definidas as Classes A, B, C, D e E, que representavam a renda familiar dos moradores em cada Zona de Tráfego. Para esta projeção, a classificação foi agregada em dois grandes grupos:

- População A/ B – consiste na soma das populações, em cada ZT, das Classes A e B, representando as famílias de renda mensal alta e média.
- População C/ D/ E - consiste na soma das populações, em cada ZT, das Classes C, D e E, representando as famílias com renda mensal de padrão mais baixo da população.

Dado que a referência que este estudo de demanda é o PlanMob Salvador, apresenta-se, portanto, os pontos principais da metodologia utilizada neste estudo, para fins de comparação e com as projeções realizadas para o estudo da Ponte Salvador - Itaparica.

O PlanMob Salvador realizou suas estimativas de crescimento da população e de empregos no período de 2010 a 2049, alinhando-se a evolução das taxas de crescimento populacional das últimas décadas e estudos desenvolvidos de evolução demográfica para o município de Salvador, como o estudo realizado denominado Salvador 500.

O quadro a seguir mostra a projeção da população entre os anos de 2012 e 2049 para o município de Salvador, de acordo com o PlanMob. Nela percebe-se um crescimento até o ano de 2032, quando ocorreu o ápice da população residente em Salvador, a partir de quando foi decrescendo ligeiramente até o ano de 2049.

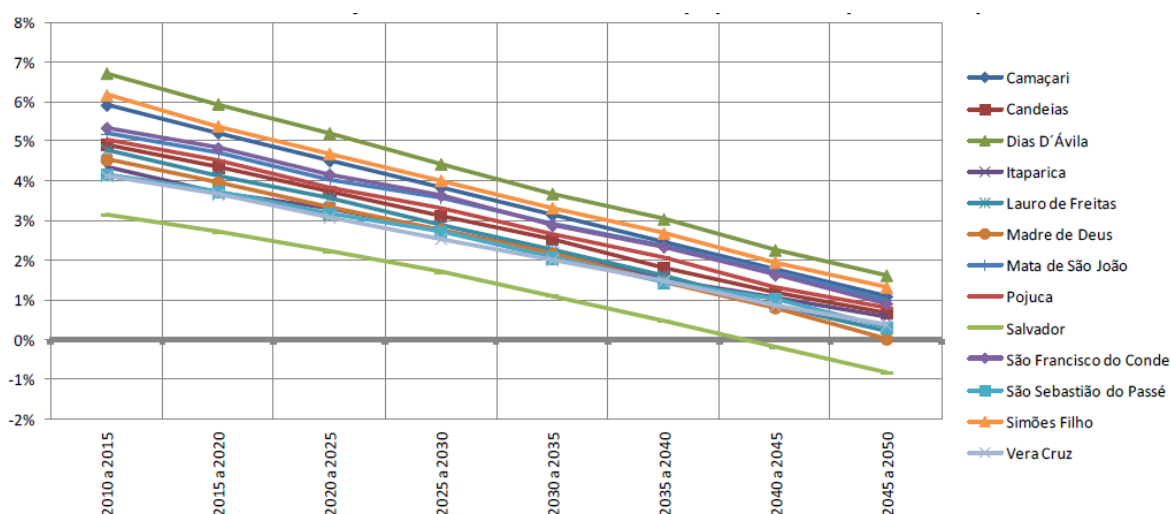
Quadro 27 – Tendência Estimada, de Evolução da População em Salvador

| Anos-Horizonte                      | 2012  | 2025  | 2032  | 2049   |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|--------|
| População Total (milhão de pessoas) | 2,808 | 3,077 | 3,192 | 3,154  |
| Fator de Crescimento Anual          | -     | 0,71% | 0,53% | -0,07% |

Fonte: Plano Salvador 500 (PMS, 2017).

Analisando-se o crescimento populacional por município, podemos verificar que a tendência histórica é de queda da taxa de crescimento anual, verificando-se até taxas negativas de evolução da população no município de Salvador a partir do ano de 2040.

Gráfico 31 – Evolução da taxa de crescimento populacional da RMS



Fonte: Plano Salvador 500 (2017)

### III.3.3. Dados socioeconômicos

Para o modelo de geração, deve-se projetar um conjunto de variáveis apresentado a seguir:

- População total por zona de tráfego - ZT (*Pop*)
- População das classes A e B por zona de tráfego ZT (*PopAB*)
- População das classes C, D e E por zona de tráfego ZT (*PopCDE*)
- Empregos por zona de tráfego ZT (*Emprego*)
- Matrículas escolares por zona de tráfego ZT (*Matrícula*)
- Renda média familiar por zona de tráfego ZT (*RMF*)
- Frota de veículos particulares por zona de tráfego ZT (*Frota*)
- São detalhadas as projeções para as informações da Ilha de Itaparica e para as regiões do Baixo Sul e do Recôncavo Sul.

#### **Dados socioeconômicos – Ilha de Itaparica**

##### População

A projeção das informações de população foi fornecida pela SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico - sendo previstos as populações por zona de tráfego para os anos entre 2010 e 2050, conforme o quadro a seguir.

Quadro 28 - População - Dados informados

| Zona               | Município | 2010          | 2014          | 2020          | 2025           | 2030           | 2035           | 2040           | 2045           | 2050           |
|--------------------|-----------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 23                 | Itaparica | 3.463         | 3.474         | 3.579         | 3.689          | 3.770          | 3.831          | 3.899          | 3.952          | 4.009          |
| 24                 | Itaparica | 3.864         | 3.960         | 4.842         | 5.765          | 6.441          | 6.957          | 7.527          | 7.975          | 8.454          |
| 25                 | Itaparica | 2.162         | 2.298         | 3.546         | 4.853          | 5.810          | 6.541          | 7.348          | 7.981          | 8.660          |
| 26                 | Itaparica | 3.447         | 3.642         | 5.432         | 7.307          | 8.679          | 9.727          | 10.884         | 11.792         | 12.766         |
| 27                 | Itaparica | 7.789         | 7.855         | 8.458         | 9.090          | 9.552          | 9.906          | 10.296         | 10.602         | 10.930         |
| 222                | Vera Cruz | 2.493         | 2.821         | 5.837         | 8.996          | 11.308         | 13.073         | 15.023         | 16.553         | 18.193         |
| 223                | Vera Cruz | 2.934         | 2.976         | 3.359         | 3.760          | 4.053          | 4.277          | 4.525          | 4.719          | 4.927          |
| 224                | Vera Cruz | 4.017         | 4.172         | 5.593         | 7.081          | 8.170          | 9.002          | 9.921          | 10.642         | 11.415         |
| 225                | Vera Cruz | 656           | 657           | 663           | 670            | 675            | 679            | 683            | 687            | 690            |
| 226                | Vera Cruz | 5.335         | 5.601         | 8.048         | 10.610         | 12.486         | 13.918         | 15.499         | 16.741         | 18.071         |
| 227                | Vera Cruz | 1.754         | 2.051         | 4.779         | 7.637          | 9.728          | 11.325         | 13.089         | 14.474         | 15.957         |
| 228                | Vera Cruz | 3.621         | 3.966         | 7.141         | 10.465         | 12.899         | 14.757         | 16.809         | 18.420         | 20.146         |
| 229                | Vera Cruz | 4.933         | 5.533         | 11.052        | 16.833         | 21.064         | 24.295         | 27.863         | 30.663         | 33.665         |
| 230                | Vera Cruz | 10.394        | 11.045        | 17.029        | 23.296         | 27.883         | 31.386         | 35.254         | 38.291         | 41.544         |
| 231                | Vera Cruz | 127           | 227           | 1.150         | 2.116          | 2.824          | 3.364          | 3.960          | 4.429          | 4.930          |
| 232                | Vera Cruz | 1.303         | 1.408         | 2.370         | 3.377          | 4.115          | 4.678          | 5.300          | 5.788          | 6.311          |
| <b>Total Geral</b> |           | <b>58.292</b> | <b>61.685</b> | <b>92.876</b> | <b>125.544</b> | <b>149.458</b> | <b>167.715</b> | <b>187.881</b> | <b>203.708</b> | <b>220.670</b> |

Fonte: SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico

Analisando-se os dados, a Consultora verificou que havia uma incompatibilidade entre a projeção fornecida e os dados de população projetada pelo Censo do IBGE, sendo a projeção mais recente para o ano de 2018. (de 22.114 habitantes em Itaparica e de 42.706 em Vera Cruz), enquanto que a projeção da fonte prevê uma população de 92.876 habitantes nos dois municípios somados no ano de 2020.

Por este fato, fez-se uma nova projeção da população, com base no crescimento tendencial entre os anos de 2014 e 2024, o que inclui o período de construção previsto para a Ponte Itaparica-Salvador. A partir do ano de 2025, ano previsto para a inauguração da Ponte, aplicaram-se as taxas de crescimento anuais previstas pelo cliente com a defasagem temporal. Por exemplo, a taxa de crescimento populacional prevista pelo cliente entre os anos de 2014 e 2020 foi usada pela Consultora nos anos entre 2020 e 2025, e assim por diante. As projeções de população usadas neste estudo são apresentadas a seguir.

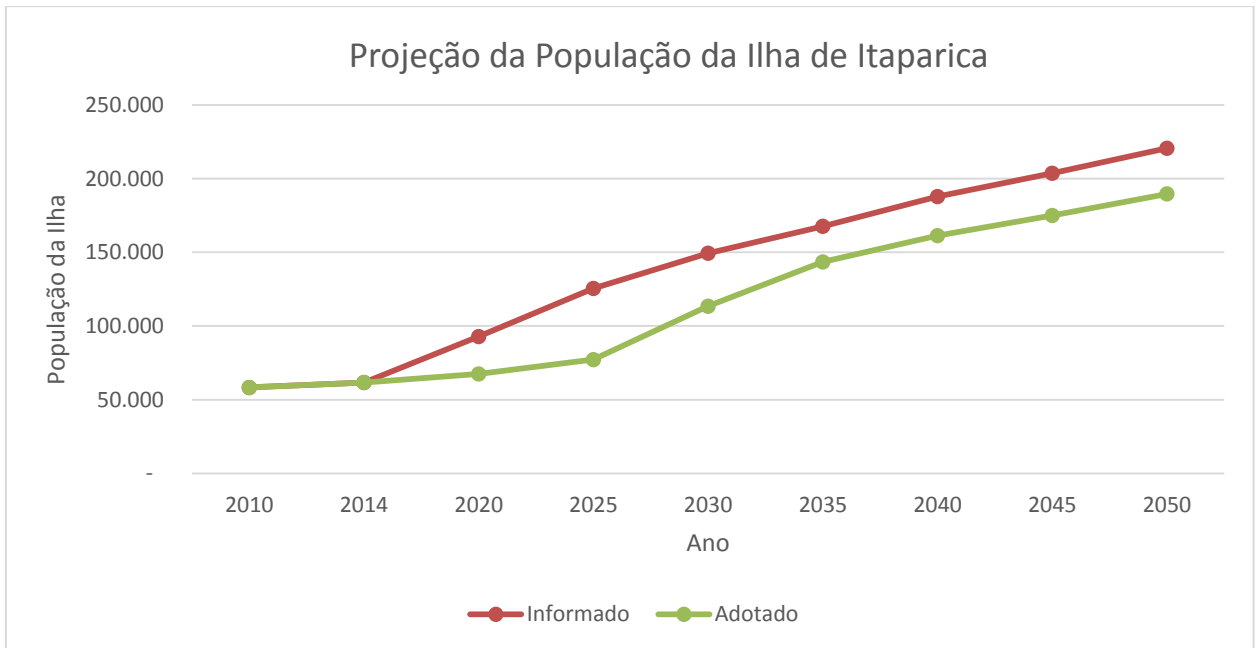
Quadro 29 - População – Dados adotados

| Zona               | Município | 2010          | 2014          | 2020          | 2025          | 2032           | 2035           | 2040           | 2045           | 2050           | 2054           |
|--------------------|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 23                 | Itaparica | 3.463         | 3.474         | 3.492         | 3.521         | 3.653          | 3.700          | 3.761          | 3.812          | 3.867          | 3.923          |
| 24                 | Itaparica | 3.864         | 3.960         | 4.108         | 4.354         | 5.520          | 5.900          | 6.372          | 6.751          | 7.157          | 7.587          |
| 25                 | Itaparica | 2.162         | 2.298         | 2.518         | 2.876         | 4.681          | 5.215          | 5.871          | 6.377          | 6.919          | 7.508          |
| 26                 | Itaparica | 3.447         | 3.642         | 3.955         | 4.466         | 7.016          | 7.780          | 8.719          | 9.447          | 10.226         | 11.071         |
| 27                 | Itaparica | 7.789         | 7.855         | 7.954         | 8.121         | 8.890          | 9.158          | 9.497          | 9.779          | 10.082         | 10.394         |
| 222                | Vera Cruz | 2.493         | 2.821         | 3.396         | 4.338         | 9.453          | 10.843         | 12.536         | 13.813         | 15.182         | 16.686         |
| 223                | Vera Cruz | 2.934         | 2.976         | 3.039         | 3.145         | 3.640          | 3.808          | 4.018          | 4.191          | 4.376          | 4.569          |
| 224                | Vera Cruz | 4.017         | 4.172         | 4.415         | 4.814         | 6.755          | 7.360          | 8.110          | 8.699          | 9.331          | 10.008         |
| 225                | Vera Cruz | 656           | 657           | 658           | 660           | 668            | 671            | 675            | 678            | 682            | 685            |
| 226                | Vera Cruz | 5.335         | 5.601         | 6.025         | 6.720         | 10.152         | 11.193         | 12.477         | 13.477         | 14.548         | 15.704         |
| 227                | Vera Cruz | 1.754         | 2.051         | 2.593         | 3.490         | 8.521          | 9.853          | 11.471         | 12.684         | 13.984         | 15.418         |
| 228                | Vera Cruz | 3.621         | 3.966         | 4.547         | 5.493         | 10.448         | 11.845         | 13.551         | 14.849         | 16.241         | 17.763         |
| 229                | Vera Cruz | 4.933         | 5.533         | 6.574         | 8.275         | 17.427         | 19.937         | 22.995         | 25.306         | 27.783         | 30.502         |
| 230                | Vera Cruz | 10.394        | 11.045        | 12.098        | 13.818        | 22.468         | 25.027         | 28.171         | 30.597         | 33.197         | 36.018         |
| 231                | Vera Cruz | 127           | 227           | 545           | 1.278         | 6.295          | 7.484          | 8.915          | 9.969          | 11.099         | 12.356         |
| 232                | Vera Cruz | 1.303         | 1.408         | 1.581         | 1.862         | 3.312          | 3.729          | 4.239          | 4.629          | 5.048          | 5.504          |
| <b>Total Geral</b> |           | <b>58.292</b> | <b>61.685</b> | <b>67.496</b> | <b>77.230</b> | <b>128.898</b> | <b>143.504</b> | <b>161.377</b> | <b>175.059</b> | <b>189.721</b> | <b>205.696</b> |

Fonte Secretaria de Desenvolvimento Econômico, processado pela Sinergia

Com isto, as curvas de população entre o que foi informado pela fonte e o que foi utilizado pela Consultora são paralelas, conforme mostra o gráfico a seguir.

Gráfico 32 – Projeção da população informada e adotada no estudo entre 2010 e 2054

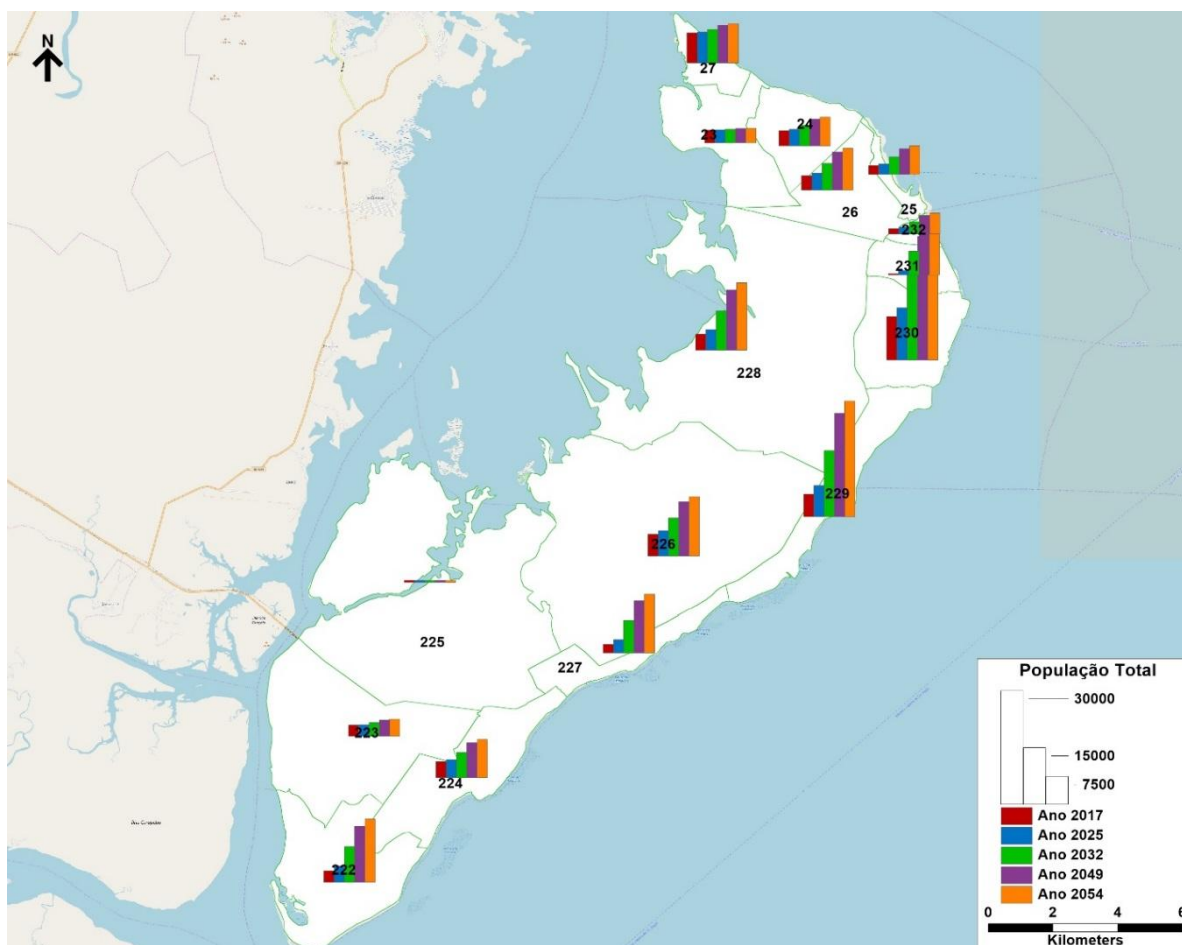


Fonte: SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico, processado pela Sinergia

A figura a seguir mostra a evolução da população por zona de tráfego da Ilha de Itaparica adotada neste estudo entre os anos de 2017 e 2054.



Figura 20 – População por zona de tráfego adotada no estudo entre os anos de 2017 e 2054



Fonte: SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico, processado pela Sinergia

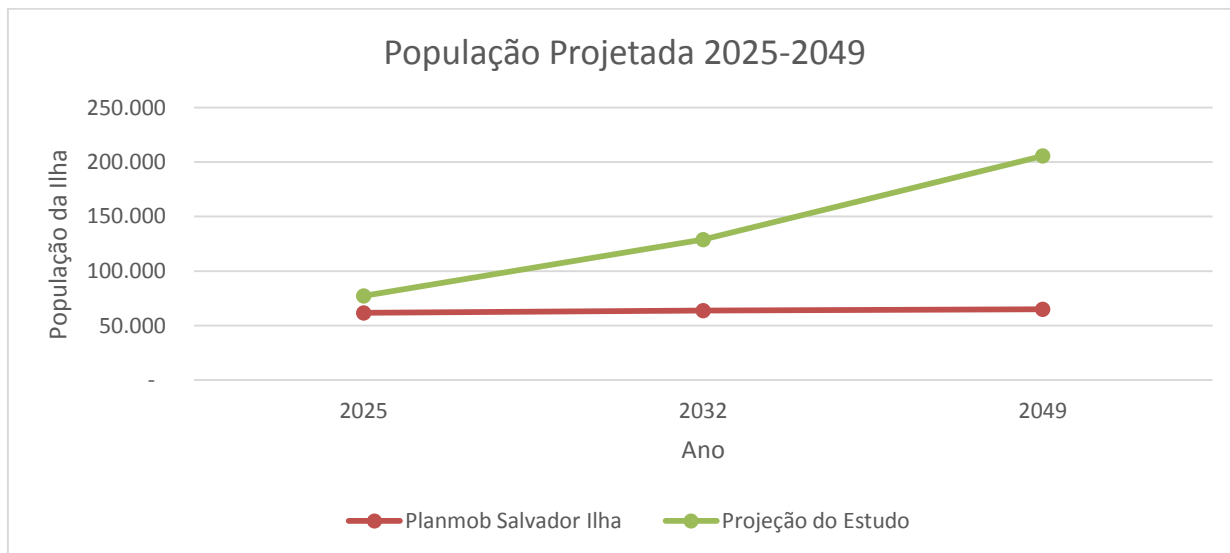
As projeções de população para a Ilha de Itaparica utilizadas neste estudo, se comparadas com as projeções populacionais realizadas para o Plano de Mobilidade de Salvador, apresentam grande diferença conforme visto no quadro a seguir. Projeta-se uma expressiva indução de habitantes na Ilha com a implantação da Ponte Salvador – Ilha de Itaparica, diferentemente da evolução tendencial prevista no PlanMob Salvador em que não se considerou a implantação da Ponte.

Quadro 30 - População – Comparativo da população projetada para a Ilha de Itaparica e para o município de Salvador no estudo atual e no PlanMob Salvador para os anos 2025, 2032 e 2049

| População                 | 2025      | 2032      | 2049      |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Planmob Salvador (Ilha)   | 61.616    | 63.729    | 64.958    |
| Projeção do Estudo (Ilha) | 77.230    | 128.898   | 205.696   |
| PlanMob Salvador (RMS)    | 4.018.580 | 4.197.380 | 4.178.545 |

Fonte: SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico e PlanMob Salvador (2017)

Gráfico 33 – Comparativo da população projetada para a Ilha de Itaparica no estudo atual e no PlanMob Salvador para os anos 2025, 2032 e 2049



Fonte: SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico e PlanMob Salvador (2017)

Com relação aos dados de população por classe de renda, a fonte informou a porcentagem de população por faixa de renda agrupada em renda AB e renda CDE entre os anos de 2010 e 2050, conforme mostrado no quadro a seguir.

Quadro 31 - Divisão da População por Classe de Renda – Dados Informados

| Classe de Renda | Faixa de Renda Adotada | 2010  | 2020  | 2030  | 2040  | 2050  |
|-----------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| > 10 SM         | AB                     | 2,0%  | 5,0%  | 8,0%  | 11,0% | 15,0% |
| 6-10 SM         | CDE                    | 6,0%  | 9,0%  | 12,0% | 15,0% | 18,0% |
| 3-6 SM          | CDE                    | 13,0% | 15,0% | 17,0% | 18,0% | 20,0% |
| 0-3 SM          | CDE                    | 74,0% | 67,0% | 60,0% | 53,0% | 45,0% |
| Sem renda       | CDE                    | 5,0%  | 4,0%  | 3,0%  | 3,0%  | 2,0%  |

Fonte: SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico

Analogamente ao que foi feito na estimativa da população, projetou-se um cenário tendencial para a divisão de classes da população da Ilha entre os anos de 2017 e 2024 e, a partir do ano de 2025, aplicou-se o aumento da porcentagem da população das classes AB de forma linear. O resultado é o mostrado no quadro a seguir.

Quadro 32 - Divisão da População por Classe de Renda – Dados utilizados no estudo

| Classe de Renda | Faixa de Renda Adotada | 2010  | 2020  | 2025  | 2030  | 2032  | 2035  | 2040  | 2045  | 2049  | 2050  | 2054  |
|-----------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| > 10 SM         | AB                     | 2,0%  | 2,0%  | 2,5%  | 5,0%  | 5,6%  | 6,5%  | 8,0%  | 9,5%  | 10,7% | 11,0% | 12,2% |
| 6-10 SM         | CDE                    | 6,0%  | 6,0%  | 6,5%  | 9,0%  | 9,6%  | 10,5% | 12,0% | 13,5% | 14,7% | 15,0% | 16,2% |
| 3-6 SM          | CDE                    | 13,0% | 13,0% | 13,3% | 15,0% | 15,4% | 16,0% | 17,0% | 17,5% | 17,9% | 18,0% | 18,4% |
| 0-3 SM          | CDE                    | 74,0% | 74,0% | 72,8% | 67,0% | 65,6% | 63,5% | 60,0% | 56,5% | 53,7% | 53,0% | 50,2% |
| Sem renda       | CDE                    | 5,0%  | 5,0%  | 4,8%  | 4,0%  | 3,8%  | 3,5%  | 3,0%  | 3,0%  | 3,0%  | 3,0%  | 3,0%  |

Fonte: SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico, processado pela Sinergia

Com a projeção da população total por zona de tráfego e também a divisão da população entre as faixas de renda AB e CDE, faz-se o cálculo da população por faixa de renda para os anos de 2025, 2032, 2049 e 2054, conforme mostrado no quadro e nas figuras a seguir.

Quadro 33 - População por Classe de Renda AB/CDE anos 2017, 2025 e 2032

| Zona         | Município | 2017 PopAB   | 2017 PopCDE   | 2017 Total    | 2025 PopAB   | 2025 PopCDE   | 2025 Total    | 2032 PopAB   | 2032 PopCDE    | 2032 Total     |
|--------------|-----------|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|----------------|----------------|
| 23           | Itaparica | 70           | 3.413         | 3.483         | 88           | 3.433         | 3.521         | 205          | 3.448          | 3.653          |
| 24           | Itaparica | 81           | 3.953         | 4.033         | 109          | 4.245         | 4.354         | 309          | 5.211          | 5.520          |
| 25           | Itaparica | 48           | 2.357         | 2.405         | 72           | 2.804         | 2.876         | 262          | 4.419          | 4.681          |
| 26           | Itaparica | 76           | 3.719         | 3.795         | 112          | 4.354         | 4.466         | 393          | 6.623          | 7.016          |
| 27           | Itaparica | 158          | 7.746         | 7.904         | 203          | 7.918         | 8.121         | 498          | 8.392          | 8.890          |
| 222          | Vera Cruz | 62           | 3.033         | 3.095         | 108          | 4.229         | 4.338         | 529          | 8.923          | 9.453          |
| 223          | Vera Cruz | 60           | 2.947         | 3.007         | 79           | 3.067         | 3.145         | 204          | 3.436          | 3.640          |
| 224          | Vera Cruz | 86           | 4.206         | 4.291         | 120          | 4.694         | 4.814         | 378          | 6.376          | 6.755          |
| 225          | Vera Cruz | 13           | 644           | 657           | 16           | 643           | 660           | 37           | 631            | 668            |
| 226          | Vera Cruz | 116          | 5.693         | 5.809         | 168          | 6.552         | 6.720         | 568          | 9.583          | 10.152         |
| 227          | Vera Cruz | 46           | 2.260         | 2.306         | 87           | 3.403         | 3.490         | 477          | 8.044          | 8.521          |
| 228          | Vera Cruz | 85           | 4.162         | 4.247         | 137          | 5.356         | 5.493         | 585          | 9.863          | 10.448         |
| 229          | Vera Cruz | 121          | 5.910         | 6.031         | 207          | 8.068         | 8.275         | 976          | 16.451         | 17.427         |
| 230          | Vera Cruz | 231          | 11.329        | 11.560        | 345          | 13.473        | 13.818        | 1.258        | 21.210         | 22.468         |
| 231          | Vera Cruz | 7            | 345           | 352           | 32           | 1.246         | 1.278         | 353          | 5.942          | 6.295          |
| 232          | Vera Cruz | 30           | 1.462         | 1.492         | 47           | 1.816         | 1.862         | 185          | 3.127          | 3.312          |
| <b>Total</b> |           | <b>1.289</b> | <b>63.179</b> | <b>64.468</b> | <b>1.931</b> | <b>75.300</b> | <b>77.230</b> | <b>7.218</b> | <b>121.680</b> | <b>128.898</b> |

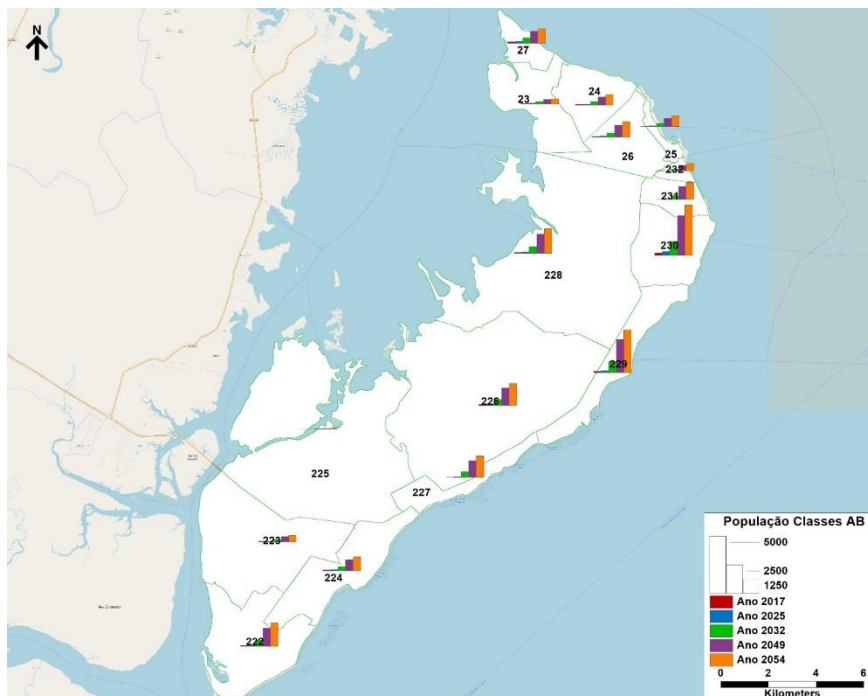
Fonte: SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico, processado pela Sinergia

Quadro 34 - População por Classe de Renda AB/CDE anos 2049 e 2054

| Zona         | Município | 2049 PopAB    | 2049 PopCDE    | 2049 Total     | 2054 PopAB    | 2054 PopCDE    | 2054 Total     |
|--------------|-----------|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|
| 23           | Itaparica | 413           | 3.444          | 3.856          | 479           | 3.444          | 3.923          |
| 24           | Itaparica | 757           | 6.317          | 7.074          | 926           | 6.662          | 7.587          |
| 25           | Itaparica | 728           | 6.079          | 6.807          | 916           | 6.592          | 7.508          |
| 26           | Itaparica | 1.077         | 8.988          | 10.065         | 1.351         | 9.720          | 11.071         |
| 27           | Itaparica | 1.072         | 8.949          | 10.021         | 1.268         | 9.126          | 10.394         |
| 222          | Vera Cruz | 1.594         | 13.304         | 14.898         | 2.036         | 14.650         | 16.686         |
| 223          | Vera Cruz | 464           | 3.874          | 4.338          | 557           | 4.011          | 4.569          |
| 224          | Vera Cruz | 984           | 8.216          | 9.201          | 1.221         | 8.787          | 10.008         |
| 225          | Vera Cruz | 73            | 608            | 681            | 84            | 602            | 685            |
| 226          | Vera Cruz | 1.533         | 12.794         | 14.327         | 1.916         | 13.788         | 15.704         |
| 227          | Vera Cruz | 1.467         | 12.247         | 13.714         | 1.881         | 13.537         | 15.418         |
| 228          | Vera Cruz | 1.707         | 14.246         | 15.953         | 2.167         | 15.596         | 17.763         |
| 229          | Vera Cruz | 2.918         | 24.351         | 27.269         | 3.721         | 26.781         | 30.502         |
| 230          | Vera Cruz | 3.495         | 29.165         | 32.660         | 4.394         | 31.624         | 36.018         |
| 231          | Vera Cruz | 1.162         | 9.701          | 10.863         | 1.507         | 10.849         | 12.356         |
| 232          | Vera Cruz | 531           | 4.430          | 4.961          | 671           | 4.833          | 5.504          |
| <b>Total</b> |           | <b>19.976</b> | <b>166.712</b> | <b>186.688</b> | <b>25.095</b> | <b>180.601</b> | <b>205.696</b> |

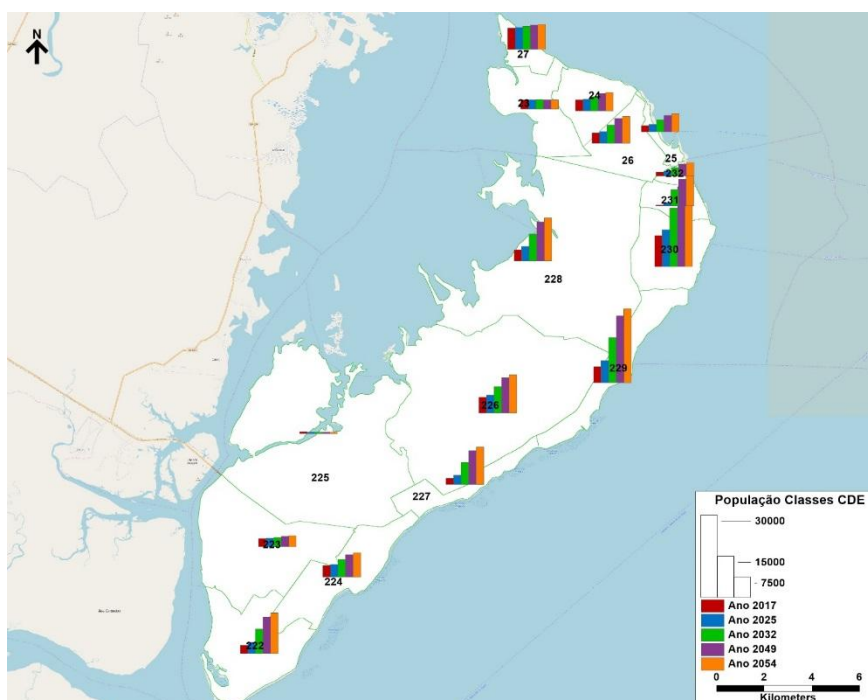
Fonte: SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico, processado pela Sinergia

Figura 21 – População por Zona de Tráfego das Classes AB anos 2017, 2025, 2032, 2049 e 2054



Fonte: SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico, processado pela Sinergia

Figura 22 – População por Zona de Tráfego das Classes CDE anos 2017, 2025, 2032, 2049 e 2054



Fonte: SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico, processado pela Sinergia

### Renda Média Familiar

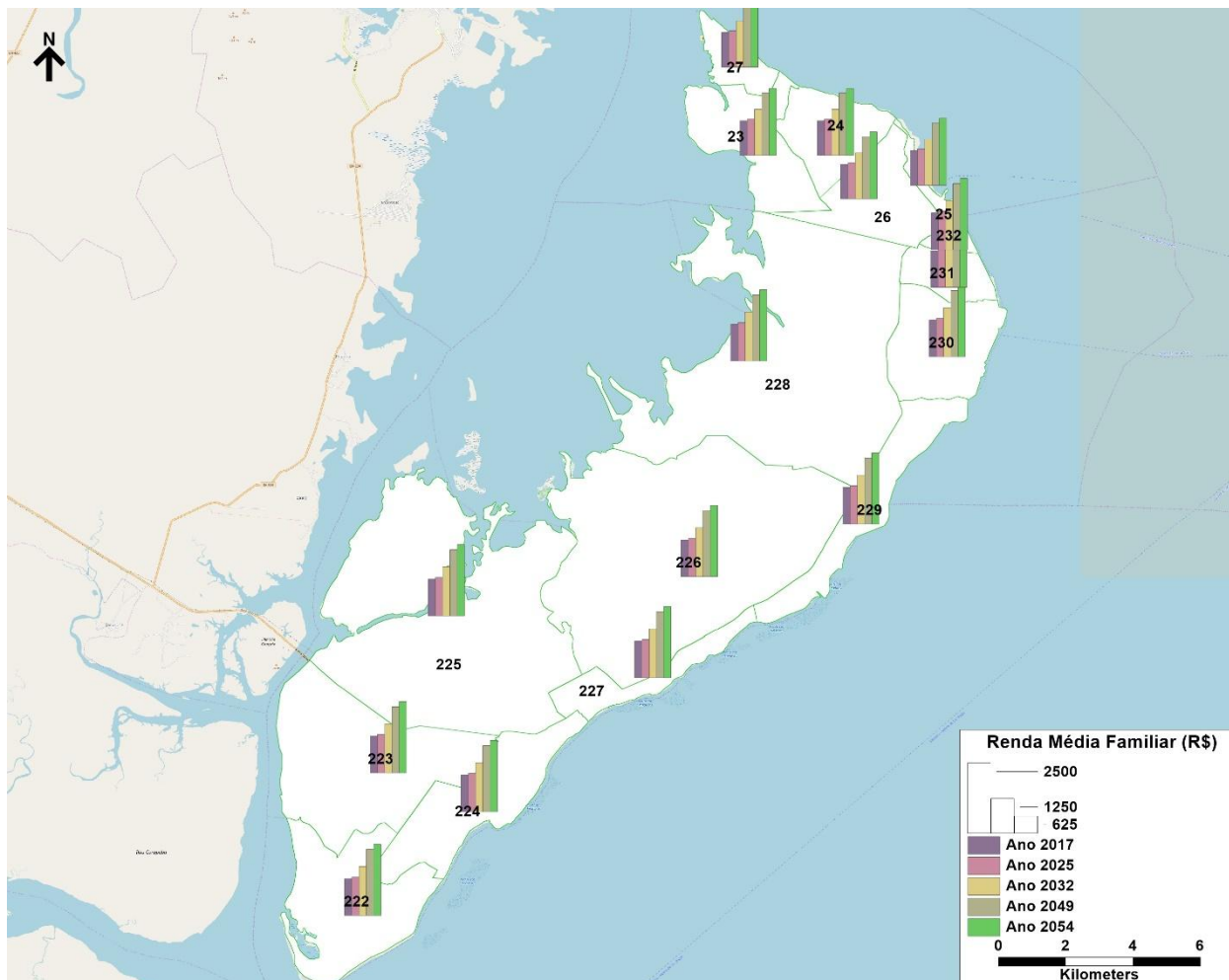
A Renda Média Familiar (RMF) foi projetada a partir dos dados de renda utilizados no PlanMob Salvador (2017) e projetados a partir da evolução da divisão da população por classes de renda conforme mostrado no item anterior. Os resultados, expressos em reais, são apresentados por zona de tráfego no quadro a seguir.

Quadro 35 – Projeção da Renda Média Familiar (RMF) por zona de tráfego dos anos 2017, 2025, 2032, 2049 e 2054

| Zona | Município | RMF 2017 | RMF 2025 | RMF 2032 | RMF 2049 | RMF 2054 |
|------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 23   | Itaparica | 1.239    | 1.295    | 1.646    | 2.215    | 2.380    |
| 24   | Itaparica | 1.239    | 1.295    | 1.646    | 2.215    | 2.380    |
| 25   | Itaparica | 1.239    | 1.295    | 1.646    | 2.215    | 2.380    |
| 26   | Itaparica | 1.239    | 1.295    | 1.646    | 2.215    | 2.380    |
| 27   | Itaparica | 1.239    | 1.295    | 1.646    | 2.215    | 2.380    |
| 222  | Vera Cruz | 1.316    | 1.376    | 1.749    | 2.353    | 2.529    |
| 223  | Vera Cruz | 1.316    | 1.376    | 1.749    | 2.353    | 2.529    |
| 224  | Vera Cruz | 1.316    | 1.376    | 1.749    | 2.353    | 2.529    |
| 225  | Vera Cruz | 1.316    | 1.376    | 1.749    | 2.353    | 2.529    |
| 226  | Vera Cruz | 1.316    | 1.376    | 1.749    | 2.353    | 2.529    |
| 227  | Vera Cruz | 1.316    | 1.376    | 1.749    | 2.353    | 2.529    |
| 228  | Vera Cruz | 1.316    | 1.376    | 1.749    | 2.353    | 2.529    |
| 229  | Vera Cruz | 1.316    | 1.376    | 1.749    | 2.353    | 2.529    |
| 230  | Vera Cruz | 1.316    | 1.376    | 1.749    | 2.353    | 2.529    |
| 231  | Vera Cruz | 1.316    | 1.376    | 1.749    | 2.353    | 2.529    |
| 232  | Vera Cruz | 1.316    | 1.376    | 1.749    | 2.353    | 2.529    |

Fonte: Sinergia, com base nas projeções de classe de renda da SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico

Figura 23 - Projeção da Renda Média Familiar (RMF) por zona de tráfego dos anos 2017, 2025, 2032, 2049 e 2054



Fonte: Sinergia, nas projeções de classe de renda da SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico

## Empregos

Para a estimativa de empregos na Ilha de Itaparica, considerou-se o dado informado pela SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico, que projeta 30.600 empregos nos dois municípios somados para o ano de 2033.

A partir deste dado, procedeu-se a distribuição de empregos nas zonas de tráfego da Ilha, que partiu da quantidade de empregos relativo por zona de tráfego em relação à quantidade de empregos total que foi detectado no complemento da Pesquisa Origem Destino da Região Metropolitana de Salvador para a Ilha de Itaparica no ano de 2014.



