



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

ESCOLA POLITÉCNICA

DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA, SOCIAL,  
AMBIENTAL E JURÍDICO-LEGAL PARA A IMPLANTAÇÃO DE  
SISTEMAS DE TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE PASSAGEIROS DE  
INTERESSE REGIONAL

Trecho: **Conceição da Feira (BA) – Salvador (BA) – Alagoinhas (BA)**

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA, SOCIAL,  
AMBIENTAL E JURÍDICO-LEGAL**

**VOLUME II**

Agosto de 2013

**Ministério dos Transportes**

**Secretaria Política Nacional de Transportes**

**Universidade Federal da Bahia – UFBA**

**Centro de Estudos de Transportes e Meio Ambiente – CETRAMA**

**TERMO DE COOPERAÇÃO Nº 04/2011/SPNT/MT**

**EQUIPE TÉCNICA**

<b>NOME</b>	<b>FORMAÇÃO</b>	<b>FUNÇÃO</b>	<b>VINCULO</b>
Ilce Marília Dantas Pinto	Eng. Civil /Doutora em Engenharia de Transporte	Coordenadora dos Estudos e Pesquisas	UFBA
Denise Maria da Silva Ribeiro	Eng. Civil/ Mestre em Engenharia Ambiental Urbana	Especialista em Transportes de Passageiros	UFBA
Juan Pedro Moreno Delgado	Arquiteto / Urbanista/ Doutor em Engenharia de Transporte	Especialista em Meio Ambiente	UFBA
Silvia Camargo Miranda	Eng. Civil/ Mestre em Engenharia Ambiental Urbana	Especialista em Demanda. p/ Transporte	UFBA
Patrícia Lustosa Brito	Arquiteta / Urbanista/Doutora em Engenharia de Transporte	Especialista em Urbanismo	UFBA
Cira Souza Pitombo	Eng. Civil/Doutora em Engenharia de Transporte	Especialista em Planejamento de Transporte	UFBA
Ihering Guedes Alcoforado de Carvalho	Economista/Mestre em Planejamento Urbano e Regional	Especialista em Análise Econômica de Projetos	UFBA
Silvia Regina Ribeiro Lemos	Estatística/Mestre em Estatística	Estatístico	UFBA
Julio Cesar de Sá da Rocha	Advogado/Doutorado em Direito	Consultor Jurídico	UFBA
Fernando Henrique Bonfim de Almeida	Economista/Estudante de História	Bolsista Graduação	UFBA
Marcos Aurélio dos Santos Botelho Junior	Estudante de Engenharia Civil	Bolsista Graduação	UFBA
Daniel Moraes	Estudante de Engenharia Civil	Bolsista Graduação	UFBA
Márcia Maria Bomfim Camardelli	Estudante do Curso Transporte Terrestre: Gestão do Transporte e Trânsito	Bolsista Graduação	UFBA
Wellington Santos Oliveira	Estudante do Curso Transporte Terrestre: Gestão do Transporte e Trânsito	Bolsista Graduação	UFBA
Antônio Roque da Silva	Economista/Especialista em Auditoria Fiscal	Técnico em Pesquisa	Pessoa Física
Neuziton Torres Rapadura	Eng.Civil	Especialista em Transporte Ferroviário	Pessoa Física
Pedro Souza Rocha	Eng.Mecânico/ Mestre em Engenharia Urbana	Consultor Sistema de Segurança Ferroviária	Pessoa Física
Raul de Bonis Almeida Simões	Engenharia/Doutorado em Geografia Humana	Consultor Demanda de Transporte	Pessoa Física
Cândido Moreira Andrade	Economista/Doutorado em Ciências dos Transportes	Consultor de Custos de Obras	Pessoa Física
José Lázaro de Carvalho Santos	Urbanista/ Mestre em Engenharia Urbana	Consultor de Custos de Obras	Pessoa Física
Denise Araujo dos Santos Dorival Santos Mota	Administradora Financeira Estudante de Engenharia Mecânica	Assistentes Administrativos	Pessoa Física



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 6.1 – AD obtida para amostra de questionários aplicados nos PGVs
- Figura 6.2 – Análise das demandas por trechos rodoviários – ano 2013 - Alternativa “0”
- Figura 6.3 – Análise das demandas por trechos ferroviários – ano 2013 - Alternativa “1”
- Figura 7.1 – Configurações, dimensões e capacidades
- Figura 7.2 – Ciclo dos Transportes
- Figura 8.1- Representação esquemática das conexões ferroviárias
- Figura 10.1 – Custos privados e benefícios econômicos dos cenários avaliados sob a hipótese 1 para a alternativa 0
- Figura 10.2 – Valor presente líquido e taxa interna de retorno para a iniciativa privada dos cenários avaliados sob a hipótese 1 para a alternativa 0.
- Figura 10.3 – Custos privados e benefícios econômicos dos cenários avaliados sob a hipótese 1 para a alternativa 1
- Figura 10.4 – Valor presente líquido e taxa interna de retorno para a iniciativa privada dos cenários avaliados sob a hipótese 1 para a alternativa 1.
- Figura 10.5 – Custos privados e benefícios econômicos dos cenários avaliados sob a hipótese 2 para a alternativa 0
- Figura 10.6 – Valor presente líquido e taxa interna de retorno para a iniciativa privada dos cenários avaliados sob a hipótese 2 para a alternativa 0.
- Figura 10.7 – Custos privados e benefícios econômicos dos cenários avaliados sob a hipótese 2 para a alternativa 1
- Figura 10.8 – Valor presente líquido e taxa interna de retorno para a iniciativa privada dos cenários avaliados sob a hipótese 2 para a alternativa 1.



## LISTA DE QUADROS

- Quadro 6.1 – Matriz expandida total (PGVs) – quinta-feira
- Quadro 6.2 – Matriz expandida propensos (PGVs) – quinta-feira
- Quadro 6.3 – Matriz expandida ônibus
- Quadro 6.4 – Matriz amostra automóveis – postos rodoviários
- Quadro 6.5 – Matriz expandida automóveis – postos rodoviários
- Quadro 6.6 – Variáveis utilizadas na aplicação da AD
- Quadro 6.7 – Demanda sentido: Alagoinhas/ Salvador/ Conceição da Feira
- Quadro 6.8 – Sentido 2: Conceição da Feira/ Salvador/ Alagoinhas
- Quadro 6.9 - Sentido 2: Candeias/ Salvador/ Alagoinhas
- Quadro 6.10 – Projeção da demanda – período projeto (2013-2038)  
Alternativa “0” – trecho Conceição da Feira/ Salvador/ Alagoinhas
- Quadro 6.11 - Projeção da demanda – período projeto (2013-2038)  
Alternativa “0” – trecho Conceição da Feira/ Salvador/ Alagoinhas
- Quadro 6.12 - Projeção da demanda – período projeto (2013-2038)  
Alternativa “0” – trecho Conceição da Feira/ Salvador/ Alagoinhas
- Quadro 6.13 - Projeção da demanda – período projeto (2013-2038)  
Alternativa “1” – trecho Candeias/ Salvador/ Alagoinhas
- Quadro 6.14 - Projeção da demanda – período projeto (2013-2038)  
Alternativa “1” – trecho Candeias/ Salvador/ Alagoinhas
- Quadro 6.15 - Projeção da demanda – período projeto (2013-2038)  
Alternativa “1” – trecho Candeias/ Salvador/ Alagoinhas
- Quadro 6.16 – Tabela resumo da projeção da demanda – Alternativa “0”  
– trecho Conceição da Feira/ Salvador/ Alagoinhas
- Quadro 6.17 – Tabela resumo da projeção da demanda – Alternativa “1”  
– trecho Candeias/ Salvador/ Alagoinhas
- Quadro 7.1 – Características técnicas básicas do VLT da Bom Sinal
- Quadro 7.2 – Custo material rodante (R\$)
- Quadro 7.3 – Tipologia das estações ferroviárias
- Quadro 7.4 – Demanda sentido dominante
- Quadro 7.5 – Frota total – alternativa “0”
- Quadro 7.6 – Frota total efetiva da alternativa “0”
- Quadro 7.7 – Frota total efetiva da alternativa “1”
- Quadro 7.8 – Frota efetiva proposta por linha da alternativa “1” cenário otimista.
- Quadro 9.1 – Itens de investimento considerados na análise da viabilidade.
- Quadro 9.2 – Itens de benefícios considerados na análise da viabilidade.
- Quadro 9.3 – Itens de despesa considerados na análise da viabilidade.
- Quadro 9.4 – Calculo do consumo por trem.
- Quadro 9.5 – Tributos incidentes sobre a receita e renda líquida.
- Quadro 10.1 – Principais Indicadores de Viabilidade.



## LISTA DE TABELAS

- Tabela 6.1. VMD calculado dos postos rodoviários.  
Tabela 6.2. Variável considerada para a expansão dos destinos.  
Tabela 6.3. Variáveis utilizadas na aplicação da AD.  
Tabela 7.1. Material rodante proposto.  
Tabela 7.2. Linhas propostas da alternativa "0".  
Tabela 7.3. Demanda/ hora pico da alternativa "0"  
Tabela 7.4. Linhas propostas da alternativa "1".  
Tabela 7.5. Demanda/ hora pico da alternativa "1"  
Tabela 7.6. Extensões entre estações trechos.  
Tabela 7.7. Extensão das linhas propostas das alternativas "0" e "1".  
Tabela 7.8. Tempo de ciclo entre municípios trecho.  
Tabela 7.9. Tempo de ciclo das linhas propostas das alternativas "0" e "1".  
Tabela 7.10. Frota efetiva real por linha das alternativas "0" e "1".  
Tabela 7.11. Frota efetiva real por linha da alternativa "0".  
Tabela 7.12. Frota efetiva real por linha da alternativa "1" cenário otimista.  
Tabela 7.13. Frota efetiva proporcional por linha das alternativas "1" cenário otimista.