Além disso, analisando-se os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano dos municípios de Itaparica e Vila Velha (Consórcio Demacamp/Instituto Pólis/Oficina Engenheiros Consultores Associados, ano 2016), verifica-se que algumas zonas de tráfego possuem maior tendência de geração de empregos e de desenvolvimento dentro da Ilha. Por isto, nas zonas de tráfego 25/26/224/228/229/230/231/232 foi considerado uma maior participação de empregos no ano de 2033. Com a porcentagem de empregos por zona de tráfego procedeu-se o cálculo dos empregos para o ano de 2033 e, conseqüentemente, calcula-se a taxa de empregos por habitante para este ano.

A taxa de empregos por habitante para o ano de 2017 é calculada a partir da quantidade de empregos e de população por zona de tráfego para este ano, conforme visto no quadro a seguir.

Quadro 36 – Taxa de empregos por zona de tráfego nos anos de 2017 e 2033

| Zona         | Município | % Empr por Zona por Município (OD Itaparica 2014) | % Empr Projetado para 2033 | População Estimada 2033 | Empregos Estimados 2033 | Tx. Empregos 2033 | Tx. Empregos 2017 |
|--------------|-----------|---|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|
| 23           | Itaparica | 5,0%  | 3,3%                       | 3.664                   | 1.007                   | 0,275             | 0,242             |
| 24           | Itaparica | 9,0%  | 5,8%                       | 5.586                   | 1.790                   | 0,320             | 0,372             |
| 25           | Itaparica | 6,7%  | 8,7%                       | 4.750                   | 2.652                   | 0,558             | 0,463             |
| 26           | Itaparica | 4,0%  | 5,2%                       | 7.119                   | 1.597                   | 0,224             | 0,177             |
| 27           | Itaparica | 12,3%   | 8,0%                       | 8.946                   | 2.452                   | 0,274             | 0,260             |
| 222          | Vera Cruz | 4,1%  | 2,7%                       | 9.578                   | 815                     | 0,085             | 0,220             |
| 223          | Vera Cruz | 4,1%  | 2,7%                       | 3.673                   | 817                     | 0,223             | 0,228             |
| 224          | Vera Cruz | 7,6%  | 9,8%                       | 6.848                   | 3.011                   | 0,440             | 0,294             |
| 225          | Vera Cruz | 0,6%  | 0,4%                       | 669                     | 123                     | 0,184             | 0,157             |
| 226          | Vera Cruz | 5,4%  | 3,5%                       | 10.299                  | 1.072                   | 0,104             | 0,155             |
| 227          | Vera Cruz | 5,1%  | 3,3%                       | 8.625                   | 1.012                   | 0,117             | 0,367             |
| 228          | Vera Cruz | 4,3%  | 5,6%                       | 10.597                  | 1.715                   | 0,162             | 0,169             |
| 229          | Vera Cruz | 11,3%   | 14,7%                      | 17.663                  | 4.500                   | 0,255             | 0,313             |
| 230          | Vera Cruz | 19,7%   | 25,7%                      | 22.798                  | 7.853                   | 0,344             | 0,285             |
| 231          | Vera Cruz | 0,1%  | 0,2%                       | 6.334                   | 50                      | 0,008             | 0,060             |
| 232          | Vera Cruz | 0,7%  | 0,4%                       | 3.360                   | 134                     | 0,040             | 0,075             |
| <b>Total</b> |           |   |                            | <b>130.508</b>          | <b>30.600</b>           | <b>0,234</b>      |                   |

Fonte: SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico, processado pela Sinergia

Com as taxas de emprego por habitante para os anos de 2017 e 2033, foi possível o cálculo das taxas de emprego para os anos de 2025, 2032, 2049 e 2054, adotando-se uma evolução linear entre os dois anos previstos anteriormente. Entre os anos de 2049 e 2054 projeta-se a manutenção da taxa de empregos por habitante.

Quadro 37 – Taxa de empregos por habitante para os anos de 2017, 2025, 2032, 2049 e 2054

| Zona | Município | Tx. Empregos 2017 | Tx. Empr. 2025 | Tx. Empr. 2032 | Tx. Empr. 2049 | Tx. Empr. 2054 |
|------|-----------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 23   | Itaparica | 0,242             | 0,258          | 0,273          | 0,275          | 0,275          |
| 24   | Itaparica | 0,372             | 0,346          | 0,324          | 0,320          | 0,320          |
| 25   | Itaparica | 0,463             | 0,511          | 0,552          | 0,558          | 0,558          |
| 26   | Itaparica | 0,177             | 0,200          | 0,221          | 0,224          | 0,224          |
| 27   | Itaparica | 0,260             | 0,267          | 0,273          | 0,274          | 0,274          |
| 222  | Vera Cruz | 0,220             | 0,153          | 0,094          | 0,085          | 0,085          |
| 223  | Vera Cruz | 0,228             | 0,225          | 0,223          | 0,223          | 0,223          |
| 224  | Vera Cruz | 0,294             | 0,367          | 0,431          | 0,440          | 0,440          |
| 225  | Vera Cruz | 0,157             | 0,170          | 0,182          | 0,184          | 0,184          |
| 226  | Vera Cruz | 0,155             | 0,129          | 0,107          | 0,104          | 0,104          |
| 227  | Vera Cruz | 0,367             | 0,242          | 0,133          | 0,117          | 0,117          |
| 228  | Vera Cruz | 0,169             | 0,166          | 0,162          | 0,162          | 0,162          |
| 229  | Vera Cruz | 0,313             | 0,284          | 0,258          | 0,255          | 0,255          |
| 230  | Vera Cruz | 0,285             | 0,315          | 0,341          | 0,344          | 0,344          |
| 231  | Vera Cruz | 0,060             | 0,034          | 0,011          | 0,008          | 0,008          |
| 232  | Vera Cruz | 0,075             | 0,057          | 0,042          | 0,040          | 0,040          |

Fonte: SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico, processado pela Sinergia

Com a taxa de empregos por habitante e a população para cada ano horizonte calcula-se a quantidade de empregos por zona de tráfego para todos os anos horizontes.

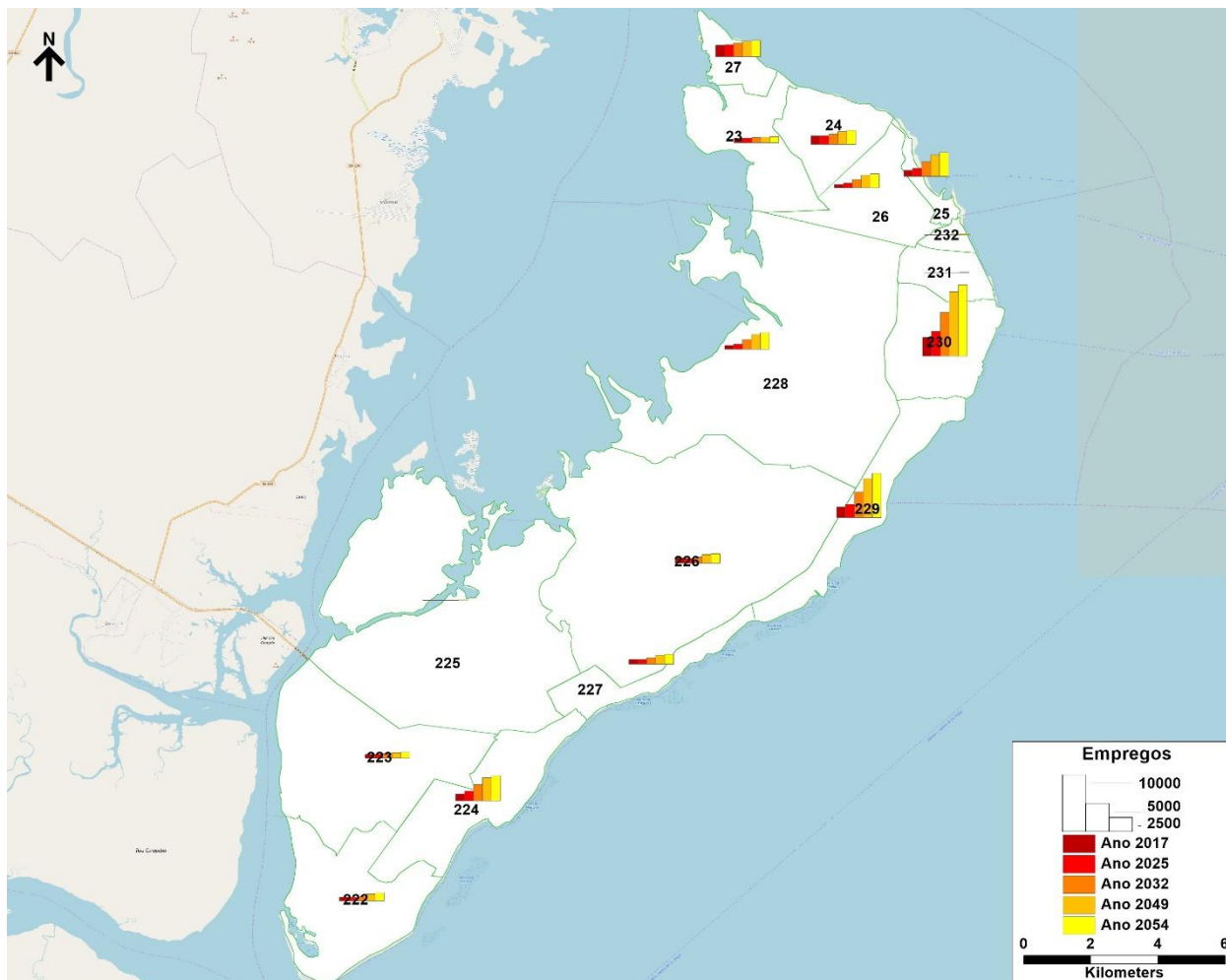
Quadro 38 – Empregos por zona de tráfego para os anos de 2017, 2025, 2032, 2049 e 2054

| Zona         | Município | Empr. 2017    | Empr. 2025    | Empr. 2032    | Empr. 2049    | Empr. 2054    |
|--------------|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 23           | Itaparica | 843           | 910           | 996           | 1.059         | 1.078         |
| 24           | Itaparica | 1.499         | 1.506         | 1.786         | 2.266         | 2.431         |
| 25           | Itaparica | 1.113         | 1.468         | 2.586         | 3.801         | 4.192         |
| 26           | Itaparica | 670           | 895           | 1.553         | 2.257         | 2.483         |
| 27           | Itaparica | 2.054         | 2.168         | 2.429         | 2.747         | 2.849         |
| 222          | Vera Cruz | 682           | 663           | 884           | 1.267         | 1.419         |
| 223          | Vera Cruz | 685           | 708           | 811           | 966           | 1.017         |
| 224          | Vera Cruz | 1.264         | 1.767         | 2.909         | 4.046         | 4.401         |
| 225          | Vera Cruz | 103           | 112           | 122           | 125           | 126           |
| 226          | Vera Cruz | 898           | 869           | 1.089         | 1.492         | 1.635         |
| 227          | Vera Cruz | 847           | 846           | 1.133         | 1.609         | 1.809         |
| 228          | Vera Cruz | 720           | 910           | 1.696         | 2.582         | 2.875         |
| 229          | Vera Cruz | 1.889         | 2.350         | 4.504         | 6.948         | 7.772         |
| 230          | Vera Cruz | 3.295         | 4.349         | 7.656         | 11.249        | 12.406        |
| 231          | Vera Cruz | 21            | 43            | 71            | 86            | 98            |
| 232          | Vera Cruz | 112           | 107           | 139           | 198           | 219           |
| <b>Total</b> |           | <b>16.693</b> | <b>19.672</b> | <b>30.362</b> | <b>42.698</b> | <b>46.810</b> |

Fonte: SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico, processado pela Sinergia

A figura a seguir mostra a quantidade de empregos por zona de tráfego para os anos de 2017, 2025, 2032, 2049 e 2054.

Figura 24 - Empregos por zona de tráfego para os anos de 2017, 2025, 2032, 2049 e 2054



Fonte: SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico, processado pela Sinergia

### Matrículas

A quantidade de matrículas para os municípios de Itaparica e Vera Cruz foi informada pelo cliente, sendo de 6.045 e 10.019 matrículas, respectivamente.

A distribuição dessa quantidade de matrículas é feita proporcionalmente à quantidade de habitantes em cada zona de tráfego, conforme pode ser visto no quadro a seguir. Com isso, procede-se para o cálculo da taxa de matrículas por habitante em cada zona de tráfego para o ano base (2017).

Quadro 39 - Matrículas absolutas e taxa de matrículas por zona de tráfego no ano de 2017

| Zona         | Município | Pop 2017 | % Pop por Zona por Município | Projeção Matrículas INEP 2017 | Tx. Matrículas 2017 | Matrículas 2017 |
|--------------|-----------|----------|------------------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------|
| 23           | Itaparica | 3.483    | 16,1%                        | 6.045                         | 0,280               | 974             |
| 24           | Itaparica | 4.033    | 18,7%                        | 6.045                         | 0,280               | 1.128           |
| 25           | Itaparica | 2.405    | 11,1%                        | 6.045                         | 0,280               | 672             |
| 26           | Itaparica | 3.795    | 17,6%                        | 6.045                         | 0,280               | 1.061           |
| 27           | Itaparica | 7.904    | 36,6%                        | 6.045                         | 0,280               | 2.210           |
| 222          | Vera Cruz | 3.095    | 7,2%                         | 10.019                        | 0,234               | 724             |
| 223          | Vera Cruz | 3.007    | 7,0%                         | 10.019                        | 0,234               | 703             |
| 224          | Vera Cruz | 4.291    | 10,0%                        | 10.019                        | 0,234               | 1.003           |
| 225          | Vera Cruz | 657      | 1,5%                         | 10.019                        | 0,234               | 154             |
| 226          | Vera Cruz | 5.809    | 13,6%                        | 10.019                        | 0,234               | 1.358           |
| 227          | Vera Cruz | 2.306    | 5,4%                         | 10.019                        | 0,234               | 539             |
| 228          | Vera Cruz | 4.247    | 9,9%                         | 10.019                        | 0,234               | 993             |
| 229          | Vera Cruz | 6.031    | 14,1%                        | 10.019                        | 0,234               | 1.410           |
| 230          | Vera Cruz | 11.560   | 27,0%                        | 10.019                        | 0,234               | 2.703           |
| 231          | Vera Cruz | 352      | 0,8%                         | 10.019                        | 0,234               | 82              |
| 232          | Vera Cruz | 1.492    | 3,5%                         | 10.019                        | 0,234               | 349             |
| <b>Total</b> |           |          |                              |                               |                     | <b>16.064</b>   |

Fonte: SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico /INEP 2017, processado pela Sinergia

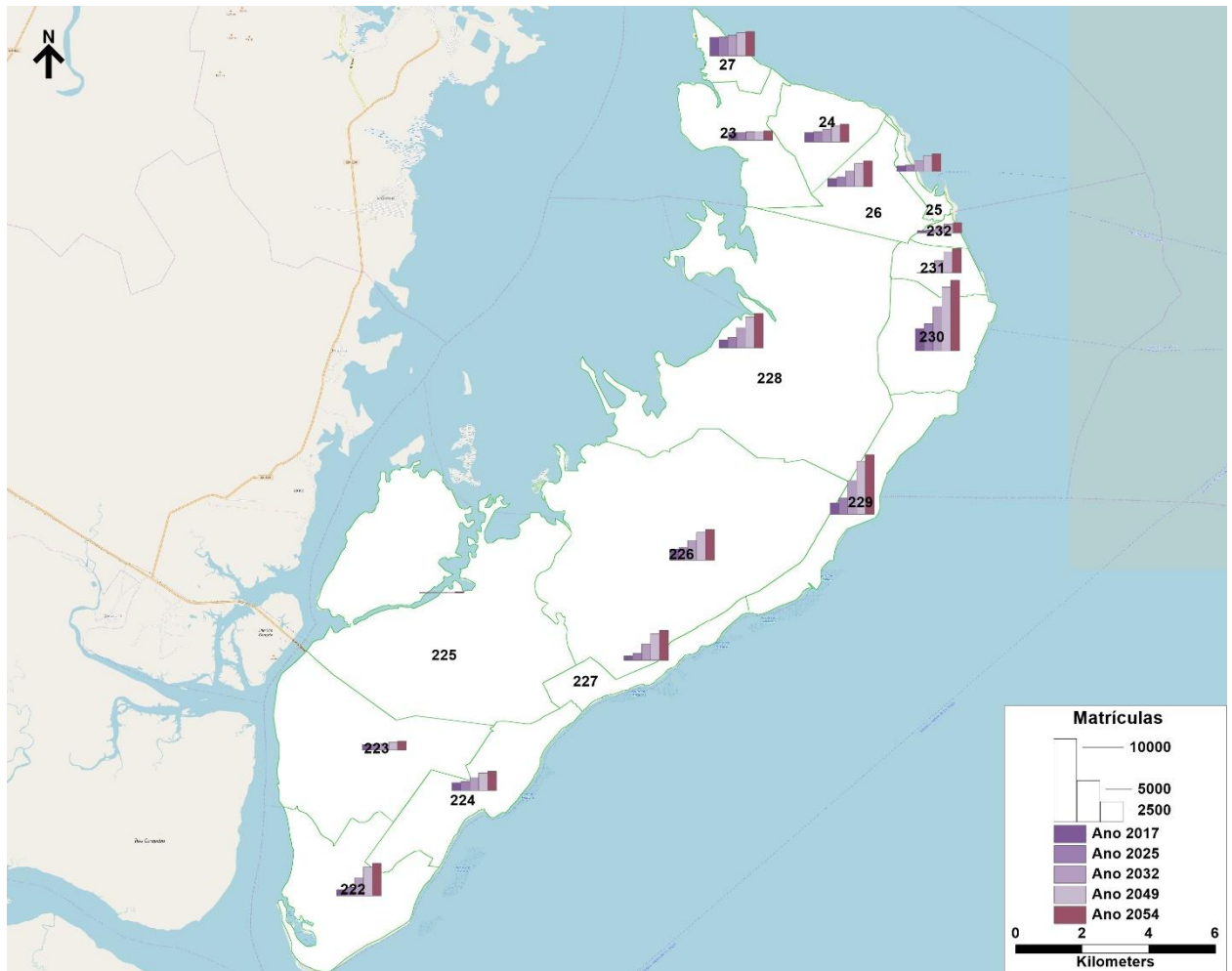
Para os demais anos horizonte, estima-se que a taxa de matrículas por habitante permanece-se inalterada, o que gera a quantidade de matrículas conforme a tabela e a figura a seguir.

Quadro 40 – Matrículas por zona de tráfego nos anos 2017, 2025, 2032, 2049 e 2054

| Zona         | Município | Tx. Matrículas 2017 | Matr. 2017    | Matr. 2025    | Matr. 2032    | Matr. 2049    | Matr. 2054    |
|--------------|-----------|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 23           | Itaparica | 0,280               | 974           | 984           | 1.021         | 1.078         | 1.097         |
| 24           | Itaparica | 0,280               | 1.128         | 1.217         | 1.543         | 1.978         | 2.121         |
| 25           | Itaparica | 0,280               | 672           | 804           | 1.309         | 1.903         | 2.099         |
| 26           | Itaparica | 0,280               | 1.061         | 1.249         | 1.962         | 2.814         | 3.095         |
| 27           | Itaparica | 0,280               | 2.210         | 2.270         | 2.486         | 2.802         | 2.906         |
| 222          | Vera Cruz | 0,234               | 724           | 1.014         | 2.210         | 3.484         | 3.902         |
| 223          | Vera Cruz | 0,234               | 703           | 735           | 851           | 1.014         | 1.068         |
| 224          | Vera Cruz | 0,234               | 1.003         | 1.126         | 1.579         | 2.151         | 2.340         |
| 225          | Vera Cruz | 0,234               | 154           | 154           | 156           | 159           | 160           |
| 226          | Vera Cruz | 0,234               | 1.358         | 1.571         | 2.374         | 3.350         | 3.672         |
| 227          | Vera Cruz | 0,234               | 539           | 816           | 1.992         | 3.207         | 3.605         |
| 228          | Vera Cruz | 0,234               | 993           | 1.285         | 2.443         | 3.730         | 4.154         |
| 229          | Vera Cruz | 0,234               | 1.410         | 1.935         | 4.075         | 6.376         | 7.132         |
| 230          | Vera Cruz | 0,234               | 2.703         | 3.231         | 5.254         | 7.637         | 8.422         |
| 231          | Vera Cruz | 0,234               | 82            | 299           | 1.472         | 2.540         | 2.889         |
| 232          | Vera Cruz | 0,234               | 349           | 435           | 774           | 1.160         | 1.287         |
| <b>Total</b> |           |                     | <b>16.064</b> | <b>19.127</b> | <b>31.502</b> | <b>45.384</b> | <b>49.950</b> |

Fonte: SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico, processado pela Sinergia

Figura 25 - Matrículas por zona de tráfego nos anos 2017, 2025, 2032, 2049 e 2054



Fonte: SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico, processado pela Sinergia

### Frota de veículos

A frota de veículos é calculada a partir da taxa de veículos por habitante que, para o ano base de 2017, é a taxa que foi utilizada no estudo do PlanMob Salvador. Para o ano de 2054, estima-se uma taxa de 0,10 veículos por habitante para os dois municípios da Ilha, taxa compatível com municípios da RMS com características semelhantes aos dos municípios da Ilha.

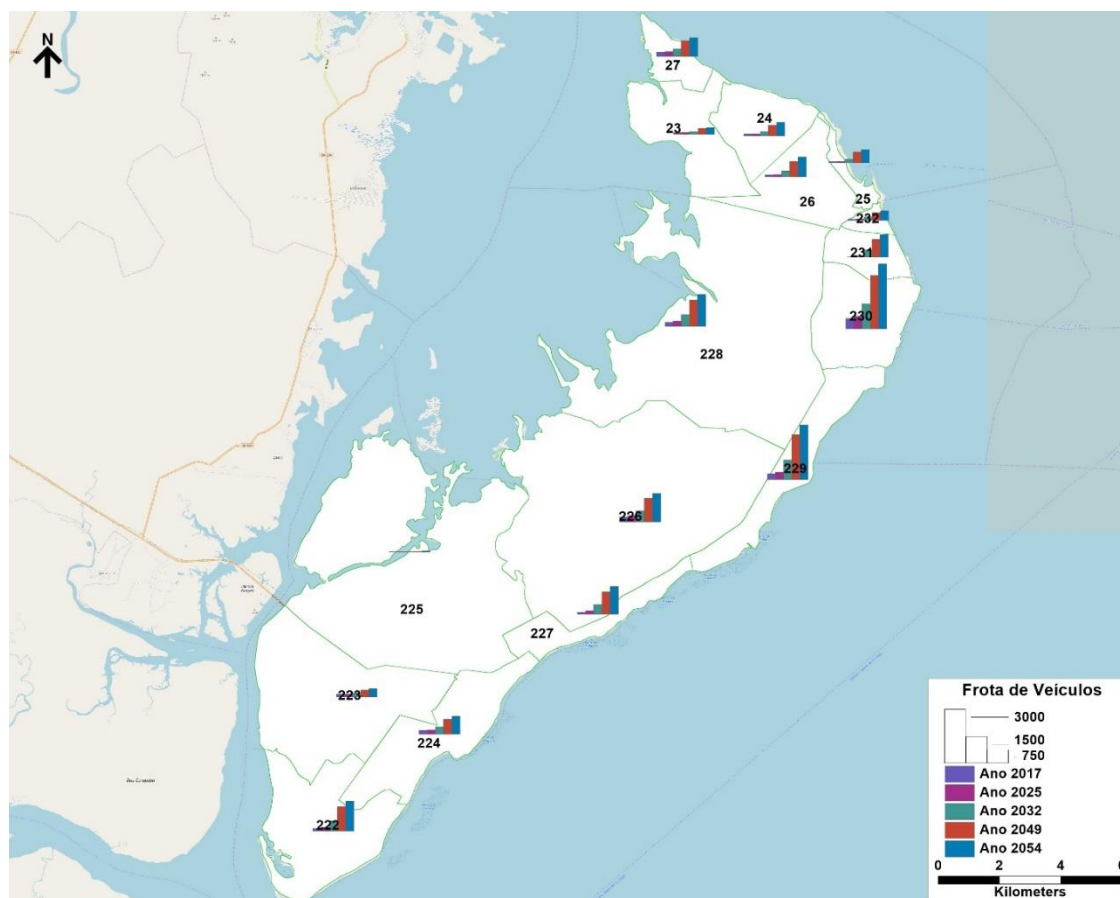
Entre os anos de 2017 e 2054 projetou-se de forma linear a taxa de veículos por habitante, o que possibilitou o cálculo da frota para cada zona de tráfego em todos os anos horizontes.

Quadro 41 – Frota de veículos por zona de tráfego para os anos de 2017, 2025, 2032, 2049 e 2054

| Zona         | Município | 2017         | 2025         | 2032         | 2049          | 2054          |
|--------------|-----------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| 23           | Itaparica | 112          | 113          | 177          | 340           | 392           |
| 24           | Itaparica | 129          | 140          | 268          | 625           | 759           |
| 25           | Itaparica | 77           | 92           | 227          | 601           | 751           |
| 26           | Itaparica | 122          | 143          | 340          | 889           | 1.107         |
| 27           | Itaparica | 254          | 261          | 431          | 885           | 1.039         |
| 222          | Vera Cruz | 160          | 224          | 598          | 1.366         | 1.669         |
| 223          | Vera Cruz | 155          | 162          | 230          | 398           | 457           |
| 224          | Vera Cruz | 222          | 249          | 428          | 843           | 1.001         |
| 225          | Vera Cruz | 34           | 34           | 42           | 62            | 69            |
| 226          | Vera Cruz | 300          | 347          | 643          | 1.313         | 1.570         |
| 227          | Vera Cruz | 119          | 180          | 539          | 1.257         | 1.542         |
| 228          | Vera Cruz | 219          | 284          | 661          | 1.462         | 1.776         |
| 229          | Vera Cruz | 311          | 427          | 1.103        | 2.499         | 3.050         |
| 230          | Vera Cruz | 597          | 713          | 1.422        | 2.994         | 3.602         |
| 231          | Vera Cruz | 18           | 66           | 398          | 996           | 1.236         |
| 232          | Vera Cruz | 77           | 96           | 210          | 455           | 550           |
| <b>Total</b> |           | <b>2.906</b> | <b>3.531</b> | <b>7.718</b> | <b>16.984</b> | <b>20.570</b> |

Fonte: Sinergia

Figura 26 - Frota de veículos por zona de tráfego para os anos de 2017, 2025, 2032, 2049 e 2054



Fonte: Sinergia



### **Dados socioeconômicos – Recôncavo Sul e Baixo Sul**

Para os dados socioeconômicos dos municípios do Recôncavo Sul e do Baixo Sul, a fonte forneceu os dados de população, empregos e de matrículas por município para os anos horizontes de 2025, 2032, 2049 e 2054, conforme mostrado nos quadros a seguir.

Quadro 42 – Projeção de população por município da região Recôncavo Sul e Baixo Sul

| Município                 | Região        | População 2025 | População 2032 | População 2049   | População 2054   |
|---------------------------|---------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| Aratuípe                  | Baixo Sul     | 8.695          | 9.349          | 10.410           | 10.688           |
| Cairu                     | Baixo Sul     | 24.811         | 26.676         | 29.705           | 30.496           |
| Camamu                    | Baixo Sul     | 36.694         | 39.452         | 43.931           | 45.102           |
| Gandu                     | Baixo Sul     | 34.568         | 37.167         | 41.387           | 42.489           |
| Ibirapitanga              | Baixo Sul     | 18.113         | 19.475         | 21.686           | 22.263           |
| Igrapiúna                 | Baixo Sul     | 14.255         | 15.326         | 17.066           | 17.521           |
| Ituberá                   | Baixo Sul     | 32.522         | 34.967         | 38.937           | 39.974           |
| Jaguaripe                 | Baixo Sul     | 21.947         | 23.597         | 26.276           | 26.975           |
| Nilo Peçanha              | Baixo Sul     | 16.376         | 17.608         | 19.607           | 20.129           |
| Pirai do Norte            | Baixo Sul     | 7.586          | 8.157          | 9.082            | 9.324            |
| Presidente Tancredo Neves | Baixo Sul     | 33.568         | 36.092         | 40.190           | 41.260           |
| Taperoá                   | Baixo Sul     | 26.290         | 28.266         | 31.475           | 32.313           |
| Teolândia                 | Baixo Sul     | 16.812         | 18.076         | 20.128           | 20.664           |
| Valença                   | Baixo Sul     | 122.610        | 131.829        | 146.795          | 150.705          |
| Wenceslau Guimarães       | Baixo Sul     | 16.790         | 18.053         | 20.102           | 20.638           |
| Cabaceiras do Paraguaçu   | Recôncavo Sul | 14.881         | 15.436         | 16.600           | 16.929           |
| Castro Alves              | Recôncavo Sul | 27.368         | 28.390         | 30.530           | 31.135           |
| Conceição do Almeida      | Recôncavo Sul | 12.416         | 12.880         | 13.850           | 14.125           |
| Cruz das Almas            | Recôncavo Sul | 61.598         | 63.898         | 68.714           | 70.076           |
| Dom Macedo Costa          | Recôncavo Sul | 4.329          | 4.490          | 4.829            | 4.924            |
| Governador Mangabeira     | Recôncavo Sul | 23.026         | 23.886         | 25.686           | 26.195           |
| Maragogipe                | Recôncavo Sul | 47.230         | 48.994         | 52.687           | 53.731           |
| Muniz Ferreira            | Recôncavo Sul | 8.996          | 9.332          | 10.036           | 10.235           |
| Muritiba                  | Recôncavo Sul | 21.766         | 22.579         | 24.281           | 24.762           |
| Nazaré                    | Recôncavo Sul | 30.830         | 31.982         | 34.392           | 35.074           |
| Santo Antônio de Jesus    | Recôncavo Sul | 139.926        | 145.152        | 156.091          | 159.185          |
| São Felipe                | Recôncavo Sul | 15.621         | 16.205         | 17.426           | 17.772           |
| São Félix                 | Recôncavo Sul | 12.785         | 13.262         | 14.262           | 14.544           |
| Sapeaçu                   | Recôncavo Sul | 12.629         | 13.101         | 14.088           | 14.368           |
| Varzedo                   | Recôncavo Sul | 7.571          | 7.853          | 8.445            | 8.613            |
| <b>Total</b>              |               | <b>872.610</b> | <b>921.532</b> | <b>1.008.691</b> | <b>1.032.209</b> |

Fonte: SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico



Quadro 43 – Projeção de empregos por município da região Recôncavo Sul e Baixo Sul

| Município                 | Região        | Empregos 2025  | Empregos 2032  | Empregos 2049  | Empregos 2054  |
|---------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Aratuípe                  | Baixo Sul     | 660            | 810            | 1.174          | 1.282          |
| Cairu                     | Baixo Sul     | 3.760          | 4.467          | 6.186          | 6.692          |
| Camamu                    | Baixo Sul     | 3.195          | 3.947          | 5.772          | 6.308          |
| Gandu                     | Baixo Sul     | 3.694          | 4.379          | 6.044          | 6.534          |
| Ibirapitanga              | Baixo Sul     | 1.702          | 2.116          | 3.121          | 3.416          |
| Igrapiúna                 | Baixo Sul     | 1.946          | 2.205          | 2.835          | 3.020          |
| Ituberá                   | Baixo Sul     | 3.364          | 4.185          | 6.177          | 6.763          |
| Jaguaripe                 | Baixo Sul     | 2.240          | 3.405          | 6.235          | 7.067          |
| Nilo Peçanha              | Baixo Sul     | 1.245          | 1.805          | 3.164          | 3.564          |
| Piraí do Norte            | Baixo Sul     | 828            | 1.009          | 1.448          | 1.577          |
| Presidente Tancredo Neves | Baixo Sul     | 2.583          | 3.339          | 5.175          | 5.714          |
| Taperoá                   | Baixo Sul     | 1.413          | 1.901          | 3.086          | 3.434          |
| Teolândia                 | Baixo Sul     | 1.408          | 1.761          | 2.617          | 2.868          |
| Valença                   | Baixo Sul     | 15.148         | 19.611         | 30.450         | 33.639         |
| Wenceslau Guimarães       | Baixo Sul     | 1.601          | 1.928          | 2.722          | 2.955          |
| Cabaceiras do Paraguaçu   | Recôncavo Sul | 1.346          | 1.697          | 2.552          | 2.803          |
| Castro Alves              | Recôncavo Sul | 3.507          | 3.914          | 4.902          | 5.193          |
| Conceição do Almeida      | Recôncavo Sul | 2.042          | 2.301          | 2.931          | 3.116          |
| Cruz das Almas            | Recôncavo Sul | 12.681         | 13.837         | 16.643         | 17.469         |
| Dom Macedo Costa          | Recôncavo Sul | 331            | 405            | 584            | 636            |
| Governador Mangabeira     | Recôncavo Sul | 3.189          | 3.657          | 4.794          | 5.128          |
| Maragogipe                | Recôncavo Sul | 3.724          | 5.697          | 10.491         | 11.900         |
| Muniz Ferreira            | Recôncavo Sul | 603            | 747            | 1.097          | 1.200          |
| Muritiba                  | Recôncavo Sul | 2.643          | 3.023          | 3.946          | 4.217          |
| Nazaré                    | Recôncavo Sul | 4.088          | 5.745          | 9.770          | 10.954         |
| Santo Antônio de Jesus    | Recôncavo Sul | 25.252         | 29.802         | 40.850         | 44.100         |
| São Felipe                | Recôncavo Sul | 1.735          | 2.080          | 2.918          | 3.165          |
| São Félix                 | Recôncavo Sul | 1.504          | 1.738          | 2.307          | 2.474          |
| Sapeaçu                   | Recôncavo Sul | 1.716          | 1.992          | 2.662          | 2.859          |
| Varzedo                   | Recôncavo Sul | 694            | 870            | 1.299          | 1.425          |
| <b>Total</b>              |               | <b>109.842</b> | <b>134.374</b> | <b>193.952</b> | <b>211.475</b> |

Fonte: SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico

Quadro 44 – Projeção de matrículas por município da região Recôncavo Sul e Baixo Sul

| Município                 | Região        | Matrículas 2025 | Matrículas 2032 | Matrículas 2049 | Matrículas 2054 |
|---------------------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Aratuípe                  | Baixo Sul     | 2.256           | 2.425           | 2.701           | 2.772           |
| Cairu                     | Baixo Sul     | 7.284           | 7.831           | 8.720           | 8.953           |
| Camamu                    | Baixo Sul     | 11.072          | 11.904          | 13.256          | 13.609          |
| Gandu                     | Baixo Sul     | 9.018           | 9.696           | 10.797          | 11.084          |
| Ibirapitanga              | Baixo Sul     | 5.660           | 6.085           | 6.776           | 6.957           |
| Igrapiúna                 | Baixo Sul     | 4.086           | 4.394           | 4.892           | 5.023           |
| Ituberá                   | Baixo Sul     | 7.645           | 8.220           | 9.153           | 9.397           |
| Jaguaripe                 | Baixo Sul     | 6.044           | 6.498           | 7.236           | 7.428           |
| Nilo Peçanha              | Baixo Sul     | 5.085           | 5.467           | 6.087           | 6.250           |
| Piraí do Norte            | Baixo Sul     | 1.712           | 1.840           | 2.049           | 2.104           |
| Presidente Tancredo Neves | Baixo Sul     | 8.775           | 9.435           | 10.506          | 10.786          |
| Taperoá                   | Baixo Sul     | 8.025           | 8.628           | 9.607           | 9.863           |
| Teolândia                 | Baixo Sul     | 5.868           | 6.309           | 7.025           | 7.212           |
| Valença                   | Baixo Sul     | 29.051          | 31.235          | 34.781          | 35.707          |
| Wenceslau Guimarães       | Baixo Sul     | 5.672           | 6.098           | 6.791           | 6.972           |
| Cabaceiras do Paraguaçu   | Recôncavo Sul | 4.014           | 4.164           | 4.477           | 4.566           |
| Castro Alves              | Recôncavo Sul | 6.313           | 6.549           | 7.042           | 7.182           |
| Conceição do Almeida      | Recôncavo Sul | 2.141           | 2.221           | 2.388           | 2.435           |
| Cruz das Almas            | Recôncavo Sul | 14.450          | 14.990          | 16.119          | 16.439          |
| Dom Macedo Costa          | Recôncavo Sul | 1.153           | 1.196           | 1.286           | 1.312           |
| Governador Mangabeira     | Recôncavo Sul | 6.902           | 7.160           | 7.699           | 7.852           |
| Maragogipe                | Recôncavo Sul | 9.730           | 10.093          | 10.854          | 11.069          |
| Muniz Ferreira            | Recôncavo Sul | 1.885           | 1.956           | 2.103           | 2.145           |
| Muritiba                  | Recôncavo Sul | 4.624           | 4.797           | 5.158           | 5.260           |
| Nazaré                    | Recôncavo Sul | 8.115           | 8.418           | 9.053           | 9.232           |
| Santo Antônio de Jesus    | Recôncavo Sul | 34.330          | 35.612          | 38.295          | 39.055          |
| São Felipe                | Recôncavo Sul | 4.129           | 4.283           | 4.606           | 4.697           |
| São Félix                 | Recôncavo Sul | 2.180           | 2.262           | 2.432           | 2.480           |
| Sapeaçu                   | Recôncavo Sul | 3.478           | 3.608           | 3.879           | 3.956           |
| Varzedo                   | Recôncavo Sul | 1.811           | 1.878           | 2.020           | 2.060           |
| <b>Total</b>              |               | <b>222.504</b>  | <b>235.250</b>  | <b>257.790</b>  | <b>263.857</b>  |

Fonte: SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico

Para os dados de frota de veículos e de Renda Média Familiar (RMF), foram utilizados como referência os dados relativos ao município de Vera Cruz. Adotada a manutenção da Renda Média Familiar para os anos simulados, junto com a previsão do aumento do PIB anual dos municípios das regiões do Baixo Sul e do Recôncavo Sul.

Quadro 45 - Projeção de frota de veículos e de Renda Média Familiar (RMF) por município da região Recôncavo Sul e Baixo Sul

| Município                 | Frota 2025 | RMF 2025 | Frota 2032 | RMF 2032 | Frota 2049 | RMF 2049 | Frota 2054 | RMF 2054 |
|---------------------------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| Aratuípe                  | 449        | 1.376    | 483        | 1.749    | 537        | 2.353    | 552        | 2.529    |
| Cairu                     | 1.281      | 1.376    | 1.377      | 1.749    | 1.533      | 2.353    | 1.574      | 2.529    |
| Camamu                    | 1.894      | 1.376    | 2.037      | 1.749    | 2.268      | 2.353    | 2.328      | 2.529    |
| Gandu                     | 1.785      | 1.376    | 1.919      | 1.749    | 2.137      | 2.353    | 2.193      | 2.529    |
| Ibirapitanga              | 935        | 1.376    | 1.005      | 1.749    | 1.119      | 2.353    | 1.149      | 2.529    |
| Igrapiúna                 | 736        | 1.376    | 791        | 1.749    | 881        | 2.353    | 904        | 2.529    |
| Ituberá                   | 1.679      | 1.376    | 1.805      | 1.749    | 2.010      | 2.353    | 2.064      | 2.529    |
| Jaguaripe                 | 1.133      | 1.376    | 1.218      | 1.749    | 1.356      | 2.353    | 1.393      | 2.529    |
| Nilo Peçanha              | 845        | 1.376    | 909        | 1.749    | 1.012      | 2.353    | 1.039      | 2.529    |
| Pirai do Norte            | 392        | 1.376    | 421        | 1.749    | 469        | 2.353    | 481        | 2.529    |
| Presidente Tancredo Neves | 1.733      | 1.376    | 1.863      | 1.749    | 2.075      | 2.353    | 2.130      | 2.529    |
| Taperoá                   | 1.357      | 1.376    | 1.459      | 1.749    | 1.625      | 2.353    | 1.668      | 2.529    |
| Teolândia                 | 868        | 1.376    | 933        | 1.749    | 1.039      | 2.353    | 1.067      | 2.529    |
| Valença                   | 6.330      | 1.376    | 6.805      | 1.749    | 7.578      | 2.353    | 7.780      | 2.529    |
| Wenceslau Guimarães       | 867        | 1.376    | 932        | 1.749    | 1.038      | 2.353    | 1.065      | 2.529    |
| Cabaceiras do Paraguaçu   | 768        | 1.376    | 797        | 1.749    | 857        | 2.353    | 874        | 2.529    |
| Castro Alves              | 1.413      | 1.376    | 1.466      | 1.749    | 1.576      | 2.353    | 1.607      | 2.529    |
| Conceição do Almeida      | 641        | 1.376    | 665        | 1.749    | 715        | 2.353    | 729        | 2.529    |
| Cruz das Almas            | 3.180      | 1.376    | 3.299      | 1.749    | 3.547      | 2.353    | 3.618      | 2.529    |
| Dom Macedo Costa          | 223        | 1.376    | 232        | 1.749    | 249        | 2.353    | 254        | 2.529    |
| Governador Mangabeira     | 1.189      | 1.376    | 1.233      | 1.749    | 1.326      | 2.353    | 1.352      | 2.529    |
| Maragogipe                | 2.438      | 1.376    | 2.529      | 1.749    | 2.720      | 2.353    | 2.774      | 2.529    |
| Muniz Ferreira            | 464        | 1.376    | 482        | 1.749    | 518        | 2.353    | 528        | 2.529    |
| Muritiba                  | 1.124      | 1.376    | 1.166      | 1.749    | 1.253      | 2.353    | 1.278      | 2.529    |
| Nazaré                    | 1.592      | 1.376    | 1.651      | 1.749    | 1.775      | 2.353    | 1.811      | 2.529    |
| Santo Antônio de Jesus    | 7.223      | 1.376    | 7.493      | 1.749    | 8.058      | 2.353    | 8.218      | 2.529    |
| São Felipe                | 806        | 1.376    | 837        | 1.749    | 900        | 2.353    | 917        | 2.529    |
| São Félix                 | 660        | 1.376    | 685        | 1.749    | 736        | 2.353    | 751        | 2.529    |
| Sapeaçu                   | 652        | 1.376    | 676        | 1.749    | 727        | 2.353    | 742        | 2.529    |
| Varzedo                   | 391        | 1.376    | 405        | 1.749    | 436        | 2.353    | 445        | 2.529    |

Fonte: Sinergia

### III.3.4. Modelo de Geração e de Divisão Modal

O modelo de geração de viagens engloba a transformação da evolução das projeções socioeconômicas da Ilha de Itaparica e das regiões do Recôncavo Sul e Baixo Sul em viagens com origem (produção de viagens) e destino (atração de viagens).

Nesta etapa adotou-se o modelo de geração desenvolvido para o Plano de Mobilidade Sustentável de Salvador (2017), cujo resumo de metodologia de cálculo é apresentado a seguir.

O modelo de geração de viagens é composto por quatro módulos de cálculo que são baseados no motivo de viagem. Adota-se o conceito de **Base de Viagem**, que define a viagem com um motivo na origem e outro no destino, sendo que uma viagem com Base Domiciliar (BD) possui numa das extremidades o motivo residência, seja na origem ou no destino, e na outra extremidade um motivo qualquer. Viagens que não possuem nenhuma extremidade como residência são denominadas viagens com Base não Domiciliar (BND).

Em função destes aspectos, adotou-se a seguinte classificação para os motivos de viagem para o estudo de demanda:

- Motivo 1: Base Domiciliar – Trabalho (BDT): viagens com base domiciliar e motivo trabalho, o que significa que a origem ou destino da viagem é o domicílio e o outro extremo da viagem é o local de trabalho;
- Motivo 2: Base Domiciliar – Escola (BDE): viagens com base domiciliar e motivo estudo, o que significa que a origem ou destino da viagem é o domicílio e o outro extremo da viagem é o local de estudo;
- Motivo 3: Base Domiciliar – Outros (BDO): viagens com base domiciliar e motivo outros, o que significa que a origem ou destino de viagem é o domicílio e o outro extremo da viagem não é trabalho e nem estudo;
- Motivo 4: Base Não Domiciliar (BND): viagens onde a origem e o destino não é o domicílio.

Para cada motivo de viagem, matematicamente pode-se relacionar a quantidade de viagens produzidas e atraídas em uma certa zona de tráfego com variáveis socioeconômicas existentes.

Através de uma ampla base de dados que, neste caso, é a Pesquisa Origem e Destino (2012) coleta-se um grande número de informações que alimentam modelos de previsão de demanda para os quais se procura entender as inter-relações de algum dado de interesse em função de outras informações. E um dos modelos mais utilizados são os modelos de regressão linear representados da seguinte forma:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + e_i$$

Onde  $Y_i$  é um valor da variável de interesse e,  $X_1, X_2, \dots, X_k$  são as variáveis denominadas de preditoras ou auxiliares e os coeficientes  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  são os parâmetros desconhecidos que deverão ser estimados através dos dados.

Para cada motivo destes modelos de geração, segundo os conceitos acima, são calculadas as viagens do período de pico da manhã pelo método de regressão linear. Para tanto, foi selecionado um conjunto de variáveis apresentado a seguir para os testes estatísticos para cada um dos motivos de viagem:

- População total por zona de tráfego - ZT (*Pop*)
- População das classes A e B por zona de tráfego ZT (*PopAB*)
- População das classes C, D e E por zona de tráfego ZT (*PopCDE*)
- Empregos por zona de tráfego ZT (*Emprego*)
- Matrículas escolares por zona de tráfego ZT (*Matrícula*)
- Renda média familiar por zona de tráfego ZT (*RMF*)
- Frota de veículos particulares por zona de tráfego ZT (*Frota*)

Cada motivo de viagem possui sua equação de regressão linear que projeta a quantidade de viagens produzidas e atraídas em uma zona de tráfego para as viagens motorizadas (de modo individual e de coletivo).

Para o Modelo de Divisão Modal utilizou-se dos parâmetros calculados para o PlanMob Salvador (2017).

A etapa de Divisão Modal é a repartição da quantidade de viagens projetadas entre os modos individual e coletivo. Neste caso, calculou-se a divisão modal dos modos individuais de acordo com o quadro a seguir, tendo como base a projeção de evolução da porcentagem de habitantes de classe mais alta ao longo do tempo.

Foram consideradas as projeções fornecidas, onde se prevê o aumento da porcentagem de população das rendas mais altas (Classe A e B). Estas classes de renda possuem maior participação de viagens de modo individual, o que reflete no aumento da participação geral da divisão modal do modo individual ao longo dos cenários horizontes.

Quadro 46 – Divisão Modal do modo individual

| 2017  | 2025  | 2032  | 2049  | 2054  |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 35,1% | 35,4% | 37,0% | 39,6% | 40,4% |

Fonte: Sinergia

### **Aplicação do Modelo de Geração e de Divisão Modal na Socioeconomia da Ilha de Itaparica**

Após a aplicação do modelo de geração gera-se os vetores de produção e atração de viagens por zona de tráfego conforme o quadro a seguir.

Quadro 47 - Viagens Produzidas e Atraídas por Modo Individual e Coletivo – 2 horas

| Zona         | Município | Produção 2017 | Atração 2017 | Produção 2025 | Atração 2025  | Produção 2032 | Atração 2032  | Produção 2049 | Atração 2049  | Produção 2054 | Atração 2054  |
|--------------|-----------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 23           | Itaparica | 610           | 494          | 620           | 531           | 682           | 579           | 811           | 615           | 852           | 626           |
| 24           | Itaparica | 724           | 854          | 779           | 862           | 1.040         | 1.026         | 1.498         | 1.303         | 1.659         | 1.398         |
| 25           | Itaparica | 439           | 628          | 530           | 825           | 918           | 1.448         | 1.495         | 2.127         | 1.701         | 2.346         |
| 26           | Itaparica | 657           | 405          | 778           | 534           | 1.299         | 918           | 2.100         | 1.333         | 2.386         | 1.466         |
| 27           | Itaparica | 1.390         | 1.198        | 1.432         | 1.262         | 1.661         | 1.412         | 2.107         | 1.596         | 2.257         | 1.655         |
| 222          | Vera Cruz | 571           | 380          | 792           | 374           | 1.781         | 520           | 3.065         | 771           | 3.519         | 864           |
| 223          | Vera Cruz | 555           | 381          | 582           | 394           | 701           | 451           | 912           | 537           | 984           | 566           |
| 224          | Vera Cruz | 802           | 698          | 913           | 971           | 1.348         | 1.594         | 2.001         | 2.217         | 2.228         | 2.411         |
| 225          | Vera Cruz | 120           | 58           | 121           | 63            | 128           | 68            | 142           | 70            | 147           | 71            |
| 226          | Vera Cruz | 1.059         | 507          | 1.221         | 495           | 1.917         | 626           | 2.956         | 859           | 3.322         | 942           |
| 227          | Vera Cruz | 436           | 466          | 647           | 470           | 1.617         | 644           | 2.836         | 920           | 3.268         | 1.035         |
| 228          | Vera Cruz | 776           | 404          | 1.005         | 512           | 1.992         | 955           | 3.322         | 1.454         | 3.791         | 1.619         |
| 229          | Vera Cruz | 1.131         | 1.041        | 1.546         | 1.299         | 3.379         | 2.495         | 5.763         | 3.851         | 6.604         | 4.308         |
| 230          | Vera Cruz | 2.157         | 1.821        | 2.596         | 2.398         | 4.417         | 4.214         | 6.999         | 6.191         | 7.905         | 6.827         |
| 231          | Vera Cruz | 63            | 15           | 228           | 41            | 1.169         | 147           | 2.207         | 240           | 2.574         | 273           |
| 232          | Vera Cruz | 268           | 72           | 334           | 77            | 618           | 117           | 1.013         | 170           | 1.153         | 189           |
| <b>Total</b> |           | <b>11.757</b> | <b>9.421</b> | <b>14.124</b> | <b>11.106</b> | <b>24.667</b> | <b>17.214</b> | <b>39.227</b> | <b>24.255</b> | <b>44.349</b> | <b>26.595</b> |

Fonte: Sinergia

O próximo passo é a transformação da quantidade de viagens individuais que, no modelo de geração é projetado para duas horas, sendo necessária a transformação das viagens para o período de uma hora, que é o utilizado no modelo de alocação. Este fator é de 0,5728.

Também nesta etapa procede-se para a transformação de viagens para veículos, cujo fator detectado pela Pesquisa Origem Destino (2012) é de 1,4 viagens por veículo, o que corresponde que 14 pessoas são transportadas em 10 veículos, por exemplo.



Quadro 48 - Viagens Produzidas e Atraídas por Modo Individual – Veículos 1 hora

| Zona         | Município | Produção 2017 | Atração 2017 | Produção 2025 | Atração 2025 | Produção 2032 | Atração 2032 | Produção 2049 | Atração 2049 | Produção 2054 | Atração 2054 |
|--------------|-----------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| 23           | Itaparica | 88            | 71           | 90            | 77           | 103           | 88           | 131           | 100          | 141           | 103          |
| 24           | Itaparica | 104           | 123          | 113           | 125          | 158           | 155          | 243           | 211          | 274           | 231          |
| 25           | Itaparica | 63            | 90           | 77            | 119          | 139           | 219          | 242           | 345          | 281           | 388          |
| 26           | Itaparica | 94            | 58           | 113           | 77           | 197           | 139          | 340           | 216          | 394           | 242          |
| 27           | Itaparica | 200           | 172          | 207           | 183          | 251           | 214          | 342           | 259          | 373           | 273          |
| 222          | Vera Cruz | 82            | 55           | 115           | 54           | 270           | 79           | 497           | 125          | 581           | 143          |
| 223          | Vera Cruz | 80            | 55           | 84            | 57           | 106           | 68           | 148           | 87           | 163           | 93           |
| 224          | Vera Cruz | 115           | 100          | 132           | 141          | 204           | 241          | 324           | 359          | 368           | 398          |
| 225          | Vera Cruz | 17            | 8            | 17            | 9            | 19            | 10           | 23            | 11           | 24            | 12           |
| 226          | Vera Cruz | 152           | 73           | 177           | 72           | 290           | 95           | 479           | 139          | 549           | 156          |
| 227          | Vera Cruz | 63            | 67           | 94            | 68           | 245           | 97           | 460           | 149          | 540           | 171          |
| 228          | Vera Cruz | 112           | 58           | 145           | 74           | 302           | 145          | 539           | 236          | 626           | 267          |
| 229          | Vera Cruz | 163           | 150          | 224           | 188          | 512           | 378          | 934           | 624          | 1.091         | 712          |
| 230          | Vera Cruz | 310           | 262          | 376           | 347          | 669           | 638          | 1.135         | 1.004        | 1.306         | 1.128        |
| 231          | Vera Cruz | 9             | 2            | 33            | 6            | 177           | 22           | 358           | 39           | 425           | 45           |
| 232          | Vera Cruz | 39            | 10           | 48            | 11           | 94            | 18           | 164           | 28           | 190           | 31           |
| <b>Total</b> |           | <b>1.690</b>  | <b>1.354</b> | <b>2.045</b>  | <b>1.608</b> | <b>3.735</b>  | <b>2.606</b> | <b>6.359</b>  | <b>3.932</b> | <b>7.326</b>  | <b>4.393</b> |

Fonte: Sinergia

O último passo deste modelo é a quantificação das viagens que possuem origem ou destino fora da Ilha, considerando uma porcentagem de viagens que ficam dentro da Ilha, o que são denominadas viagens internas. Esta porcentagem teve como ano base 2017, onde se verifica que 88% das viagens ficam dentro da Ilha (Dados PlanMob Salvado, 2017). Admitiu-se que no ano de 2054 esta porcentagem será semelhante ao que ocorre hoje em municípios consolidados da RMS, como, por exemplo Lauro de Freitas, que se situa em torno de 50%, conforme dados da Pesquisa OD de 2012.

Quadro 49 - Percentual de viagens internas à Ilha de Itaparica

| 2017  | 2025  | 2032  | 2049  | 2054  |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 88,0% | 75,0% | 69,0% | 54,3% | 50,0% |

Fonte: Sinergia

Assim, calcula-se a quantidade de viagens com origem na Ilha e destino fora da Ilha de Itaparica, e vice-versa, conforma o quadro a seguir.

Quadro 50 - Viagens Produzidas e Atraídas por Modo Individual com origem ou destino a fora da Ilha - 1 hora Veículos HPM

| Zona         | Município | Produção 2017 | Atração 2017 | Produção 2025 | Atração 2025 | Produção 2035 | Atração 2035 | Produção 2049 | Atração 2049 | Produção 2054 | Atração 2054 |
|--------------|-----------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| 23           | Itaparica | 11            | 9            | 22            | 19           | 36            | 30           | 60            | 46           | 70            | 52           |
| 24           | Itaparica | 12            | 15           | 28            | 31           | 59            | 56           | 111           | 97           | 137           | 115          |
| 25           | Itaparica | 8             | 11           | 19            | 30           | 54            | 84           | 111           | 158          | 140           | 194          |
| 26           | Itaparica | 11            | 7            | 28            | 19           | 76            | 53           | 156           | 99           | 197           | 121          |
| 27           | Itaparica | 24            | 21           | 52            | 46           | 90            | 75           | 156           | 118          | 186           | 137          |
| 222          | Vera Cruz | 10            | 7            | 29            | 14           | 107           | 29           | 227           | 57           | 291           | 71           |
| 223          | Vera Cruz | 10            | 7            | 21            | 14           | 38            | 24           | 68            | 40           | 81            | 47           |
| 224          | Vera Cruz | 14            | 12           | 33            | 35           | 77            | 91           | 148           | 164          | 184           | 199          |
| 225          | Vera Cruz | 2             | 1            | 4             | 2            | 7             | 4            | 11            | 5            | 12            | 6            |
| 226          | Vera Cruz | 18            | 9            | 44            | 18           | 111           | 35           | 219           | 64           | 274           | 78           |
| 227          | Vera Cruz | 8             | 8            | 23            | 17           | 98            | 34           | 210           | 68           | 270           | 85           |
| 228          | Vera Cruz | 13            | 7            | 36            | 19           | 118           | 56           | 246           | 108          | 313           | 134          |
| 229          | Vera Cruz | 20            | 18           | 56            | 47           | 202           | 145          | 427           | 285          | 545           | 356          |
| 230          | Vera Cruz | 37            | 31           | 94            | 87           | 258           | 245          | 518           | 459          | 653           | 564          |
| 231          | Vera Cruz | 1             | 0            | 8             | 1            | 73            | 9            | 163           | 18           | 213           | 23           |
| 232          | Vera Cruz | 5             | 1            | 12            | 3            | 36            | 7            | 75            | 13           | 95            | 16           |
| <b>Total</b> |           | <b>203</b>    | <b>162</b>   | <b>511</b>    | <b>402</b>   | <b>1.440</b>  | <b>976</b>   | <b>2.905</b>  | <b>1.796</b> | <b>3.663</b>  | <b>2.197</b> |

Fonte: Sinergia

### **Aplicação do Modelo de Geração e de Divisão Modal na Socioeconomia do Recôncavo Sul e Baixo Sul**

Para a geração dos vetores de produção e atração de viagens por município das regiões do Recôncavo Sul e do Baixo Sul é aplicado o modelo de geração e de divisão modal analogamente ao apresentado anteriormente, com exceção da taxa de Divisão Modal do modo individual que, para este conjunto de municípios, foi utilizado o de 75% para este modo.

Valor adotado que reflete a baixa presença de transporte coletivo nos municípios analisados.

O quadro a seguir mostra a projeção de viagens para cada município.

Quadro 51 - Viagens Produzidas e Atraídas por Modo Individual da região do Baixo Sul e do Recôncavo Sul - 1 hora Veículos HPM

| Zona         | Município                 | Produção 2025    | Atração 2025     | Produção 2032    | Atração 2032     | Produção 2049    | Atração 2049     | Produção 2054    | Atração 2054     |
|--------------|---------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 1800         | Aratuípe                  | 320,08           | 96,34            | 344,83           | 111,48           | 385,82           | 146,79           | 396,61           | 159,07           |
| 1801         | Cairu                     | 926,01           | 484,71           | 998,51           | 568,03           | 1.120,06         | 766,13           | 1.152,20         | 824,12           |
| 1802         | Camamu                    | 1.353,51         | 512,43           | 1.458,73         | 591,16           | 1.633,66         | 772,85           | 1.679,76         | 835,68           |
| 1803         | Gandu                     | 1.279,73         | 469,57           | 1.378,71         | 546,53           | 1.543,13         | 737,35           | 1.586,46         | 793,24           |
| 1804         | Ibirapitanga              | 668,98           | 271,99           | 721,21           | 314,91           | 808,25           | 419,39           | 831,22           | 453,98           |
| 1805         | Igrapiúna                 | 530,57           | 251,54           | 571,23           | 282,90           | 638,64           | 356,82           | 656,40           | 378,42           |
| 1806         | Ituberá                   | 1.203,22         | 398,05           | 1.297,53         | 490,55           | 1.455,10         | 713,55           | 1.496,71         | 779,03           |
| 1807         | Jaguaripe                 | 811,76           | 304,90           | 879,54           | 427,52           | 995,93           | 745,51           | 1.026,96         | 838,85           |
| 1808         | Nilo Peçanha              | 602,84           | 221,24           | 651,32           | 274,54           | 733,08           | 415,67           | 754,74           | 461,55           |
| 1809         | Pirai do Norte            | 280,96           | 95,19            | 302,89           | 115,41           | 339,47           | 164,28           | 349,12           | 178,64           |
| 1810         | Presidente Tancredo Neves | 1.235,93         | 377,90           | 1.332,66         | 450,47           | 1.493,80         | 640,12           | 1.536,32         | 701,51           |
| 1811         | Taperoá                   | 963,81           | 302,59           | 1.038,85         | 355,35           | 1.163,35         | 471,90           | 1.196,14         | 505,40           |
| 1812         | Teolândia                 | 619,75           | 268,06           | 668,02           | 307,61           | 748,30           | 394,15           | 769,46           | 418,97           |
| 1813         | Valença                   | 4.552,95         | 1.780,08         | 4.917,76         | 2.280,55         | 5.534,33         | 3.489,34         | 5.697,84         | 3.844,42         |
| 1814         | Wenceslau Guimarães       | 620,28           | 274,11           | 668,32           | 310,96           | 748,08           | 391,49           | 769,10           | 415,36           |
| 1815         | Cabaceiras do Paraguaçu   | 549,24           | 189,15           | 571,79           | 219,94           | 619,80           | 314,85           | 633,45           | 343,23           |
| 1816         | Castro Alves              | 1.017,13         | 405,36           | 1.056,99         | 450,94           | 1.141,33         | 561,40           | 1.165,27         | 593,88           |
| 1817         | Conceição do Almeida      | 464,49           | 208,99           | 483,07           | 236,98           | 522,56           | 305,17           | 533,78           | 325,24           |
| 1818         | Cruz das Almas            | 2.321,66         | 1.448,58         | 2.412,98         | 1.577,91         | 2.606,76         | 1.891,35         | 2.661,79         | 1.983,50         |
| 1819         | Dom Macedo Costa          | 159,36           | 49,59            | 165,73           | 56,27            | 179,22           | 73,53            | 183,05           | 79,52            |
| 1820         | Governador Mangabeira     | 857,37           | 421,60           | 891,75           | 475,82           | 964,78           | 606,62           | 985,52           | 645,03           |
| 1821         | Maragogipe                | 1.739,55         | 414,66           | 1.816,93         | 620,43           | 1.983,38         | 1.148,46         | 2.030,83         | 1.303,77         |
| 1822         | Muniz Ferreira            | 330,62           | 72,11            | 343,79           | 84,38            | 371,69           | 120,59           | 379,61           | 131,94           |
| 1823         | Muritiba                  | 807,95           | 292,79           | 840,03           | 334,73           | 908,03           | 436,57           | 927,34           | 466,52           |
| 1824         | Nazaré                    | 1.146,73         | 506,00           | 1.199,74         | 690,84           | 1.314,46         | 1.139,06         | 1.347,22         | 1.270,85         |
| 1825         | Santo Antônio de Jesus    | 5.249,84         | 2.950,04         | 5.470,31         | 3.457,93         | 5.942,12         | 4.689,31         | 6.076,43         | 5.051,34         |
| 1826         | São Felipe                | 578,76           | 219,92           | 602,27           | 259,02           | 652,27           | 353,67           | 666,48           | 381,48           |
| 1827         | São Félix                 | 474,23           | 148,37           | 493,14           | 173,55           | 533,27           | 234,90           | 544,66           | 252,96           |
| 1828         | Sapeaçu                   | 470,02           | 217,08           | 489,01           | 248,55           | 529,38           | 324,62           | 540,85           | 346,97           |
| 1829         | Varzedo                   | 279,49           | 85,98            | 290,95           | 103,59           | 315,33           | 151,45           | 322,26           | 165,52           |
| <b>Total</b> |                           | <b>32.416,84</b> | <b>13.738,92</b> | <b>34.358,59</b> | <b>16.418,86</b> | <b>37.925,39</b> | <b>22.976,91</b> | <b>38.897,60</b> | <b>24.929,97</b> |

Fonte: Sinergia

### III.3.5. Modelo de Distribuição

Uma vez conhecidas as quantidades de viagens produzidas ou atraídas de cada zona de tráfego (totais das linhas e colunas da matriz de viagens) realiza-se sua distribuição, que corresponde à estimativa da intensidade do intercâmbio de viagens existente entre cada par de zonas ( $v_{ij}$ ).

Diversos métodos para a sintetização de matrizes de distribuição de viagens têm sido utilizados em estudos de planejamento de transporte urbano. Neste caso foi utilizado a mesma metodologia do que foi empregado no desenvolvimento do PlanMob Salvador (2017), onde se utilizou modelos que consideram variáveis que representem a impedância entre pares de zonas que variam de acordo com as condições de demanda e principalmente da oferta de infraestrutura de transportes ao longo do tempo.

A composição da função de impedância na formulação e estimativa do modelo de distribuição de viagens utilizou o tempo generalizado de viagem, com as seguintes variáveis:

- Tempo de viagem total em minutos: compreende o tempo no veículo acrescido do tempo de acesso e difusão. No tempo de difusão está contemplado o custo de estacionamento na zona de destino, convertido em minutos
- Custo operacional (R\$/km) convertido em minutos: o custo operacional é uma função matemática que depende da velocidade média da viagem por automóvel entre as zonas  $i$  e  $j$

O tempo equivalente para o transporte individual (TI) é definido como:

$$T_i = T_v + T_a + T_d + \frac{d * C_{op} * 60}{VT}$$

Onde:

$T_i$  = tempo generalizado representado em minutos equivalente para o transporte individual

$T_v$  = tempo no veículo em minutos

$T_a$  = tempo de acesso na zona de origem

$T_d$  = tempo de difusão na zona de destino incluindo o valor do estacionamento

convertido em minutos equivalentes

$d$  = distância da viagem em km

$C_{op}$  = custo operacional R\$/km dada pela expressão abaixo:

$$0,1978533+7,4531498/velocidade+0,0000234*velocidade^2$$

Onde

Velocidade = velocidade média entre as zonas i e j.

$VT$  = valor do tempo para o usuário do transporte individual

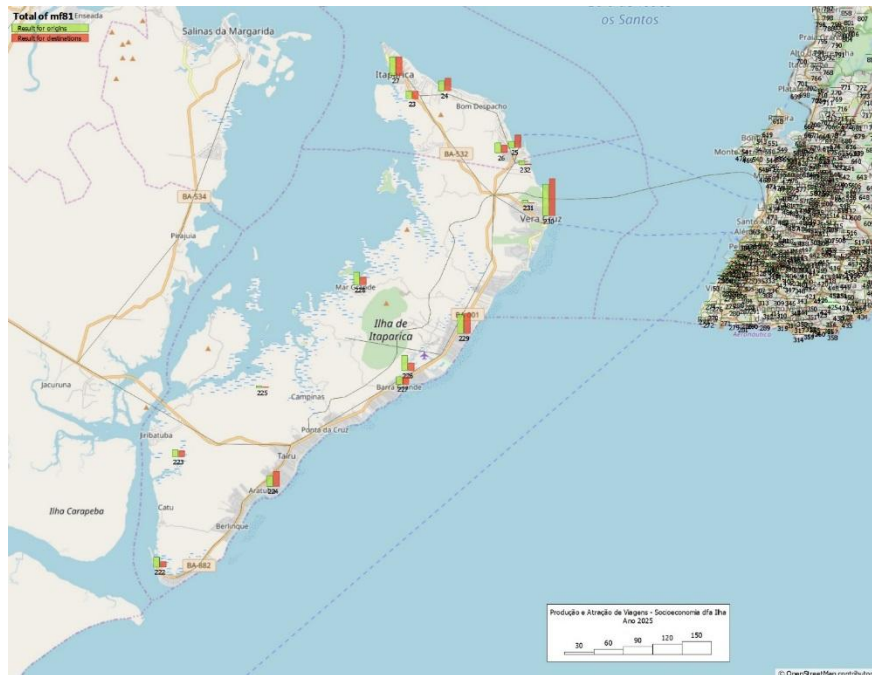
O  $VT$  para os usuários do transporte individual, para as conversões de custo em tempo equivalente em minutos é de R\$ 14,50/hora.

Os modelos foram desenvolvidos e estimados para o conjunto das viagens do período de pico da manhã de forma segregada quanto ao motivo de viagem e renda, a mesma utilizada para a definição dos modelos de geração, isto é:

- BDT – Base Domiciliar Trabalho – rendas A e B;
- BDT – Base Domiciliar Trabalho – rendas C, D e E;
- BDE – Base Domiciliar Estudo; e
- OM – Outros motivos.

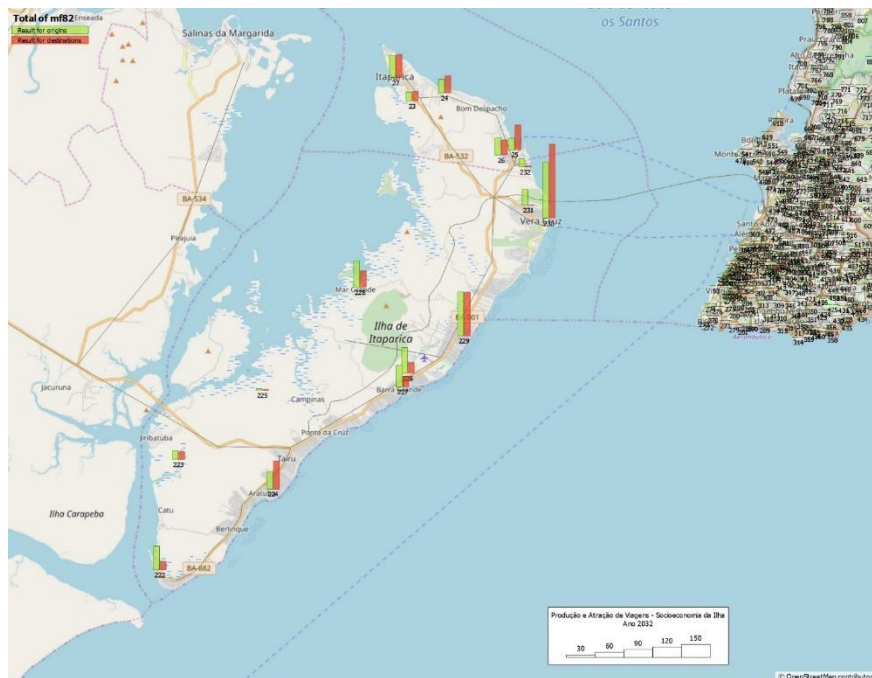
O resultado é a geração de matrizes de origem e destino para cada um dos anos horizontes, tanto para a Ilha quanto para as regiões do Recôncavo Sul e Baixo Sul.

Figura 27 – Viagens geradas pela socioeconomia da Ilha de Itaparica – Ano 2025



Fonte: Sinergia

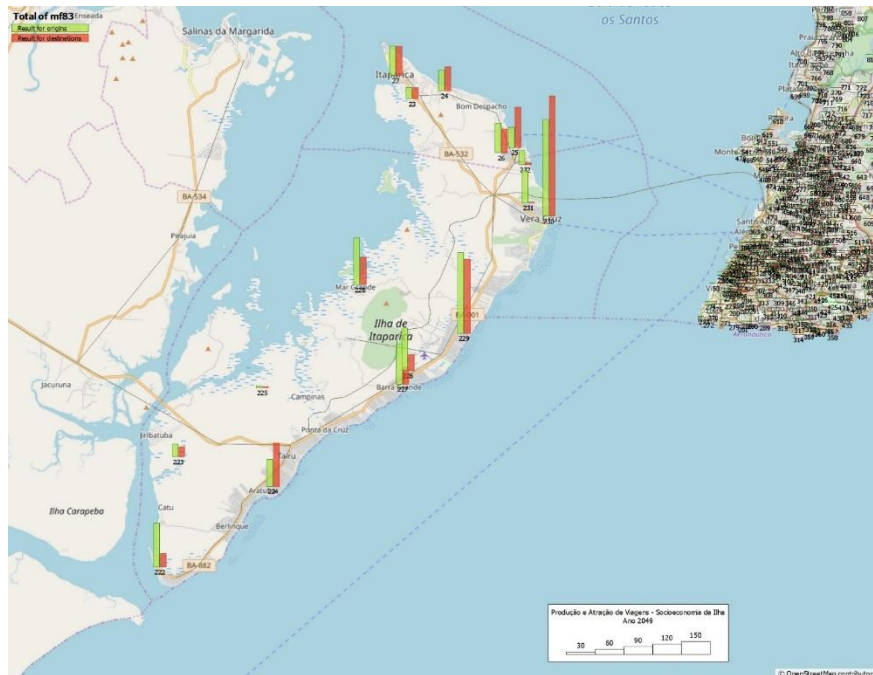
Figura 28 – Viagens geradas pela socioeconomia da Ilha de Itaparica – Ano 2032



Fonte: Sinergia

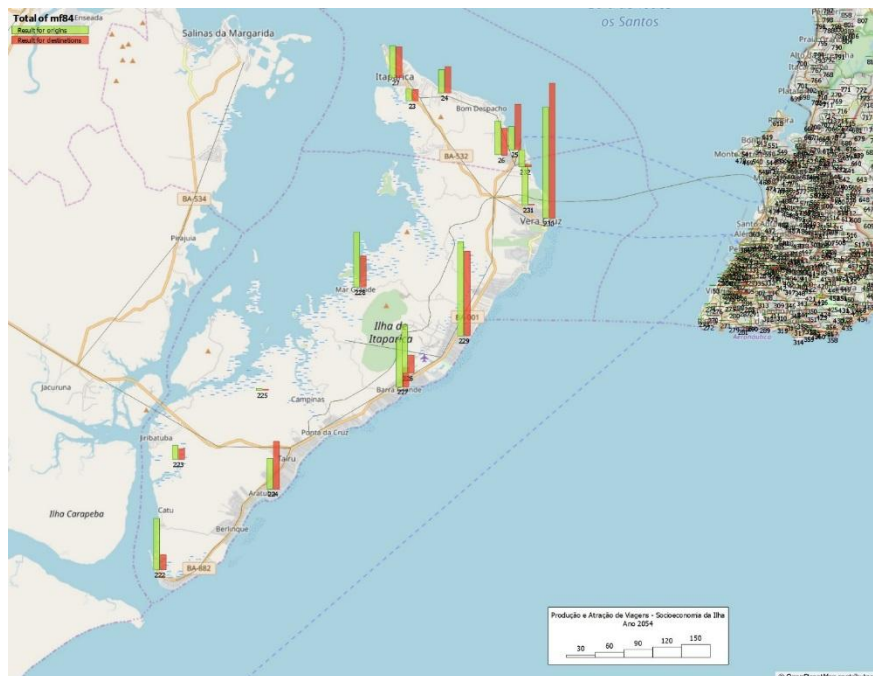


Figura 29 – Viagens geradas pela socioeconomia da Ilha de Itaparica – Ano 2049



Fonte: Sinergia

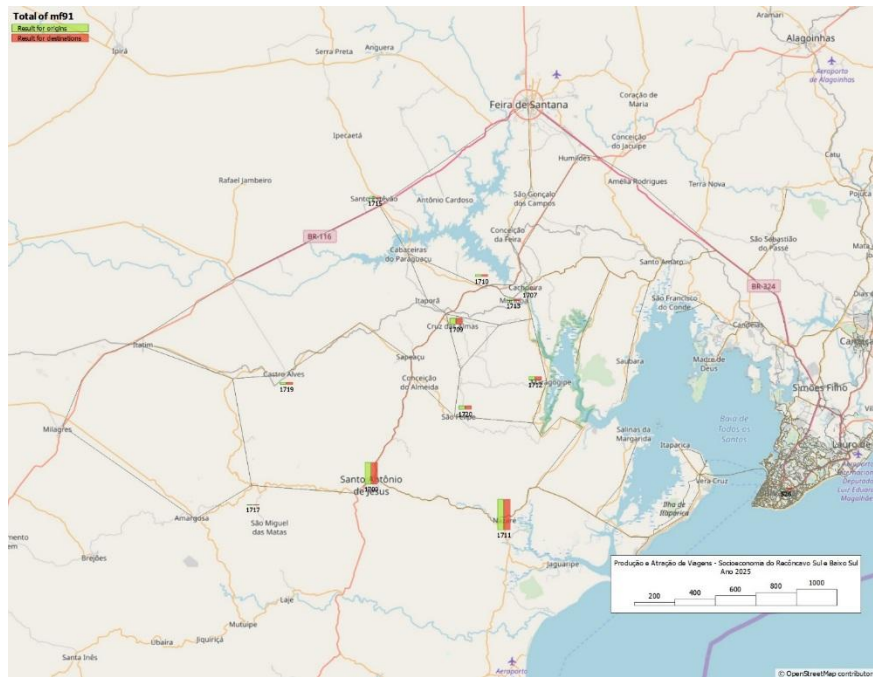
Figura 30 - Viagens geradas pela socioeconomia da Ilha de Itaparica – Ano 2054



Fonte: Sinergia

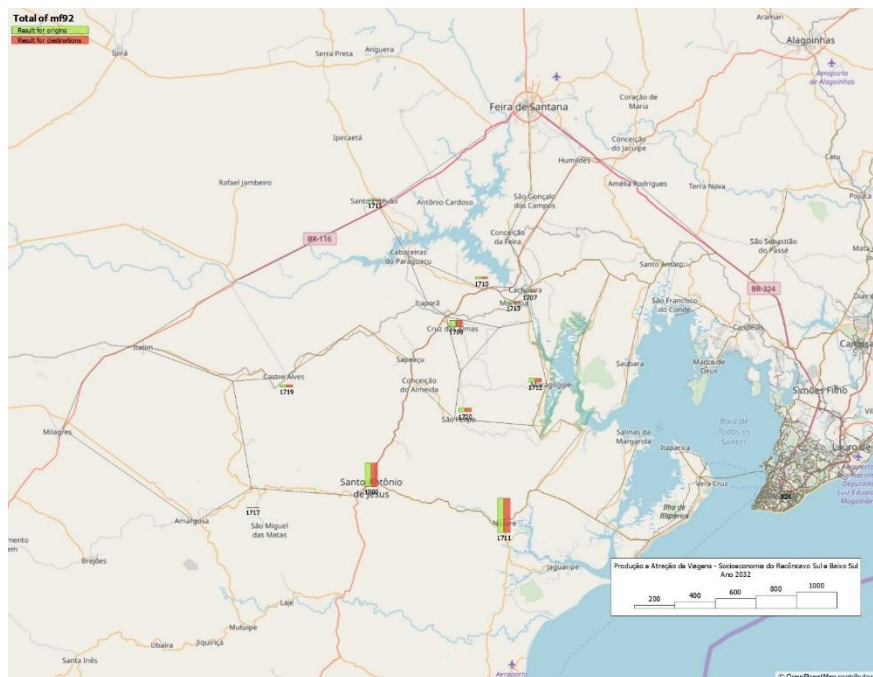


Figura 31 – Viagens geradas pela socioeconomia do Recôncavo Sul e Baixo Sul– Ano 2025



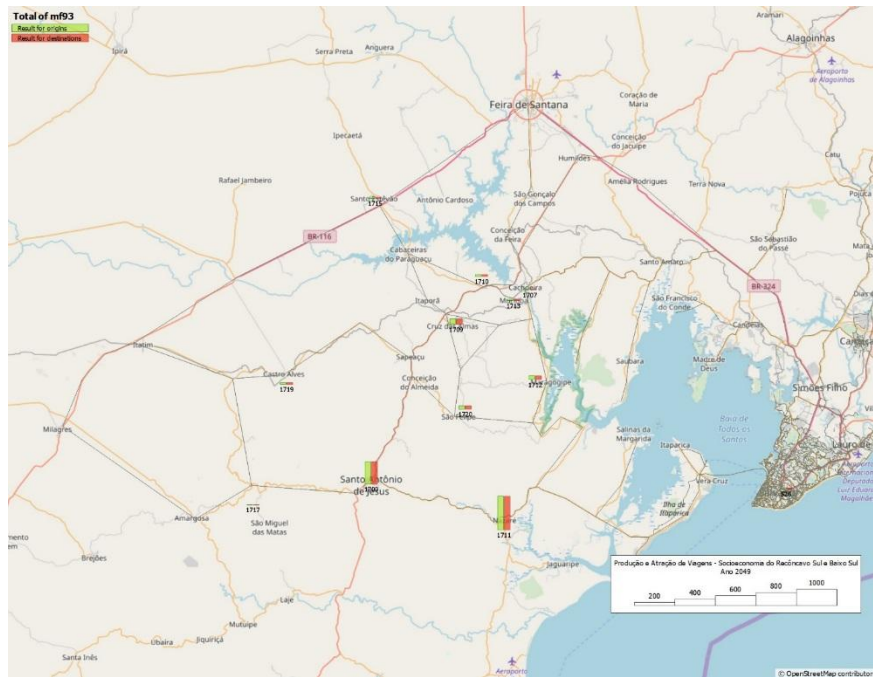
Fonte: Sinergia

Figura 32 – Viagens geradas pela socioeconomia do Recôncavo Sul e Baixo Sul– Ano 2032



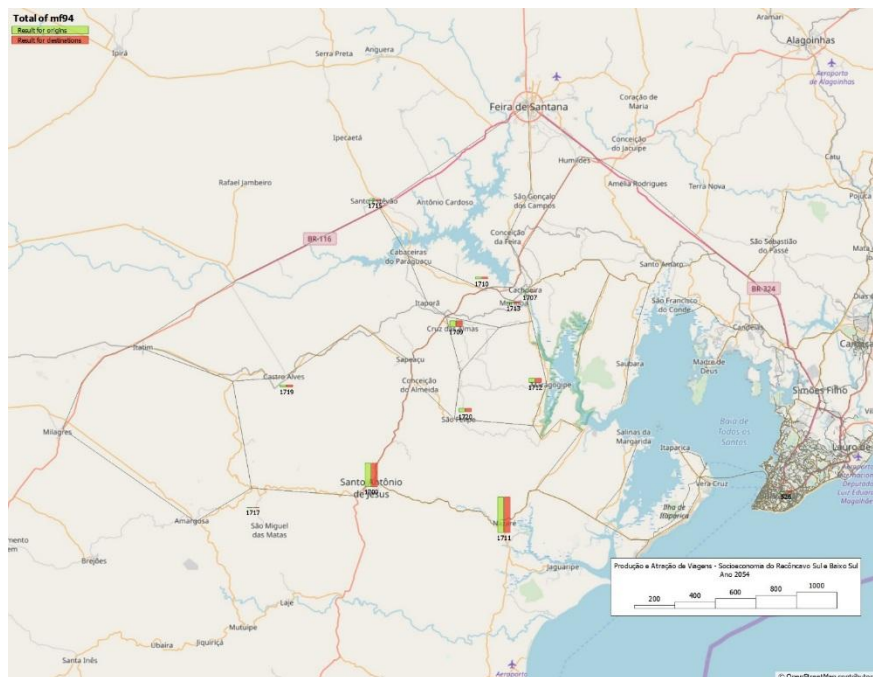
Fonte: Sinergia

Figura 33 – Viagens geradas pela socioeconomia do Recôncavo Sul e Baixo Sul– Ano 2049



Fonte: Sinergia

Figura 34 - Viagens geradas pela socioeconomia do Recôncavo Sul e Baixo Sul– Ano 2054



Fonte: Sinergia

### III.3.6. Matriz de Viagens de Longa Distância

Uma matriz de viagens de Longa Distância foi produzida a fim de se estimar qual seria o fluxo de veículos que mudariam de trajeto caso a Ponte Salvador – Ilha de Itaparica fosse construída.

Para isto, a informação base foi uma pesquisa de Origem e Destino realizado pela Consultora onde pode-se extrair a quantidade de veículos de autos, caminhões leves e caminhões pesados e suas respectivas origens e destinos.