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

ESCOLA POLITÉCNICA

DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

## LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 6.1. Idade
- Gráfico 6.2. Escolaridade
- Gráfico 6.3. Renda
- Gráfico 6.4. Ocupação
- Gráfico 6.5. Tipo de residência
- Gráfico 6.6. Carro no domicílio



## LISTA DE SIGLAS

ACP – Área de Concentração de População  
AGERBA – Agência Estadual de Regulação de Serviços Públicos de Energia, Transportes e Comunicações da Bahia  
ANTF - Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários  
ANTT - Agência Nacional de Transportes Terrestres  
BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social  
BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social  
CBTU - Companhia Brasileira de Trens Urbanos  
CETRAMA - Centro de Estudos de Transporte e Meio Ambiente  
CMS - Complexo Metropolitano de Salvador  
COPEC – Complexo Petroquímico de Camaçari  
CPTM - Companhia Paulista de Trens Metropolitanos  
CTS - Companhia de Transporte de *Salvador*  
DETRAN - Departamento Estadual de Trânsito  
EADIs - Estações Aduaneiras Interiores  
EBTU - Empresa Brasileira de Trens Urbanos  
EFC - Estrada de Ferro Carajás  
EFVM - Estrada de Ferro Vitória a Minas  
EPUFBA – Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia  
FCA - Ferrovia Centro Atlântica  
FEP – Fundação Escola Politécnica  
FEPASA – Ferrovia Paulista S/A  
GPS - Sistema Global de Posicionamento  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IDH-M - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal  
IMEC - Índice de Movimentação Econômica CIA – Centro Industrial de Aratu  
INEMA - Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos  
O/D – Origem Destino  
PAC - Programa de Aceleração do Crescimento  
PELT – Plano Estadual de Logística de Transportes  
PGT – Pólo Gerador de Tráfego  
PND - Plano Nacional de Desestatização  
RAIS - Relatório Anual de Informações Sociais  
RFFSA - Rede Ferroviária Federal Sociedade Anônima  
RI - Região de Influência  
RPPN -Reservas Particulares do Patrimônio Natural  
SEI – Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia  
SPNT - Secretaria de Política Nacional de Transportes  
TRANSCON - Transferência de Direito de Construir  
UFBA - Universidade Federal da Bahia



## SUMÁRIO

### CONSIDERAÇÕES INICIAIS, 11

### 6 ANÁLISE E PREVISÃO DA DEMANDA, 13

#### 6.1 DETERMINAÇÃO DO PERFIL SOCIOECONÔMICO, 13

##### 6.1.1 Perfil dos entrevistados e viajantes, 14

##### 6.1.2 Pesquisa nas rodovias com veículos de passeio, 18

#### 6.2 ELABORAÇÃO DA MATRIZ DE ORIGEM/DESTINO, 19

#### 6.3 EXPANSÃO DAS MATRIZES, 20

##### 6.3.1 Ônibus – amostra PGVs, 22

##### 6.3.2 Automóvel – rodovias, 23

#### 6.4 PROPENSÃO À MUDANÇA MODAL, 25

##### 6.4.1 Modelos de propensão à mudança modal, 25

##### 6.4.1.1 Modelos de propensão à mudança modal – banco de dados PGVs, 26

#### 6.5 DEMANDA ESTIMADA TOTAL, 30

#### 6.6 PROJEÇÃO DE DEMANDA, 33

### 7. CARACTERIZAÇÃO DA OFERTA, 43

#### 7.1 MATERIAL RODANTE, 43

#### 7.2 VIA PERMANENTE, 46

##### 7.2.1 Tipologia das Estações, 47

##### 7.2.2 Concepção de Estações Multiuso para Trem de Passageiros, 48

#### 7.3 SISTEMAS DE CONTROLE DE TRÁFEGO, OFICINAS E INSTALAÇÕES DE APOIO, 49

#### 7.4 PROGRAMAÇÃO OPERACIONAL, 50

##### 7.4.1 Critérios Utilizados no Dimensionamento da Oferta, 51

##### 7.4.1.1 Definição do Material Rodante Ferroviário e da Capacidade do Veículo (CV), 52

##### 7.4.1.2 Identificação das Alternativas de Estudo, 53

##### 7.4.1.3 Determinação da Demanda no Trecho Crítico Ferroviário, 54

##### 7.4.1.3.1 Determinação das Linhas de Trem na Alternativa “0”, 56



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

- 7.4.1.3.2 Determinação das Linhas de Trem na Alternativa “1”, 57
- 7.4.1.4 Determinação da Velocidade e Tempos de Percurso e de Ciclo, 58
- 7.4.2 Dimensionamento da Frota, 63
  - 7.4.2.1 Cálculo da Frota Efetiva da Alternativa “0”, 64
  - 7.4.2.2 Cálculo da Frota Efetiva da Alternativa “1”, 66
  - 7.4.2.3 Característica da Oferta da Alternativa “1”, 68

## **8. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA, 70**

- 8.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA, 71
- 8.2 DEPRECIÇÃO, 71
- 8.3 CAPITAL DE GIRO, 72
- 8.4 INFLAÇÃO, 72
- 8.5 TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE DO CAPITAL, 73
- 8.6 PRAZO DO EMPREENDIMENTO, 74
- 8.7 DEMANDA, 74

## **9. CÁLCULO DA VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DO PROJETO, 75**

- 9.1 INVESTIMENTOS, 75
  - 9.1.1 Investimentos Totais, 77
- 9.2 BENEFÍCIOS, 77
  - 9.2.1 Benefícios Sociais, 78
  - 9.2.2 Benefícios Ambientais, 79
  - 9.2.3 Benefícios Totais, 79
- 9.3 DESPESAS, 80
  - 9.3.1 Consumo de Combustível, 80
  - 9.3.2 Operação, 81
  - 9.3.3 Impostos, 81
  - 9.3.4 Despesas Totais, 82
- 9.4 RECEITAS, 82



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

- 9.4.1 Receitas Operacionais, 83
- 9.4.2 Receitas Extra-operacionais, 84
- 9.4.3 Receitas Totais, 85

**10. ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS, 85**

- 10.1 CENÁRIOS, 85
- 10.2 HIPÓTESES, 87
- 10.3 RESULTADOS DOS CENÁRIOS E HIPÓTESES, 87
- 10.4 CONCLUSÕES SOBRE AS ANÁLISES, 89
  - 10.4.1 Hipótese 1, 89
  - 10.4.2 Hipótese 2, 92
  - 10.4.3 Síntese, 97
- 10.5 ANÁLISE DE RISCOS, 98
  - 10.5.1 Riscos de Investimentos e Despesas de Operação, 99
  - 10.5.2 Riscos de Demanda e Receita, 99
  - 10.5.3 Riscos de Tecnologia do Material Rodante, 99

CONSIDERAÇÕES FINAIS DO ESTUDO DE VIABILIDADE, 100

**APÊNDICES**



## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este volume tem por objetivo desenvolver os Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Financeira do Trem Regional Conceição da Feira/ Salvador/ Alagoinhas conforme as exigências do Termo de Referência elaborado pelo Ministério de Transporte para tanto são apresentados os Estudos de Análise e Previsão da Demanda, Caracterização da Oferta, Análise de Viabilidade Econômico-financeira e a Análise das Alternativas. Além das considerações finais sobre o estudo esse volume apresenta um encadeamento com os demais volumes (Volume I, Volume III e Volume IV) visando melhorar o entendimento do estudo como um todo.

O volume I desenvolveu todo o levantamento das informações sobre a área de estudo e dos dados ambientais, caracterizou o trecho ferroviário, indicou os critérios para avaliação da viabilidade do trecho ferroviário em estudo, descreveu o planejamento e execução das pesquisas de campo (Pesquisa O/D e Contagem Volumétrica Classificada de Veículos).

O volume III trouxe uma contribuição interessante aos estudos tradicionais de viabilidade técnica, econômica, social, ambiental e jurídico-legal, para implantação de Sistemas Ferroviários de Transporte de Passageiros de Interesse Regional no Brasil ao considerar nas suas análises o papel do transporte ferroviário como indutor de desenvolvimento urbano-regional e para isso desenvolveu um estudo onde a inserção urbana e regional do Trem foi colocada como idéia central no intuito de maximizar os benefícios econômicos, sociais e ambientais desse modo de transporte entendendo dessa forma que a ferrovia é um elemento estruturante para o desenvolvimento urbano e regional. A partir dessa idéia, o projeto do trem foi então, modelado economicamente tendo em vista evidenciar seus atrativos para a concessionária.



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

ESCOLA POLITÉCNICA

DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

O volume IV por sua vez também se refere a uma contribuição importante ao inserir estudos de demanda complementares dirigida a avaliar a viabilidade de um futuro trem de passageiros que interligue as cidades de Salvador e Feira de Santana. Esse estudo visa avaliar uma demanda potencial de grande porte que poderá favorecer positivamente a viabilidade econômica do projeto em estudo considerando adicionalmente os importantes ganhos sociais e ambientais desta iniciativa.



## 6 ANÁLISE E PREVISÃO DA DEMANDA

### 6.1 DETERMINAÇÃO DO PERFIL SOCIOECONÔMICO

O objetivo desse capítulo é atender o item 8 do Termo de Referência caracterizando os entrevistados em cada município da área de influência do estudo do Trem Regional, em termos socioeconômicos, a partir de percentuais, conforme: sexo, idade, grau de instrução, renda domiciliar, setor de ocupação, posse de automóveis no domicílio.

Essas informações são resultantes da compilação dos questionários preenchidos pelos entrevistados na pesquisa de campo descrita no capítulo 5. Da compilação e tratamento de dados das pesquisas de campo foi gerado um Banco de Dados, o qual servirá de base (juntamente com outras informações), para a expansão das viagens, a ser descrita posteriormente.

Todos os entrevistados foram categorizados em termos socioeconômicos e padrão de viagens visando fornecer as seguintes informações.

O trabalho aqui apresentado tomou por base 2 (dois) tipos de pesquisa conforme observado nos questionários aplicados: Pesquisa Origem-Destino (O/D) com opinião (com usuários de transporte público e motorista) e Pesquisa Contagem Volumétrica Classificada de Veículos.

Para otimizar a pesquisa, o formulário foi aplicado somente àquelas pessoas que declaravam viajar, regularmente, no trecho em estudo (no mínimo uma vez por semana).

Conforme é citado no capítulo 5, em ambas as pesquisas os dias incluir no mínimo 01 dia útil (quinta-feira), um sábado e um domingo nos horários de pico e de vale. As pesquisas O/D com opinião foi realizada em locais de grande demanda de viagens e a voltada para motoristas foi realizada nas rodovias intermunicipais.



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

A seguir serão apresentados os principais resultados decorrentes dessas pesquisas. Para visualizar maiores detalhes, consultar o Relatório da *Qualitest* (empresa vencedora da licitação e realizadora da pesquisa) no Apêndice 1 deste relatório.

### 6.1.1 Perfil dos entrevistados e viajantes

Como relatado anteriormente, ficou decidido entrevistar somente as pessoas viajavam nos municípios que realizam viagens entre esses municípios, ou seja, aqueles possíveis usuários do Trem Regional.

Inicialmente, será apresentado o perfil socioeconômico do conjunto de viajantes dos 11 municípios que compõem o trecho ferroviário objeto do Convênio - **Trecho Conceição da Feira – Salvador – Alagoinhas**. No entanto, no Apêndice 2 deste Relatório são apresentados de forma isolada os gráficos para cada um desses 11 municípios.



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

### PESQUISA O/D em Polos Geradores de Viagens – Municípios do Trecho Conceição da Feira – Salvador – Alagoinhas.

GRÁFICO 6.1 - Idade

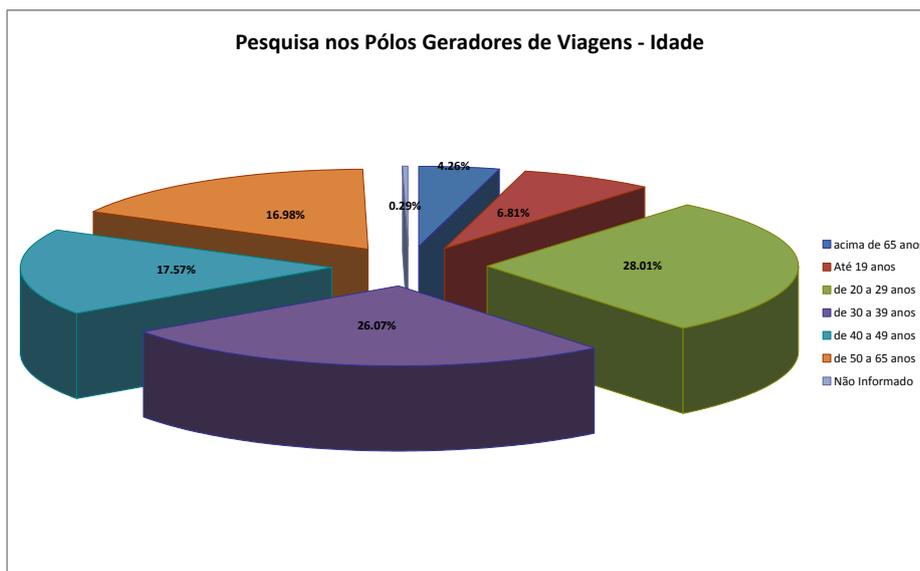
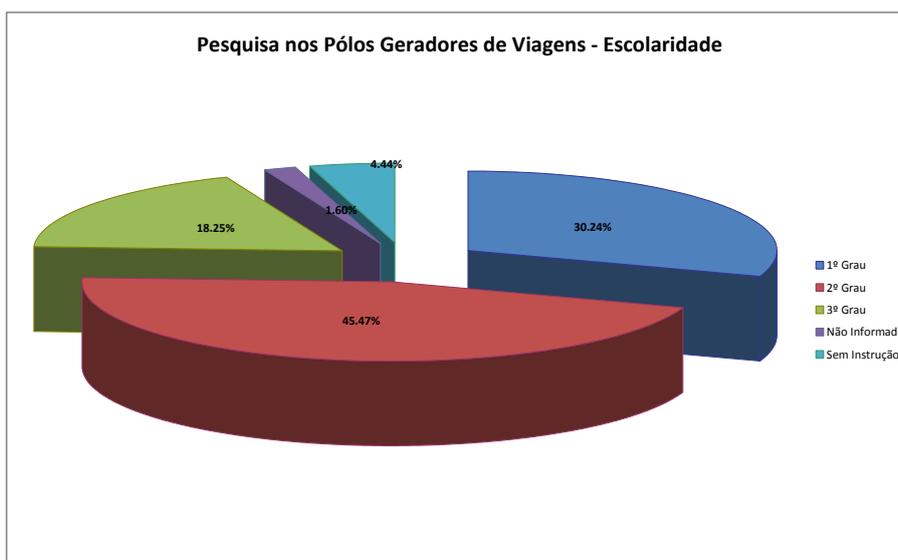


Gráfico 6. 2: Escolaridade





1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

Gráfico 6.3 – Renda

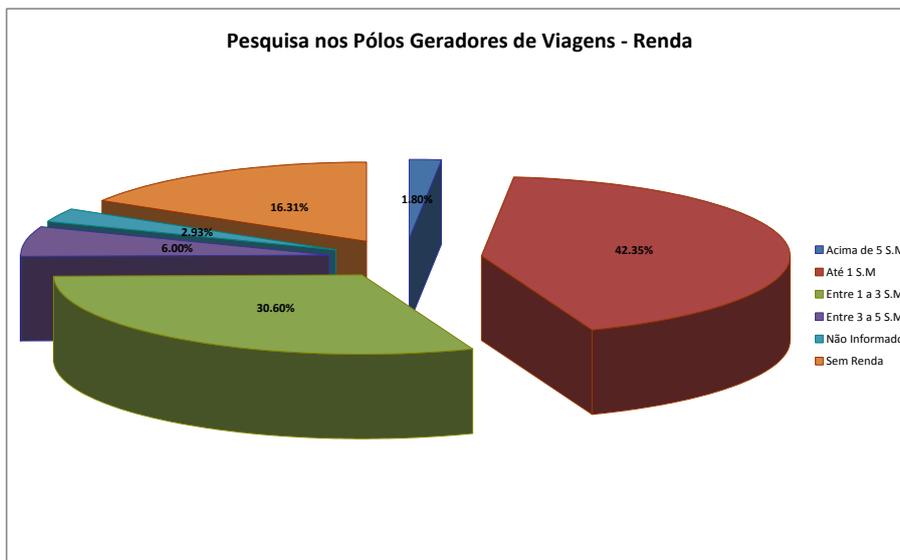
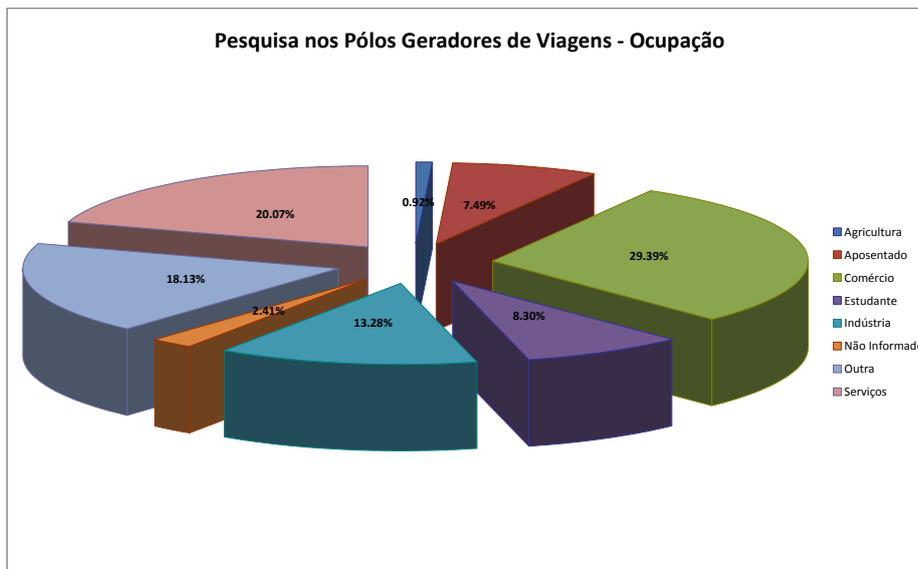