Quadro 52 – Extrato da informação de origem e destino de viagens de longa distância

| Tipo Veículo | Origem | Cidade Origem    | Destino | Cidade Destino | Veículo Eq. | Veic. Eq. HPM |
|--------------|--------|------------------|---------|----------------|-------------|---------------|
| Autos        | BA     | ALAGOINHAS       | BA      | SALVADOR       | 441,03      | 28,40         |
| Autos        | BA     | ALAGOINHAS       | BA      | SIMÕES FILHO   | 147,01      | 9,47          |
| Autos        | BA     | AMARGOSA         | BA      | SALVADOR       | 147,01      | 9,47          |
| Autos        | BA     | AMÉLIA RODRIGUES | BA      | SALVADOR       | 294,02      | 18,93         |
| Autos        | BA     | ANDARAÍ          | BA      | CAMAÇARI       | 147,01      | 9,47          |
| Autos        | BA     | ANDORINHA        | BA      | SALVADOR       | 147,01      | 9,47          |
| Autos        | BA     | ARACI            | BA      | SALVADOR       | 147,01      | 9,47          |

Fonte: Sinergia

Com esta informação, calcula-se o fluxo em veículos equivalentes na Hora Pico Manhã, que é o período de alocação no modelo de demanda empregado neste estudo, utilizando-se o fator de 15,53 para a conversão (dado extraído do perfil de viagens por hora do pedágio da BR-324 em Simões Filho).

Para a simulação no modelo de demanda, o dado de origem e destino de município é codificado em uma zona de tráfego correspondente, por exemplo, as viagens com origem na região Sul do Estado da Bahia e que chegam pela BR-101 possuem a correspondente zona de tráfego 1700, conforme a figura a seguir. Desta forma gera-se uma matriz de viagens de origem e destino em veículos equivalentes, conforme o quadro a seguir.

Quadro 53 - Matriz de Viagens na Hora Pico Manhã – Viagens Externas a RMS - Ano 2019

| Código Zona Origem | Código Zona Destino | Autos HPM 2019 | Caminhões HPM 2019 |
|--------------------|---------------------|----------------|--------------------|
| 9                  | 1603                | -              | 8,57               |
| 9                  | 1705                | -              | 25,71              |
| 17                 | 1700                | -              | 8,57               |
| 17                 | 1703                | -              | 8,57               |
| 17                 | 1704                | -              | 8,57               |
| 17                 | 1705                | -              | 8,57               |
| 20                 | 1603                | -              | 8,57               |
| 207                | 1603                | -              | 8,57               |
| 207                | 1605                | 9,47           | 8,57               |
| 207                | 1700                | -              | 42,84              |
| 207                | 1701                | -              | 8,57               |
| 207                | 1703                | 47,33          | 34,27              |
| 207                | 1704                | -              | 17,14              |
| 207                | 1705                | 18,93          | 42,84              |
| 207                | 1707                | 9,47           | -                  |
| 207                | 1708                | 9,47           | 8,57               |
| 207                | 1709                | -              | 25,71              |
| 207                | 1711                | -              | 17,14              |
| 214                | 526                 | 18,93          | 17,14              |
| 214                | 1705                | -              | 8,57               |
| 265                | 1605                | 18,93          | -                  |
| 265                | 1700                | 160,92         | 226,72             |
| 265                | 1702                | -              | 8,57               |
| 265                | 1703                | 37,87          | -                  |
| 265                | 1705                | -              | 17,14              |
| 265                | 1708                | -              | 8,57               |
| 526                | 214                 | 18,93          | -                  |
| 526                | 218                 | 9,47           | -                  |
| 526                | 1603                | -              | 51,41              |
| 526                | 1604                | 9,47           | -                  |
| 526                | 1605                | 47,33          | -                  |
| 526                | 1700                | 47,33          | 17,14              |
| 526                | 1701                | 9,47           | -                  |
| 526                | 1702                | -              | 8,57               |
| 526                | 1703                | 302,93         | 128,53             |
| 526                | 1704                | 28,40          | 51,41              |
| 526                | 1705                | 28,40          | 42,84              |
| 526                | 1707                | 9,47           | -                  |
| 526                | 1708                | 47,33          | -                  |
| 526                | 1709                | 37,87          | 17,14              |
| 526                | 1712                | -              | 8,57               |
| 526                | 1713                | 18,93          | 8,57               |
| 526                | 1714                | 9,47           | -                  |
| 526                | 1715                | 28,40          | 8,57               |
| 526                | 1719                | 9,47           | -                  |
| 526                | 1720                | 9,47           | 17,14              |
| 1603               | 207                 | -              | 17,14              |
| 1603               | 265                 | -              | 8,57               |

| <b>Código Zona Origem</b> | <b>Código Zona Destino</b> | <b>Autos HPM 2019</b> | <b>Caminhões HPM 2019</b> |
|---------------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------------|
| 1603                      | 526                        | 9,47                  | 8,57                      |
| 1603                      | 1605                       | -                     | 8,57                      |
| 1603                      | 1704                       | -                     | 8,57                      |
| 1605                      | 207                        | 9,47                  | -                         |
| 1605                      | 265                        | -                     | 8,57                      |
| 1605                      | 526                        | 56,80                 | -                         |
| 1607                      | 526                        | 9,47                  | -                         |
| 1700                      | 265                        | 160,92                | 218,15                    |
| 1700                      | 526                        | 18,93                 | 17,14                     |
| 1701                      | 526                        | 18,93                 | -                         |
| 1702                      | 9                          | 9,47                  | -                         |
| 1702                      | 265                        | 9,47                  | -                         |
| 1702                      | 526                        | 9,47                  | -                         |
| 1703                      | 207                        | 9,47                  | 8,57                      |
| 1703                      | 214                        | 9,47                  | 8,57                      |
| 1703                      | 265                        | 18,93                 | -                         |
| 1703                      | 526                        | 425,99                | 77,12                     |
| 1703                      | 1714                       | -                     | 8,57                      |
| 1704                      | 207                        | -                     | 17,14                     |
| 1704                      | 526                        | 37,87                 | 17,14                     |
| 1704                      | 1705                       | -                     | 8,57                      |
| 1704                      | 17                         | -                     | 8,57                      |
| 1705                      | 9                          | -                     | 8,57                      |
| 1705                      | 207                        | -                     | 68,55                     |
| 1705                      | 265                        | -                     | 8,57                      |
| 1705                      | 526                        | 37,87                 | 34,27                     |
| 1705                      | 1605                       | -                     | 8,57                      |
| 1705                      | 1705                       | -                     | 25,71                     |
| 1705                      | 17                         | -                     | 8,57                      |
| 1706                      | 526                        | 9,47                  | -                         |
| 1707                      | 526                        | 18,93                 | -                         |
| 1708                      | 265                        | -                     | 8,57                      |
| 1708                      | 526                        | 9,47                  | 8,57                      |
| 1709                      | 526                        | 9,47                  | -                         |
| 1710                      | 526                        | 9,47                  | -                         |
| 1711                      | 526                        | 37,87                 | 8,57                      |
| 1712                      | 526                        | 9,47                  | -                         |
| 1714                      | 207                        | 9,47                  | -                         |
| 1714                      | 526                        | 37,87                 | 8,57                      |
| 1715                      | 526                        | 9,47                  | -                         |
| 1716                      | 526                        | 9,47                  | -                         |
| 1718                      | 207                        | 9,47                  | -                         |
| 1720                      | 526                        | -                     | 8,57                      |
| <b>Total Geral</b>        |                            | <b>2.035,28</b>       | <b>1.593,08</b>           |

Fonte: Sinergia

Para os anos horizontes de 2025, 2032, 2049 e 2054, admitiu-se a mesma taxa de crescimento do PIB informada pela fonte, em uma proporção de 1% de aumento no PIB = 1% de aumento no fluxo de veículos. O quadro a seguir mostra a projeção da variação do PIB.

Quadro 54 – Evolução do PIB

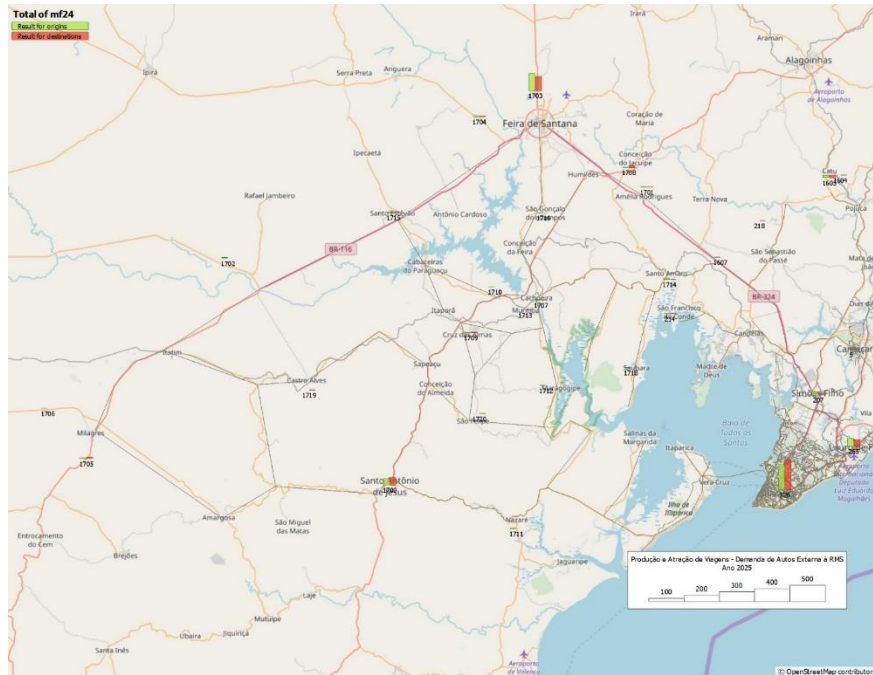
| Ano       | % Variação do PIB do Estado da Bahia (% a.a.) |
|-----------|---|
| 2019      | 1,9   |
| 2020      | 2,5   |
| 2021      | 2,3   |
| 2022      | 2,5   |
| 2023      | 2,4   |
| 2024-2054 | 2,4   |

Fonte: SEPLAN – Secretaria de Planejamento

As figuras a seguir mostram as matrizes de viagens de longa distância para os autos e para os caminhões em veículos equivalentes para os anos de 2025, 2032, 2049 e 2054.

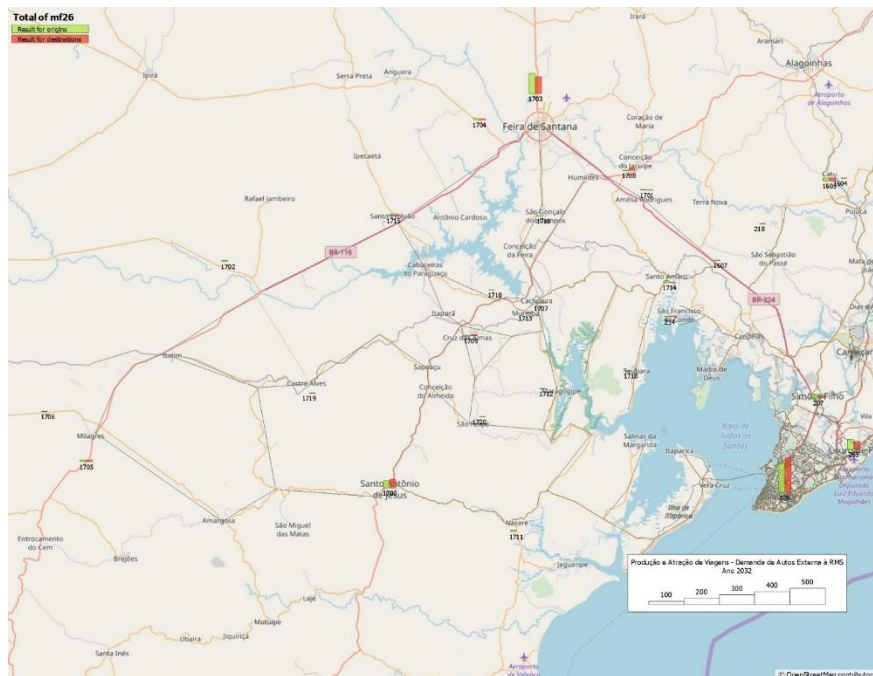


Figura 35 – Matriz de viagens de Longa Distância para Autos – Ano 2025



Fonte: Sinergia

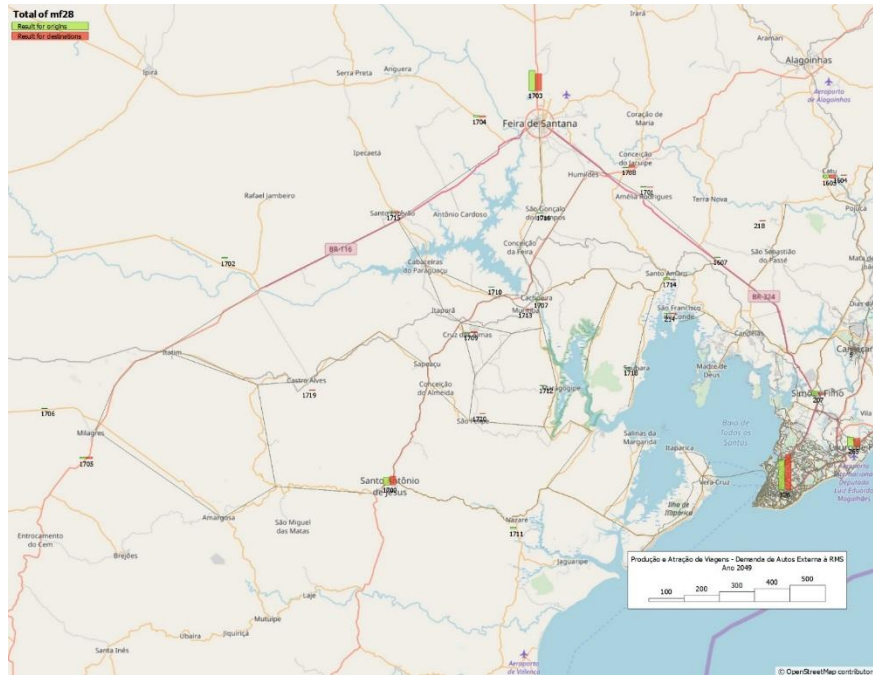
Figura 36 – Matriz de viagens de Longa Distância para Autos – Ano 2032



Fonte: Sinergia

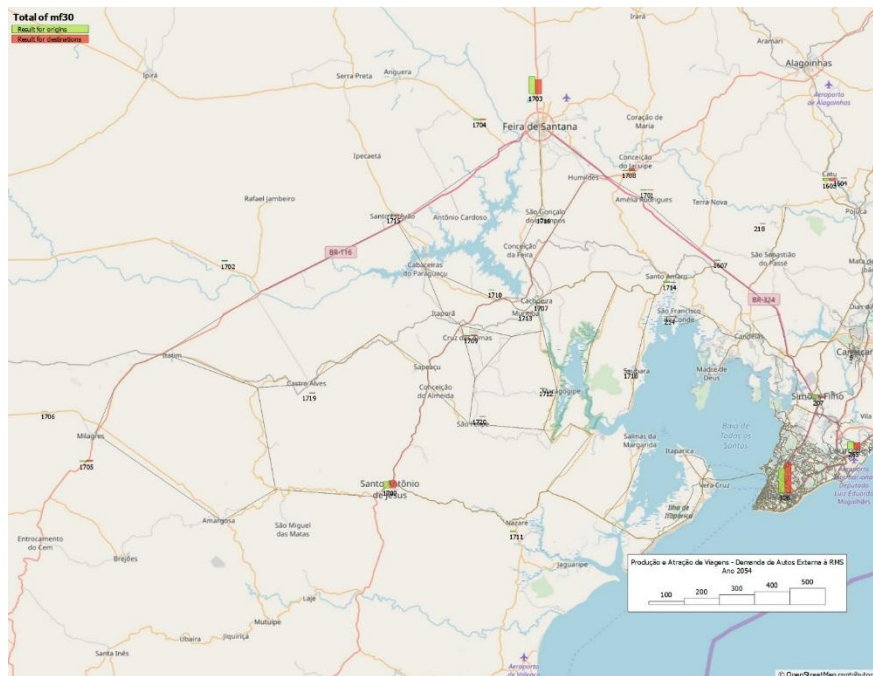


Figura 37 – Matriz de viagens de Longa Distância para Autos – Ano 2049



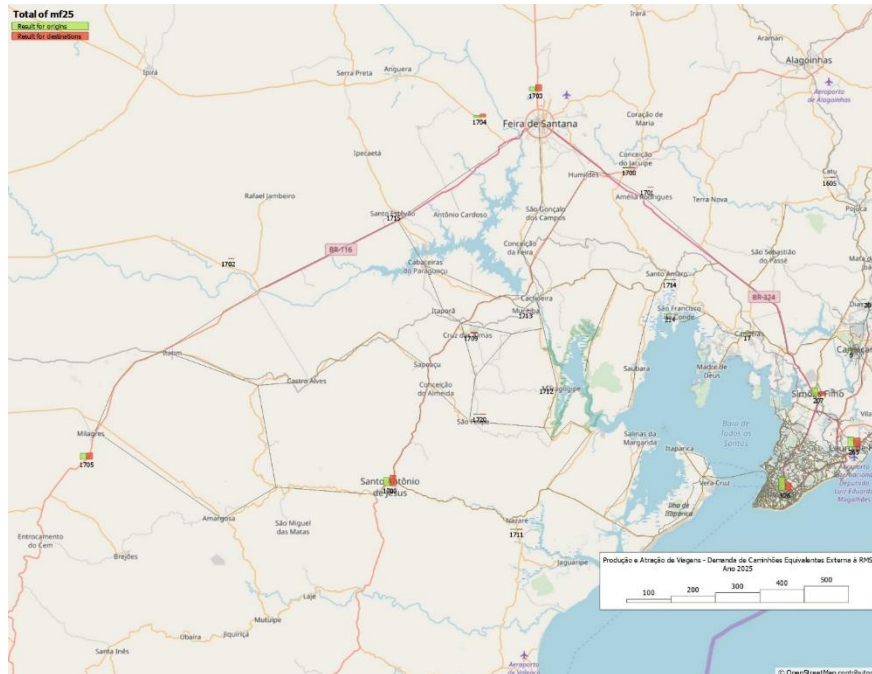
Fonte: Sinergia

Figura 38 – Matriz de viagens de Longa Distância para Autos – Ano 2054



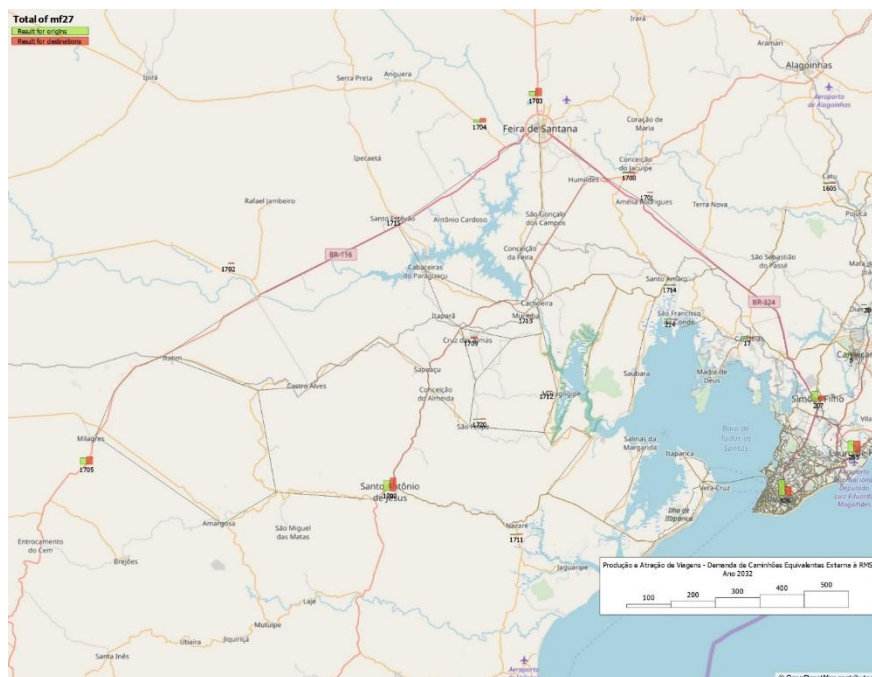
Fonte: Sinergia

Figura 39 – Matriz de viagens de Longa Distância para Caminhões em Veículos Equivalentes – Ano 2025



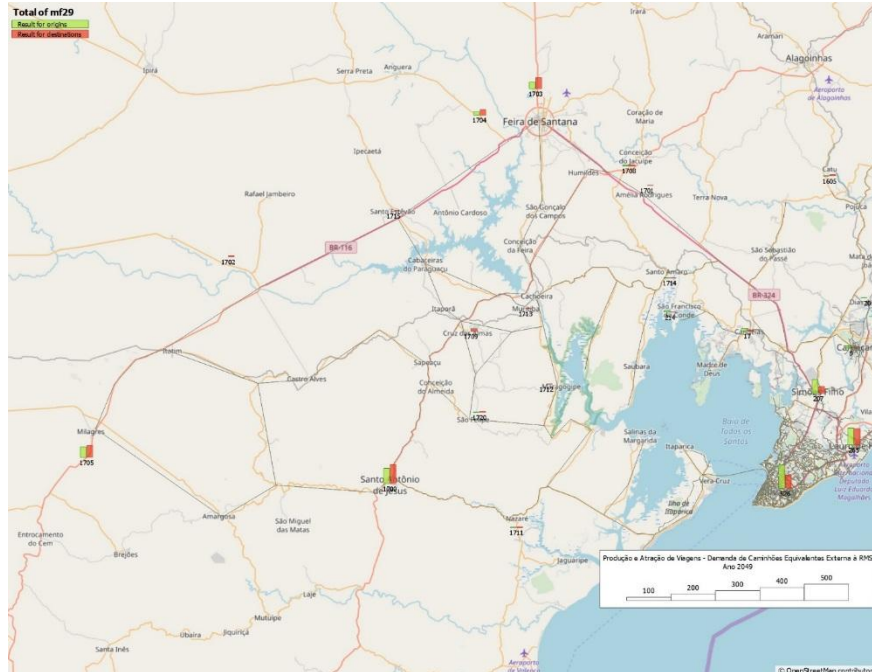
Fonte: Sinergia

Figura 40 – Matriz de viagens de Longa Distância para Caminhões em Veículos Equivalentes – Ano 2032



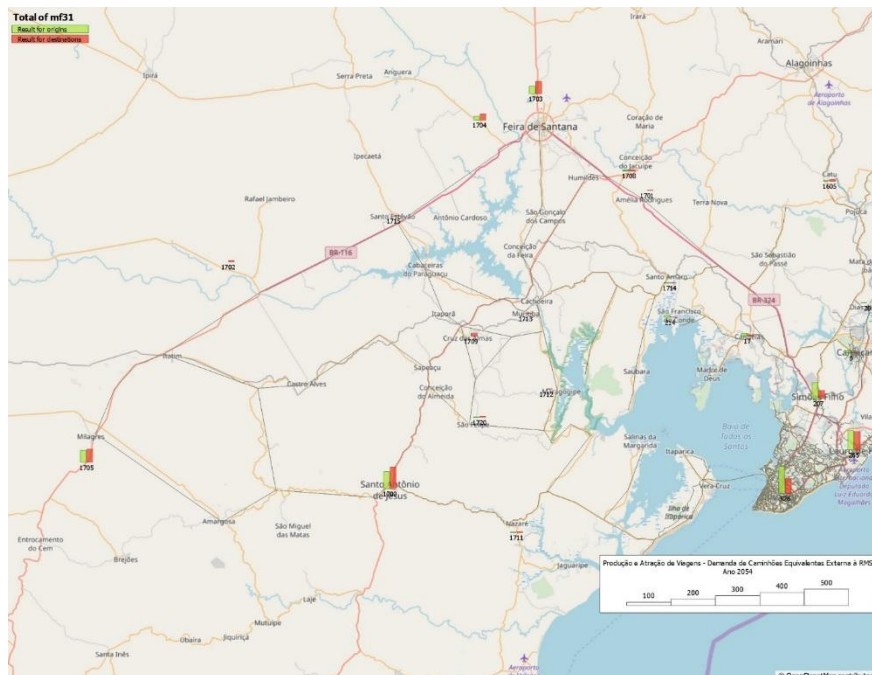
Fonte: Sinergia

Figura 41 – Matriz de viagens de Longa Distância para Caminhões em Veículos Equivalentes – Ano 2049



Fonte: Sinergia

Figura 42 – Matriz de viagens de Longa Distância para Caminhões em Veículos Equivalentes – Ano 2054



Fonte: Sinergia



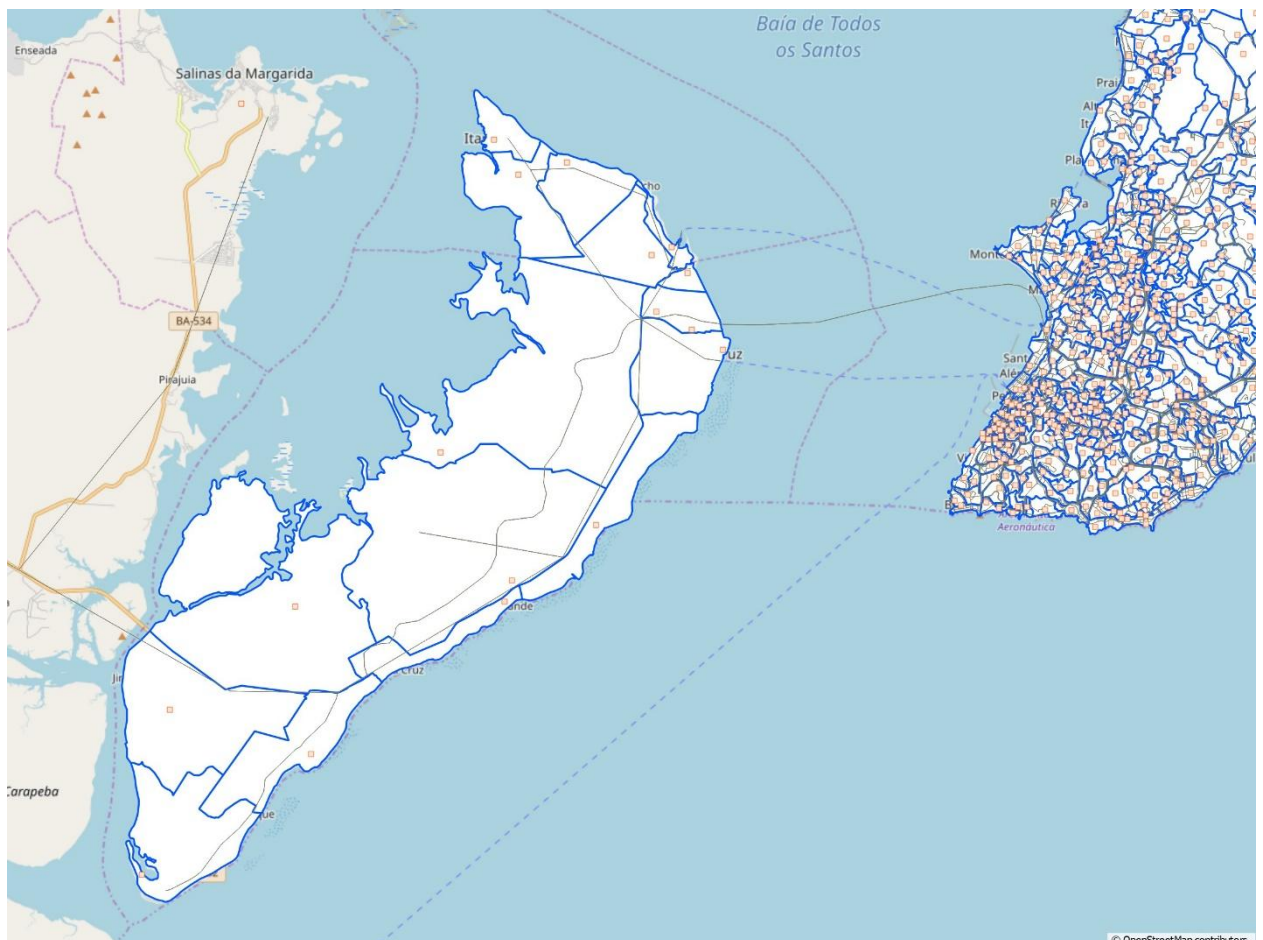
### III.3.7. Modelo de Alocação

O modelo de alocação é o passo onde são juntadas as informações de demanda de viagens que foram estimadas nos modelos de geração, distribuição e divisão modal anteriormente explicados em uma rede de oferta que contém características viárias, tais como extensão das vias, número de faixas, velocidade máxima permitida, capacidade de veículos por hora, dentre outras.

A oferta do sistema viário é aquela que foi utilizada no PlanMob Salvador (2017), modelo que foi calibrado para a execução deste projeto.

A figura a seguir mostra o sistema viário representado no modelo de simulação, que emprega o software Emme, largamente utilizado nos estudos de demanda desta natureza.

Figura 43 – Rede de simulação do modelo de demanda



Fonte: PlanMob Salvador (2017)

Em cada segmento viário, denominado de “link” na linguagem de planejamento de transportes, calcula-se o custo generalizado, que é a transformação do custo operacional somado a eventuais custos extras, tais como o pedágio. Como este estudo envolve a cobrança de pedágio em dois pontos da Ilha (Ponte Salvador – Ilha de Itaparica e Ponte do Funil), deve-se considerar a conversão dos valores projetados de pedágio em tempo. A forma de se fazer é através da estimativa do Valor do Tempo, que é a monetarização de 1 hora de percurso. Os valores foram obtidos através de Pesquisa de Preferência Declarada, realizada pela Consultora no ano de 2019, onde foram obtidos os seguintes valores:

- Valor do Tempo Autos - R\$28,93/hora;
- Valor do Tempo Caminhões Leves - R\$ 38,50/hora;
- Valor do Tempo Caminhões Pesados - R\$ 68,80/hora.

No modelo de alocação, gera-se uma equivalência de veículos entre os caminhões leves e caminhões pesados, que são convertidos em autos através dos seguintes fatores de volume que são baseados nas contagens realizadas na Rodovia BR-324 pela Consultora:

- Equivalência de Veículos Caminhões Leves (1,6) e Caminhões Pesados (2,4);
- Equivalência entre Caminhões Leves e Pesados – Fonte Contagens BR-324 = 1,273;
- Valor do Tempo Médio dos Caminhões - R\$ 49,04/hora.

Os valores de pedágio simulados foram fornecidos pelo cliente conforme quadro a seguir:

Quadro 55 – Valores adotados dos pedágios (em R\$)

| <b>Tipo de veículo</b> | <b>Pedágio Ponte Salvador – Ilha de Itaparica Dias Úteis</b> | <b>Pedágio Ponte do Funil Dias Úteis</b> |
|------------------------|--|--|
| Autos                  | 45   | 5  |
| Caminhão leve          | 70   | 10                                       |
| Caminhão pesado        | 110  | 15                                       |

Fonte: SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico

### III.3.8. Resultados

Neste capítulo são apresentados os resultados das estimativas de fluxo de veículos para a Ponte Salvador – Ilha de Itaparica e para a Ponte do Funil nos anos horizontes simulados (2025, 2032, 2049 e 2054), assim como os fluxos de veículos em veículos equivalentes nos dois pontos em análise.

#### Estimativa de Demanda do Pedágio Ponte Salvador – Ilha de Itaparica

Para a Ponte Salvador – Ilha de Itaparica, a demanda prevista é a soma de três componentes, assim descritos:

- Demanda gerada pela socioeconomia da Ilha de Itaparica;
- Demanda gerada pela socioeconomia do Recôncavo Sul e Baixo Sul;
- Demanda desviada a partir da Matriz de Longa Distância.

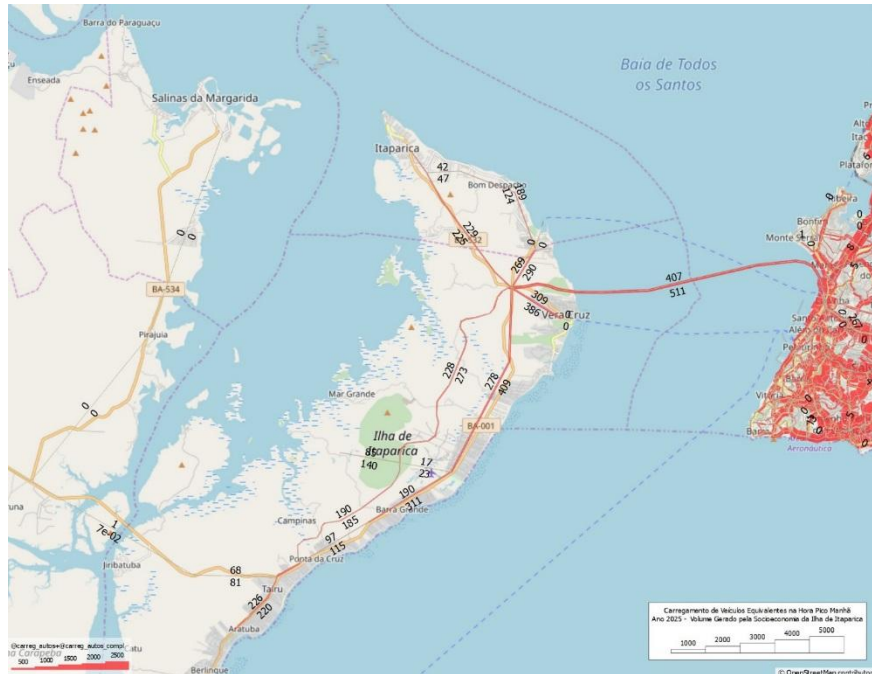
As tabelas e figuras a seguir mostram os resultados.

Quadro 56 - Demanda gerada pela socioeconomia da Ilha de Itaparica

| Local                                      | Sentido            | Autos Hora Pico Manhã |              |              |              | Veic. Equiv. Diário Dia |        |        |        |
|--|--------------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------|--------|--------|--------|
|  |                    | Ano 1                 | Ano 8        | Ano 25       | Ano 30       | Ano 1                   | Ano 8  | Ano 25 | Ano 30 |
|  |                    | 2025                  | 2032         | 2049         | 2054         | 2025                    | 2032   | 2049   | 2054   |
| Ponte Salvador-Itaparica                   | Salvador-Itaparica | 407                   | 813          | 1.803        | 2.202        | 7.624                   | 16.384 | 39.072 | 48.669 |
| Ponte Salvador-Itaparica                   | Itaparica-Salvador | 510                   | 1.157        | 2.896        | 3.651        |                         |        |        |        |
| <b>Subtotal Ponte Salvador - Itaparica</b> |                    | <b>917</b>            | <b>1.970</b> | <b>4.699</b> | <b>5.853</b> |                         |        |        |        |

Fonte: Sinergia

Figura 44 – Carregamento de veículos equivalentes na Hora Pico Manhã gerado pela socioeconomia da Ilha - Ano 2025



Fonte: Sinergia

Figura 45 – Carregamento de veículos equivalentes na Hora Pico Manhã gerado pela socioeconomia da Ilha - Ano 2032



Fonte: Sinergia



Figura 46 – Carregamento de veículos equivalentes na Hora Pico Manhã gerado pela socioeconomia da Ilha - Ano 2049



Fonte: Sinergia

Figura 47 – Carregamento de veículos equivalentes na Hora Pico Manhã gerado pela socioeconomia da Ilha - Ano 2054



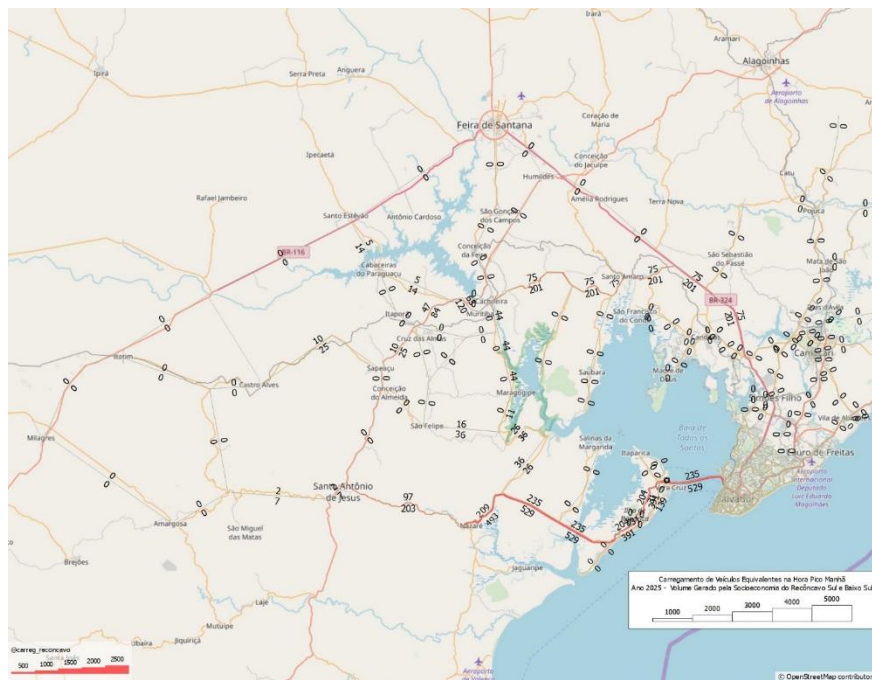
Fonte: Sinergia

Quadro 57 - Demanda gerada pela socioeconomia do Recôncavo Sul e Baixo Sul

| Local                                      | Sentido            | Autos Hora Pico Manhã |            |            |              | Veic. Equiv. Diário Dia |              |              |              |
|--|--------------------|-----------------------|------------|------------|--------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|
|  |                    | Ano 1                 | Ano 8      | Ano 25     | Ano 30       | Ano 1                   | Ano 8        | Ano 25       | Ano 30       |
|  |                    | 2025                  | 2032       | 2049       | 2054         | 2025                    | 2032         | 2049         | 2054         |
| Ponte Salvador-Itaparica                   | Salvador-Itaparica | 235                   | 287        | 414        | 451          | <b>6.356</b>            | <b>7.073</b> | <b>8.299</b> | <b>8.744</b> |
| Ponte Salvador-Itaparica                   | Itaparica-Salvador | 529                   | 564        | 585        | 600          |                         |              |              |              |
| <b>Subtotal Ponte Salvador - Itaparica</b> |                    | <b>764</b>            | <b>851</b> | <b>998</b> | <b>1.052</b> |                         |              |              |              |

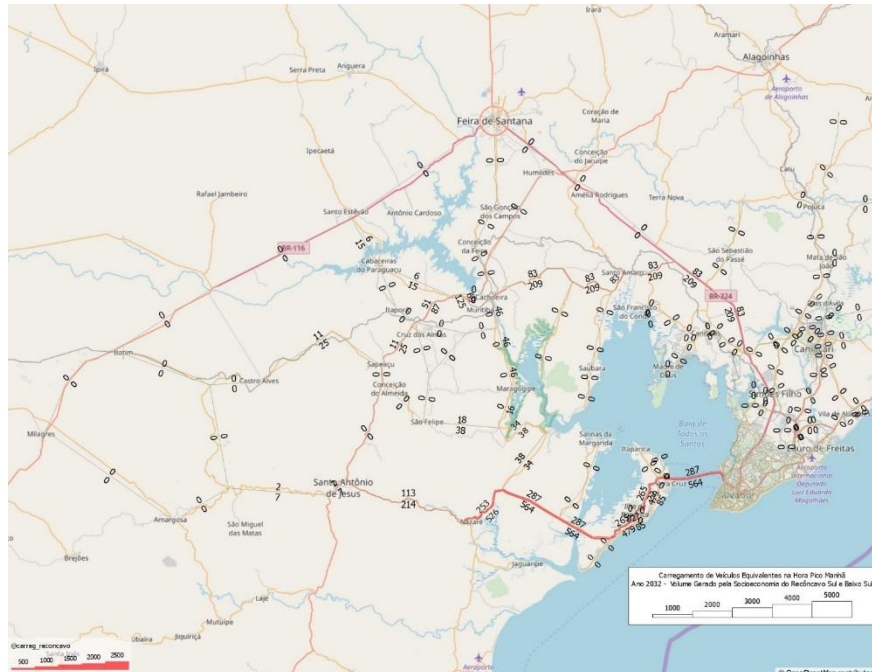
Fonte: Sinergia

Figura 48 – Carregamento de veículos equivalentes na Hora Pico Manhã gerado pela socioeconomia do Recôncavo Sul e do Baixo Sul - Ano 2025



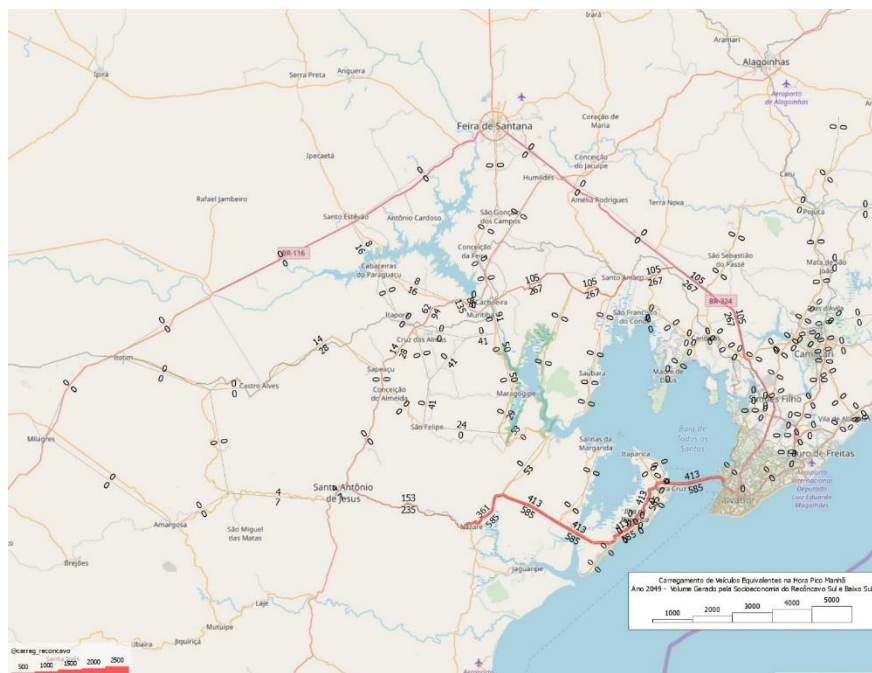
Fonte: Sinergia

Figura 49 – Carregamento de veículos equivalentes na Hora Pico Manhã gerado pela socioeconomia do Recôncavo Sul e do Baixo Sul - Ano 2032



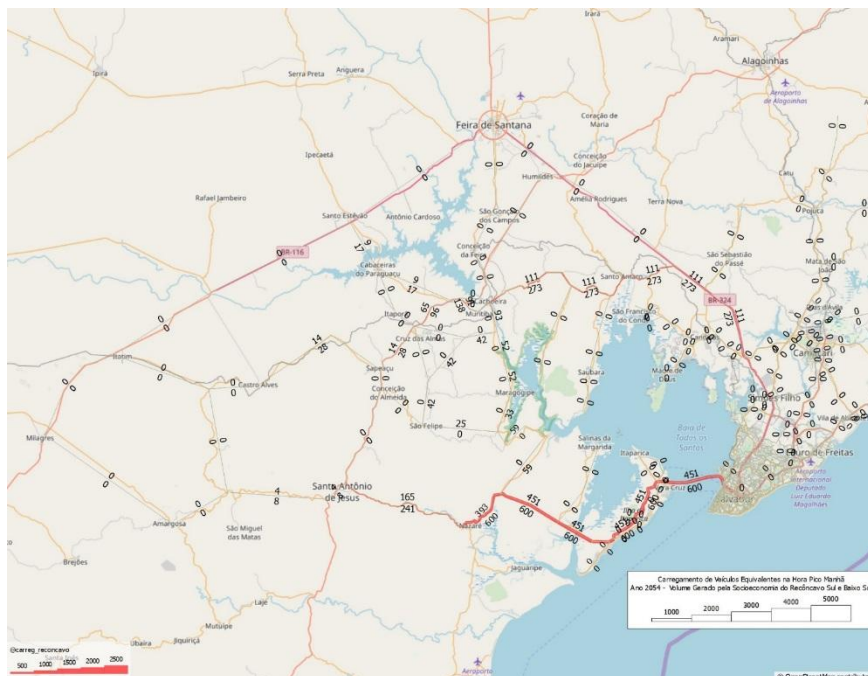
Fonte: Sinergia

Figura 50 – Carregamento de veículos equivalentes na Hora Pico Manhã gerado pela socioeconomia do Recôncavo Sul e do Baixo Sul - Ano 2049



Fonte: Sinergia

Figura 51 – Carregamento de veículos equivalentes na Hora Pico Manhã gerado pela socioeconomia do Recôncavo Sul e do Baixo Sul - Ano 2054



Fonte: Sinergia

Quadro 58 - Demanda desviada a partir da Matriz de Longa Distância

| Local                                      | Sentido            | Autos Hora Pico Manhã |            |              |              | Caminhões Leves/Pesados Hora Pico Manhã (Autos Eq.) |            |            |            |
|--|--------------------|-----------------------|------------|--------------|--------------|---|------------|------------|------------|
|  |                    | Ano 1                 | Ano 8      | Ano 25       | Ano 30       | Ano 1   | Ano 8      | Ano 25     | Ano 30     |
|  |                    | 2025                  | 2032       | 2049         | 2054         | 2025  | 2032       | 2049       | 2054       |
| Ponte Salvador-Itaparica                   | Salvador-Itaparica | 283                   | 334        | 499          | 562          | 204   | 233        | 408        | 555        |
| Ponte Salvador-Itaparica                   | Itaparica-Salvador | 304                   | 359        | 538          | 606          | 30  | 35         | 52         | 59         |
| Ponte do Funil                             | Vera Cruz-Nazaré   | 283                   | 334        | 499          | 562          | 204   | 233        | 408        | 555        |
| Ponte do Funil                             | Nazaré-Vera Cruz   | 304                   | 359        | 538          | 606          | 30  | 35         | 52         | 59         |
| <b>Subtotal Ponte Salvador – Itaparica</b> |                    | <b>587</b>            | <b>693</b> | <b>1.037</b> | <b>1.168</b> | <b>234</b>  | <b>268</b> | <b>460</b> | <b>614</b> |
| <b>Subtotal Ponte do Funil</b>             |                    | <b>587</b>            | <b>693</b> | <b>1.037</b> | <b>1.168</b> | <b>234</b>  | <b>268</b> | <b>460</b> | <b>614</b> |

Fonte: Sinergia

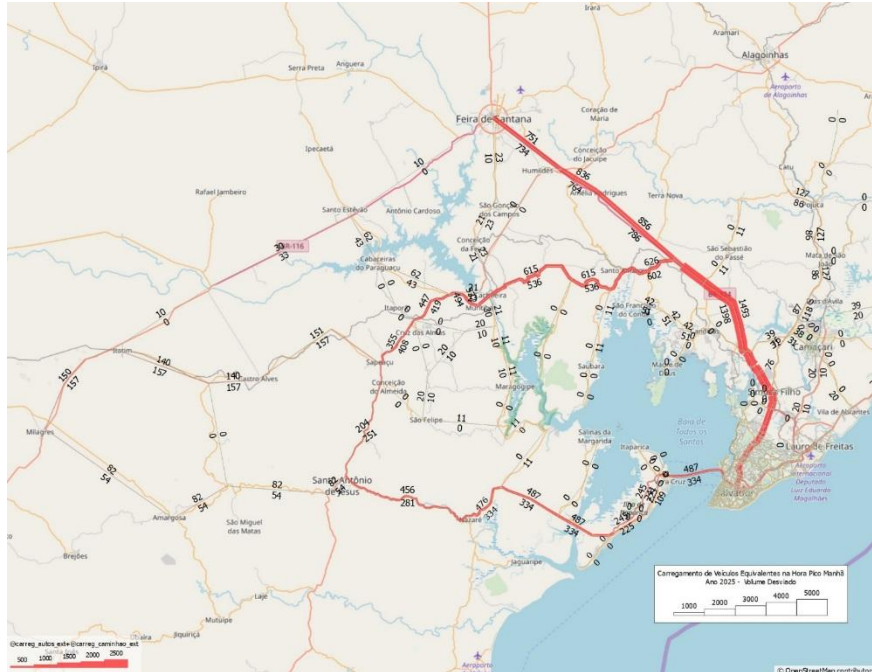
Quadro 59 - Demanda Desviada a partir da Matriz de Longa Distância (continuação)

| Local                                      | Sentido | Veic. Equiv. Diário Dia |               |               |               |
|--|---------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|
|  |         | Ano 1                   | Ano 8         | Ano 25        | Ano 30        |
|  |         | 2025                    | 2032          | 2049          | 2054          |
| <b>Subtotal Ponte Salvador - Itaparica</b> |         | <b>12.743</b>           | <b>14.926</b> | <b>23.250</b> | <b>27.666</b> |
| <b>Subtotal Ponte do Funil</b>             |         | <b>12.743</b>           | <b>14.926</b> | <b>23.250</b> | <b>27.666</b> |

Fonte: Sinergia



Figura 52 – Carregamento de veículos equivalentes na Hora Pico Manhã gerado pela matriz de longa distância - Ano 2025



Fonte: Sinergia

Figura 53 – Carregamento de veículos equivalentes na Hora Pico Manhã gerado pela matriz de longa distância - Ano 2032



Fonte: Sinergia

Figura 54 – Carregamento de veículos equivalentes na Hora Pico Manhã gerado pela matriz de longa distância - Ano 2049

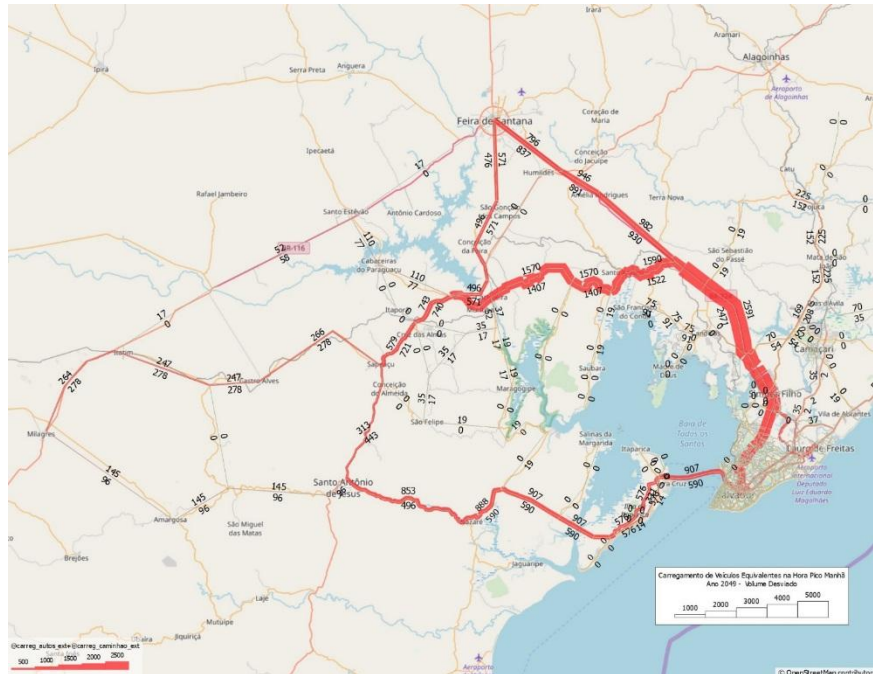


Figura 55 – Carregamento de veículos equivalentes na Hora Pico Manhã gerado pela matriz de longa distância - Ano 2054



Quadro 60 - Demanda Total – Hora Pico Manhã

| Local                                   | Sentido            | Autos Hora Pico Manhã |              |              |              | Caminhões Leves/Pesados Hora Pico Manhã (Autos Eq.) |            |            |            |
|---|--------------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|---|------------|------------|------------|
|   |                    | Ano 1                 | Ano 8        | Ano 25       | Ano 30       | Ano 1   | Ano 8      | Ano 25     | Ano 30     |
|   |                    | 2025                  | 2032         | 2049         | 2054         | 2025  | 2032       | 2049       | 2054       |
| Ponte Salvador-Itaparica                | Salvador-Itaparica | 924                   | 1.434        | 2.716        | 3.215        | 204   | 233        | 408        | 555        |
| Ponte Salvador-Itaparica                | Itaparica-Salvador | 1.344                 | 2.080        | 4.018        | 4.857        | 30  | 35         | 52         | 59         |
| <b>Total Ponte Salvador – Itaparica</b> |                    | <b>2.268</b>          | <b>3.514</b> | <b>6.734</b> | <b>8.072</b> | <b>234</b>  | <b>268</b> | <b>460</b> | <b>614</b> |

Fonte: Sinergia

Quadro 61 - Demanda Total – Autos e Caminhões – VDM Diário

| Local                                   | Sentido | Veic. Equiv. Diário Dia |               |               |               |
|---|---------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|
|   |         | Ano 1                   | Ano 8         | Ano 25        | Ano 30        |
|   |         | 2025                    | 2032          | 2049          | 2054          |
| <b>Total Ponte Salvador - Itaparica</b> |         | <b>26.723</b>           | <b>38.383</b> | <b>70.621</b> | <b>85.079</b> |

Fonte: Sinergia



Figura 56 – Carregamento total de veículos equivalentes na Hora Pico Manhã - Ano 2025



Fonte: Sinergia

Figura 57 – Carregamento total de veículos equivalentes na Hora Pico Manhã - Ano 2032



Fonte: Sinergia

Figura 58 – Carregamento total de veículos equivalentes na Hora Pico Manhã - Ano 2049

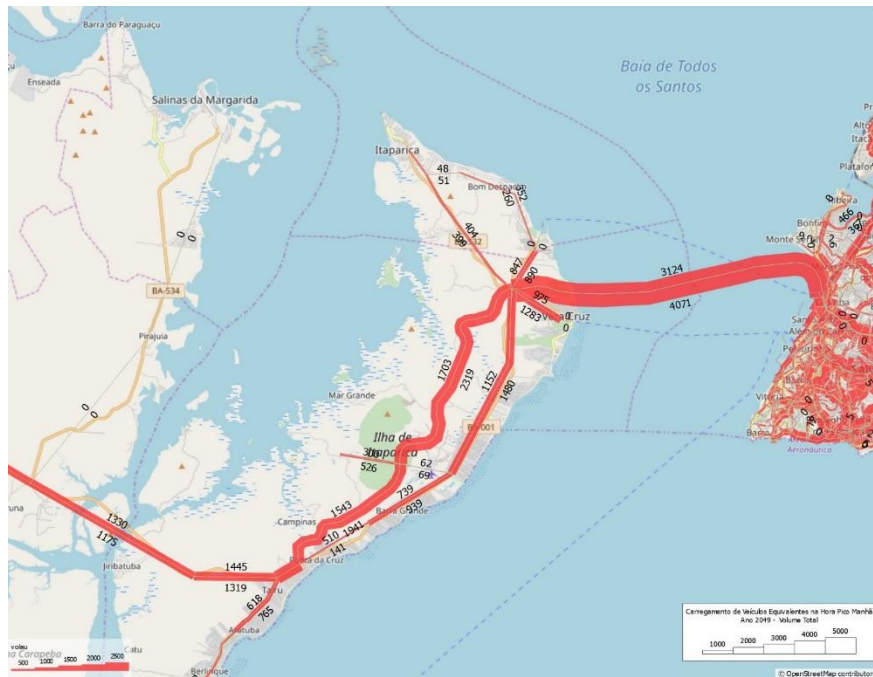
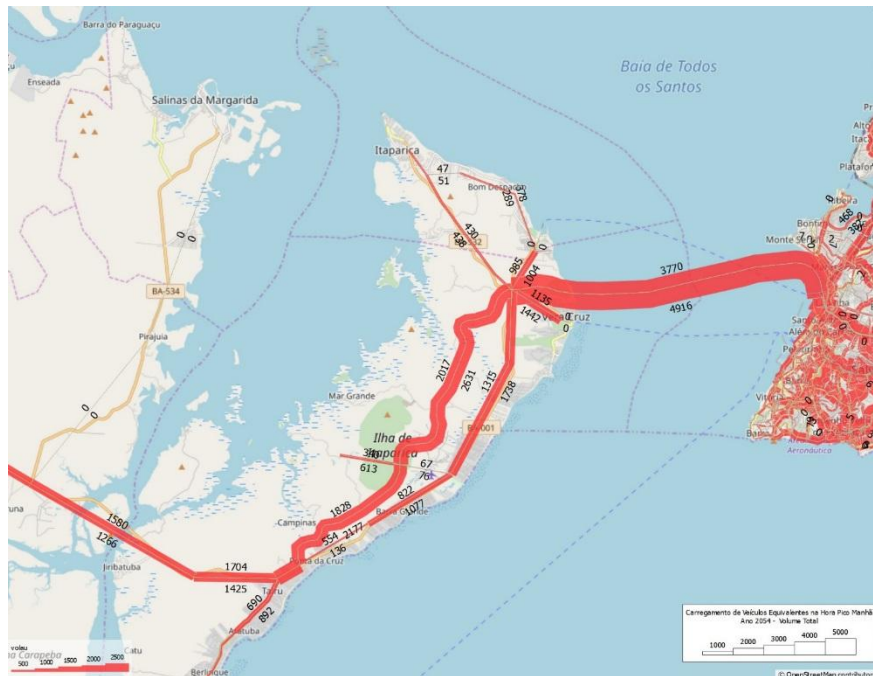


Figura 59 – Carregamento total de veículos equivalentes na Hora Pico Manhã - Ano 2054



### Estimativa de Demanda do Pedágio Ponte do Funil

A demanda prevista para a Ponte do Funil é a soma da demanda gerada pela socioeconomia da região do Baixo Sul e do Recôncavo Sul somada à demanda desviada pelo tráfego da Matriz de Longa Distância, conforme detalhado nos quadros a seguir.

Quadro 62 - Demanda gerada pela socioeconomia do Recôncavo Sul e Baixo Sul

| Local                          | Sentido          | Autos Hora Pico Manhã |            |            |              | Veic. Equiv. Diário Dia |       |        |        |
|--------------------------------|------------------|-----------------------|------------|------------|--------------|-------------------------|-------|--------|--------|
|                                |                  | Ano 1                 | Ano 8      | Ano 25     | Ano 30       | Ano 1                   | Ano 8 | Ano 25 | Ano 30 |
|                                |                  | 2025                  | 2032       | 2049       | 2054         | 2025                    | 2032  | 2049   | 2054   |
| Ponte do Funil                 | Vera Cruz-Nazaré | 235                   | 287        | 414        | 451          | 6.356                   | 7.073 | 8.299  | 8.744  |
| Ponte do Funil                 | Nazaré-Vera Cruz | 529                   | 564        | 585        | 600          |                         |       |        |        |
| <b>Subtotal Ponte do Funil</b> |                  | <b>764</b>            | <b>851</b> | <b>998</b> | <b>1.052</b> |                         |       |        |        |

Fonte: Sinergia

Quadro 63 - Demanda Desviada a partir da matriz de Longa Distância – Hora Pico Manhã

| Local                          | Sentido          | Autos Hora Pico Manhã |            |              |              | Caminhões Leves/Pesados Hora Pico Manhã (Autos Eq.) |            |            |            |
|--------------------------------|------------------|-----------------------|------------|--------------|--------------|---|------------|------------|------------|
|                                |                  | Ano 1                 | Ano 8      | Ano 25       | Ano 30       | Ano 1   | Ano 8      | Ano 25     | Ano 30     |
|                                |                  | 2025                  | 2032       | 2049         | 2054         | 2025  | 2032       | 2049       | 2054       |
| Ponte do Funil                 | Vera Cruz-Nazaré | 283                   | 334        | 499          | 562          | 204   | 233        | 408        | 555        |
| Ponte do Funil                 | Nazaré-Vera Cruz | 304                   | 359        | 538          | 606          | 30  | 35         | 52         | 59         |
| <b>Subtotal Ponte do Funil</b> |                  | <b>587</b>            | <b>693</b> | <b>1.037</b> | <b>1.168</b> | <b>234</b>  | <b>268</b> | <b>460</b> | <b>614</b> |

Fonte: Sinergia

Quadro 64 - Demanda Desviada a partir da matriz de Longa Distância – VDM Diário

| Local                          | Sentido | Veic. Equiv. Diário Dia |               |               |               |
|--------------------------------|---------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|
|                                |         | Ano 1                   | Ano 8         | Ano 25        | Ano 30        |
|                                |         | 2025                    | 2032          | 2049          | 2054          |
| <b>Subtotal Ponte do Funil</b> |         | <b>12.743</b>           | <b>14.926</b> | <b>23.250</b> | <b>27.666</b> |

Fonte: Sinergia

Quadro 65 - Demanda Total - Autos e Caminhões – VDM Diário

| Local                       | Sentido          | Veic. Equiv. Diário Dia |        |        |        |
|-----------------------------|------------------|-------------------------|--------|--------|--------|
|                             |                  | Ano 1                   | Ano 8  | Ano 25 | Ano 30 |
|                             |                  | 2025                    | 2032   | 2049   | 2054   |
| Ponte do Funil              | Vera Cruz-Nazaré | 19.099                  | 21.999 | 31.549 | 36.410 |
| Ponte do Funil              | Nazaré-Vera Cruz |                         |        |        |        |
| <b>Total Ponte do Funil</b> |                  |                         |        |        |        |

Fonte: Sinergia

### **III.4 APLICAÇÃO INDIRETA DO MODELO DE ESTIMATIVA DE VIAGENS DE VEÍCULOS URBANOS DE CARGA - VUCS**

Neste capítulo descreve-se como foi utilizado, de forma indireta, um modelo desenvolvido pelos Consultores para o Plano Diretor de Transportes Urbanos da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (PDTU), com a finalidade de estimar as viagens realizadas dentro da área urbana para entregas em domicílios, mediante o uso de veículos urbanos de carga (VUCs).

Essa utilização foi possível graças a uma simplificação metodológica, onde se buscou relacionar os resultados obtidos pelo modelo com uma de suas variáveis de entrada, que pudesse ser mensurada no âmbito destes Estudos Complementares. Com isso, foi utilizado o modelo calibrado anteriormente, aceitando-se a premissa de que as suas equações internas permanecem válidas, de uma forma aproximada, considerando-se a conformação e características demográficas e socioeconômicas da Região Metropolitana de Salvador (RMS).

#### **III.4.1. Breve Descrição do Modelo de VUCs na Região Metropolitana do Rio de Janeiro**

A metodologia e a modelagem utilizada para calcular as viagens dos veículos de carga foram inéditas e inovadoras para o contexto da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Essa metodologia poderia ser replicada para a Região Metropolitana de Salvador, caso houvesse recursos suficientes. A simplificação metodológica adotada, que considerou o modelo ajustado como passível de ser reutilizado em Salvador, será descrita posteriormente. A seguir, descrevem-se sucintamente os passos que levaram à elaboração do modelo original.

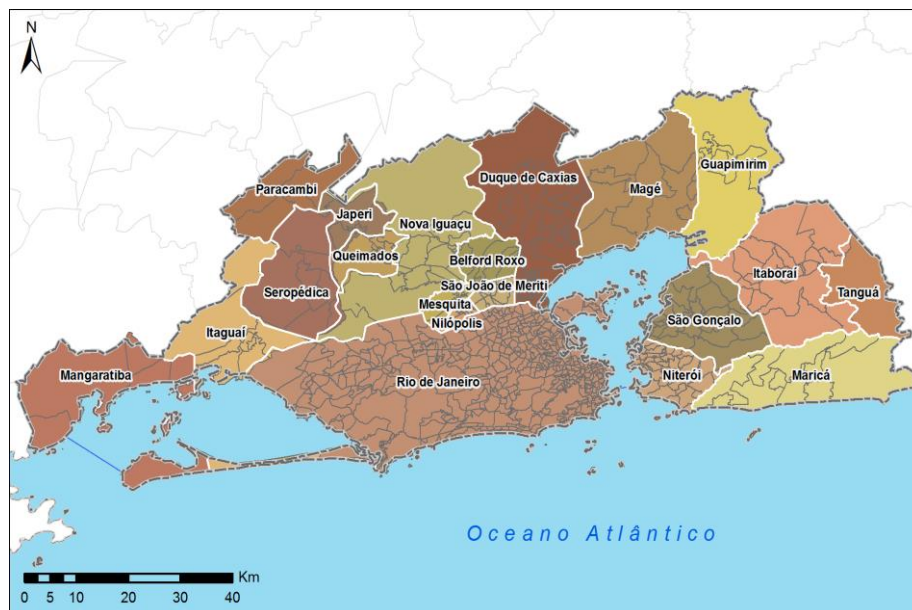
Para realizar o estudo da circulação de veículos de carga, o PDTU fez uso do modelo de quatro etapas, que é um modelo comumente utilizado para o planejamento em transporte. Este modelo é composto por quatro submodelos (etapas) que são o Modelo de Geração, Modelo de Distribuição, Modelo de Escolha Modal (no caso do transporte de carga tem-se um único modo considerado, que é o rodoviário, e por tal motivo esta etapa não foi desenvolvida) e a Alocação de Viagens.

### **Modelo de Geração de Viagens**

Antes de começar a modelagem é necessário estabelecer o zoneamento da área urbana. O zoneamento é um elemento chave para a modelagem de transporte, e quando a divisão é maior, os resultados dos modelos de Geração e Distribuição poderão apresentar uma melhor precisão.

Basicamente o PDTU dividiu a RMRJ em 730 zonas de tráfego (como é mostrado na Figura 46), considerando como base de dados os setores censitários utilizados pelo IBGE para o censo realizado no ano 2010.

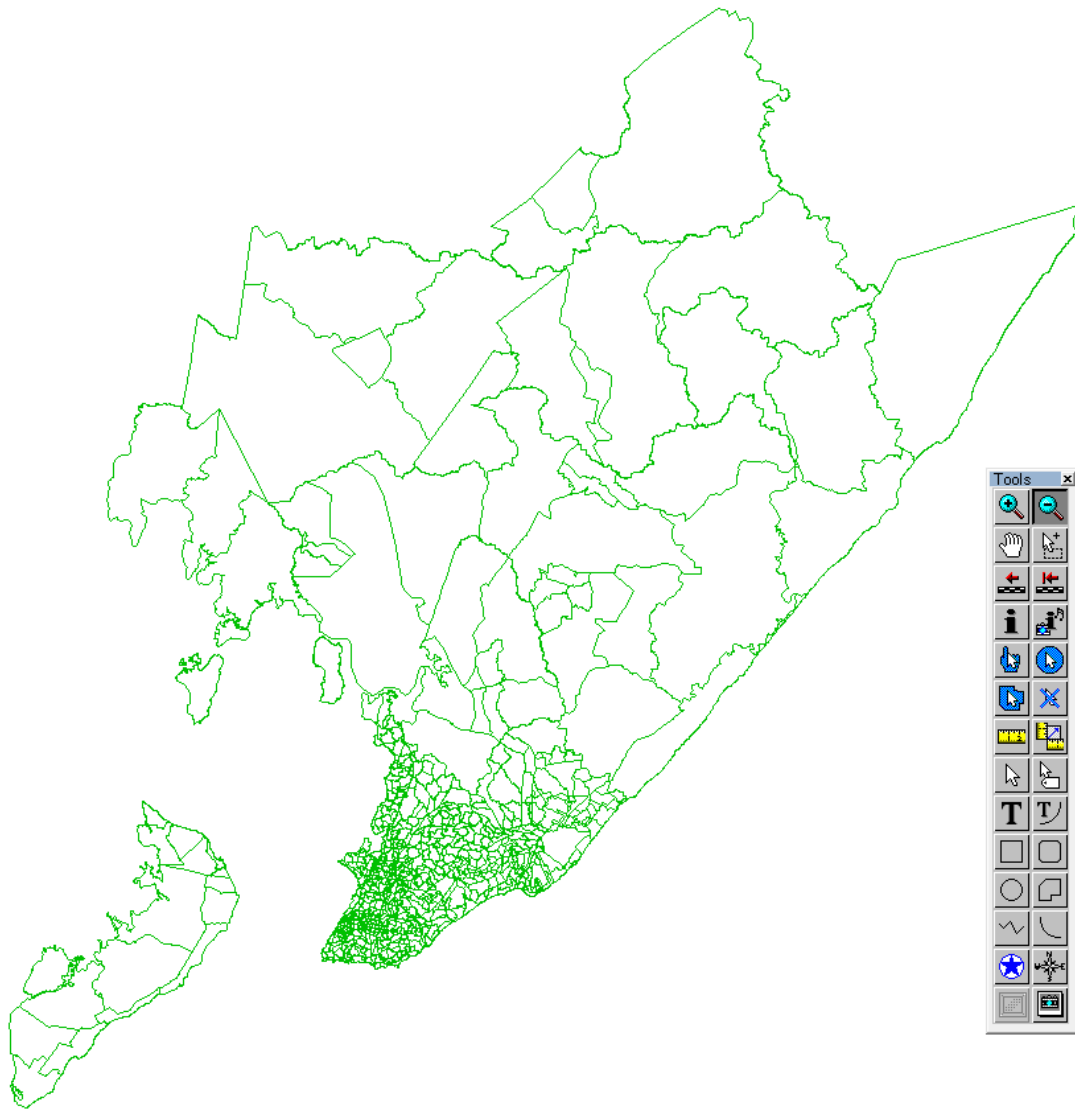
Figura 60 - Zoneamento da RMRJ para o PDTU



De forma perfeitamente similar, a RMS foi dividida, no PlanMob, em 830 zonas e subzonas, conforme ilustrado na figura a seguir.



Figura 61 - Zoneamento da RMRJ para o PDTU



A partir do zoneamento, nesta etapa de geração, foram estimados fluxos (ou viagens) que “entram” e “saem” de cada zona. Para isto, foram utilizadas equações que permitiam estimar os fluxos considerando variáveis relacionadas ao contexto. Para o caso de viagens de veículos de carga, entendeu-se que estas estavam relacionadas às variáveis de tipo “número de estabelecimentos de comércio”, “número de transportadoras”, “número de caminhões”, “número de empregados”, “população”, “PIB”, etc.

Para o estudo do PDTU, a estimação das viagens de veículos de carga foi inspirada em um estudo realizado em Sevilha, Espanha, por Muñuzuri et al. (2012), onde se propõe uma modelagem que estima fluxos médios diários de veículos de carga (por setor de atividade comercial) de dois tipos de viagens com suas variáveis explicativas:

- Viagens do tipo “Empresa a Empresa” (*Business to Business*, B2B), tem-se como variáveis explicativas o “número de atacadistas” e o “número de varejistas” principalmente.
- Viagens do tipo “Empresa a Domicílio” (*Business to Household*, B2H), tem-se como variável explicativa principalmente a “população”.

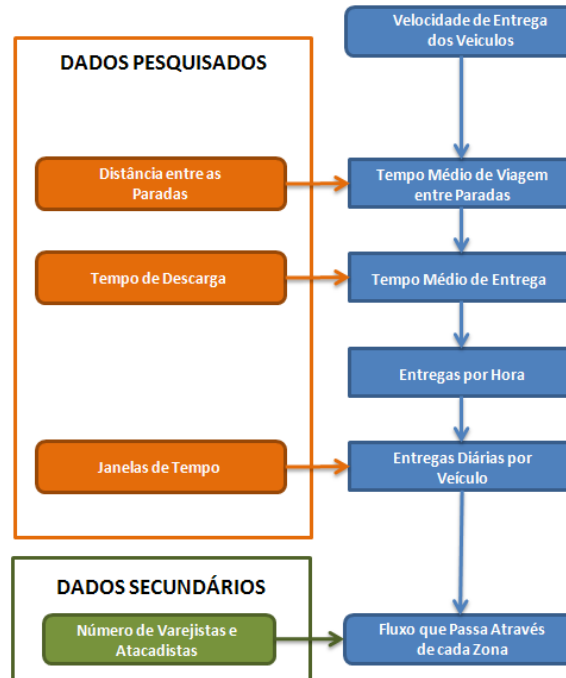
O raciocínio para a estimação das viagens originadas e destinadas é o seguinte: O veículo de carga sai de uma zona origem (por exemplo, um armazém) de manhã para realizar entregas em determinados locais e depois da jornada de trabalho no final do dia volta ao seu lugar de origem (armazém) para recomençar as suas atividades no dia seguinte. Baseado neste raciocínio tem-se que o total das viagens originadas é igual às viagens destinadas para cada zona.

Para a utilização do modelo nestes Estudos Complementares, não foram estimados os fluxos Business to Business B2B, devido à indisponibilidade da distribuição espacial dos atacadistas (fábricas, depósitos, armazéns, etc.) e varejistas. Foram trabalhados apenas os fluxos B2H que, como se demonstra mais adiante, estão fortemente relacionados com a distribuição espacial da população.

A estrutura básica do Modelo de Geração mostra-se na seguinte Figura 48. Nesta figura observam-se as relações entre as variáveis do modelo de modo a se alcançar o objetivo que é a estimação do fluxo de veículos por zona.



Figura 62 - Estrutura básica do Modelo de Geração



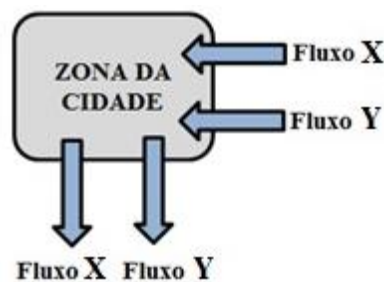
A partir da estrutura básica, o primeiro passo foi obter o universo de estabelecimentos comerciais dentro da RMRJ e agrupá-los segundo a atividade comercial, com o objetivo de poder determinar amostras e realizar pesquisas. Para isto, utilizou-se a Base de Dados de comercio varejista e atacadista da Junta Comercial do Estado do Rio de Janeiro (JUCERJA) e realizou-se um agrupamento em dez setores, como é mostrado a seguir:

- Setor 1:** Bares, lojas de bebidas, restaurantes, lanchonetes, supermercados e mercearias;
- Setor 2:** Farmácias, drogarias, perfumarias, cosméticos;
- Setor 3:** Lojas de calçados, de roupas;
- Setor 4:** Lojas de eletrônicos/eletrodomésticos, de móveis;
- Setor 5:** Postos de gasolina e óleo lubrificante;
- Setor 6:** Livrarias, papelarias;
- Setor 7:** Lojas de informática;
- Setor 8:** Lojas de departamentos;
- Setor 9:** Concessionárias de carros; e
- Setor 10:** Lojas de materiais de construção.

Com base nas informações da JUCERJA, foi possível estimar um tamanho de amostra para realizar pesquisas em diversos locais varejistas na RMRJ. Após a pesquisa, foi possível a consolidação dos dados assim como o cálculo de estatísticas para os tipos de viagens que estavam sendo estudados. A seguir mostram-se os detalhes de como foram estimadas as viagens.

Para estimar o fluxo de veículos de carga assume-se que o número de veículos que entram e saem de cada zona é composta de dois tipos de fluxo que ao entrar e sair da zona tornam-se quatro fluxos, representados na Figura 49.

Figura 63 - Fluxo de veículos de carga que entram e saem das zonas da cidade



Onde:

**Fluxo X:** É o número de veículos que partem da sua zona de origem (depósitos, armazéns etc.) e na maioria das vezes no início do dia. Este fluxo é calculado em função da quantidade de atacadistas e do total de veículos de carga utilizados para fazer as entregas nos locais dos varejistas.

**Fluxo Y:** É o número de veículos que entram na zona para distribuir mercadorias e depois continuar o seu percurso (roteiro) através de outras zonas. Este fluxo é calculado em função da quantidade de varejistas e a média de entregas por veículo por dia nos locais varejistas. No que diz respeito ao fluxo de entrada, este corresponde também a veículos que regressam à zona em que fica o seu depósito (fluxo X) e aqueles que entram na zona como um destino intermediário nas suas viagens (fluxo Y).

**Viagens do Tipo “Empresa a Domicilio” (*Business to Household, B2H*):** Este tipo de viagem é interpretado como viagens de alguns locais varejistas (Loja de Móveis, Supermercados etc.) para entregas nos domicílios. Supõe-se que cada veículo de carga realiza entregas em muitos domicílios por dia, da mesma forma que veículos de carga dos atacadistas realizam entregas para locais varejistas. O número de viagens, com origem e destino em cada zona é estimado como a média ponderada da população de cada zona e da média de entregas domiciliares por dia. Esta é uma hipótese simplificadora. A rigor deveria ser considerada também a estrutura da renda da população para este cálculo.

Definem-se as seguintes variáveis para cada tipo de viagem:

$O_i^k$ : Viagens de veículos de carga dos atacadistas originadas desde o tipo de varejista  $k$  (ver tabela 2) na zona  $i$ ;

$D_j^k$ : Viagens de veículos de carga dos atacadistas destinadas para o tipo de varejista  $k$  (ver tabela 2) na zona  $j$ ;

$O_i^H$ : Viagens domiciliares de veículos de carga dos varejistas originadas desde a zona  $i$ ;

$D_j^H$ : Viagens domiciliares de veículos de carga dos varejistas destinadas para a zona  $j$ .

Definidas as variáveis, podem ser escritas as seguintes equações:

Quadro 66 - Equações do Modelo de Geração para veículos de carga

| Tipo de Viagens (ou entregas) | Equação                         |
|-------------------------------|---------------------------------|
| Atacadista-Varejista (B2B)    | $O_i^k = D_j^k = X_i^k + Y_i^k$ |
| Varejista-Domicilio (B2H)     | $O_i^H = D_j^H$                 |

Do quadro observa-se que as viagens de tipo B2H não apresentam o índice  $k$ , isto devido a que somente alguns estabelecimentos varejistas realizam entregas domiciliares, por exemplo, as Lojas de Móveis e Loja de Eletrônicos./Eletrodomésticos. Para maiores detalhes sobre as equações, veja-se: Consórcio HALCROW - SINERGIA – SETEPLA (2013a).

Obtidos os vetores de viagens de veículos de carga, a seguir passa-se para a etapa onde é estimada a matriz Origem-Destino.

### **Calculo da Matriz Origem – Destino – (OD)**

No Modelo de Geração são estimados vetores de viagens para entregas domiciliares B2H, o que quer dizer que são calculados os totais de viagens produzidas e atraídas em cada zona. A partir deste ponto, é preciso distribuir espacialmente essas viagens entre zonas, obtendo uma matriz de origem/destino de viagens.

A equipe do Consultor fez uso do *software* EMME/4 (que foi o mesmo utilizado na elaboração do PlanMob) para calcular as matrizes OD, considerando os seguintes passos:

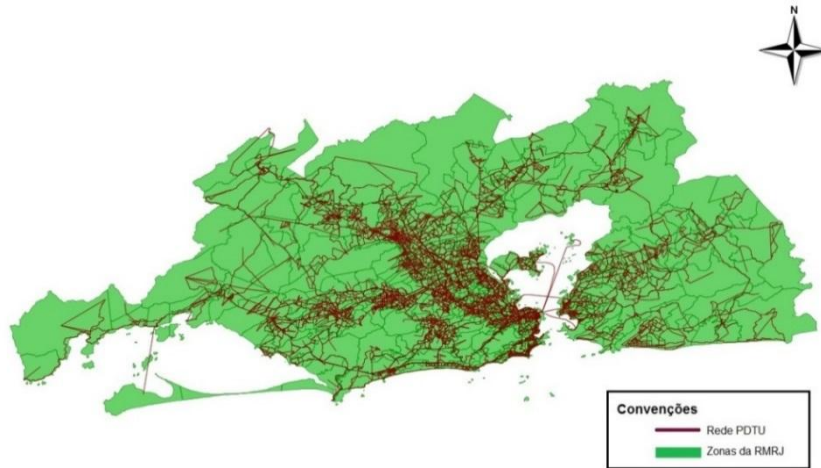
- Aplicam-se restrições de circulação de caminhões e veículos de carga para os picos da manhã e da tarde. Isto significa que algumas zonas não podem produzir ou atrair viagens nesses horários mencionados;
- Para estimar os padrões de viagens da matriz OD foi utilizada uma técnica presente no *software* EMME/4, a qual é chamada de “*Select Link Analysis (SLA)*”. Com o uso desta técnica se obtém os padrões Origem-Destino nas diferentes estações de contagem. A SLA consiste em selecionar os principais links entre os postos de contagem que apresentam os maiores demandas ou volumes de tráfego por par O-D;
- Tendo-se a matriz de padrões OD, esta é ajustada com os resultados do Modelo de Geração utilizando o método de Furness/Fratar (método matricial). Desta maneira a nova matriz mostra onde se produzem e atraem as viagens de veículos de carga;
- Finalmente as matrizes são recalculadas com a técnica “*Matrix Estimation (ME2)*” (do EMME/4). Desta maneira, a matriz que está sendo alocada reproduz as contagens nas diversas estações.

### **Alocação das Viagens de Veículo de Carga**

A Alocação das Viagens é um processo na qual se realiza uma simulação baseada nos seguintes dados de entrada: Matriz OD, e uma rede com os nós e arcos definidos. Nesta etapa também foi utilizado o *software* EMME/4.

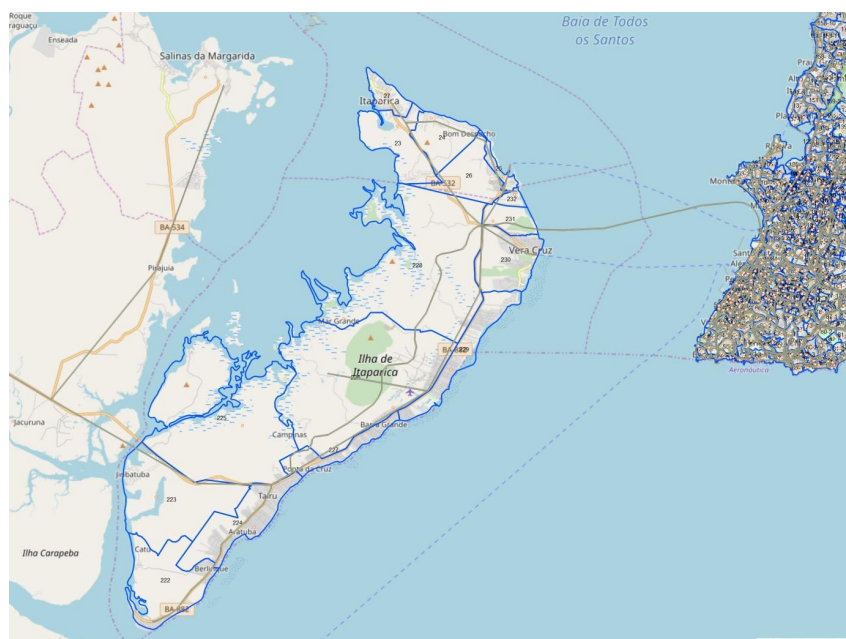
O item principal para realizar a alocação das viagens é a rede, a qual deve conter os nós e arcos que representem as zonas de tráfego e as vias respectivamente. Na seguinte Figura 50, observa-se a Rede PDTU, baseada na rede viária real da RMRJ.