Gráfico 6.4 – Ocupação





1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

Gráfico 6.5 – Tipo de Residência

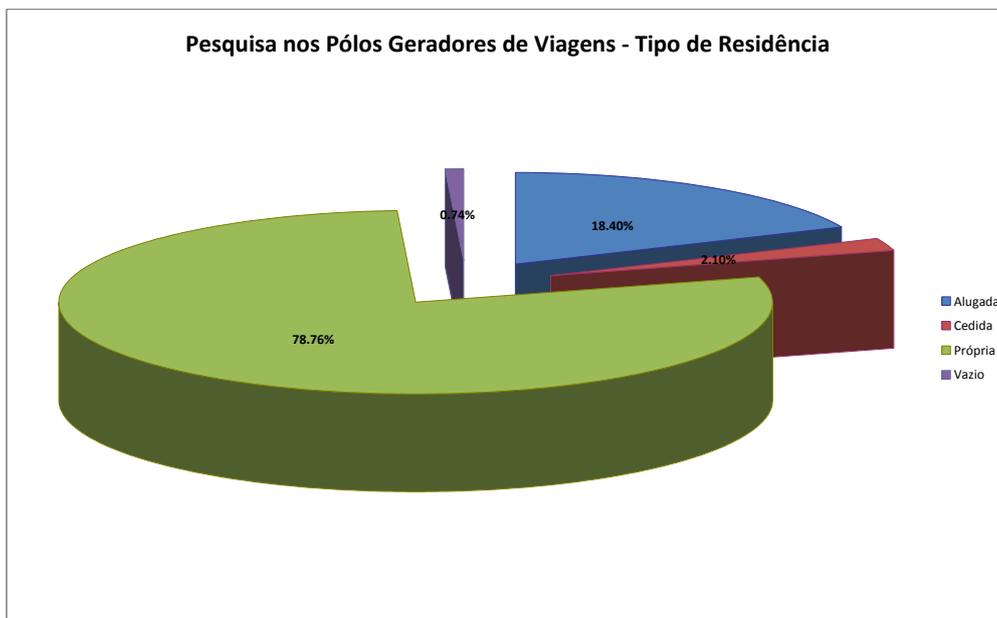
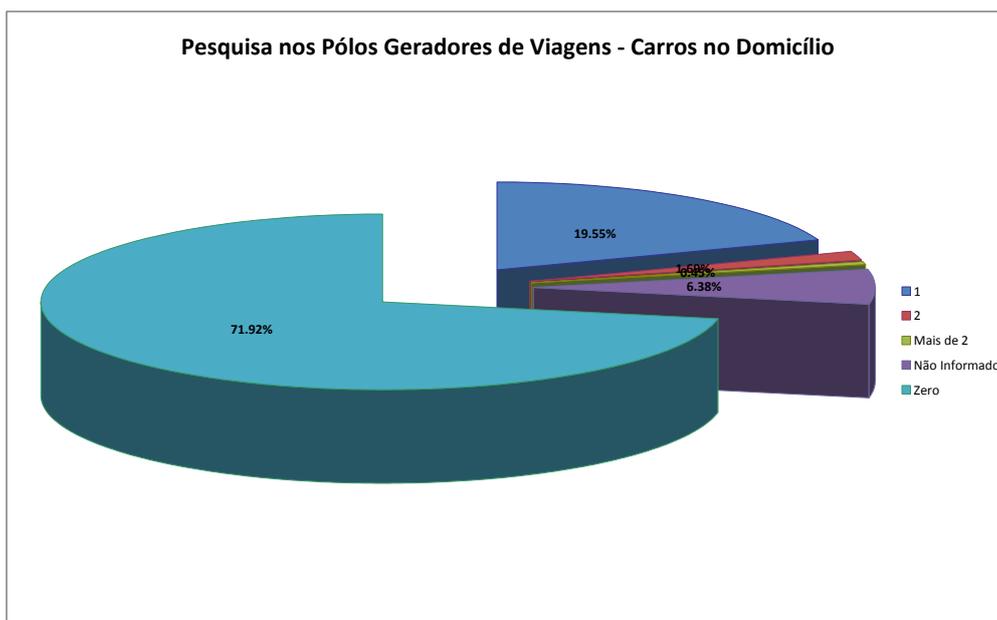


Gráfico 6.6 – Carro no domicílio





1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

Analisando as informações socioeconômicas dos entrevistados da desta pesquisa observa-se o seguinte:

**Idade:** As cidades do trecho ferroviário Alagoinhas- Salvador – Conceição de Feira apresentam como faixa etária predominante de 20 a 39 anos (54,08%);

**Renda:** As cidades do trecho ferroviário Alagoinhas- Salvador – Conceição de Feira apresentam como faixa de predominante de 1 a 3 Salários Mínimos - SM – (72,95%).

Outro aspecto importante em relação a essa característica socioeconômica é o fato que ambas as regiões apresentam um reduzido percentual de entrevistados (viajantes) com renda acima de 5SM ( 1,8%).

**Ocupação:** As atividades de comércio e serviço são preponderante (69,85%);

**Casa própria:** A maior parte dos entrevistados declarou possuir casa própria (78,76%);

**Carro:** A maior parte dos entrevistados declarou não possuir carro, mas existe um percentual bem semelhante que informou possuir 01 carro (19,55%);

### 6.1.2 Pesquisa nas rodovias com veículos de passeio

Nas pesquisas realizadas com os motoristas de veículos particulares conforme descrita no capítulo 5 e nos Relatórios da Qualitest também foram coletadas informações socioeconômicas e sobre o padrão de viagens dos entrevistados (viajantes).

Conforme descrito nos Relatórios citados acima, para a pesquisa com os motoristas dos veículos particulares de passeio que trafegam nas rodovias que cruzam a ferrovia em estudo foram definidos 5 pontos de contagem de veículos onde também, foram realizadas pesquisas de O/D com opinião. Estas pesquisas foram aplicadas seguindo os mesmos parâmetros que às pesquisas de O/D dos PGTs.

- Os 5 pontos de contagem relativos à pesquisa do Trecho Conceição da Feira/ Salvador/ Alagoinhas foram:
  1. BR 324 - Simões Filho;
  2. BA 093 – Dias D'Ávila;



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

3. BR 420 – Santo Amaro
4. BR 110 – Alagoinhas
5. BA 502 – Conceição de Feira

Observou-se que as cidades do trecho ferroviário Alagoinhas- Salvador – Conceição da Feira apresentaram a mesma tendência evidenciada na pesquisa dos PGTs, ou seja, **Escolaridade:** predominância dos entrevistados foram jovens/adultos de 20 a 49 anos; **Renda:** predominância dos entrevistados nas faixa de 1SM e 1 a 3 SM; **Ocupação:** predominância dos entrevistados declararam trabalhar em atividades ligadas ao Comércio/Serviço/ Indústria; **Casa própria:** a maior parte dos entrevistados declarou possuir casa própria. Por fim, **Carro:** a maior parte dos entrevistados declarou não possuir carro, mas existe um percentual bem semelhante que informou possuir 01 carro.

## 6.2 ANÁLISE DA DEMANDA

O Relatório denominado **ANÁLISE DE DEMANDA – TREM REGIONAL**, apresentado no Apêndice 3 deste Volume, teve como objetivo estimar a demanda atual total por passageiros, bem como demanda atual e futura por passageiros propensos à transferência modal (automóvel para trem ou ônibus para trem), bem como investigar as principais variáveis que influenciam a propensão à transferência modal. Os principais produtos desta análise são:

1. Matriz Origem/Destino por ônibus atual expandida (quinta-feira ou dia de maior número de viagens, sábado)
2. Matriz Origem/Destino por automóvel atual expandida
3. Matriz Origem/Destino total expandida (quinta-feira ou dia de maior número de viagens)
4. Matriz Origem/Destino de propensos à transferência modal expandida (quinta-feira ou dia de maior número de viagens)
5. Demanda atual total
6. Demanda atual de passageiros propensos à transferência modal



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

7. Modelo de Regressão Linear Múltipla para previsão da demanda
8. Modelo de Regressão Linear Múltipla para previsão da demanda potencial
9. Demanda futura total para 5, 15 e 25 anos
10. Demanda futura de passageiros propensos à transferência modal para 5, 15 e 25 anos
11. Modelo de Árvore de Decisão para investigação de propensão à transferência modal – Banco de dados de Polos Geradores de Viagens PGvs
12. Modelo de Árvore de Decisão para investigação de propensão à transferência modal – Banco de dados Rodovias
13. Estimação de proporção da população propensa à mudança modal

É proposto um método para realização de atividades, ilustrado a seguir, composto por cinco etapas. O método aqui utilizado considerou alguns procedimentos da metodologia proposta no termo de referência. No entanto, foram sugeridas algumas mudanças, considerando diferentes técnicas de análise.

### 6.3 EXPANSÃO DAS MATRIZES

Para expansão das matrizes amostradas, foi considerada a variável **“Deslocamento realizado para fora do município para trabalho e estudo”** (IBGE, 2010) para o cálculo do fator de expansão. Levando-se em conta a amostra realizada nos Polos Geradores de Viagens das cidades, a Tabela 6.1, apresentada nesse Relatório, descreve o tamanho previsto da amostra estratificada, o tamanho real da amostra, a população acima de 15 anos dos municípios pesquisados e número de pessoas que realizam deslocamentos para fora do município por motivo Trabalho e/ou Estudo (IBGE, 2010).

Desta forma, foi realizada a expansão da matriz O/D total para os dias quinta-feira, sábado e domingo, bem como para a matriz O/D dos indivíduos propensos à



## 1.1 UFBA

## 1.2 EPUFBA

transferência modal para os mesmos dias. As matrizes expandidas por modo de transporte também são apresentadas. Neste relatório são apresentadas as matrizes que apresentaram maior número de viagens entre os dias quinta-feira, sábado e domingo.

Para a expansão da matriz, foi utilizado o “Modelo de Fratar”, onde o número total de viagens produzidas por município inicialmente foi considerado equivalente ao **Deslocamento realizado para fora do município para trabalho e estudo**. Este valor foi considerado para as interações do modelo

Assim, foi obtida a matriz total expandida para quinta-feira, considerando duas interações e os modos ônibus e automóvel do banco de dados dos PGVs.

**Quadro 6.1 Matriz expandida total (PGVs) – quinta-feira**

	Alagoinhas	Camaçari	Candeias	Catú	Conceição da Feira	Dias D' Ávila	Mata de São João	Pojuca	Salvador	Santo Amaro	Simões Filho	Total
Alagoinhas	0	208	125	1511	0	0	107	116	4208	0	115	6390
Camaçari	599	0	525	0	0	3519	746	0	11757	0	322	17469
Candeias	0	1074	0	0	0	0	245	0	4820	291	661	7090
Catú	1439	75	90	0	0	139	0	83	2505	0	0	4331
Conceição da Feira	47	0	0	0	0	0	0	0	1247	0	0	1294
Dias D' Ávila	114	2497	0	402	0	0	682	278	3710	0	0	7683
Mata de São João	278	973	0	98	0	0	0	135	2033	0	90	3607
Pojuca	410	112	0	361	74	69	0	0	729	0	41	1797
Salvador	3989	13795	6672	1962	1871	5533	2356	1353	0	4404	16327	58262
Santo Amaro	0	478	144	0	0	0	0	0	2743	0	0	3365
Simões Filho	286	2783	1172	168	0	0	0	77	8914	0	0	13400
Total	7163	21994	8729	4503	1945	9261	4136	2042	42664	4695	17557	124689

O mesmo procedimento foi repetido para a matriz total de indivíduos propensos e as matrizes por modo de viagem. Analisando a demanda por trecho, tem-se:

CONCEIÇÃO DA FEIRA/BA – SALVADOR/BA	11%
SALVADOR/BA – ALAGOINHAS/BA	89%

Vale ressaltar que, para o cálculo de demanda por trecho, foram desconsideradas viagens entre trechos.

**Matriz O/D expandida – propensos**

As matrizes apresentadas nesta seção correspondem àqueles indivíduos que declaram que mudariam de modo de transporte – amostra nos PGVs – **Demanda potencial**.

- **Quinta-feira - propensos**

Fazendo a expansão da matriz amostrada, têm-se a seguinte matriz expandida de indivíduos propensos à transferência modal para o dia de quinta-feira (duas interações).

**Quadro 6.2 Matriz expandida propensos (PGVs) – Quinta-feira**

	Alagoinhas	Camaçari	Candeias	Catú	Conceição da Feira	Dias D' Ávila	Mata de São João	Pojuca	Salvador	Santo Amaro	Simões Filho	Total
Alagoinhas	0	122	135	1517	0	0	0	122	4193	0	139	6229
Camaçari	543	0	508	0	0	3600	0	0	11715	0	348	16713
Candeias	0	931	0	0	0	0	0	0	4739	295	604	6569
Catú	1548	0	0	0	0	153	0	85	2342	0	0	4127
Conceição da Feira	0	0	0	0	0	0	0	0	1214	0	0	1214
Dias D' Ávila	298	2523	0	209	0	0	0	253	4440	0	0	7723
Mata de São João	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pojuca	399	142	0	442	66	64	0	0	610	0	40	1764
Salvador	3788	13985	6612	1990	1880	5800	0	1534	0	4198	16380	56166
Santo Amaro	0	483	153	0	0	0	0	0	2459	0	0	3094
Simões Filho	257	2749	1121	180	0	0	0	73	8404	0	0	12784
Total	6832	20935	8530	4337	1945	9617	0	2066	40116	4492	17511	116382

Fazendo uma análise por trecho, tem-se:

CONCEIÇÃO DA FEIRA/BA – SALVADOR/BA	12%
SALVADOR/BA – ALAGOINHAS/BA	88%

**Matriz O/D expandida por modo de viagem****6.3.1 Ônibus – amostra PGVs**

- **Quinta-feira - ônibus**

Observa-se a matriz expandida para o modo ônibus na quinta-feira.

**Quadro 6.3 Matriz expandida ônibus (PGVs) – Quinta-feira**

	Alagoinhas	Camaçari	Candeias	Catú	Conceição da Feira	Dias D' Ávila	Mata de São João	Pojuca	Salvador	Santo Amaro	Simões Filho	Total
Alagoinhas	0	0	0	736	0	0	0	0	5132	0	0	5868
Camaçari	287	0	319	0	0	2852	0	0	11869	0	1831	17159
Candeias	0	456	0	0	0	0	0	0	5001	495	302	6255
Catú	1407	339	0	0	0	0	0	576	1292	0	0	3614
Conceição da Feira	0	0	0	0	0	0	0	0	1227	0	0	1227
Dias D' Ávila	591	1345	0	432	0	0	0	336	4824	0	0	7529
Mata de São João	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pojuca	175	105	0	575	0	124	0	0	802	0	0	1781
Salvador	3777	16194	6547	2188	1954	7499	0	773	0	4107	16523	59564
Santo Amaro	0	218	202	0	0	0	0	0	2914	0	0	3334
Simões Filho	691	1665	1076	182	0	0	0	141	9204	0	0	12960
Total	6929	20324	8144	4114	1954	10475	0	1826	42265	4603	18656	119290

### 6.3.2 Automóvel – Rodovias

Para a expansão da matriz O/D, proveniente da amostra dos motoristas, é utilizada como matriz semente a matriz dos motoristas entrevistados nos postos das rodovias. Foi realizada a soma das células das matrizes para os três dias (quinta-feira, sábado e domingo), considerando que houve problemas no posto de Simões Filho na quinta-feira e sábado, optou-se por utilizar a matriz somatória. Para expansão é considerado o VMD calculado com base na contagem volumétrica de automóveis, conforme Tabela 6.1.



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

Tabela 6.1. VMD calculado dos postos rodoviários.

Ponto de Contagem	Rodovia	Município	Volume Médio Diário (VMD) – 2012 Total de Veículos	Volume Médio Diário (VMD) – 2012 Total de Automóveis	Amostra Realizada
Posto 01 - Posto da Polícia Rodoviária Federal	BR-324, km 604 (km 603 a 604)	Simões Filho	18400	12093	101
Posto 02 - Posto de combustível	BA-093, interseção com a Av. Raul Seixas (km 18,1 a 23,3)	Dias D'Ávila	3840	3133	159
Posto 03 - Posto de combustível na área urbana	BR-420 (km 54,4 a 61,4)	Santo Amaro	3207	2527	115
Posto 04 - Posto de combustível na entrada da cidade	BR – 110 (km 344,6 a 349,2)	Alagoinhas	9227	4033	125
Posto 05 - Posto de combustível na área urbana	BA-502 (Km 180,4 a 192,2)	Conceição da Feira	3280	2520	131
Total					631

Além disto, foram eliminados da amostra os destinos diferentes das cidades pertencentes aos trechos. A amostra final de motoristas foi composta por 434 entrevistados.

A matriz é 5 x 11, representando os postos (origens) e as cidades (destinos). Para expansão dos valores referentes à atração de viagens, foi considerada a variável do Censo 2010 “**Pessoas ocupadas que exerciam o trabalho principal fora do município**”, representada na Tabela 6.2.



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

Tabela 6.2. Variável considerada para expansão dos destinos

ID	Cidades	Pessoas ocupadas que exerciam o trabalho principal em outro município
1	Alagoinhas	6128
2	Camaçari	15000
3	Candeias	6870
4	Catu	3609
5	Conceição da Feira	1200
6	Dias D' avila	7734
7	Mata de São João	2873
8	Pojuca	1348
9	Salvador	60219
10	Santo Amaro	3453
11	Simões Filhos	13621

FONTE: (IBGE, 2010)

A Matriz Amostrada, correspondente apenas aos motoristas entrevistados, é representada no Quadro 6.4.

Quadro 6.4 Matriz amostrada automóveis – Postos Rodovias

Município		Destino											
		Alagoinhas	Camaçari	Candeias	Catu	Conceição da Feira	Dias D' avila	Mata de São João	Pojuca	Salvador	Santo Amaro	Simões Filhos	Total geral
Origem	Santo Amaro(Posto de Gasolinia SINIBU)	3	7	10	2	0	1	0	1	31	14	0	69
	Conceição da Feira(Restaurante Chicken)	1	2	9	2	2	0	0	1	34	0	2	53
	Alagoinhas(Posto Central (BR 101))	22	13	2	18	1	7	3	7	50	0	0	123
	Dias D'Ávila(Praça Pedágio(BA-093))	40	7	0	13	0	2	3	36	26	0	0	127
	Simões Filho(BR324)	10	5	10	2	0	5	1	1	20	3	5	62
Total	76	34	31	37	3	15	7	46	161	17	7	434	



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

A matriz expandida é representada no Quadro 6.5.

**Quadro 6.5 Matriz expandida automóveis – Postos Rodovias**

	Alagoinhas	Camaçari	Candeias	Catu	Conceição da Feira	Dias D'ávila	Mata de São João	Pojuca	Salvador	Santo Amaro	Simões Filhos	Total
Santo Amaro(Posto de Gasolinia SINIBU)	163	2129	1169	159	0	265	0	23	8413	1908	0	14229
Conceição da Feira(Restaurante Chicken )	54	611	1056	160	807	0	0	24	9261	0	1309	13282
Alagoinhas(Posto Central (BR 101))	1165	3863	228	1400	393	1810	806	160	13256	0	0	23082
Dias D'Ávila(Praça Pedágio(BA-093))	2700	2653	0	1289	0	660	1028	1052	8791	0	0	18172
Simões Filho(BR324)	2046	5744	4416	601	0	4999	1039	89	20498	1545	12312	53289
Total (amostra)	6128	15000	6870	3609	1200	7734	2873	1348	60219	3453	13621	122055

## 6.4 PROPENSÃO À MUDANÇA MODAL

### 6.4.1 Modelos de propensão à mudança modal

Nesta etapa do método é feita a investigação de quais variáveis, provenientes dos questionários aplicados nos Polos Geradores de Viagens (PGVs) e nas Rodovias influenciam a maior ou menor probabilidade de transferência modal para a realização de viagens intermunicipais pertencentes ao trecho CONCEIÇÃO DA FEIRA/BA – SALVADOR/BA – ALAGOINHAS/BA.