Figura 64 - Rede PDTU



De forma totalmente análoga, existe uma rede de simulação construída para o PlanMob, que está ilustrada na Figura 51 abaixo, com um zoom na Ilha de Itaparica.

Figura 65 - Rede de Simulação - PlanMob



É na Rede PDTU que são alocadas as viagens da matriz OD estimada no modelo de Distribuição. Para o estudo de veículos de carga foram alocadas as viagens na rede livre de congestionamento, ou seja, não se tem presença de automóveis e nem de ônibus. Finalmente, o resultado da alocação na rede de veículos de carga para o período Entre Picos é visualizado na figura a seguir.

Figura 66 - Alocação de Viagens de veículos de carga para o período Entre Picos



Fonte: Pérez (2014)

### **Validação dos Resultados**

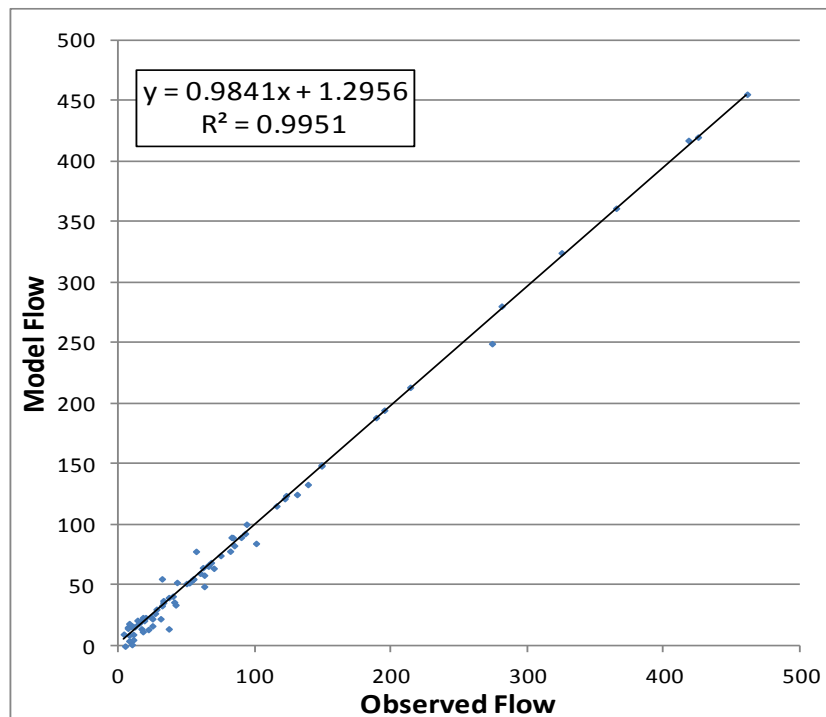
A tarefa definida como validação tem a finalidade de garantir que o modelo é adequado para a tomada de decisões e que tais decisões possam ser avaliadas pelo próprio modelo.

Em geral, a validação de um modelo de transportes corresponde a conferir se está sendo reproduzido um estado conhecido do sistema (por exemplo, volume de circulação nas vias principais no centro da cidade). Uma maneira não rigorosa de validação é realizada em conjunto com um estudo passado. Isto é, utilizar os mesmos parâmetros do estudo anterior e colocá-los no estudo atual (modelo atual) para logo conferir se o número de viagens nas principais vias é bem reproduzido.

No caso do PDTU-2013, o Consórcio optou por realizar o comparativo entre a pesquisa de contagens e os resultados obtidos da simulação. Cabe lembrar que a matriz OD é obtida a partir do Modelo de Geração e os padrões de origem-destino, e esta última é ajustada para coincidir com os vetores de viagens originadas e destinadas. O fluxo observado (*Observed Flow*) e o fluxo simulado (*Model Flow*) de veículos de carga são representados no Gráfico 4.

Este Gráfico foi fornecido pela equipe do Consultor que estimou a matriz O-D e realizou o processo de alocação das viagens.

Gráfico 34 - Validação dos resultados



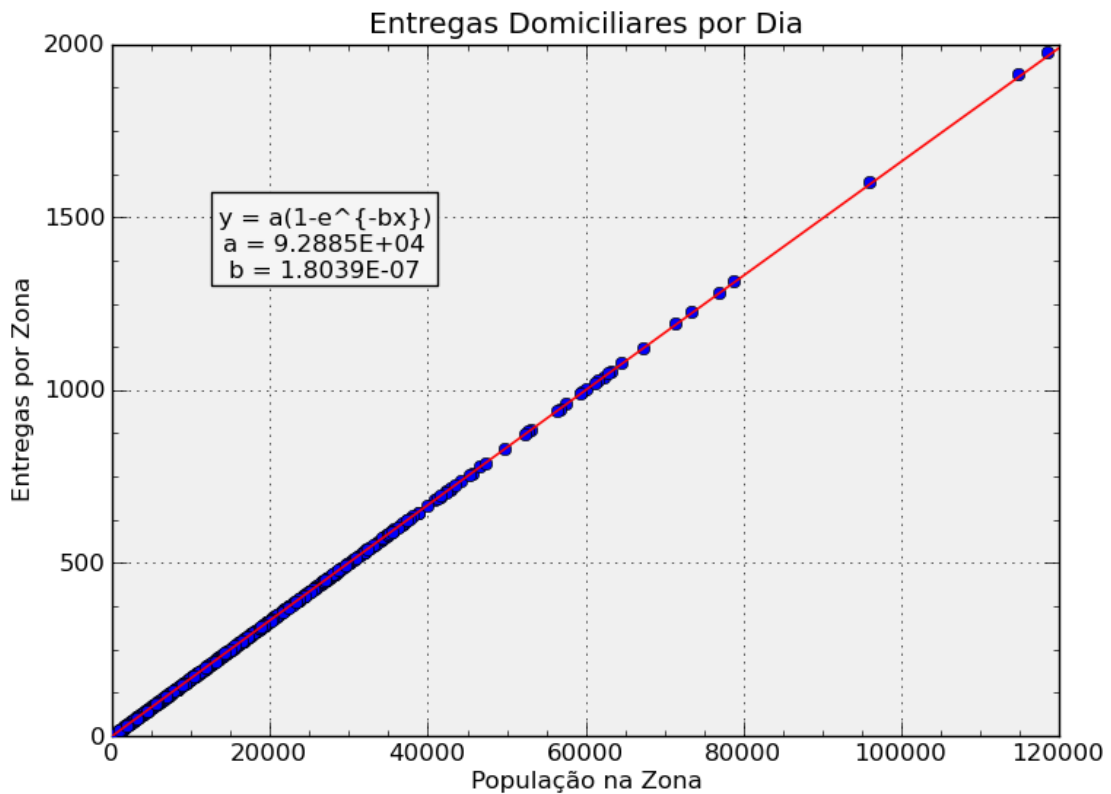
Pode ser observado no gráfico que o fluxo observado e o fluxo simulado apresentam um alto grau de correlação ( $R^2 = 99,51\%$ ). O que indica que o modelo tem uma boa aproximação da realidade e que o modelo é adequado para a tomada de decisões.



### III.4.2. Aplicação do Modelo na Região Metropolitana de Salvador

Tendo em vista as similaridades já ressaltadas entre os modelos do PDTU e do PlanMob, buscou-se estabelecer uma relação direta entre uma variável de entrada – *distribuição espacial da população* – com a *quantidade de entregas domiciliares realizadas*, preservando-se inalteradas as demais relações internas do modelo.

Dessa forma, obteve-se um ajuste exponencial com ótima significância estatística, conforme ilustrado abaixo:



Standard Error: 9.87106943637037E-01

Coefficient of Determination ( $r^2$ ): 9.99982918303320E-01

Correlation Coefficient ( $r$ ): 9.99991459115187E-01

A expressão obtida acima foi então aplicada às zonas de tráfego que compõem a Ilha de Itaparica, obtendo-se a quantidade de entregas diárias por zona, a qual foi transformada em VUCs e está apresentada no capítulo a seguir.

### III.4.3. Referências

CONSÓRCIO HALCROW - SINERGIA – SETEPLA. “PDTU (2013): Minuta do Relatório 12 – Transporte de Cargas”. Pág. 171-224 (2013a)

CONSÓRCIO HALCROW - SINERGIA – SETEPLA. **Atualização do PDTU 2011 da RMRJ: Relatório 6 - Atividade 6.6 - Calibração do Modelo da Rede Atual**, 2013b. Disponível em: <<http://www.rj.gov.br/web/setrans/exibeconteudo?genérica&acaomenu=menufunc%28%27PDTU%27%29;&article-id=626280>>. Acesso em: 31 jan. 2014.

JUCERJA. Órgãos de Registro Empresarial. **Registro de estabelecimentos comerciais do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2013. Base de dados em MS Excel, versão 2007.

MUÑUZURI Jesus; CORTÉS Pablo; ONIEVA Luis; and GUADIX José (2012). **“Estimation of Daily Vehicle Flows for Urban Freight Deliveries”** Journal of Urban Planning and Development, Vol. 138, No. 1

ORTUZAR Juan; WILLUMSEN Luis. **“Modelling Transport – Fourth edition”**. Reino Unido: John Wiley & Sons, Ltd, 2011.

PEREZ FERNANDEZ, Aldo; “Estimativa de matrizes Origem-Destino para veículos de carga no âmbito do estudo do Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana de Rio de Janeiro (PDTU-RMRJ)” Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2014.

### III.5 RESULTADOS PRELIMINARES

Após a aplicação de todos os modelos descritos neste Relatório Técnico 03, utilizando os insumos apresentados no Relatório Técnico 02, chegou-se a um conjunto de estimativas preliminares de demanda nas Pontes do Funil e de Itaparica.

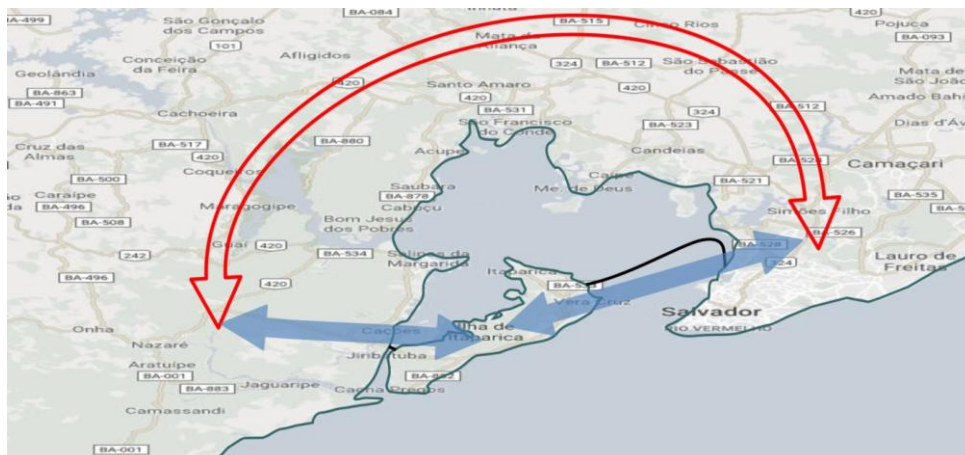
Essas estimativas são apresentadas neste capítulo, em veículos equivalentes / dia, para os patamares referentes a 2025 (ano de abertura), 2032, 2049 e 2054. Elas foram construídas considerando seis componentes distintos que contribuem para o tráfego total, descritos e ilustrados na sequência.

#### III.5.1. Tráfego Desviado

Este fluxo corresponde aos veículos que já realizam um movimento de contorno da Baía de Todos os Santos, com quaisquer origens e destinos e que poderão ser atraídos pelo novo sistema viário para realizar seus deslocamentos. Esse é um fluxo de longa distância, que não é impactado pela socioeconomia e demografia tanto da Ilha de Itaparica como do Recôncavo Sul e Baixo Sul. As suas projeções estão atreladas ao PIB da Bahia.

As pesquisas básicas para identificação desse fluxo foram as realizadas na BR-324 e as suas estimativas foram obtidas aplicando-se o modelo de alocação de tráfego descrito no item 13.7 acima. A figura a seguir ilustra esse fluxo.

Figura 67 – Tráfego Desviado



### III.5.2. Tráfego Tendencial

Este fluxo corresponde àqueles veículos que já realizam movimentos que cruzam a Ponte do Funil, somente, ou a Ponte do Funil + Ponte de Itaparica.

As pesquisas básicas para identificação desse fluxo foram as realizadas na Ponte do Funil e as suas projeções dependem da economia do Estado da Bahia e não da socioeconomia e demografia tanto da Ilha de Itaparica, como do Recôncavo Sul e Baixo Sul. A figura a seguir ilustra esse fluxo.

Figura 68 - Tráfego Tendencial



### III.5.3. Tráfego Modelado (gerado+induzido) - Ilha de Itaparica

Este é o tráfego que foi modelado conforme descrito no capítulo 3 do Relatório Técnico 03, baseado nas informações sobre a socioeconomia e demografia previstas para a Ilha de Itaparica. A figura a seguir ilustra esse fluxo.

Figura 69 - Tráfego Modelado (gerado + induzido) – Ilha de Itaparica



### III.5.4. Tráfego Modelado (gerado+induzido) – Recôncavo Sul e Baixo Sul

De forma análoga ao item anterior, este é o fluxo que foi modelado conforme descrito no capítulo 3 do Relatório Técnico 03, considerando as informações de socioeconomia e demografia do Recôncavo Sul e Baixo Sul. A figura a seguir ilustra esse fluxo.

Figura 70 - Tráfego Modelado (gerado + induzido) – Recôncavo Sul e Baixo Sul



### III.5.5. Fluxos de Veículos Urbanos de Carga (VUCs) e Coletivos (Ônibus)

Finalmente, foram estimados os volumes de veículos relativos a VUCs, conforme descrito no capítulo 4 anterior, e ônibus cruzando a Ponte de Itaparica. Os volumes de ônibus foram estimados para atender a demanda de passageiros de transporte coletivo que foi modelada segundo a metodologia descrita no capítulo 3 do Relatório Técnico 03.

Para maior clareza, apresenta-se no quadro 64 abaixo os volumes de passageiros de transporte coletivo considerados. Os volumes informados como HPM representam os valores modelados para a *hora pico matutina* (7:30 / 8:29) e, conforme resultados do PLANMOB, representam 12% do total de viagens diárias.

Quadro 67 – Volumes de passageiros – Viagens por Modo Coletivo

| Sentido                  | 2025          | 2032          | 2049          | 2054          |
|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Salvador-Itaparica       | 897           | 1.683         | 3.346         | 3.964         |
| Itaparica-Salvador       | 1.141         | 2.411         | 5.411         | 6.611         |
| <b>Total Viagens HPM</b> | <b>2.038</b>  | <b>4.094</b>  | <b>8.757</b>  | <b>10.575</b> |
| <b>Total Viagens Dia</b> | <b>16.975</b> | <b>34.102</b> | <b>72.943</b> | <b>88.091</b> |

A figura a seguir ilustra esses fluxos.

Figura 71 – Fluxos de VUCs e Coletivos





### III.5.6. Resultados Preliminares

Para ampliar as possibilidades de análise das estimativas de tráfego, optou-se por apresentar dois conjuntos distintos de resultados. O primeiro, que está denominado como *Limitado* nos quadros e gráficos a seguir, corresponde à aplicação dos modelos conforme descrito neste Relatório Técnico 03.

O segundo, apresenta os volumes que seriam obtidos pela aplicação direta dos modelos sobre os insumos de socioeconomia e demografia, sem nenhum tipo de consideração de evolução temporal. Esse conjunto de resultados está denominado *Livre* nos quadros e gráficos e deve ser entendido como um limite superior para os volumes, em cada patamar de projeção.

Apresentam-se a seguir os quadros e gráficos que sumarizam esses resultados. Deve-se frisar que os fluxos *desviado* e *tendencial* não sofrem impacto das hipóteses (livre e limitada) de mobilidade modeladas para a população que irá ocupar as regiões. Para os VUC também se adotou a mesma abordagem.

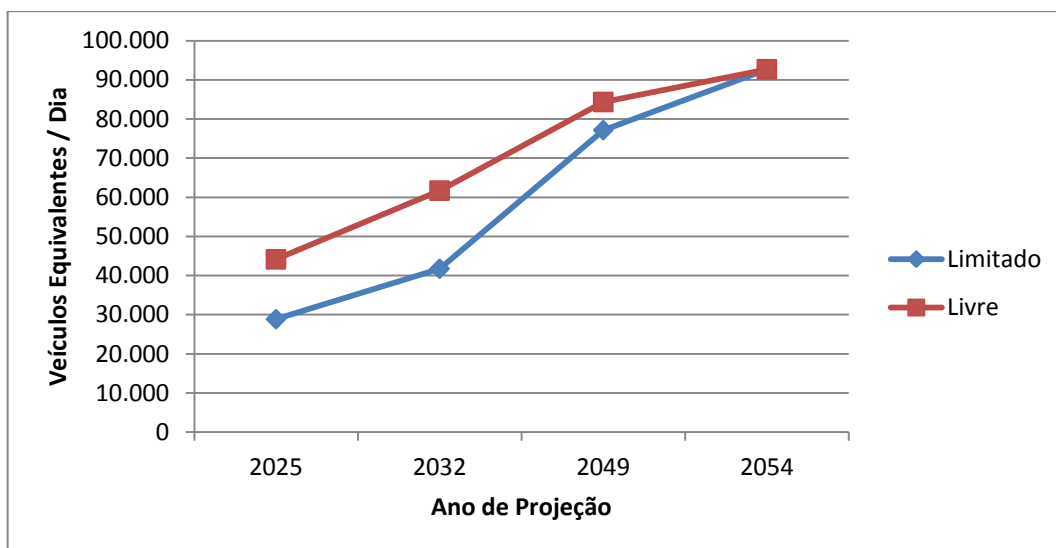
Quadro 68 – Veículos Equivalentes Diários Ponte de Itaparica

| PONTE ITAPARICA                              | Livre         |               |               |               | Limitado      |               |               |               |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|  | 2025          | 2032          | 2049          | 2054          | 2025          | 2032          | 2049          | 2054          |
| Modelado (gerado+induzido) Reconcavo/Baixo   | 6.356         | 7.073         | 8.299         | 8.744         | 5.967         | 6.628         | 8.299         | 8.744         |
| Modelado (gerado+induzido) Ilha de Itaparica | 21.303        | 34.399        | 45.774        | 48.743        | 7.624         | 16.384        | 39.072        | 48.669        |
| Desviado                                     | 12.743        | 14.926        | 23.250        | 27.666        | 12.743        | 14.926        | 23.250        | 27.666        |
| Tendencial                                   | 1.352         | 1.597         | 2.389         | 2.690         | 1.352         | 1.597         | 2.389         | 2.690         |
| V U C  | 514           | 854           | 1.230         | 1.353         | 514           | 854           | 1.230         | 1.353         |
| Viagens em Coletivos                         | 47.529        | 71.613        | 85.330        | 88.091        | 16.975        | 34.102        | 72.943        | 88.091        |
| Coletivos Equivalentes                       | 1.901         | 2.865         | 3.413         | 3.524         | 679           | 1.364         | 2.918         | 3.524         |
|  | <b>44.170</b> | <b>61.714</b> | <b>84.356</b> | <b>92.720</b> | <b>28.879</b> | <b>41.753</b> | <b>77.159</b> | <b>92.646</b> |

Observar que o tráfego tendencial evolui no tempo em função do PIB Bahia. Observar ainda que o tráfego modelado para a Ilha de Itaparica, na sua versão Limitada, é calculado através de sucessivas iterações ao longo do tempo e não necessariamente coincide exatamente no último ano com o tráfego Livre, mas para todos os efeitos práticos e considerando a precisão dos modelos, esses números são equivalentes.



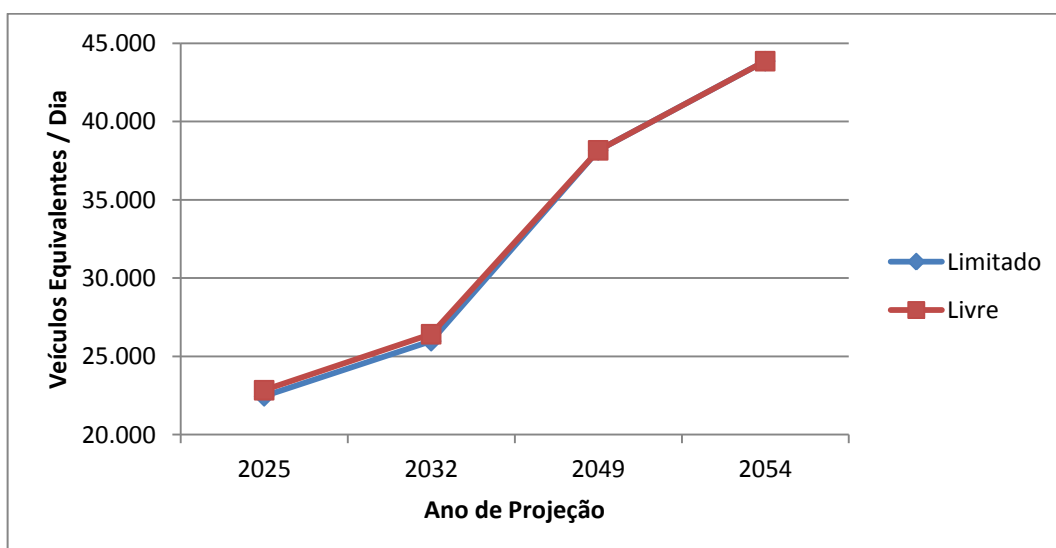
Gráfico 35 - Veículos Equivalentes Diários Ponte de Itaparica



Quadro 69 - Veículos Equivalentes Diários Ponte do Funil

| PONTE ITAPARICA                              | Livre         |               |               |               | Limitado      |               |               |               |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|  | 2025          | 2032          | 2049          | 2054          | 2025          | 2032          | 2049          | 2054          |
| Modelado (gerado+induzido) Reconcavo/Baixo   | 6.356         | 7.073         | 8.299         | 8.744         | 5.967         | 6.628         | 8.299         | 8.744         |
| Modelado (gerado+induzido) Ilha de Itaparica | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| Desviado                                     | 12.743        | 14.926        | 23.250        | 27.666        | 12.743        | 14.926        | 23.250        | 27.666        |
| Tendencial                                   | 3.745         | 4.422         | 6.617         | 7.450         | 3.745         | 4.422         | 6.617         | 7.450         |
| V U C  | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| Viagens em Coletivos                         | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| Coletivos Equivalentes                       | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
|  | <b>22.844</b> | <b>26.421</b> | <b>38.166</b> | <b>43.860</b> | <b>22.455</b> | <b>25.976</b> | <b>38.166</b> | <b>43.860</b> |

Gráfico 36 - Veículos Equivalentes Diários Ponte do Funil



***TOMO IV***  
***RELATÓRIO TÉCNICO 04***

## **IV.1 APRESENTAÇÃO**

Este Relatório Técnico 04 descreve, sinteticamente, a metodologia usada para os estudos de demanda, reapresenta as suas estimativas, apresenta simulações sobre valores distintos de pedágio e seus reflexos sobre a demanda, propõe uma banda – limites superior e inferior – e faz uma análise de risco, usando o método de Monte Carlo, das estimativas recomendadas.

Deve-se frisar que muitos dos produtos previstos para este Relatório Técnico 04, por solicitação da Bahialveste, foram desenvolvidos e apresentados no Relatório Técnico 03, dentre os quais os procedimentos para a estimativa de demanda e o uso do solo simulado, razão pela qual são apenas citados onde foram apresentados anteriormente, de modo que a sequência dos textos não ficasse repetitiva.

A consolidação de todos os estudos efetuados estará incluída no Relatório Técnico 05, que compilará os textos desenvolvidos nos vários relatórios.

## **IV.2 ESTIMATIVAS DE DEMANDA**

A metodologia para a estimação da demanda seguiu um procedimento clássico, conforme descrito no Relatório 03, nos Capítulos 2, 3 e 4.

Para formalizar a metodologia que foi utilizada, apresenta-se uma síntese da mesma para a obtenção dos componentes de demanda (desviada, induzida e gerada) e por tipo de veículo (automóveis e caminhões).

Deve-se frisar que os modelos de estimação de demanda têm como pressuposto que os usuários são racionais e, portanto, suas escolhas procuram reduzir seus custos generalizados (tempo, gastos com combustíveis, tarifas, pedágios, estacionamentos etc.) e tendem a se repetir, dentro das mesmas características socioeconômicas e regionais.

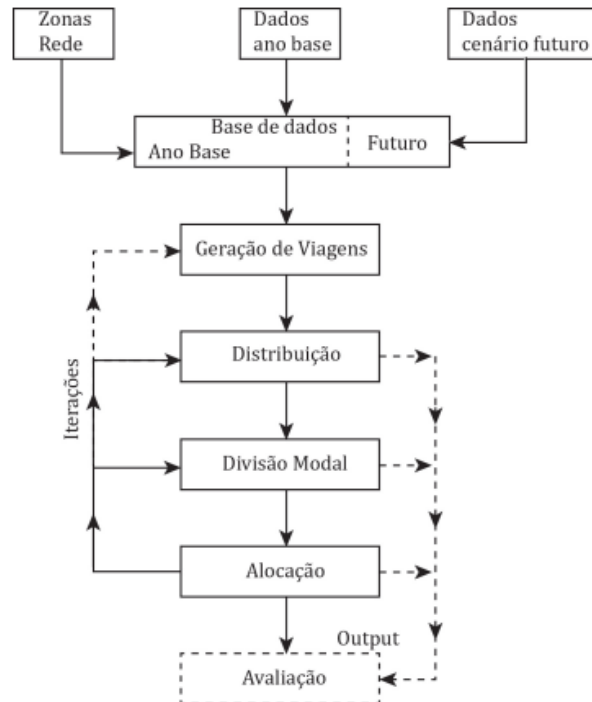
Assim, existe uma premissa forte nestas modelagens que é a estabilidade de procedimentos ao longo do tempo, ou seja, os procedimentos de escolha de caminhos ou modos hoje, para um determinado extrato socioeconômico, serão os mesmos no futuro. As pessoas são diferentes, mas terão hábitos de mobilidade similares, desde que dentro de um segmento socioeconômico similar.

Para todas as estimativas seguiu-se o método das 4 etapas, com uma facilidade significativa nos trabalhos face à existência do PlanMob Salvador.

Como o PlanMob já foi utilizado pela equipe técnica em estudo recente (Estudo de Integração Metro-Ônibus em Salvador), quando foram adotados vários procedimentos para aumentar o seu ajuste matemático às observações, pôde-se acelerar o processo de trabalho e adequá-lo, com segurança, ao objetivo presente.

O método está apresentado de forma simplificada na figura a seguir.

Figura 72 – Fluxograma simplificado do Metodo das 4 Etapas



Começa com a divisão da área de estudos em áreas homogêneas denominadas zonas de tráfego, nas quais se estima, a partir de fontes secundárias ou primárias, suas características socioeconômicas no ano base. Estas zonas de tráfego são internas ou externas à área de estudos e seu grau de desagregação é função do tipo de estudo.

Um conjunto importante de informações são os fluxos atuais entre estas zonas de tráfego, as linhas de desejo de deslocamento em veículos privados (automóveis, motos, bicicletas, etc.), coletivos (metro, ônibus, barcas, etc.) e carga (caminhões de vários tipos).

Para se obter estas linhas de desejo, são realizadas pesquisas de origem e destino (domiciliares, nas vias, terminais, etc.) que indicarão o deslocamento das pessoas de uma zona de tráfego a outra, por motivo (casa-trabalho; casa-escola; casa-serviços; não baseadas em casa; etc.), modo de transporte, horário, entre outros.

Também o transporte de carga precisa ter informações similares, mas a forma de obtenção das informações não é tão simples, pois com as pessoas se tem uma forma de pesquisar e expandir, o que nem sempre é possível para as cargas.

De qualquer forma os fluxos são transformados, a partir das pesquisas, em matrizes de origem e destino, entre as zonas de tráfego, por motivo, modo, etc. para pessoas em veículos particulares ou coletivos e para os veículos de carga.

Em paralelo é feita uma representação em um grafo (rede) capacitado dos sistemas viário e de transportes coletivos. As vias ou linhas de transporte são representadas por trechos (*links*) que se interceptam em um nó. Nestes *links* se indica suas características físicas (extensão, velocidade em fluxo livre, número de faixas, etc., e o equivalente para transporte coletivo) e capacidade básica.

O objetivo desta modelagem matemática é permitir que se pudessem ter condições de analisar alternativas de transporte no futuro. Por isto, é importante se ter os dados do cenário futuro, quais sejam as mudanças socioeconômicas nas zonas de tráfego que irão influenciar a demanda por mobilidade e as alternativas de transporte que se pretende avaliar. Estas informações também são matematizadas.

Desta forma, se dispõe de uma base de dados, tanto para o ano base quanto futuros anos de avaliação.

A matematização do modelo começa por uma fase de calibração, que é relacionar estas informações de forma tal que tenham relação matemática ou de pesquisa operacional entre si.

Existem 4 partes, daí o nome do método.

- **Geração de viagens**, onde se procura relacionar os dados socioeconômicos de cada zona de tráfego com os fluxos que daí se originam ou para aí se destinam. Existem várias formas de fazer estas correlações, sempre matemáticas. Podem ser feitos modelos econométricos relacionando os fluxos de certo motivo com as variáveis socioeconômicas das zonas de tráfego, ou por comparação com outras situações similares, entre vários outros. De qualquer forma, o objetivo é se obter uma formulação matemática que permita relacionar os deslocamentos com uma característica das zonas de tráfego. Com isto, se poderá ter uma forma de tratar o futuro, ou seja se ter uma estimativa matemática dos fluxos futuros a partir de cada zona de tráfego, ao se inferir o valor da característica socioeconômica, através de sua variável representativa (população, renda, posse de autos, etc.) no modelo matemático calibrado estatisticamente.
- **Distribuição**, onde se procura estimar o fluxo de viagens entre duas zonas de tráfego quaisquer em função direta do total de viagens que dali se originam (produzidas) ou para lá se destinam (atraídas), e na função inversa do custo (tempo, tarifa, custo operacional, etc.) entre elas. Esta função inversa é denominada impedância ao deslocamento. É efetuada a calibração na situação da rede atual (viária e coletivos separadamente) para se ter coeficientes para adotar em situações futuras. Um dos modelos mais tradicionais em casos de mudanças significativas da rede viária ou de coletivos, como é o caso presente, é o modelo gravitacional, que foi adotado no PlanMob e neste trabalho. Neste caso, se considera que o fluxo de viagens entre duas zonas de tráfego se assemelha à Lei da Gravitação Universal, ou seja é proporcional à quantidade de viagens produzidas por uma e atraídas por outra, e inversamente proporcional a uma função da distância (custo generalizado) entre elas.

Com o modelo calibrado pode-se estimar o fluxo futuro entre quaisquer duas zonas de tráfego em função do fluxo de viagens futuro (geração) e pela mudança na impedância advinda de novos tempos na rede (por exemplo a Ponte Salvador - Itaparica).



- **Divisão modal**, onde se faz um conjunto de equações comparando o custo entre o sistema de transporte privado e o coletivo (cada tipo de modo) de forma a se ter uma estimativa da probabilidade de uma viagem ser feita por um modo particular ou coletivo, em função dos custos (tempo, tarifa, custos operacionais, etc.) comparados entre eles. A calibração se dá na rede e características no ano base. Nos anos futuros a rede ou redes multimodais em análise são simuladas com seus custos generalizados. Entre cada par de zonas de tráfego é feita a divisão entre os modos, face aos novos custos para o deslocamento em cada um deles.
- **Alocação**, é a parte final do processo de trabalho onde se coloca na rede matemática a matriz de viagens ( $M$ ) entre zonas de tráfego (origem  $i$  e destino  $j$ ) - obtida a partir da geração, da distribuição e da escolha modal calibradas para o ano base - com vistas a verificar se os valores estimados estão ajustados com os observados em trechos viários ou terminais (através de contagens volumétricas de controle). Para os anos futuros o procedimento é similar, apenas com os dados das matrizes e redes nos anos respectivos – a projeção da demanda sobre as redes em estudo.

Para se fazer estes cálculos adota-se um *software* especialista, no caso do PlanMob o EMME, desenvolvido no Canadá, a partir de pesquisador que foi professor da PUC-RJ, e que hoje é utilizado em inúmeros países.

Os modelos adotados no PlanMob foram os mesmos adotados no presente trabalho, apenas com as adaptações inerentes a cada tipo de movimento e sem considerar uma rede com escolha modal, ou seja os fluxos rodoviários potenciais foram assim considerados e, de forma analoga, com os coletivos.

Os usos específicos deste método de estimação de demanda, inclusive destacando o de 4 etapas, por tipo de tráfego, estão apresentados a seguir.

Para o **tráfego desviado** foram usados os fluxos da pesquisa de campo para obtenção das matrizes atuais de origem e destino e o modelo de preferência declarada específico para automóveis, caminhões leves e caminhões pesados, para balizar o processo de alocação viária entre os caminhos atuais e com a Ponte pedagiada.

Figura 73 – Tráfego desviado



Para o **tráfego tendencial** foram usados os fluxos da pesquisa de campo para obtenção das matrizes atuais de origem e destino e o modelo de preferência declarada específico para automóveis, caminhões leves e caminhões pesados, para balizar o processo de alocação viária entre os caminhos atual (ponte do Funil e *ferry boat*) e com a Ponte pedagiada.

Figura 74 – Tráfego Tendencial



Para o tráfego **Modelado Recôncavo** foi usado o PlanMob com os modelos lá calibrados, as redes e matrizes atuais e, com base na socioeconomia futura para o Recôncavo e Sul do Estado, foram obtidas as matrizes futuras e as alocações na rede com a Ponte Salvador - Itaparica.



Para **ônibus** metropolitanos entre o continente e a Ilha de Itaparica foi utilizado o PlanMob a partir da matriz de origem e destino, em função da urbanização proposta, ou seja, adotou-se uma abordagem de fluxos com modo previamente escolhido, para os anos futuros, e se transformou o fluxo de pessoas (passageiros) em número de viagens de ônibus.

Figura 77 - VUCs e Ônibus



Os resultados apresentados no Relatório 03, item 5.6, estão a seguir repetidos, para facilitar o entendimento de conjunto.

Para ampliar as possibilidades de análise das estimativas de tráfego, optou-se por apresentar dois conjuntos distintos de resultados. O primeiro, que está denominado como Limitado nos quadros e gráficos a seguir, corresponde à aplicação dos modelos conforme descrito neste Relatório Técnico 03.

O segundo apresenta os volumes que seriam obtidos pela aplicação direta dos modelos sobre os insumos de socioeconomia e demografia, sem nenhum tipo de consideração de evolução temporal. Esse conjunto de resultados está denominado Livre nos quadros e gráficos e deve ser entendido como um limite superior para os volumes, em cada patamar de projeção.

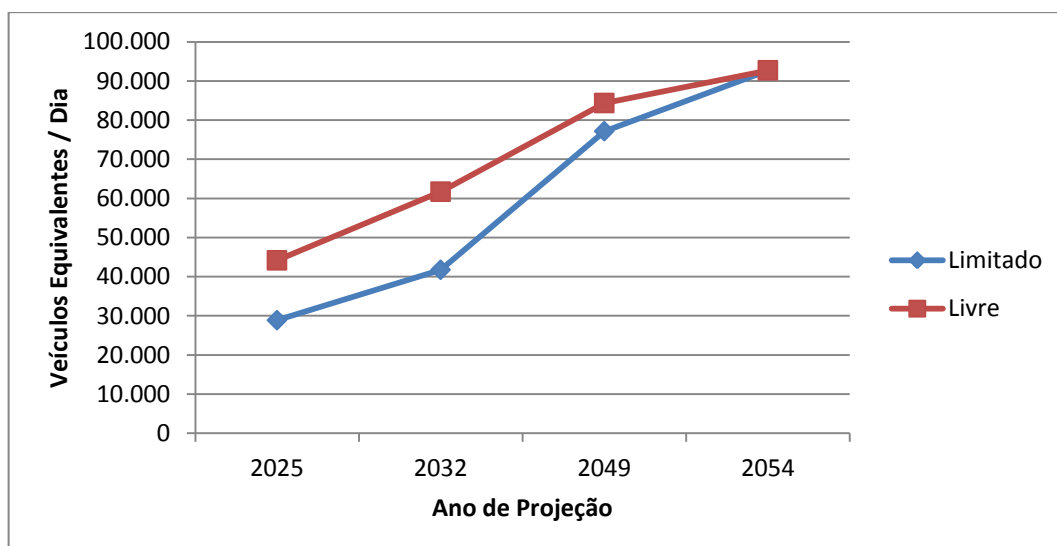
Apresentam-se a seguir os quadros e gráficos que sumarizam esses resultados.



Quadro 70 – Veículos Equivalentes Diários Ponte Salvador - Itaparica

| PONTE ITAPARICA                              | Livre         |               |               |               | Limitado      |               |               |               |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|  | 2025          | 2032          | 2049          | 2054          | 2025          | 2032          | 2049          | 2054          |
| Modelado (gerado+induzido) Reconcavo/Baixo   | 6.356         | 7.073         | 8.299         | 8.744         | 5.967         | 6.628         | 8.299         | 8.744         |
| Modelado (gerado+induzido) Ilha de Itaparica | 21.303        | 34.399        | 45.774        | 48.743        | 7.624         | 16.384        | 39.072        | 48.669        |
| Desviado                                     | 12.743        | 14.926        | 23.250        | 27.666        | 12.743        | 14.926        | 23.250        | 27.666        |
| Tendencial                                   | 1.352         | 1.597         | 2.389         | 2.690         | 1.352         | 1.597         | 2.389         | 2.690         |
| V U C  | 514           | 854           | 1.230         | 1.353         | 514           | 854           | 1.230         | 1.353         |
| Viagens em Coletivos                         | 47.529        | 71.613        | 85.330        | 88.091        | 16.975        | 34.102        | 72.943        | 88.091        |
| Coletivos Equivalentes                       | 1.901         | 2.865         | 3.413         | 3.524         | 679           | 1.364         | 2.918         | 3.524         |
|  | <b>44.170</b> | <b>61.714</b> | <b>84.356</b> | <b>92.720</b> | <b>28.879</b> | <b>41.753</b> | <b>77.159</b> | <b>92.646</b> |

Gráfico 37 - Veículos Equivalentes Diários Ponte Salvador - Itaparica



Considerando-se que na prática verifica-se que todos os projetos incorrem no decurso de um período de *ramp-up* da demanda, ou “curva de aprendizado”, onde as estimativas calculadas levam um tempo para se materializarem e para manter uma postura mais conservadora com relação à evolução temporal da demanda, foi adotado o conjunto de resultados denominado como limitado como nossa recomendação para o restante do estudo.