Foram então obtidos dois modelos a partir das duas amostras: (1) aplicada a passageiros e/ou motoristas localizados nos PGVs (4122 indivíduos); (2) aplicada a motoristas nos postos rodoviários (579 motoristas).

Em ambos os casos, utilizou-se a técnica de mineração de dados, conhecida como Árvore de Decisão (AD).

A AD é considerada uma forma simples de representação de relações existentes em um conjunto de dados. Os dados são divididos em subgrupos, com base nos valores das variáveis. O resultado é uma hierarquia de declarações do tipo "Se ... então ..." que são utilizadas, principalmente, para classificar dados. Para processamento da árvore utilizou-se o algoritmo do CART (Classification and Regression Tree), que estabelece uma relação entre variáveis independentes e variável dependente. O algoritmo é ajustado mediante sucessivas divisões binárias no conjunto de dados, de modo a tornar os subconjuntos resultantes cada vez mais homogêneos, em relação à variável dependente. Essas divisões são representadas por estrutura de árvore binária, sendo que cada nó corresponde a uma divisão (Breiman et al., 1984).



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

AD pode ser definida como um gráfico acíclico e direto que satisfaz as seguintes propriedades (Safavian e Landgrebe, 1991):

- (1) A hierarquia é denominada árvore e cada segmento é denominado nó;
- (2) Há um nó, chamado raiz, que contém todo o banco de dados;
- (3) Este nó contém dados que podem ser subdivididos dentro de outros sub-nós, chamados de nós filhos;
- (4) Existe um único caminho entre o nó raiz e cada nó;
- (5) Quando os dados do nó não podem ser mais subdivididos dentro de um outro subconjunto ele é considerado um nó terminal ou folha;
- (6) Para construção da AD devem-se considerar três elementos principais: um conjunto de perguntas que delimita as divisões dos dados, um critério que avalia a melhor divisão e uma regra para finalização das divisões (stop-splittingrule).

Os resultados das árvores obtidas para ambas amostras são descritos nas subseções seguintes.

#### 6.4.1.1 Modelo de propensão à mudança modal – banco de dados PGVs

A partir do banco de dados de 4312 indivíduos entrevistados, foi feito mais um tratamento e obtida a amostra final com 4122 indivíduos. Foram excluídos da amostra:

- Indivíduos que não viajam para as cidades citadas (Salvador, Simões Filho, Camaçari, Dias D'Ávila, Mata de São João, Pojuca, Catu, Alagoinhas, Candeias, Santo Amaro, Conceição da Feira);
- Exclusão de casos erroneamente digitados/brancos para o caso da variável de interesse (TRANSFERENCIA MODAL);
- Exclusão das demais categorias de modo de transporte diferentes de ônibus ou automóvel;
- Exclusão dos destinos em branco.

Para a aplicação da Árvore de Decisão foram consideradas as variáveis descritas no Quadro 6.6. Além disso, foi considerado o mínimo de 50 indivíduos por nó.



Quadro 6.6 Variáveis utilizadas na aplicação da AD

Variáveis independentes	Descrição	
Sexo	(1) Masculino; (2) Feminino	Socioeconômicas
Idade	(1) Até 19 anos; (2) 20 a 29 anos; (3) 30 a 39 anos (4) 40 a 49 anos; (5) 50 a 65 anos; (6) acima de 65 anos	
Instrução	(1) sem instrução; (2) 1o grau; (3) 2o grau; (4) 3o grau	
Renda	(1) Até 1 SM; (2) 1 a 3 SM; (3) 3 a 5 SM; (4) acima de 5SM	
Ocupação	(1) Comércio; (2) Indústria; (3) Serviços; (4) Agricultura (5) Estudante; (6) Aposentado	
Residência	(1) Própria; (2) Alugada; (3) Cedida	
Carros no domicílio	(1) zero; (2) 1; (3) 2; (4) mais que 2	
Município de Origem	Salvador, Simões Filho, Camaçari, Dias D'Ávila, Mata de São João, Pojuca, Catu, Alagoinhas, Candeias, Santo Amaro, Conceição da Feira	Viagens
Município de Destino	Salvador, Simões Filho, Camaçari, Dias D'Ávila, Mata de São João, Pojuca, Catu, Alagoinhas, Candeias, Santo Amaro, Conceição da Feira e Outros	
Frequência semanal de viagem	(1) 1 dia; (2) 2 dias; (3) 3 dias; (4) 4 dias; (5) 5 dias; (6) 6 dias; (7) Todos os dias	
Motivo de viagem	(1) Trabalho; (2) Estudo; (3) Compras; (4) Lazer; (5) Saúde; (6) Visita; (7) Outros	
Tempo de viagem	(1) Até 30 min; (2) Entre 30 e 60 min; (3) Acima de 60 min	
Tempo de viagem (estimado)	em minutos	
Distância de viagem	em km	
Modo de viagem	(1) ônibus; (2) carro	
Custo da viagem	(1) Até 5 reais; (2) 5 a 10 reais; (3) 10 a 20 reais; (4) acima de 20 reais	
Forma de pagamento	(1) Vale Transporte; (2) Dinheiro; (3) Outro	
<b>Variável dependente</b>	<b>Descrição</b>	
Muda o modo de transporte?	(1) Sim; (2) Não	

Percebe-se, através da AD representada na Figura 6.1, que a maioria dos entrevistados está propensa à mudança modal (89,1%). Observaram-se ainda quais foram as variáveis selecionadas na AD e sua influência na transferência modal. A variável de maior importância (que melhor explica a variabilidade dos dados em relação à transferência modal) foi “Modo de viagem”, segregando os dados em dois ramos principais:

- (1) Automóvel (nó 1 – 69,8% mudaria de modo)
- (2) Ônibus (nó 2 – 92,5% mudaria de modo);

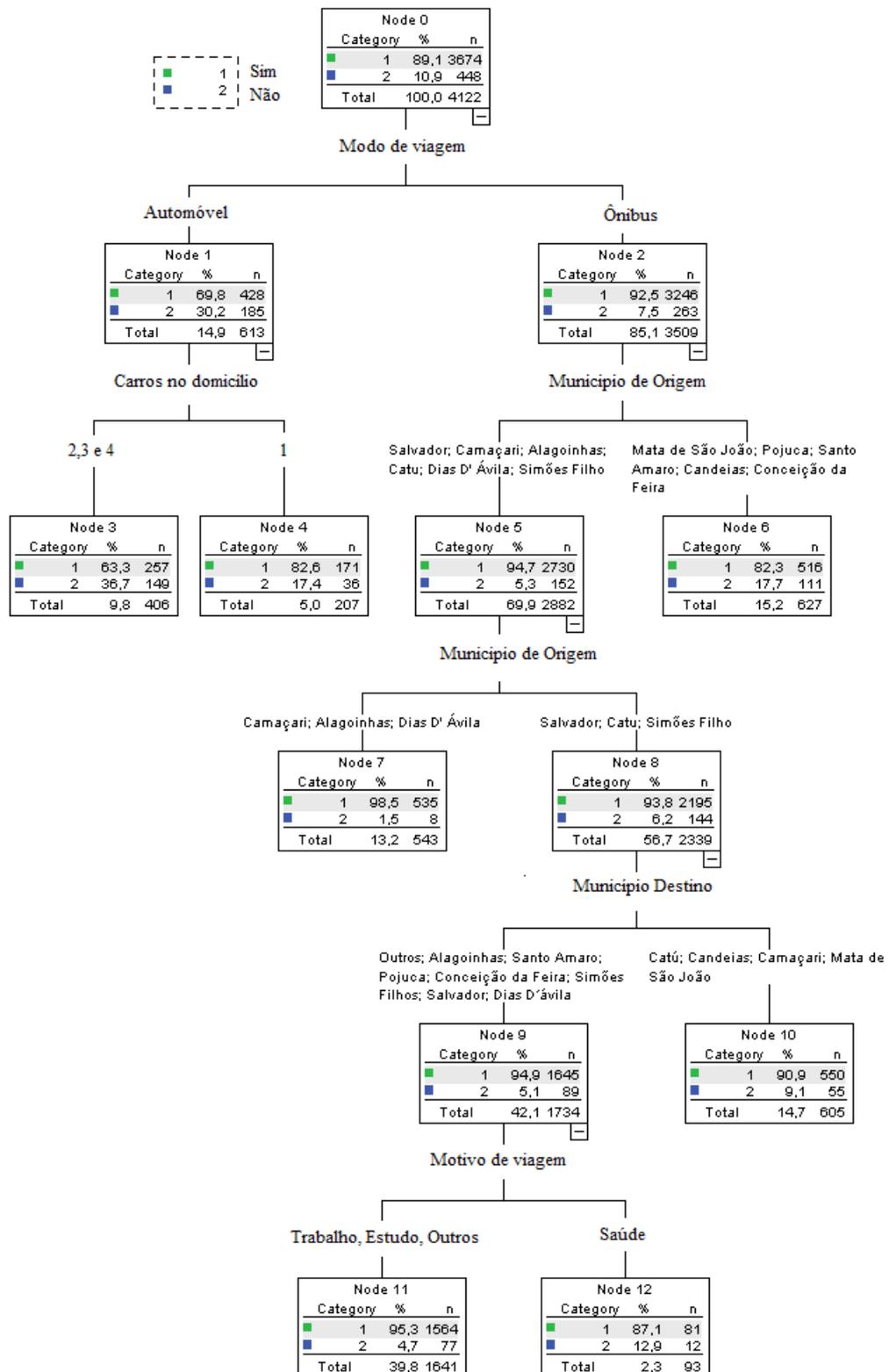


Figura 6.1 AD obtida para amostra de questionários aplicados nos PGVs



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

Como já esperado, pessoas com maior renda e que utilizam automóvel (nó 1) estão menos propensas a utilizar um modo de transporte coletivo para realização de suas viagens, enquanto que as pessoas que já fazem uso do transporte coletivo por ônibus (nó 2), estão mais predispostas a utilizar o trem para tais viagens.

Em seguida, são selecionadas as variáveis “Município de Origem” e “Carros no domicílio” para nova partição de dados. Assim, os nós 1 e 2 geram mais 4 novos nós/subgrupos:

Partição do Nó 1:

- (1.1) Indivíduos que utilizam o automóvel e possuem mais de um automóvel no domicílio (Nó 3 – 63,3% mudaria de modo);
- (1.2) Indivíduos que utilizam automóvel e possuem apenas um automóvel no domicílio (Nó 4 – 82,6% mudaria de modo).

Partição do Nó 2:

- (2.1) Indivíduos que utilizam ônibus e tem como origem Salvador, Alagoinhas, Camaçari, Dias D’Ávila, Simões Filho e Catu (nó 5 – 94,7% mudaria de modo);
- (2.2) Indivíduos que utilizam ônibus e tem como origem Candeias, Conceição da Feira, Mata de São João, Pojuca e Santo Amaro (nó 6 – 82,3% mudaria de modo);

Percebe-se, através dos resultados, que indivíduos que utilizam ônibus para realização de viagens predominantemente com origem nos municípios pertencentes ao trecho Salvador (BA) – Alagoinhas (BA) possuem maior probabilidade de transferência modal. Já o grupo de indivíduos que fazem viagens com origem mais frequente no trecho Conceição da Feira (BA) – Salvador (BA) está menos tendencioso à transferência modal.

Levando-se em conta as viagens realizadas por automóvel, verifica-se que aqueles indivíduos que possuem automóvel no domicílio estão menos susceptíveis a fazer a troca do automóvel para o trem em tais viagens.

Em seguida, os grupos foram novamente formados e subdivididos sucessivamente considerando as variáveis independentes citadas no Quadro 6.6. Ao final da segregação dos dados, foram obtidas 7 folhas, que foram a base para avaliar os



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

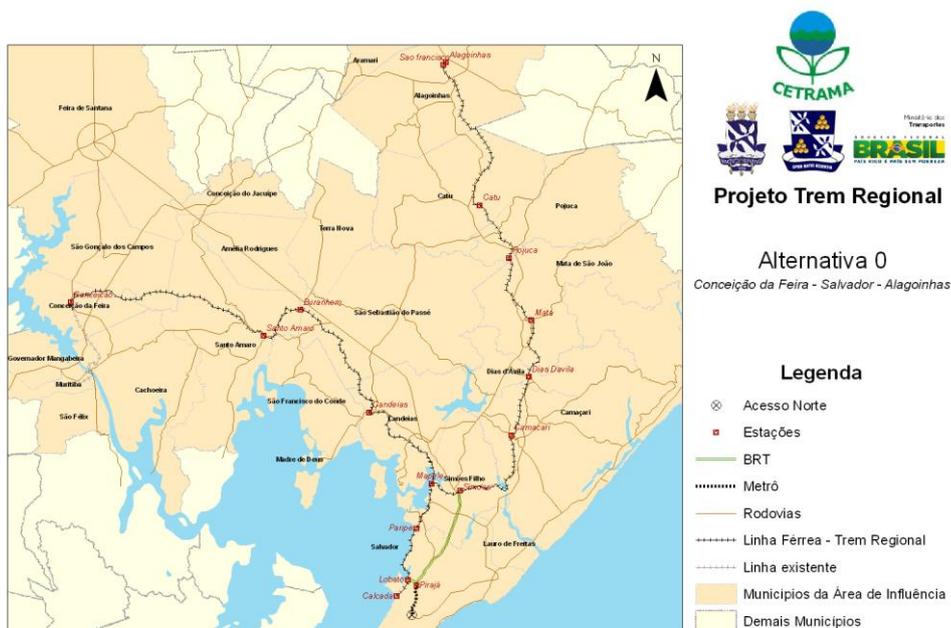
diferentes comportamentos em relação à transferência modal. O modelo de AD teve 89% de acertos, além disto, a árvore apresentou uma profundidade igual a 3 e um total de 13 nós. Na Figura 6.1 são apresentados os nós e o desenho esquemático da árvore obtida. Os retângulos, os quais representam os nós, apresentam a probabilidade de mudança de modo (1-Sim; 2- Não) de cada grupo classificado na AD. A Tabela 10, logo em seguida, mostra o resumo dos principais resultados da AD. São representadas na tabela as características de cada nó terminal (folha).

### 6.5 DEMANDA ESTIMADA TOTAL

A análise da demanda foi feita com base em duas Alternativas de trechos ferroviários.

A Figura 6.2 mostra o mapa da Alternativa “0” – Trecho Conceição da Feira/Salvador/Alagoinhas.

**Figura 6.2 ANÁLISE DAS DEMANDA POR TRECHOS FERROVIÁRIOS - Ano 2013  
Alternativa “0” – Trecho Conceição da Feira/Salvador/Alagoinhas**



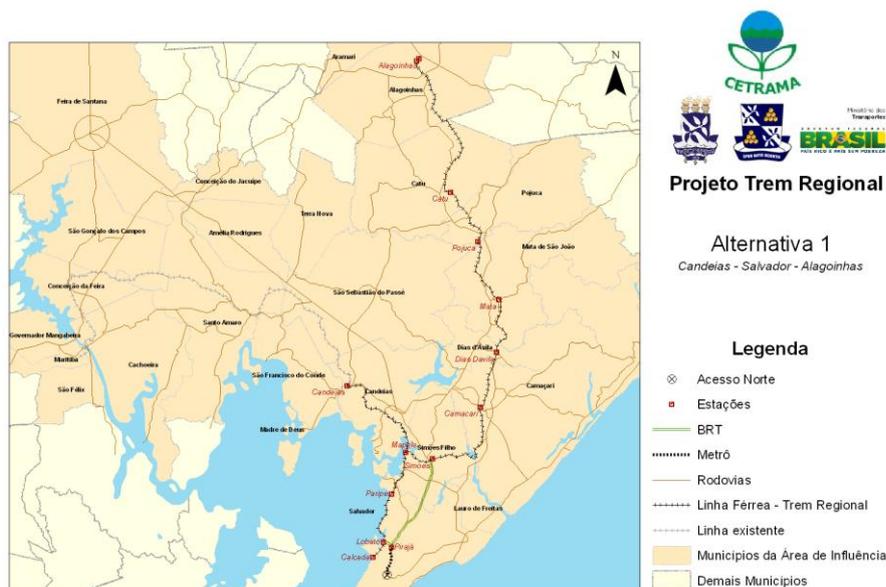


1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

Já a Figura 6.3 mostra o mapa da Alternativa “1” – Trecho Candeias/Salvador/Alagoinhas.

**Figura 6.3 ANÁLISE DAS DEMANDA POR TRECHOS FERROVIÁRIOS - Ano 2013  
Alternativa “1” – Trecho Candeias/Salvador/Alagoinhas**



A determinação da Demanda encontrada através da matriz Origem / Destino (O/D) está representada nos Quadros a seguir. A Matriz da demanda total do sentido 1 resultante do trecho **ALAGOINHAS /SALVADOR /CONCEIÇÃO DA FEIRA** com total de 62326 deslocamentos está apresentado no Quadro 6.7. A Matriz da demanda total do sentido 2 resultante do trecho **CONCEIÇÃO DA FEIRA/ SALVADOR/ ALAGOINHAS** tem um total de 71475 deslocamentos e representa a Alternativa “0” (Quadro 6.8). Por fim a Matriz da demanda total do sentido 2 resultante do trecho **CANDEIAS/ SALVADOR/ ALAGOINHAS** tem um total de 65020 deslocamentos e representa a Alternativa “1” analisada neste trabalho (Quadro 6.9).



**Quadro 6.7 DEMANDA SENTIDO 1: ALAGOINHAS /SALVADOR /CONCEIÇÃO DA FEIRA – MATRIZ O/D (quinta feira)**

Município		Destino											
		Alagoinhas	Catu	Pojuca	Mata de São João	Dias D'Ávila	Camaçari	Simões Filho	Salvador	Candeias	Santo Amaro	Conceição da Feira	Total geral
Origem	Alagoinhas	0	1609	127	598	0	126	140	4484	205	0	0	7084
	Catu		0	88	413	155	0	0	2505	0	0	0	3161
	Pojuca			0	0	76	170	47	756	0	0	0	1049
	Mata de São João				0	176	985	110	2293	0	0	0	3564
	Dias D'Ávila					0	2684	0	4900	0	0	0	7584
	Camaçari						0	386	13757	833	0	0	14143
	Simões Filho							0	9536	1360	0	0	9536
	Salvador								0	10182	3128	2376	15685
	Candeias								0	519	0	0	519
	Santo Amaro									0	0	0	0
	Conceição da Feira										0	0	0
<b>TOTAL</b>													<b>62326</b>

Trecho Alagoinhas/Salvador/Conceição da Feira – Demanda = 62.326 passageiros/dia/sentido

Trecho de maior carregamento = Camaçari /Salvador = 46.949 passageiros/dia/sentido