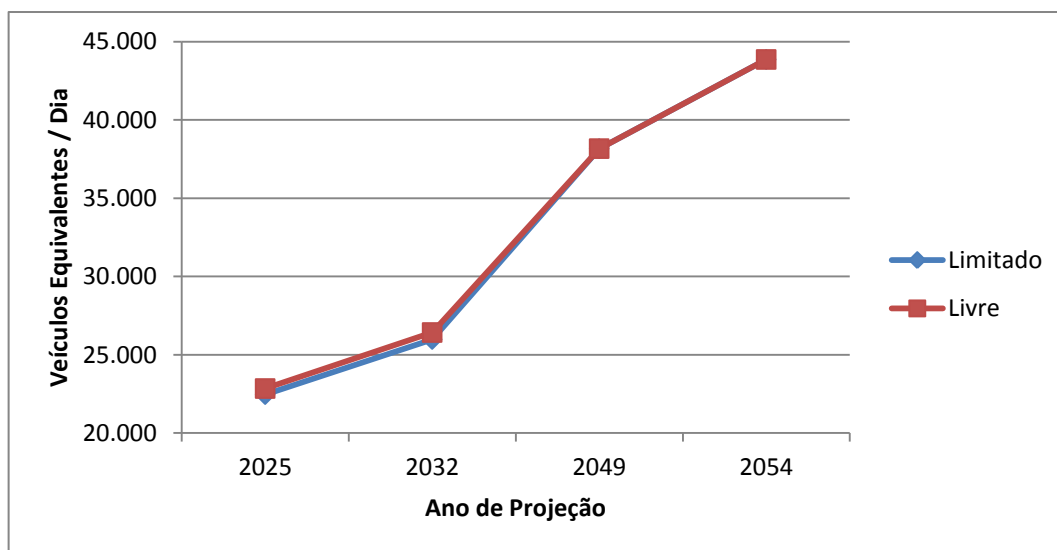
Quadro 71 – Veículos Equivalentes Diários Ponte Salvador - Itaparica

| ANO  | DEMANDA TOTAL | MODELADO RECÔNCAVO | MODELADO ITAPARICA | DESVIADO | TENDENCIAL | VUC'S | COLETIVOS |
|------|---------------|--------------------|--------------------|----------|------------|-------|-----------|
| 2025 | 28.879        | 5.967              | 7.624              | 12.743   | 1.352      | 514   | 679       |
| 2026 | 30.743        | 6.060              | 8.899              | 13.051   | 1.386      | 567   | 780       |
| 2027 | 32.603        | 6.153              | 10.171             | 13.359   | 1.420      | 620   | 880       |
| 2028 | 34.458        | 6.247              | 11.437             | 13.668   | 1.454      | 671   | 980       |
| 2029 | 36.303        | 6.341              | 12.695             | 13.979   | 1.489      | 721   | 1.079     |
| 2030 | 38.136        | 6.436              | 13.940             | 14.292   | 1.524      | 768   | 1.176     |
| 2031 | 39.953        | 6.532              | 15.171             | 14.607   | 1.560      | 813   | 1.271     |
| 2032 | 41.753        | 6.628              | 16.384             | 14.926   | 1.597      | 854   | 1.364     |
| 2033 | 43.532        | 6.726              | 17.578             | 15.249   | 1.634      | 891   | 1.455     |
| 2034 | 45.301        | 6.824              | 18.757             | 15.578   | 1.673      | 925   | 1.543     |
| 2035 | 47.067        | 6.923              | 19.929             | 15.917   | 1.712      | 956   | 1.630     |
| 2036 | 48.842        | 7.023              | 21.099             | 16.268   | 1.753      | 983   | 1.715     |
| 2037 | 50.635        | 7.123              | 22.274             | 16.635   | 1.795      | 1.008 | 1.800     |
| 2038 | 52.455        | 7.224              | 23.460             | 17.019   | 1.837      | 1.031 | 1.884     |
| 2039 | 54.314        | 7.324              | 24.664             | 17.424   | 1.881      | 1.052 | 1.969     |
| 2040 | 56.220        | 7.424              | 25.892             | 17.853   | 1.926      | 1.071 | 2.054     |
| 2041 | 58.184        | 7.525              | 27.150             | 18.308   | 1.973      | 1.089 | 2.140     |
| 2042 | 60.216        | 7.625              | 28.445             | 18.793   | 2.020      | 1.106 | 2.227     |
| 2043 | 62.325        | 7.724              | 29.783             | 19.310   | 2.069      | 1.123 | 2.316     |
| 2044 | 64.521        | 7.822              | 31.170             | 19.862   | 2.119      | 1.139 | 2.408     |
| 2045 | 66.815        | 7.920              | 32.613             | 20.453   | 2.170      | 1.156 | 2.503     |
| 2046 | 69.215        | 8.017              | 34.119             | 21.084   | 2.223      | 1.173 | 2.600     |
| 2047 | 71.733        | 8.112              | 35.693             | 21.758   | 2.277      | 1.191 | 2.702     |
| 2048 | 74.377        | 8.206              | 37.342             | 22.479   | 2.332      | 1.210 | 2.807     |
| 2049 | 77.159        | 8.299              | 39.072             | 23.250   | 2.389      | 1.230 | 2.918     |
| 2050 | 80.080        | 8.390              | 40.886             | 24.071   | 2.448      | 1.253 | 3.033     |
| 2051 | 83.119        | 8.479              | 42.771             | 24.933   | 2.507      | 1.277 | 3.152     |
| 2052 | 86.246        | 8.568              | 44.707             | 25.827   | 2.568      | 1.302 | 3.274     |
| 2053 | 89.431        | 8.656              | 46.679             | 26.741   | 2.629      | 1.327 | 3.398     |
| 2054 | 92.646        | 8.744              | 48.669             | 27.666   | 2.690      | 1.353 | 3.524     |

Quadro 72 - Veículos Equivalentes Diários Ponte do Funil

| PONTE ITAPARICA                                 | Livre         |               |               |               | Limitado      |               |               |               |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|   | 2025          | 2032          | 2049          | 2054          | 2025          | 2032          | 2049          | 2054          |
| Modelado (gerado+induzido)<br>Reconcavo/Baixo   | 6.356         | 7.073         | 8.299         | 8.744         | 5.967         | 6.628         | 8.299         | 8.744         |
| Modelado (gerado+induzido)<br>Ilha de Itaparica | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| Desviado  | 12.743        | 14.926        | 23.250        | 27.666        | 12.743        | 14.926        | 23.250        | 27.666        |
| Tendencial                                      | 3.745         | 4.422         | 6.617         | 7.450         | 3.745         | 4.422         | 6.617         | 7.450         |
| V U C   | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| Viagens em Coletivos                            | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| Coletivos Equivalentes                          | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
|   | <b>22.844</b> | <b>26.421</b> | <b>38.166</b> | <b>43.860</b> | <b>22.455</b> | <b>25.976</b> | <b>38.166</b> | <b>43.860</b> |

Gráfico 38 - Veículos Equivalentes Diários Ponte do Funil





Quadro 73 - Veículos Equivalentes Diários Ponte do Funil

| <b>ANO</b> | <b>DEMANDA TOTAL</b> | <b>MODELADO RECÔNCAVO</b> | <b>DESVIADO</b> | <b>TENDENCIAL</b> |
|------------|----------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|
| 2025       | 22.455               | 5.967                     | 12.743          | 3.745             |
| 2026       | 22.949               | 6.060                     | 13.051          | 3.839             |
| 2027       | 23.445               | 6.153                     | 13.359          | 3.933             |
| 2028       | 23.943               | 6.247                     | 13.668          | 4.028             |
| 2029       | 24.443               | 6.341                     | 13.979          | 4.123             |
| 2030       | 24.949               | 6.436                     | 14.292          | 4.221             |
| 2031       | 25.459               | 6.532                     | 14.607          | 4.320             |
| 2032       | 25.976               | 6.628                     | 14.926          | 4.422             |
| 2033       | 26.500               | 6.726                     | 15.249          | 4.526             |
| 2034       | 27.035               | 6.824                     | 15.578          | 4.632             |
| 2035       | 27.582               | 6.923                     | 15.917          | 4.742             |
| 2036       | 28.146               | 7.023                     | 16.268          | 4.854             |
| 2037       | 28.728               | 7.123                     | 16.635          | 4.970             |
| 2038       | 29.331               | 7.224                     | 17.019          | 5.088             |
| 2039       | 29.958               | 7.324                     | 17.424          | 5.210             |
| 2040       | 30.612               | 7.424                     | 17.853          | 5.334             |
| 2041       | 31.296               | 7.525                     | 18.308          | 5.463             |
| 2042       | 32.012               | 7.625                     | 18.793          | 5.594             |
| 2043       | 32.763               | 7.724                     | 19.310          | 5.729             |
| 2044       | 33.553               | 7.822                     | 19.862          | 5.868             |
| 2045       | 34.383               | 7.920                     | 20.453          | 6.010             |
| 2046       | 35.256               | 8.017                     | 21.084          | 6.156             |
| 2047       | 36.176               | 8.112                     | 21.758          | 6.306             |
| 2048       | 37.145               | 8.206                     | 22.479          | 6.459             |
| 2049       | 38.166               | 8.299                     | 23.250          | 6.617             |
| 2050       | 39.239               | 8.390                     | 24.071          | 6.779             |
| 2051       | 40.356               | 8.479                     | 24.933          | 6.944             |
| 2052       | 41.506               | 8.568                     | 25.827          | 7.111             |
| 2053       | 42.678               | 8.656                     | 26.741          | 7.280             |
| 2054       | 43.860               | 8.744                     | 27.666          | 7.450             |

A desagregação dos veículos equivalentes totais em veículos equivalentes por categoria e a distribuição do volume médio diário de veículos físicos por categoria estão apresentadas no Anexo I.

### IV.3 SIMULAÇÃO DE VALORES DISTINTOS DE PEDÁGIO

Conforme descrito na metodologia adotada, a demanda por deslocamentos também é função do pedágio que será cobrado na Ponte Salvador - Itaparica.

Por isso foi realizada a simulação de valores distintos de pedágio na Ponte por tipo de veículo para se poder estimar o efeito na demanda que irá utilizá-la.

Trata-se de um procedimento ortodoxo e clássico, em que se aumenta e diminui o valor do pedágio adotado nos cálculos dos custos generalizados (tempo, custo) de cada *link* da rede (em especial os pedágios nas pontes por tipo de veículo) e se observa, para o trecho a ser analisado, qual a demanda que irá ocorrer.

Daí se obtém um conjunto de pontos e se faz um ajuste estatístico para se observar e matematizar esta relação causa-efeito.

Estas análises foram feitas por tipo de fluxo, como já descrito no Relatório 3.

1. Para o **tráfego desviado de longa distância e o tráfego tendencial, entre o sul e norte da Baía de Todos os Santos** as simulações indicaram os resultados a seguir.

Gráfico 39 - Automóveis Desviados - Demanda x Pedágio

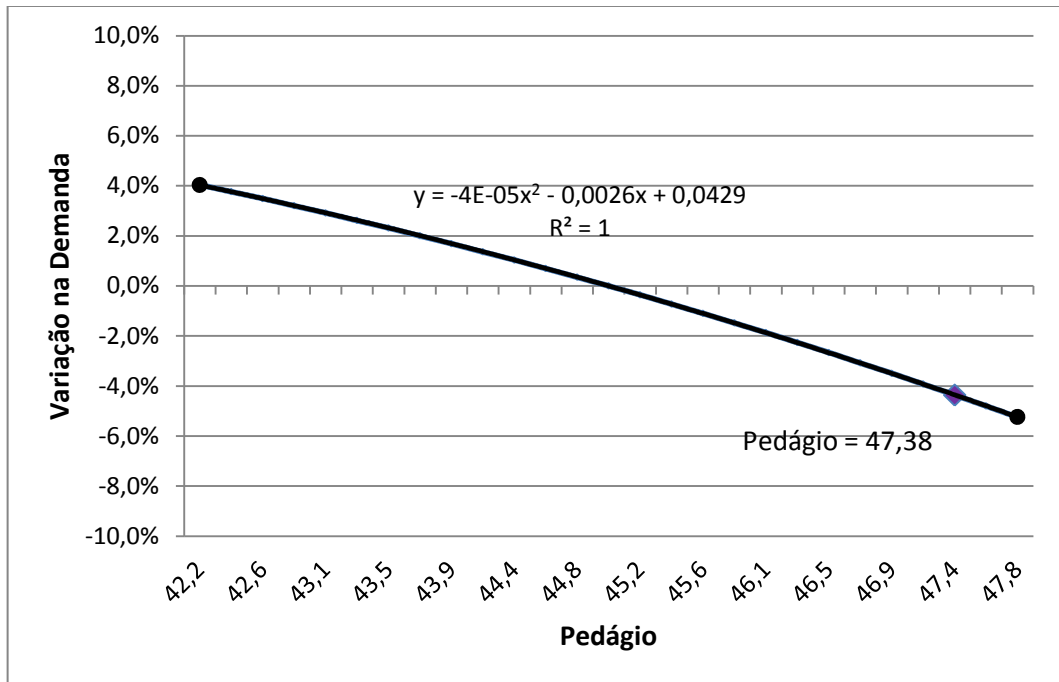
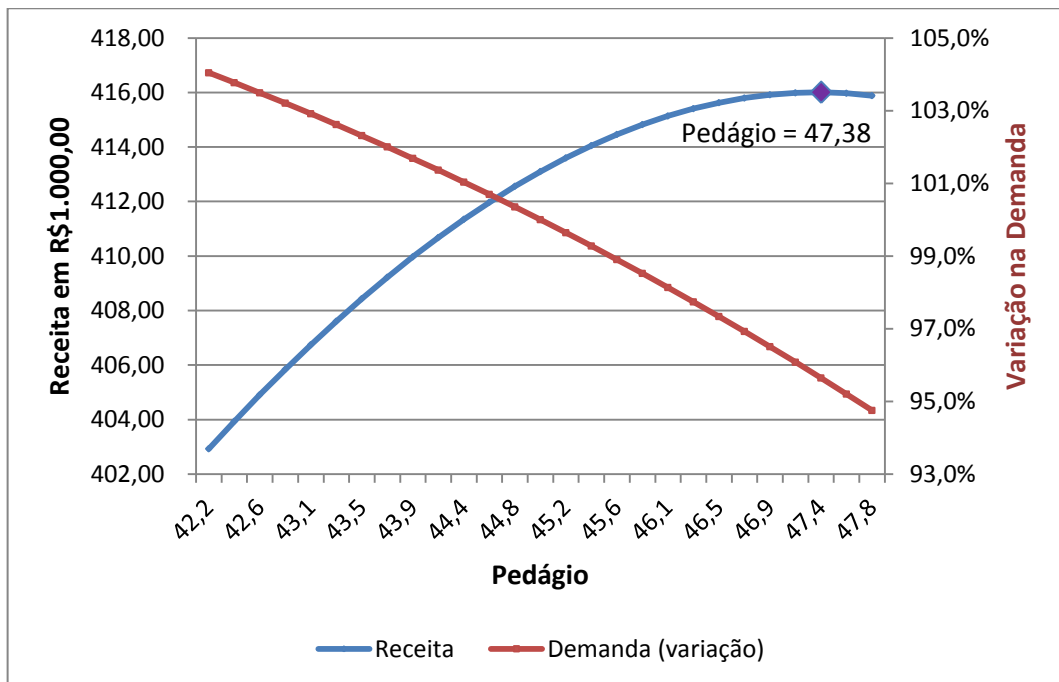


Gráfico 40 - Elasticidade e Receita Automóveis Desviados



Isto significa que o pedágio que maximiza a demanda de automóveis desviado e tendencial é de R\$47,38, enquanto o valor básico adotado nas simulações foi de R\$45,00.

Gráfico 41 - Caminhões Leves Desviados - Demanda x Pedágio

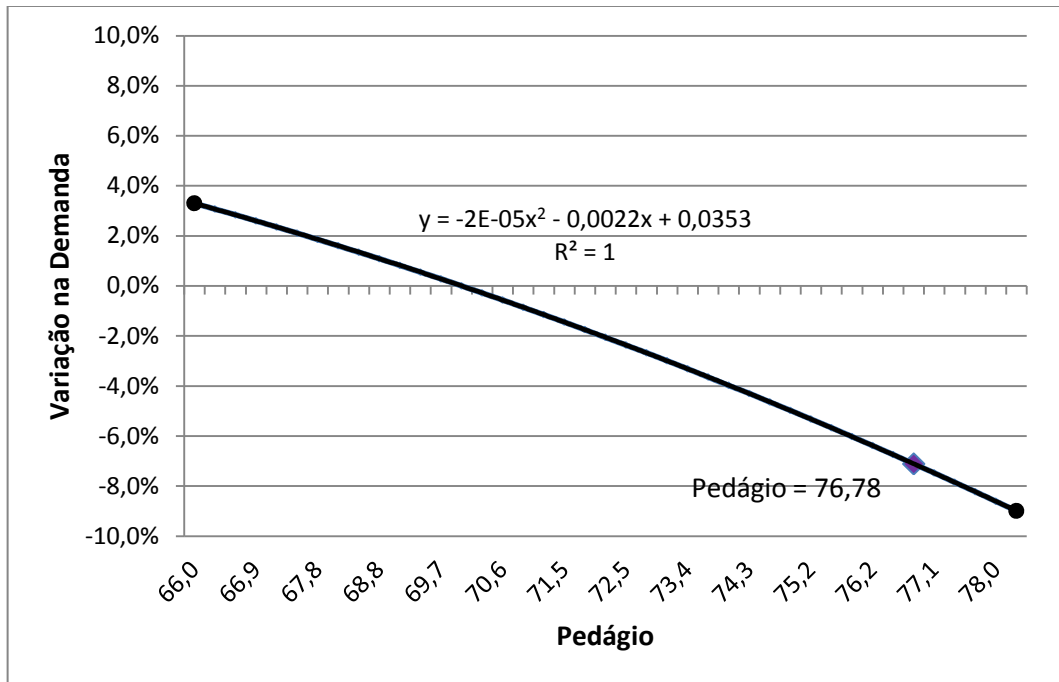
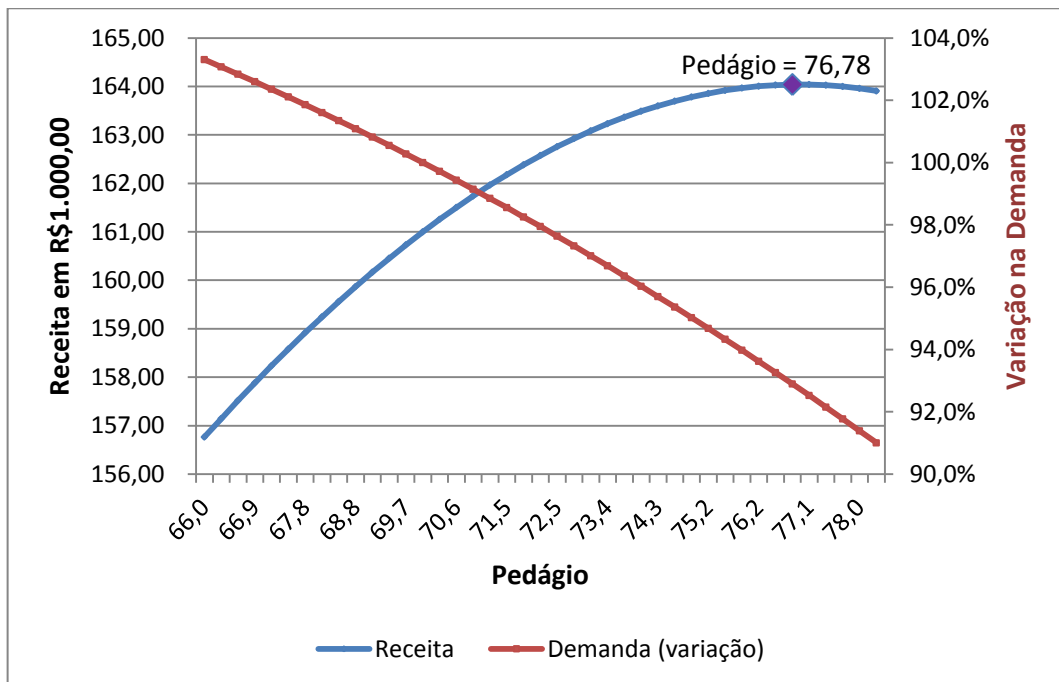


Gráfico 42 - Elasticidade e Receita Caminhões Leves Desviados



De forma similar o pedágio que maximiza a receita de tráfego de caminhões leves desviados e tendencial é de R\$76,78, enquanto o valor adotado nas simulações foi de R\$70,00.

Gráfico 43 - Caminhões Pesados Desviados - Demanda x Pedágio

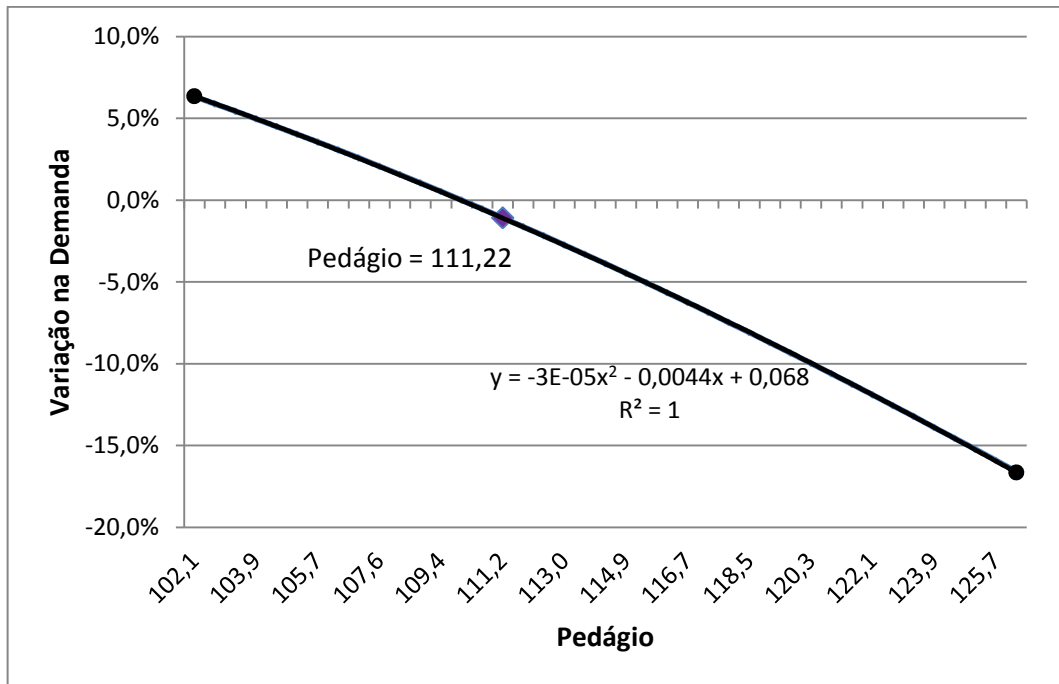
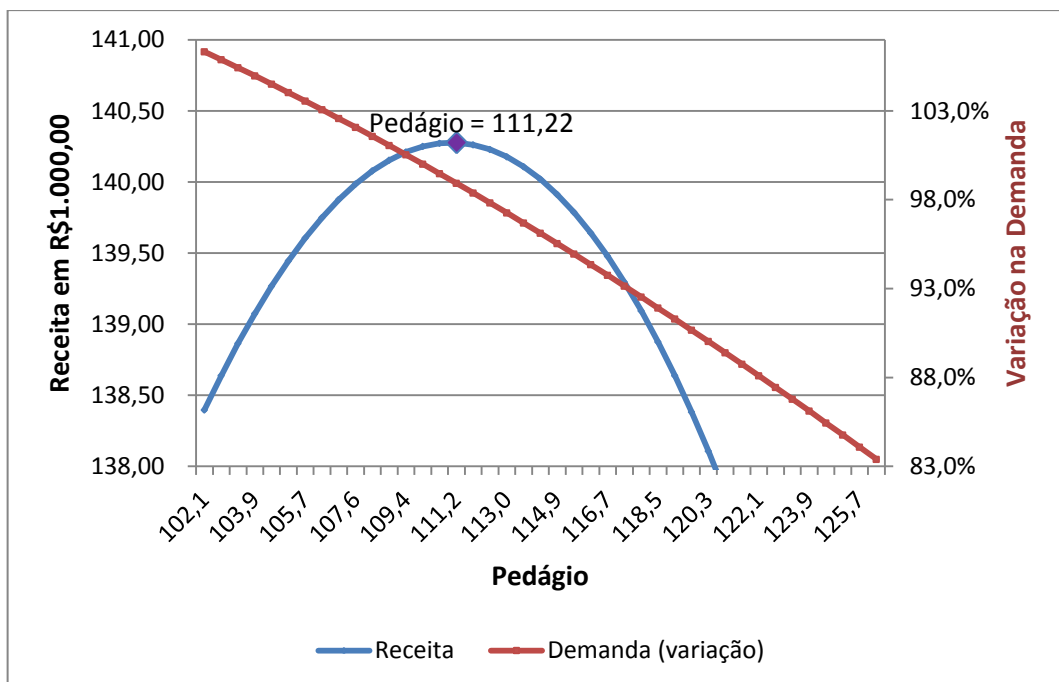


Gráfico 44 - Elasticidade e Receita Caminhões Pesados Desviados



Finalmente, o pedágio que maximiza a demanda de caminhões pesados desviados e tendencial é de R\$111,22, enquanto o valor adotado nas simulações foi de R\$110,00.

Para ônibus de longa distância desviado e tendencial não foi realizada estimativa de fluxo nem de elasticidade de demanda em relação ao pedágio, uma vez que são linhas concedidas com itinerários definidos pelo Poder Público, portanto fora de uma modelagem de menor caminho. De qualquer forma não haveria nenhum efeito expressivo sobre o fluxo na Ponte Salvador - Itaparica.

2. Para o **tráfego modelado (gerado + induzido) pela socioeconomia da Ilha de Itaparica** as simulações indicaram os reflexos na demanda pela variação do pedágio.

Quadro 74 – Demanda Socioeconomia Ilha de Itaparica + Demanda Induzida  
(Veículos Equivalentes Diários)

| Variação do Valor do Pedágio | %     |       |       |       |       |       |        |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                              | -30%  | -20%  | -10%  | 0%    | +10%  | +20%  | +30%   |
| <b>Autos</b>                 | 8.519 | 8.223 | 7.924 | 7.624 | 7.328 | 7.077 | 6.798  |
| <b>Variação da Demanda</b>   | 11,7% | 7,9%  | 3,9%  | 0,0%  | -3,9% | -7,2% | -10,8% |

Se realizada uma análise estatística direta entre a variação do pedágio e o reflexo na demanda se observaria um gráfico e uma equação como a seguir indicados.

$$y = ae^{bx}$$

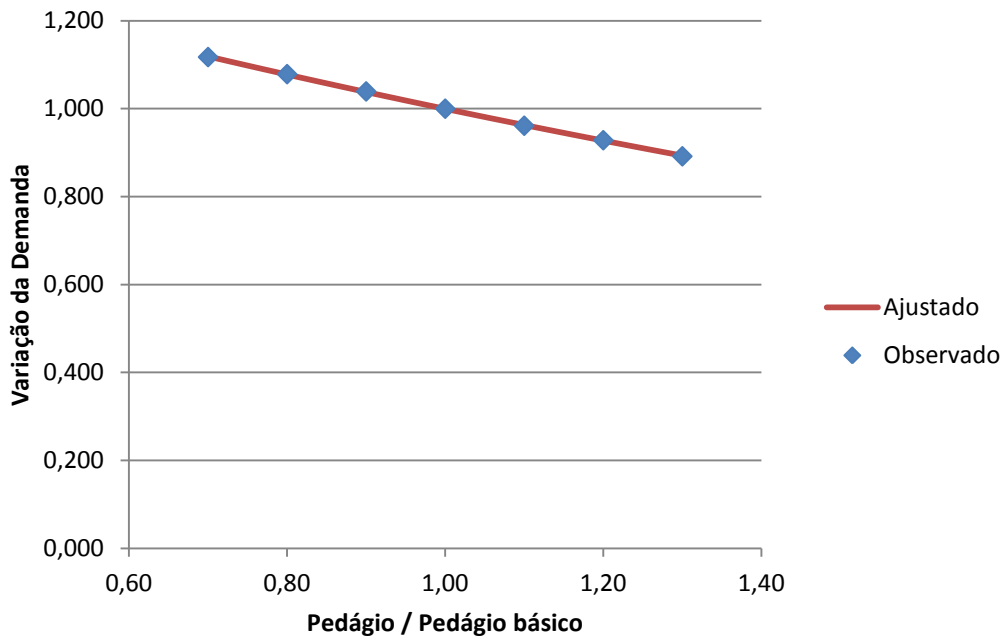
Sendo:

$$a = 1,4564E+00$$

$$b = -3,7647E-01 = (\text{Pedágio}/\text{Pedágio básico})$$

$$R^2 = 0,99$$

Gráfico 45 – Demanda x Pedágio/pedágio básico de automóveis



Isto indica uma baixa elasticidade-preço da demanda, o que é explicável, por não existir outra opção de ligação (no caso terrestre) entre a Ilha e o continente.

Qual a solução para o problema?

Revisitando o método das 4 etapas verifica-se que foi definida uma ocupação “a priori”, ou seja, já existe uma população residente no ano base.

O modelo de geração calibrado para a área metropolitana de Salvador transforma esta quantidade de pessoas em viagens querendo sair da Ilha para seus objetivos (trabalho, escola, serviços, etc.). Se existem pessoas elas querem mobilidade. Se não há oferta de transporte elas só morariam lá se fosse uma região autônoma em termos de população e trabalho, escola, etc. Esta tese de ocupação territorial equilibrada é chamada, no que tange a mobilidade, de “não transporte”. Não é este o caso em questão.

O modelo gravitacional procura distribuir (origem – destino) estas viagens produzidas na Ilha entre as zonas da área de estudo, e o faz de maneira direta à quantidade de viagens produzidas na Ilha (e atraídas pela área do continente) e inversa à distância (tempo, pedágio, custo de viagem, etc.).



Trata-se de um modelo matemático calibrado com premissas para toda a área metropolitana de Salvador. Por ser uma equação matemática o modelo sempre vai fornecer números. Mas a calibração permite uma interpolação, em alguns casos uma extrapolação dos limites usados nos modelos. Mas quando o valor ou as premissas estão muito fora do que se calibrou surgem riscos.

O modelo gravitacional não considera a forma como os indivíduos selecionam o local de moradia, trabalho, estudo. Não considera o fator comportamental. Há modelos de distribuição de viagens que consideram este fator comportamental, tais como o modelo de oportunidades intervenientes e o modelo logit para escolha de destino.

Trata-se, pois, de um problema complexo, logo a solução não é simples. Extrapola a matematização e pede uma ampliação da análise.

Se o pedágio for aumentando isto impactará para mais a impedância ao deslocamento em termos de custos, e o reflexo poderá se dar de duas maneiras:

- A ocupação territorial (urbanização prevista) não irá acontecer, ou seja, a população que foi considerada não será atingida, pois o valor a pagar por transporte será muito alto, e/ou;
- O fluxo de automóveis terá custos tão elevados em relação à tarifa de transporte coletivo que uma parcela cada vez maior da demanda irá mudar de automóveis para coletivos, reduzindo drasticamente o fluxo de automóveis, mas, ainda assim, apenas no remanescente de ocupação que tiver se disposto a morar na Ilha.

A modelagem disponível trata de viagem por sentido e não de viagem redonda. Pode-se assumir, no entanto, devido à concentração nos motivos de viagem baseados na residência, que a grande maioria dos indivíduos irão e voltarão no mesmo dia. Para as viagens não baseadas na residência – que representam uma parcela muito pequena – não há como saber se elas serão realizadas em um só sentido. Assim, postulou-se que todas as viagens deverão ser ida-volta, o que é uma hipótese mais conservadora em relação à receita. Deve-se lembrar de que isto irá ocorrer tanto nos dias úteis quanto nos fins de semana.

Como a maior parte da demanda de viagens é para moradores (ou pessoas que se hospedarão nos fins de semana, feriados e férias) da Ilha e para usuários que tenderão a fazer um deslocamento nos dois sentidos em um mesmo dia as estimativas são consistentes com a modelagem.

Como se trata de um valor muito próximo do valor adotado para as modelagens – método das 4 etapas – com calibração geral em Salvador e continente pelo PlanMob, significa que se consideraram também as regiões competitivas de ocupação e seus custos generalizados. Por isso, se admite que a modelagem seja razoável para representar os usuários deste tipo de deslocamento.

Por que este valor para este tipo de fluxo? Reitera-se que, por ser a movimentação de tráfego **modelado (gerado + induzido) pela socioeconomia da Ilha de Itaparica**, a maior probabilidade é de que sejam os moradores da Ilha que o farão. Logo a ocupação é que gera estas viagens.

Trata-se de uma proposta de política de pedágio, ajustada a uma metodologia e uma formulação matemática que quantificou a dificuldade de apenas se procurar um valor numérico, sem uma ampliação da análise. Isto supriria parcialmente à falta do modelo de uso do solo e transporte, embora precise ser cotejada na parte de receita com a viabilidade financeira do empreendimento.

3. Para o **tráfego modelado (gerado + induzido) pela socioeconomia do Recôncavo Baiano e Baixo Sul** as simulações indicaram os resultados com oscilações muito fortes em pedágios próximos do adotado. De fato, os valores são estáveis para tarifas mais baixas que o pedágio simulado e caem abruptamente próximo do valor básico. Como se trata de um fluxo que se assemelha ao fluxo tendencial, se recomenda usar as mesmas elasticidades do tráfego tendencial, uma vez que seus valores de elasticidade são fruto de uma modelagem mais específica, enquanto esta agregada usou valores da região metropolitana, embora as ocupações sejam do Sul do Estado e Recôncavo.

Quadro 75 – Demanda Gerada pela Socioeconomia do Baixo Sul e do Recôncavo Sul

| Variação do Valor do Pedágio | %     |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                              | -30%  | -20%  | -10%  | 0%    | +10%  | +20%  | +30%  |
| <b>Autos</b>                 | 6.356 | 6.356 | 6.356 | 6.356 | 5.967 | 5.967 | 5.967 |
| <b>Variação da Demanda</b>   | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%  | -6,1% | -6,1% | -6,1% |

4. Para o **tráfego de VUC, veículos urbanos de carga**, recomenda-se usar as mesmas considerações sobre elasticidade dos automóveis para o tráfego modelado (gerado + induzido) na Ilha de Itaparica, pois sua existência tem relação direta com a população. Como essa também é a razão causal dos fluxos de carga local, além de ser um exercício de previsão com premissas de uso e logística relativamente frágeis em termos de aplicação rotineira em uma área em desenvolvimento, esta seria a abordagem mais recomendável.

5. Para o **tráfego de coletivos**, entre a Ilha e Salvador, e por ser uma modelagem a partir do PlanMob Salvador de pessoas, transformada em veículos, com um carregamento médio para se transformar em ônibus, se recomenda usar elasticidade igual a 0, ou seja, inelástica de efeito ao pedágio. Isto porque o pedágio é diluído pelos passageiros e adicionado direta ou indiretamente à tarifa, a operadora apenas o repassa. Se o Poder Concedente determina a realização da viagem por ônibus de alguma espécie em serviço regular, então irá considerar os fluxos de passageiros em função da tarifa, e daí a transformação para viagens em veículos. De qualquer forma o fluxo de ônibus é pouco significativo no computo geral, apesar de sua importância social e na mobilidade.

6. Para uma estimativa da proporção de participação dos finais de semana no cômputo dos totais anuais de demanda, sugere-se uma análise da evolução da demanda na Praça próxima a Camaçari da Concessionária Litoral Norte, isto para automóveis. Para o tráfego comercial, sugere-se utilizar a distribuição do fluxo da BR-324 como testemunha.

Um aspecto extremamente relevante é que a demanda de veículos particulares (automóveis) na Ponte Salvador - Itaparica também sofrerá dois tipos de impactos:

- Não existe experiência de pedágio em áreas urbanas em Salvador, e como se entende que uma parte significativa da demanda na Ponte será de usuários diários em movimentos pendulares (fundamentalmente casa-trabalho, casa-serviços e casa-escola) a demanda será função de mudança de hábitos. Em parte, isto foi considerado ao se ter dois cenários de mobilidade (livre e com limitação) e a abordagem de tarifa menor para viagens de ida e volta no mesmo dia;
- Na medida em que o sistema de transportes coletivos pela Ponte vier a se sofisticar e ter uma qualidade com alto nível de serviço, algum impacto intermodal poderá surgir, em especial para pedágios de alto valor. No entanto, a prática tem demonstrado que a busca pelo transporte individual permanece muito elevada e mesmo quando há sistemas alternativos de boa qualidade o fluxo de viagens por automóveis ainda permanece.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Um exemplo interessante é a ligação por metrô na Linha 4 entre a Barra da Tijuca e a Zona Sul/Centro do Rio de Janeiro, com um bom nível de serviço, um fluxo elevado, mas aquém do esperado, pois, além da crise econômica ter impactado a taxa de mobilidade, mesmo em uma área de renda média/alta, o tempo de viagem por automóveis ainda é aceitável para usuários que querem conforto e individualidade, além da flexibilidade que o automóvel oferece.

#### **IV.4 USO DO SOLO SIMULADO**

A simulação dos cenários de ocupação e uso do solo para a Ilha de Itaparica e Litoral Sul da Bahia foi desenvolvida com base nos dados fornecidos pelo Governo Estadual e constaram do Relatório Técnico 03, capítulo 3, em especial nos itens 3.2 e 3.3.

## IV.5 BANDA DE DEMANDA

Apresenta-se uma proposta de bandas de demanda para a ponte Salvador – Itaparica e outra para a ponte do Funil, indicando limites superiores e inferiores, ao longo dos vinte e cinco primeiros anos, para os valores de demanda simulados.

Existe muito pouca literatura sobre a estimação de bandas de demanda. Por isso, procuraram-se experiências no País de casos similares em projetos de parceria público-privada (PPP), onde este tipo de procedimento é adotado para se ter parâmetros de comparação.

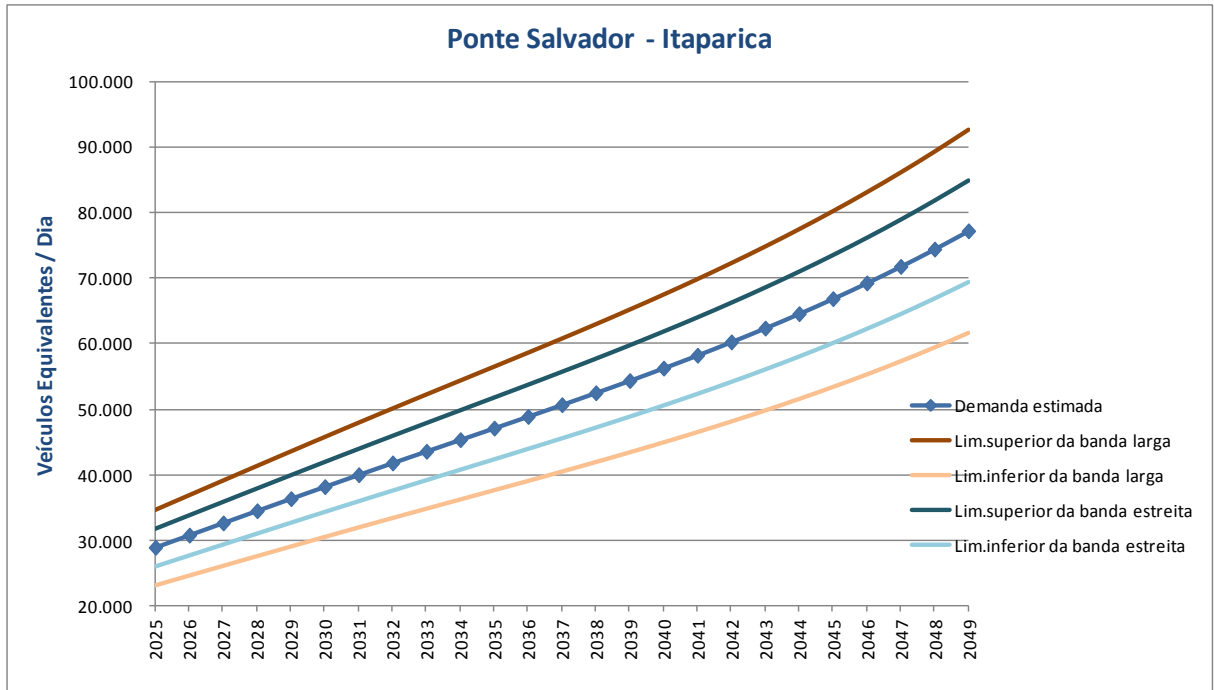
As bandas são construídas em função da demanda, geralmente com um percentual fixo ao longo do tempo. Como se trata de um projeto “*greenfield*” entende-se que é mais adequado comparar os cenários adotados e como seria a dispersão ao longo do tempo.

Assim, foram construídas duas bandas para a ponte Salvador – Itaparica: uma banda mais larga, entre um limite externo superior de 20% e um limite externo inferior de -20%; e uma mais estreita, entre um limite interno superior de 10% e um limite interno inferior de -10%.

Isso permitirá ao Poder Público definir graus de participação na contraprestação mais próximos de cada situação futura, ao incluir em suas análises o CAPEX e o OPEX do Sistema Viário do Oeste.

Apresentam-se a seguir um gráfico e um quadro, ilustrando os valores obtidos para essas bandas, na Ponte Salvador – Itaparica.

Gráfico 46 – Demanda estimada, banda larga e banda estreita – Ponte Salvador - Itaparica



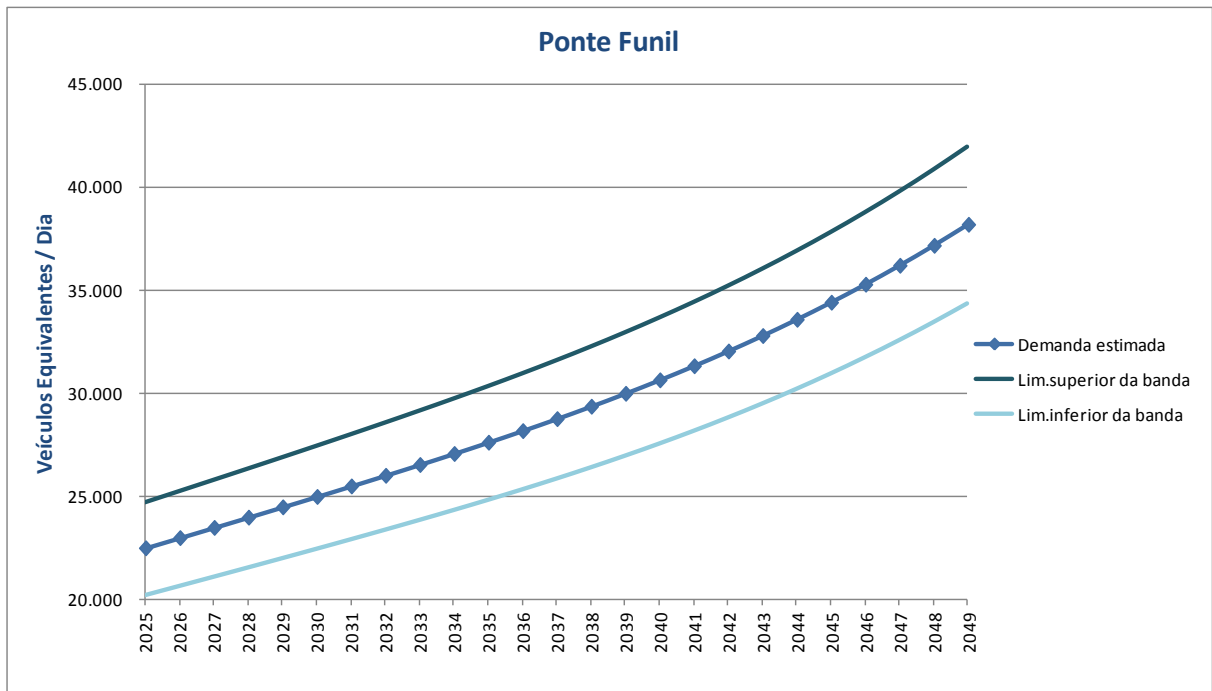


Quadro 76 - Demanda estimada, banda larga e banda estreita – Ponte Salvador - Itaparica

| Ano  | Demanda Estimada | Banda Larga     |                 | Banda Estreita  |                 |
|------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|      |                  | Limite Superior | Limite Inferior | Limite Superior | Limite Inferior |
| 2025 | 28.879           | 34.655,03       | 23.103,35       | 31.767,11       | 25.991,27       |
| 2026 | 30.743           | 36.891,38       | 24.594,25       | 33.817,1        | 27.668,53       |
| 2027 | 32.603           | 39.124,05       | 26.082,7        | 35.863,71       | 29.343,04       |
| 2028 | 34.458           | 41.349,34       | 27.566,23       | 37.903,57       | 31.012,01       |
| 2029 | 36.303           | 43.563,59       | 29.042,39       | 39.933,29       | 32.672,69       |
| 2030 | 38.136           | 45.763,09       | 30.508,73       | 41.949,5        | 34.322,32       |
| 2031 | 39.953           | 47.944,17       | 31.962,78       | 43.948,82       | 35.958,13       |
| 2032 | 41.753           | 50.103,14       | 33.402,09       | 45.927,88       | 37.577,36       |
| 2033 | 43.532           | 52.238,91       | 34.825,94       | 47.885,67       | 39.179,18       |
| 2034 | 45.301           | 54.360,76       | 36.240,51       | 49.830,7        | 40.770,57       |
| 2035 | 47.067           | 56.480,56       | 37.653,7        | 51.773,84       | 42.360,42       |
| 2036 | 48.842           | 58.610,17       | 39.073,45       | 53.725,99       | 43.957,63       |
| 2037 | 50.635           | 60.761,48       | 40.507,66       | 55.698,03       | 45.571,11       |
| 2038 | 52.455           | 62.946,36       | 41.964,24       | 57.700,83       | 47.209,77       |
| 2039 | 54.314           | 65.176,66       | 43.451,11       | 59.745,28       | 48.882,5        |
| 2040 | 56.220           | 67.464,28       | 44.976,19       | 61.842,26       | 50.598,21       |
| 2041 | 58.184           | 69.821,07       | 46.547,38       | 64.002,65       | 52.365,8        |
| 2042 | 60.216           | 72.258,91       | 48.172,61       | 66.237,34       | 54.194,18       |
| 2043 | 62.325           | 74.789,67       | 49.859,78       | 68.557,2        | 56.092,25       |
| 2044 | 64.521           | 77.425,23       | 51.616,82       | 70.973,12       | 58.068,92       |
| 2045 | 66.815           | 80.177,44       | 53.451,63       | 73.495,99       | 60.133,08       |
| 2046 | 69.215           | 83.058,19       | 55.372,13       | 76.136,68       | 62.293,65       |
| 2047 | 71.733           | 86.079,35       | 57.386,24       | 78.906,07       | 64.559,51       |
| 2048 | 74.377           | 89.252,79       | 59.501,86       | 81.815,06       | 66.939,59       |
| 2049 | 77.159           | 92.590,37       | 61.726,92       | 84.874,51       | 69.442,78       |

Para a Ponte do Funil a variação entre os modelos *Livre* e *Limitado* foi bem menor, razão pela qual se recomenda uma banda única e uniforme, ao longo de todo o período da concessão, no valor de 10% para ambos os lados da curva de demanda estimada.

Gráfico 47 – Demanda estimada, limite inferior e superior da banda – Ponte do Funil



Quadro 77 – Demanda estimada, limite inferior e superior da banda – Ponte do Funil

| <b>Ano</b> | <b>Demanda Estimada</b> | <b>Limite Superior</b> | <b>Limite Inferior</b> |
|------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| 2025       | 22.455                  | 24.700                 | 20.209                 |
| 2026       | 22.949                  | 25.244                 | 20.654                 |
| 2027       | 23.445                  | 25.789                 | 21.100                 |
| 2028       | 23.943                  | 26.337                 | 21.548                 |
| 2029       | 24.443                  | 26.888                 | 21.999                 |
| 2030       | 24.949                  | 27.443                 | 22.454                 |
| 2031       | 25.459                  | 28.005                 | 22.913                 |
| 2032       | 25.976                  | 28.573                 | 23.378                 |
| 2033       | 26.500                  | 29.150                 | 23.850                 |
| 2034       | 27.035                  | 29.738                 | 24.331                 |
| 2035       | 27.582                  | 30.341                 | 24.824                 |
| 2036       | 28.146                  | 30.960                 | 25.331                 |
| 2037       | 28.728                  | 31.600                 | 25.855                 |
| 2038       | 29.331                  | 32.264                 | 26.398                 |
| 2039       | 29.958                  | 32.954                 | 26.962                 |
| 2040       | 30.612                  | 33.673                 | 27.551                 |
| 2041       | 31.296                  | 34.425                 | 28.166                 |
| 2042       | 32.012                  | 35.213                 | 28.811                 |
| 2043       | 32.763                  | 36.040                 | 29.487                 |
| 2044       | 33.553                  | 36.908                 | 30.197                 |
| 2045       | 34.383                  | 37.821                 | 30.944                 |
| 2046       | 35.256                  | 38.782                 | 31.731                 |
| 2047       | 36.176                  | 39.794                 | 32.559                 |
| 2048       | 37.145                  | 40.860                 | 33.431                 |
| 2049       | 38.166                  | 41.983                 | 34.349                 |

A seguir alguns exemplos de bandas de demanda para casos de parceria público privada, a quase totalidade de sistemas de transporte coletivo, exceto do corredor TRANSOLÍMPICO no Rio de Janeiro<sup>7</sup>. No âmbito federal de rodovias não há experiência disponibilizada para PPP com uso de bandas

<sup>7</sup> Via expressa pedagiada, com corredor de BRT junto ao canteiro central.

Quadro 78 – Exemplos de Bandas de Demanda em PPP's

| Projeto       | Modo               | Poder Concedente  | Status                    | Descrição   | Vigência                          |
|---------------|--------------------|-------------------|---------------------------|---|-----------------------------------|
| Linha 4       | Metrô              | Gov. Estado de SP | Contrato assinado em 2006 | $\pm 10\%$ : Risco Concessionária<br>de 10% a 20%: 40% Concessionária / 60% Poder Concedente<br>de 20% a 40%: 10% Concessionária / 90% Poder Concedente<br>acima de 40%: Reequilíbrio                                   | 10 anos partir da operação plena  |
| Linha 6       | Metrô              | Gov. Estado de SP | Contrato assinado em 2013 | $\pm 15\%$ : Risco Concessionária<br>de 15% a 30%: 40% Concessionária / 60% Poder Concedente  | 10 anos partir da operação plena  |
| Linha 18      | Monotrilho         | Gov. Estado de SP | Contrato assinado em 2014 | $\pm 15\%$ : Risco Concessionária<br>de 15% a 30%: 40% Concessionária / 60% Poder Concedente<br>de 30% a 40%: 10% Concessionária / 90% Poder Concedente<br>acima de 40%: Reequilíbrio                                   | Durante todo o prazo da concessão |
| Linhas 5 e 17 | Metrô e Monotrilho | Gov. Estado de SP | Contrato assinado em 2018 | $\pm 10\%$ : Risco Concessionária<br>de 10% a 20%: 40% Concessionária / 60% Poder Concedente<br>de 20% a 40%: 10% Concessionária / 90% Poder Concedente<br>acima de 40%: Reequilíbrio                                   | Durante todo o prazo da concessão |
| VLT Carioca   | VLT                | Prefeitura do Rio | Contrato assinado em 2013 | $\pm 10\%$ : Risco Concessionária<br>de 10% a 20%: 50% Concessionária / 50% Poder Concedente<br>acima de 20%: Reequilíbrio  | 10 anos partir da operação plena  |
| TransOlimpica | Rodovia            | Prefeitura do Rio | Contrato assinado em 2012 | Caberá a recomposição do equilíbrio econômico-financeiro do Contrato caso ocorra variação da demanda real contabilizada acima ou abaixo e 25% da demanda projetada pelo Poder Concedente, apurada a cada 5 (cinco) anos | Durante todo o prazo da concessão |

## **IV.6 ANÁLISE DE RISCO DE DEMANDA**

Para a análise do risco de atingimento dos valores estimados de demanda, no ano de abertura, deverá ser elaborada uma curva de distribuição de probabilidade da demanda ser menor que um dado valor, mediante uma variação estocástica dos níveis dos insumos da simulação.

No caso em estudo, a demanda total é composta pela soma de estimativas de seis diferentes fluxos de tráfego: desviado, tendencial, modelado Itaparica, modelado Recôncavo Sul + Baixo Sul, VUC's e ônibus. Dada a incerteza inerente ao processo de estimação desses fluxos, deseja-se analisar a sensibilidade da demanda total estimada em relação às flutuações nos seus níveis.

Cada um desses fluxos pode variar entre um valor mínimo e um valor máximo, função dos erros de estimação do modelo empregado. Podemos arbitrar uma proporção de variação máxima, por exemplo 30%, para mais ou para menos, na estimativa de cada componente de tráfego. Observe-se que essa é uma premissa bastante pessimista em relação à precisão das estimativas individuais de cada fluxo, pois se está admitindo um arco de variação de 60% do valor obtido. Todavia adotou-se essa premissa tendo em vista que se desconhece o valor real mínimo e máximo de cada fluxo e, também, para manter-se o viés conservador presente em todo o estudo.

Sujeito aos seus valores limites mínimo e máximo, cada fluxo poderá variar como uma variável aleatória uniformemente distribuída. Além disso, os fluxos são independentes entre si, quer dizer que eles não são influenciados pela variação nos valores de cada um dos outros. O valor total da demanda é também uma variável aleatória, normalmente distribuída, uma vez que é uma soma de variáveis aleatórias.

A escolha da distribuição uniforme como forma funcional das variáveis aleatórias representantes dos fluxos deve-se à premissa de optar pela abordagem mais conservadora.

O método de Monte Carlo consiste na geração de múltiplas perturbações aleatórias em cada uma das componentes da demanda total (variáveis) da seguinte forma:

1. Gerar uma perturbação aleatória nos níveis de cada uma das componentes da demanda;
2. Somar cada conjunto de (seis) valores randômicos para chegar ao valor total da demanda;
3. O valor esperado para a demanda será a média dos valores obtidos para a soma das variáveis aleatórias.

Outro aspecto a ser considerado é que os valores randômicos a serem gerados para cada fluxo componente da demanda precisam cobrir densamente todo o espaço de valores possíveis. Assim, determinado o erro máximo que se deseja incorrer, é preciso gerar um número suficiente de valores aleatórios para garantir a varredura do espaço de entradas de forma a não omitir valores significativos dos fluxos.

O método Monte Carlo permite a estimativa do valor esperado de uma variável aleatória e também pode computar o erro de estimação, que é proporcional ao número de iterações.

$$\varepsilon = \frac{3\sigma}{\sqrt{N}}$$

O erro total é dado pela expressão: onde  $\sigma$  é o desvio padrão da variável aleatória e  $N$  é o número de iterações. Podemos estimar um limite superior para  $\sigma$  calculando o desvio padrão entre os valores mínimo, médio e máximo da variável aleatória.

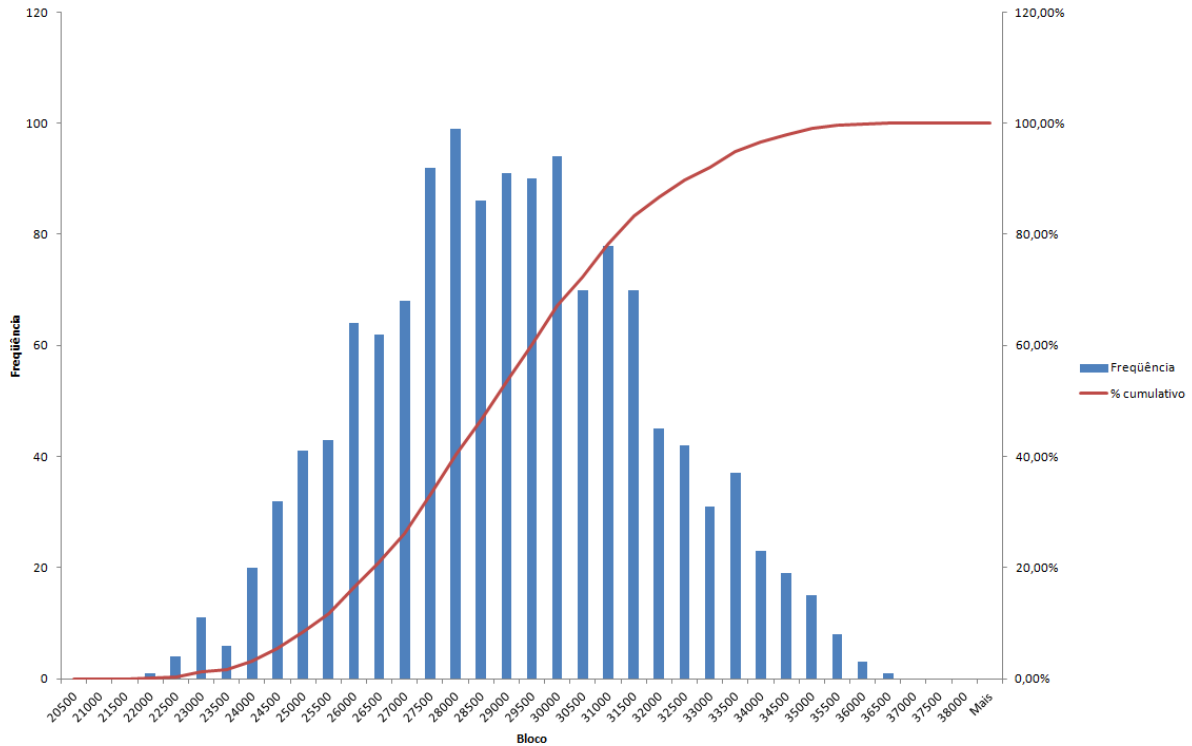
No caso da variação de 30%,  $\sigma = 7073,9$ .

Vamos adotar um erro máximo de estimação  $< 2\%$ . Um cálculo simplificado para o valor da variável aleatória é a média entre os seus valores mínimo e máximo; um erro de 2% corresponde à divisão dessa média por 50.

Teremos, portanto,  $\varepsilon = 577,58$ . Assim, podemos calcular o número de iterações para 30% como sendo de 1.350.

Apresentamos no gráfico a seguir, os resultados da aplicação do método de Monte Carlo, conforme descrito acima.

Gráfico 48 – Distribuição de probabilidade de demanda no ano de abertura – Amplitude de variação nos insumos de +/- 30%



Para este caso, o valor esperado da variável aleatória é de 28.811 veículos equivalentes / dia. Existe uma probabilidade de 10,1% de que a demanda seja menor que 25.250, ou seja, em 89,9% das vezes a demanda é de, no mínimo, 25.250 veículos equivalentes / dia.

Uma consideração final sobre esse processo de análise de risco é sobre a sua aplicabilidade em anos futuros. Dentro das premissas colocadas, o que se buscou calcular foi a probabilidade de atingimento de determinados níveis de demanda total previstos por um modelo que é alimentado por variáveis exógenas não controláveis. Essas variáveis incluem população, renda, taxa de motorização, PIB, escolaridade, empregos.



Então, ao se focar no ano de abertura do projeto, com o seu conjunto de variáveis exógenas definido, o que se avaliou foi a performance do modelo utilizado. Tal performance não vai se alterar com um novo conjunto de variáveis, apenas os resultados produzidos. Assim, uma tentativa de aplicar o mesmo método para as estimativas de demanda em um ano futuro, não conseguirá separar os efeitos do funcionamento do modelo e das projeções das variáveis exógenas. Ou seja, não se estará somente calculando a probabilidade de obtenção de determinados resultados previstos pelo modelo, mas sim uma *conflação* entre a projeção das variáveis exógenas e a performance do modelo.

Conflação é a fusão de dois ou mais conjuntos de informações, textos, ideias, opiniões, etc., em um, muitas vezes gerando resultados espúrios. Em lógica, é a prática de tratar dois conceitos distintos – a projeção de variáveis *ex-modelo* e o funcionamento do modelo - como se fossem um, o que produz erros ou equívocos (*Wikipédia*).

Sendo assim, aplica-se a análise no ano de abertura e projetam-se as probabilidades desejadas de forma análoga à evolução das estimativas de demanda.

## IV.7 CÁLCULO DA DEMANDA ANUAL

Um resultado importante de um estudo de demanda é poder estimar a receita anual gerada pelo empreendimento. Como os valores de demanda estão calculados para um dia útil médio, torna-se necessário obter um multiplicador que permita obter um valor anual, ou seja, computar um *dia útil equivalente*.

Como o projeto da Ponte Salvador – Itaparica é um projeto *greenfield*, não se tem parâmetros para fazer esse cálculo. Para se computar esse multiplicador adotaram-se então os valores observados em outro projeto, que apresenta muita similaridade com aquele – trata-se da Ponte Rio – Niterói.

Ambos os projetos são de pontes pedagiadas, com extensão praticamente igual, conectando a metrópole regional a outro(s) municípios(s) da sua região metropolitana, com opção de contorno rodoviário. Além disso, apresentam usuários que realizam viagens com características pendulares, de ida-volta no mesmo dia, assim como usuários de lazer atraídos por regiões de praia.

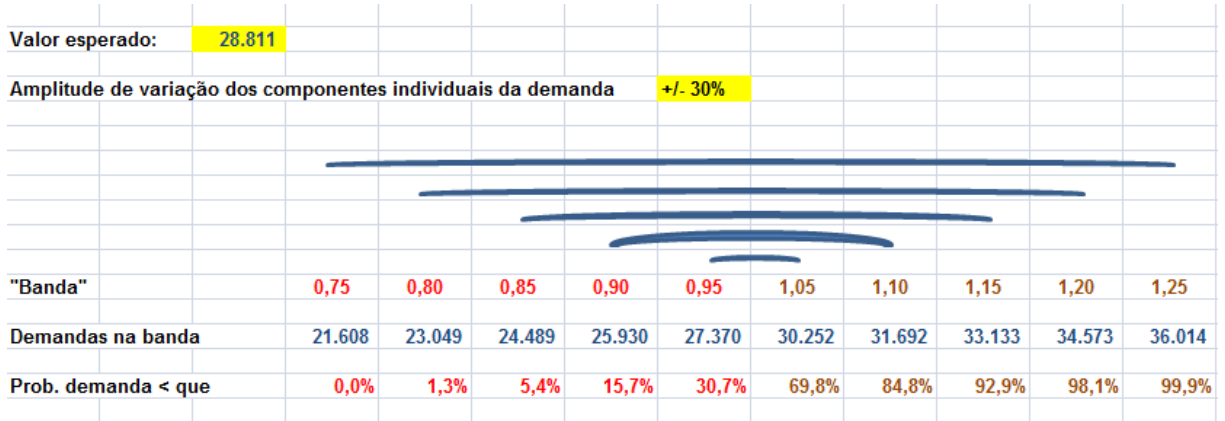
Com esse objetivo, foram analisados dados de tráfego da Ponte Rio – Niterói referentes a um ano – de 1/08/2018 a 31/07/2019 – e observou-se que a média dos dias de finais de semana corresponde a 88,9% de um dia útil médio. Portanto, para obter a demanda anual, precisa-se multiplicar o valor encontrado para um dia útil por **353,345**.

## IV.8 CONSOLIDAÇÃO DOS RESULTADOS

Os itens destacados a seguir, consolidam os resultados produzidos pelo estudo.

- Demandas diárias estimadas para um dia útil médio, em veículos equivalentes (VED), para as Pontes Salvador – Itaparica e do Funil, ao longo do período de concessão, variando de 28.879 VED no ano de abertura até 92.646 VED no 30º ano para a primeira e de 22.455 VED a 43.860 VED para a segunda, apresentadas nos quadros 71 e 73;
- Construídas bandas de demanda para essas estimativas, sendo duas bandas para a Ponte Salvador – Itaparica e uma para a Ponte do Funil, explicadas no item 20 e apresentadas nos quadros 76 e 77;
- Desagregação dos veículos equivalentes totais em veículos equivalentes por categoria, apresentadas no Anexo I;
- Análise de risco de demanda para a Ponte Salvador – Itaparica, utilizando método de Monte Carlo aplicado sobre insumos com 30% de amplitude de variação, detalhada no item 21 e ilustrada no gráfico 48;
- Aplicação da função densidade de probabilidade obtida para estimar a probabilidade de intervalos acima e abaixo do valor esperado para a demanda (VED), ilustrada abaixo, suporta a construção das bandas conforme item 20.

Figura 78 – Probabilidades das bandas de demanda



- Utilização de dados de tráfego da Ponte Rio – Niterói como *proxy* para computar o fator de equivalência dias úteis x ano indicou que o cálculo da demanda anual deve levar em consideração 353,345 dias úteis médios.

# ANEXO I

### Quadro AI.1 – Veículos equivalentes por categoria

|   |                   |                | Ano 1         | Ano 2         | Ano 3         | Ano 4         | Ano 5         | Ano 6         | Ano 7         | Ano 8         | Ano 9         | Ano 10        | Ano 11        | Ano 12        | Ano 13        | Ano 14        | Ano 15        |
|---|-------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>P01 Ponte Salvador – Ilha de Itaparica</b> |                   |                |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
|   | <b>Classe</b>     |                |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| VED - Desviado + Tendencial                   | Autô              | VED/dia        | 9.405         | 9.634         | 9.862         | 10.091        | 10.322        | 10.555        | 10.789        | 11.027        | 11.268        | 11.514        | 11.767        | 12.029        | 12.303        | 12.587        | 12.887        |
| VED - Desviado + Tendencial                   | Moto              | VED/dia        | 182           | 186           | 190           | 195           | 199           | 204           | 208           | 213           | 218           | 223           | 228           | 233           | 238           | 244           | 249           |
| VED - Desviado + Tendencial                   | Ônibus            | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Desviado + Tendencial                   | Caminhão leve     | VED/dia        | 2.583         | 2.646         | 2.709         | 2.771         | 2.835         | 2.898         | 2.963         | 3.028         | 3.093         | 3.161         | 3.230         | 3.301         | 3.376         | 3.454         | 3.536         |
| VED - Desviado + Tendencial                   | Caminhão pesado   | VED/dia        | 1.925         | 1.972         | 2.018         | 2.065         | 2.112         | 2.159         | 2.207         | 2.255         | 2.304         | 2.353         | 2.405         | 2.458         | 2.513         | 2.571         | 2.632         |
| VED - Induzido                                | Autô              | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Induzido                                | Moto              | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Induzido                                | Ônibus            | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Induzido                                | Caminhão leve VUC | VED/dia        | 514           | 567           | 620           | 671           | 721           | 768           | 813           | 854           | 891           | 925           | 956           | 983           | 1.008         | 1.031         | 1.052         |
| VED - Induzido                                | Caminhão pesado   | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Pendular                                | Autô              | VED/dia        | 12.591        | 13.828        | 15.063        | 16.293        | 17.515        | 18.727        | 19.928        | 21.112        | 22.281        | 23.436        | 24.586        | 25.735        | 26.889        | 28.054        | 29.234        |
| VED - Pendular                                | Moto              | VED/dia        | 1.000         | 1.131         | 1.261         | 1.391         | 1.521         | 1.649         | 1.775         | 1.900         | 2.023         | 2.145         | 2.266         | 2.387         | 2.508         | 2.630         | 2.754         |
| VED - Pendular                                | Ônibus            | VED/dia        | 679           | 780           | 880           | 980           | 1.079         | 1.176         | 1.271         | 1.364         | 1.455         | 1.543         | 1.630         | 1.715         | 1.800         | 1.884         | 1.969         |
| VED - Promocional                             | Caminhão leve     | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Promocional                             | Caminhão pesado   | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| <b>Total de VED diário</b>                    |                   | <b>VED/dia</b> | <b>28.879</b> | <b>30.743</b> | <b>32.603</b> | <b>34.457</b> | <b>36.304</b> | <b>38.136</b> | <b>39.954</b> | <b>41.753</b> | <b>43.533</b> | <b>45.300</b> | <b>47.067</b> | <b>48.841</b> | <b>50.635</b> | <b>52.455</b> | <b>54.314</b> |

|                            |                 |                |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
|----------------------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>P02 Ponte do Funil</b>  |                 |                |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
|                            | <b>Classe</b>   |                |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| VED - Desviado + Atual     | Autô            | VED/dia        | 11.391        | 11.670        | 11.948        | 12.227        | 12.508        | 12.793        | 13.080        | 13.372        | 13.668        | 13.970        | 14.282        | 14.603        | 14.938        | 15.285        | 15.650        |
| VED - Desviado + Atual     | Moto            | VED/dia        | 277           | 284           | 291           | 298           | 305           | 312           | 319           | 326           | 334           | 341           | 349           | 357           | 365           | 374           | 383           |
| VED - Desviado + Atual     | Ônibus          | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Desviado + Atual     | Caminhão leve   | VED/dia        | 2.871         | 2.940         | 3.010         | 3.080         | 3.151         | 3.222         | 3.294         | 3.367         | 3.440         | 3.516         | 3.593         | 3.673         | 3.757         | 3.844         | 3.936         |
| VED - Desviado + Atual     | Caminhão pesado | VED/dia        | 1.949         | 1.996         | 2.043         | 2.090         | 2.138         | 2.186         | 2.234         | 2.283         | 2.333         | 2.383         | 2.435         | 2.489         | 2.545         | 2.604         | 2.666         |
| VED - Induzido             | Autô            | VED/dia        | 5.728         | 5.818         | 5.907         | 5.997         | 6.087         | 6.179         | 6.271         | 6.363         | 6.457         | 6.551         | 6.646         | 6.742         | 6.838         | 6.935         | 7.031         |
| VED - Induzido             | Moto            | VED/dia        | 239           | 242           | 246           | 250           | 254           | 257           | 261           | 265           | 269           | 273           | 277           | 281           | 285           | 289           | 293           |
| VED - Induzido             | Ônibus          | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Induzido             | Caminhão leve   | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Induzido             | Caminhão pesado | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Promocional          | Autô            | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Promocional          | Moto            | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Promocional          | Ônibus          | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Promocional          | Caminhão leve   | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Promocional          | Caminhão pesado | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| <b>Total de VED diário</b> |                 | <b>VED/dia</b> | <b>22.455</b> | <b>22.950</b> | <b>23.445</b> | <b>23.943</b> | <b>24.443</b> | <b>24.949</b> | <b>25.459</b> | <b>25.976</b> | <b>26.501</b> | <b>27.034</b> | <b>27.582</b> | <b>28.145</b> | <b>28.728</b> | <b>29.331</b> | <b>29.958</b> |

Quadro AI.1 – Veículos equivalentes por categoria (continuação)

|   |                   |                | Ano 16        | Ano 17        | Ano 18        | Ano 19        | Ano 20        | Ano 21        | Ano 22        | Ano 23        | Ano 24        | Ano 25        | Ano 26        | Ano 27        | Ano 28        | Ano 29        | Ano 30        |
|---|-------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>P01 Ponte Salvador – Ilha de Itaparica</b> |                   |                |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
|   | <b>Classe</b>     |                |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| VED - Desviado + Tendencial                   | Auto              | VED/dia        | 13.203        | 13.538        | 13.892        | 14.269        | 14.669        | 15.096        | 15.550        | 16.033        | 16.547        | 17.095        | 17.678        | 18.287        | 18.919        | 19.564        | 20.216        |
| VED - Desviado + Tendencial                   | Mob               | VED/dia        | 256           | 262           | 269           | 276           | 283           | 291           | 300           | 309           | 318           | 328           | 339           | 350           | 361           | 373           | 384           |
| VED - Desviado + Tendencial                   | Ônibus            | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Desviado + Tendencial                   | Caminhão leve     | VED/dia        | 3.623         | 3.715         | 3.813         | 3.917         | 4.028         | 4.146         | 4.273         | 4.407         | 4.551         | 4.704         | 4.867         | 5.038         | 5.215         | 5.396         | 5.579         |
| VED - Desviado + Tendencial                   | Caminhão pesado   | VED/dia        | 2.697         | 2.766         | 2.839         | 2.917         | 3.000         | 3.090         | 3.185         | 3.286         | 3.395         | 3.511         | 3.635         | 3.765         | 3.900         | 4.037         | 4.177         |
| VED - Induzido                                | Auto              | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Induzido                                | Mob               | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Induzido                                | Ônibus            | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Induzido                                | Caminhão leve VUC | VED/dia        | 1.071         | 1.089         | 1.106         | 1.123         | 1.139         | 1.156         | 1.173         | 1.191         | 1.210         | 1.230         | 1.253         | 1.277         | 1.302         | 1.327         | 1.353         |
| VED - Induzido                                | Caminhão pesado   | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Pendular                                | Auto              | VED/dia        | 30.435        | 31.664        | 32.926        | 34.226        | 35.568        | 36.961        | 38.410        | 39.918        | 41.493        | 43.140        | 44.860        | 46.642        | 48.471        | 50.330        | 52.206        |
| VED - Pendular                                | Mob               | VED/dia        | 2.881         | 3.011         | 3.144         | 3.281         | 3.424         | 3.572         | 3.726         | 3.887         | 4.055         | 4.231         | 4.416         | 4.608         | 4.804         | 5.005         | 5.207         |
| VED - Pendular                                | Ônibus            | VED/dia        | 2.054         | 2.140         | 2.227         | 2.316         | 2.408         | 2.503         | 2.600         | 2.702         | 2.807         | 2.918         | 3.033         | 3.152         | 3.274         | 3.398         | 3.524         |
| VED - Promocional                             | Caminhão leve     | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Promocional                             | Caminhão pesado   | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| <b>Total de VED diário</b>                    |                   | <b>VED/dia</b> | <b>56.220</b> | <b>58.185</b> | <b>60.216</b> | <b>62.325</b> | <b>64.520</b> | <b>66.815</b> | <b>69.216</b> | <b>71.733</b> | <b>74.376</b> | <b>77.158</b> | <b>80.081</b> | <b>83.119</b> | <b>86.246</b> | <b>89.430</b> | <b>92.646</b> |
| <b>P02 Ponte do Funil</b>                     |                   |                |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
|   | <b>Classe</b>     |                |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| VED - Desviado + Atual                        | Auto              | VED/dia        | 16.032        | 16.434        | 16.858        | 17.307        | 17.781        | 18.283        | 18.814        | 19.377        | 19.972        | 20.605        | 21.273        | 21.970        | 22.690        | 23.424        | 24.166        |
| VED - Desviado + Atual                        | Mob               | VED/dia        | 392           | 402           | 412           | 422           | 433           | 445           | 457           | 470           | 483           | 497           | 512           | 527           | 543           | 559           | 575           |
| VED - Desviado + Atual                        | Ônibus            | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Desviado + Atual                        | Caminhão leve     | VED/dia        | 4.032         | 4.134         | 4.242         | 4.356         | 4.478         | 4.607         | 4.745         | 4.891         | 5.046         | 5.212         | 5.387         | 5.571         | 5.760         | 5.954         | 6.151         |
| VED - Desviado + Atual                        | Caminhão pesado   | VED/dia        | 2.731         | 2.801         | 2.875         | 2.954         | 3.038         | 3.128         | 3.224         | 3.327         | 3.436         | 3.554         | 3.678         | 3.809         | 3.945         | 4.084         | 4.224         |
| VED - Induzido                                | Auto              | VED/dia        | 7.127         | 7.224         | 7.320         | 7.415         | 7.509         | 7.603         | 7.696         | 7.788         | 7.878         | 7.967         | 8.054         | 8.140         | 8.225         | 8.310         | 8.394         |
| VED - Induzido                                | Mob               | VED/dia        | 297           | 301           | 305           | 309           | 313           | 317           | 321           | 324           | 328           | 332           | 336           | 339           | 343           | 346           | 350           |
| VED - Induzido                                | Ônibus            | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Induzido                                | Caminhão leve     | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Induzido                                | Caminhão pesado   | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Promocional                             | Auto              | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Promocional                             | Mob               | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Promocional                             | Ônibus            | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Promocional                             | Caminhão leve     | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| VED - Promocional                             | Caminhão pesado   | VED/dia        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| <b>Total de VED diário</b>                    |                   | <b>VED/dia</b> | <b>30.611</b> | <b>31.296</b> | <b>32.012</b> | <b>32.763</b> | <b>33.552</b> | <b>34.383</b> | <b>35.257</b> | <b>36.176</b> | <b>37.144</b> | <b>38.166</b> | <b>39.240</b> | <b>40.356</b> | <b>41.506</b> | <b>42.677</b> | <b>43.860</b> |



# ANEXO II

## **AII.1 - ESTIMATIVA PARA APROVISIONAMENTO DO PASSIVO CONTINGENTE EM FUNÇÃO DA ASSUNÇÃO DE RISCO DE DEMANDA PELO GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA**

Deseja-se estimar os valores de exposição financeira do Governo do Estado devido à estratégia de compartilhamento do risco de demanda adotada. Esses valores deverão ser estimados para as hipóteses em que a demanda real venha a situar-se entre 80% e 90% da demanda estimada e abaixo de 80%, devendo-se computar os valores de exposição no Ano 1 e o valor presente líquido (VPL) da exposição do Ano1 ao Ano 15.

Aplicando-se a função densidade de probabilidade que foi calculada anteriormente e ilustrada no Gráfico 48, pode-se chegar a um valor de demanda em VED que corresponda a 90% da probabilidade de ocorrência, em cada uma das hipóteses acima.

### **AII.1.1 - Demanda real entre 80% e 90%**

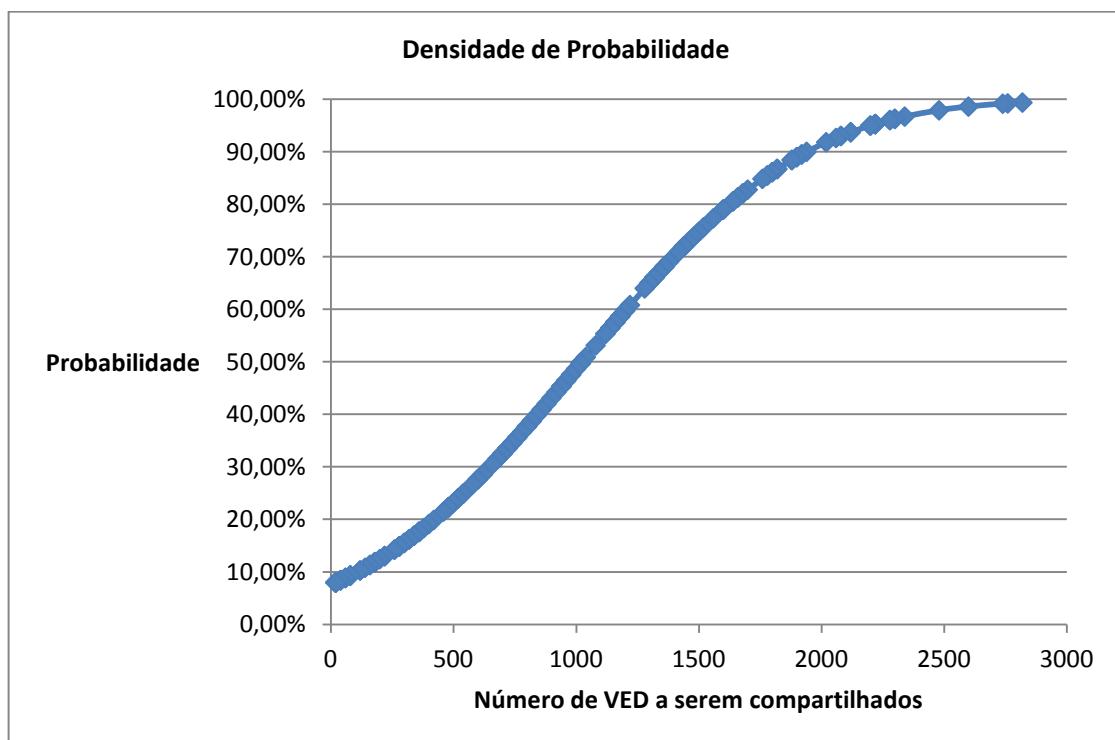
Para a hipótese em que a demanda real posicione-se entre 80% e 90% da demanda estimada, podemos computar esse valor mediante a sequência de passos descrita a seguir.:

- a) Estratégia de compartilhamento definida pelo Governo: 70% Estado/30% Concessionária;
- b) Tarifa ponderada por VED, computada em função do *mix* de veículos que pagam a tarifa normal e os que pagam tarifa promocional = R\$32,71;
- c) Quantidade de dias equivalentes por ano conforme calculado anteriormente: 353,3;
- d) Valor equivalente à 80% da demanda estimada: 23.040 VED no Ano 1;
- e) Valor equivalente à 90% da demanda estimada: 25.920 VED no Ano 1;
- f) Isso significa que deverão ser compartilhados entre o Governo e a Concessionária um número de veículos equivalentes entre 2.880 (ou seja, 25.920-23.040) e 1;
- g) Número de veículos equivalentes / dia abaixo da meta de 90% da demanda estimada, que deverão ser compartilhados: 1.940, calculados da seguinte forma:

- Computa-se a distribuição da probabilidade de ocorrência de um determinado número de veículos que faltam para chegar ao nível de demanda e que deverão ser compartilhados;
- Utiliza-se o valor para o qual existe 90% de probabilidade de que o número de veículos a serem compartilhados seja menor ou igual a ele.

O gráfico a seguir ilustra esse cálculo.

Gráfico All.1 – Probabilidade de que a quantidade de veículos abaixo da meta seja menor que um determinado valor – hipótese de demanda real entre 80% e 90%



h) Valor de exposição para o Ano 1: R\$ 15.693.999,21

i) VPL da exposição Ano 1 ao Ano 15 utilizando taxa SELIC real de 3,2%: R\$ 260.214.123,62

### **All.1.2 - Demanda real abaixo de 80%**

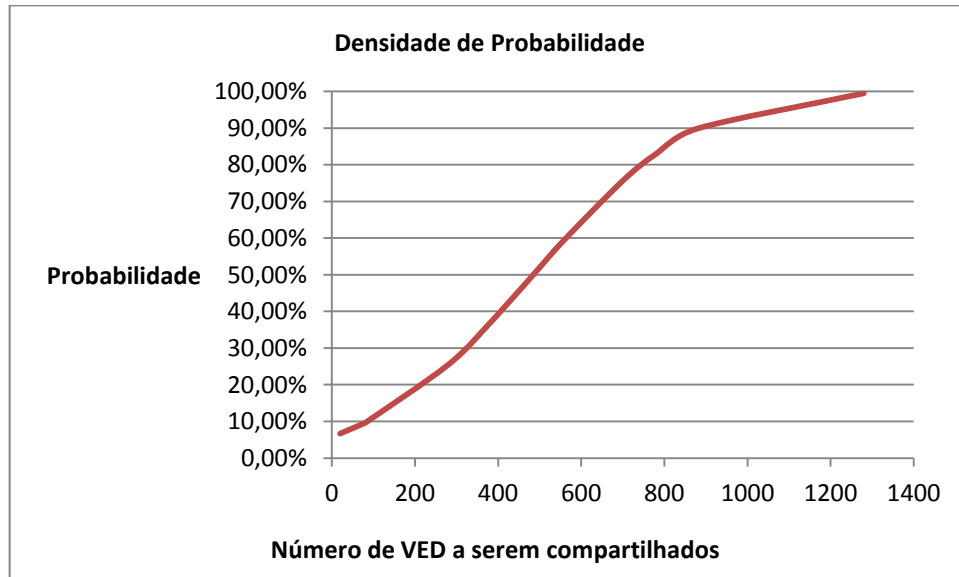
Para a hipótese em que a demanda real fique abaixo de 80% da estimada, ou seja, abaixo de 23.040, pode-se computar os valores de exposição para o Ano 1 e o VPL do Ano 1 ao Ano 15 de maneira bastante similar ao item anterior.

- a) Estratégia de compartilhamento definida pelo Governo: 100% Estado;
- b) Tarifa ponderada por VED, computada em função do *mix* de veículos que pagam a tarifa normal e os que pagam tarifa promocional = R\$32,71;
- c) Quantidade de dias equivalentes por ano conforme calculado anteriormente: 353,3;
- d) Valor equivalente à 80% da demanda estimada: 23.040 VED no Ano 1;
- e) Probabilidade da demanda tende assintoticamente a 0 a partir de 21.700 VED no Ano 1;
- f) Isso significa que deverão ser compartilhados entre o Governo e a Concessionária um número de veículos equivalentes entre 1.340 (ou seja, 23.040-21.700) e 1;
- g) Número de veículos equivalentes / dia abaixo da meta de 90% da demanda estimada, que deverão ser compartilhados: 880, calculados da seguinte forma:

- Computa-se a distribuição da probabilidade de ocorrência de um determinado número de veículos que faltam para chegar ao nível de demanda e que deverão ser compartilhados;
- Utiliza-se o valor para o qual existe 90% de probabilidade de que o número de veículos a serem compartilhados seja menor ou igual a ele.

O gráfico a seguir ilustra esse cálculo.

Gráfico All.2 – Probabilidade de que a quantidade de veículos abaixo da meta seja menor que um determinado valor – hipótese de demanda real abaixo de 80%



h) Valor de exposição para o Ano 1: R\$ 10.169.896,39

i) VPL da exposição Ano 1 ao Ano 15 utilizando taxa SELIC real de 3,2%: R\$ 118.035.272,57