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

ESCOLA POLITÉCNICA

DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES



1.2 EPUFBA

1.1 UFBA

**Quadro 8 SENTIDO 2: CONCEIÇÃO DA FEIRA/ SALVADOR/ ALAGOINHAS – MATRIZ O/D (quinta feira)**

Município	Destino												
	Conceição da Feira	Santo Amaro	Candeias	Salvador	Simões Filho	Camaçari	Dias D'Ávila	Mata de São João	Pojuca	Catu	Alagoinhas	Total geral	
Origem	Conceição da Feira	0	0	0	2984	0	0	0	0	0	0	2984	
	Santo Amaro		0	323	3019	0	452	0	0	0	0	3471	
	Candeias			0	10023	674	1499	0	0	0	0	12196	
	Salvador				0	14008	12186	4977	602	1341	1783	38250	
	Simões Filho					0	3007	0	751	80	202	4325	
	Camaçari						0	4013	822	0	0	5459	
	Dias D'Ávila							0	849	270	229	1670	
	Mata de São João								0	50	126	471	
	Pojuca									0	543	485	1027
	Catu										0	1621	1621
Alagoinhas											0	0	
<b>Total</b>												<b>71475</b>	

**Trecho: Conceição da Feira/ Salvador/ Alagoinhas – Demanda = 71.475 passageiros/dia/sentido**  
**Trecho de maior carregamento = Camaçari /Salvador = 14.008 passageiros/dia/sentido**



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

ESCOLA POLITÉCNICA

DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES



1.2 EPUFBA

1.1 UFBA

**Quadro 9 SENTIDO 2: CANDEIAS/ SALVADOR/ ALAGOINHAS – MATRIZ O/D (quinta feira)**

Município	Destino									
	Candeias	Salvador	Simões Filho	Camaçari	Dias D'Ávila	Mata de São João	Pojuca	Catu	Alagoinhas	Total geral
Candeias	0	10023	674	1499	0	0	0	0	0	12196
Salvador		0	14008	12186	4977	602	1341	1783	3353	38250
Simões Filho			0	3007	0	751	80	202	285	4325
Camaçari				0	4013	822	0	0	624	5459
Dias D'Ávila					0	849	270	229	322	1670
Mata de São João						0	50	126	296	471
Pojuca							0	543	485	1027
Catu								0	1621	1621
Alagoinhas									0	0
<b>Total</b>										<b>65020</b>

**Trecho: Candeias/ Salvador/ Alagoinhas – Demanda = 65.020 passageiros/dia/sentido**

**Trecho de maior carregamento = Camaçari /Salvador = 14.008 passageiros/dia/sentido**



## 6.6 PROJEÇÃO DE DEMANDA

O cálculo da projeção da demanda para o período horizonte do projeto (2013 a 2038) é extremamente importante para o estudo de viabilidade.

Tomando como premissa que o modo ferroviário é um modo estruturante do uso do solo, mas tem uma força inercial grande, pois existe de certa forma uma cautela do usuário potencial realizar a transferência de modo, apesar de que o estudo em análise demonstrou através dos resultados das pesquisas de campo (Ver gráficos no APÊNDICE sobre transferência modal) e pela técnica da árvore de decisão descrita no item 6.4 que existe uma grande disposição à mudança.

A bibliografia sobre planejamento de transportes considera que a elasticidade-demanda do modo ferroviário de passageiros é baixa, principalmente, em função do poder aquisitivo dos seus usuários. Dessa forma, nesse estudo, tomou-se como base de valor para elasticidade demanda o valor de 0,15.

Outra premissa a ser utilizada no cálculo é que os 3 primeiros anos serão utilizados para obras (inclusive no intervalo de 25 anos), sendo o restante considerado como anos operacionais e a demanda considerada com 100% só será alcançada a partir do 4<sup>o</sup> ano.

A partir dessas premissas adotou-se que a demanda do ano 2013 será projetada para os 25 anos (ano horizonte do projeto) a partir de uma progressão geométrica (PG) cuja razão é baseada na associação das variáveis: elasticidade demanda, crescimento da população na área de estudo e PIB da área de estudo. Para tanto, utilizou as séries históricas do IBGE para todas as cidades constantes da área de influência do Trem regional de Passageiros.

**QUADRO 6. 10 - PROJEÇÃO DA DEMANDA - PERÍODO DO PROJETO (2013- 2038)**

Alternativa "0" – Trecho Conceição da Feira/Salvador/Alagoinhas

Demanda Diária 2013 = 71.475 passageiros/sentido/dia

Diária Anual 2013 = 26.088.375 passageiros/sentido/ano

**100% da Diária Anual 2013 = 26.088.375 passageiros/sentido/ano**

Demanda Inicial 100%					
	Ano	Demanda Anual Projetada	Taxa crescimento	Anos decorridos	26088375
	<b>2013</b>	<b>26088375</b>		<b>0</b>	<b>1,000</b>
-2	2014	27914561	7,00%	1	1,070
-1	2015	29868581	7,00%	2	1,070
0	2016	32138593	7,60%	3	1,076
<b>1</b>	<b>2017</b>	<b>34677541</b>	<b>7,90%</b>	<b>4</b>	<b>1,079</b>
2	2018	36758194	6,00%	5	1,060
3	2019	38596104	5,00%	6	1,050
4	2020	40139948	4,00%	7	1,040
5	2021	41600757	3,64%	8	1,036
6	2022	42897690	3,12%	9	1,031
7	2023	44085749	2,77%	10	1,028
8	2024	45191872	2,51%	11	1,025
9	2025	46233685	2,31%	12	1,023
10	2026	47195041	2,08%	13	1,021
11	2027	48113392	1,95%	14	1,019
12	2028	48994312	1,83%	15	1,018
13	2029	49778221	1,60%	16	1,016
14	2030	50574672	1,60%	17	1,016
15	2031	51282718	1,40%	18	1,014
16	2032	51898110	1,20%	19	1,012
17	2033	52417091	1,00%	20	1,010
18	2034	52888845	0,90%	21	1,009
19	2035	53311956	0,80%	22	1,008
20	2036	53525204	0,40%	23	1,004
21	2037	53685779	0,30%	24	1,003
<b>22</b>	<b>2038</b>	<b>53685779</b>	<b>0,00</b>	<b>25</b>	<b>1,000</b>



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

**QUADRO 6.11 - PROJEÇÃO DA DEMANDA - PERÍODO DO PROJETO (2013- 2038)**

Alternativa "0" – Trecho Conceição da Feira/Salvador/Alagoinhas

Demanda Diária 2013 = 71.47 passageiros/sentido/dia

Diária Anual 2013 = 26.088.375 passageiros/sentido/ano

**85% da Diária Anual 2013 = 22.175.119 passageiros/sentido/ano**

Demanda Inicial 85%					
	Ano	Demanda Anual Projetada	Taxa crescimento	Anos decorridos	22175119
	<b>2013</b>	<b>22175119</b>		<b>0</b>	<b>1,000</b>
-2	2014	24797708	11,83%	1	1,118
-1	2015	27730464	11,83%	2	1,118
0	2016	31010068	11,83%	3	1,118
<b>1</b>	<b>2017</b>	<b>34677541</b>	<b>7,90%</b>	<b>4</b>	<b>1,079</b>
2	2018	36758194	6,00%	5	1,060
3	2019	38596104	5,00%	6	1,050
4	2020	40139948	4,00%	7	1,040
5	2021	41600757	3,64%	8	1,036
6	2022	42897690	3,12%	9	1,031
7	2023	44085749	2,77%	10	1,028
8	2024	45191872	2,51%	11	1,025
9	2025	46233685	2,31%	12	1,023
10	2026	47195041	2,08%	13	1,021
11	2027	48113392	1,95%	14	1,019
12	2028	48994312	1,83%	15	1,018
13	2029	49778221	1,60%	16	1,016
14	2030	50574672	1,60%	17	1,016
15	2031	51282718	1,40%	18	1,014
16	2032	51898110	1,20%	19	1,012
17	2033	52417091	1,00%	20	1,010
18	2034	52888845	0,90%	21	1,009
19	2035	53311956	0,80%	22	1,008
20	2036	53525204	0,40%	23	1,004
21	2037	53685779	0,30%	24	1,003
<b>22</b>	<b>2038</b>	<b>53685779</b>	<b>0</b>	<b>25</b>	<b>1,000</b>



**QUADRO 6. 12 - PROJEÇÃO DA DEMANDA PARA - PERÍODO DO PROJETO (2013- 2038)**  
Alternativa "0" – Trecho Conceição da Feira/Salvador/Alagoinhas  
Demanda Diária 2013 = 71.47 passageiros/sentido/dia  
Diária Anual 2013 = 26.088.375 passageiros/sentido/ano  
70% da Diária Anual 2013 = 18.261.863 passageiros/sentido/ano

Demanda Inicial 70%					
	Ano	Demanda Anual Projetada	Taxa crescimento	Anos decorridos	18261863
	<b>2013</b>	<b>18261863</b>		<b>0</b>	<b>1,000</b>
-2	2014	21437339	17,39%	1	1,174
-1	2015	25164985	17,39%	2	1,174
0	2016	29540816	17,39%	3	1,174
<b>1</b>	<b>2017</b>	<b>34677541</b>	<b>7,90%</b>	<b>4</b>	<b>1,079</b>
2	2018	36758194	6,00%	5	1,060
3	2019	38596104	5,00%	6	1,050
4	2020	40139948	4,00%	7	1,040
5	2021	41600757	3,64%	8	1,036
6	2022	42897690	3,12%	9	1,031
7	2023	44085749	2,77%	10	1,028
8	2024	45191872	2,51%	11	1,025
9	2025	46233685	2,31%	12	1,023
10	2026	47195041	2,08%	13	1,021
11	2027	48113392	1,95%	14	1,019
12	2028	48994312	1,83%	15	1,018
13	2029	49778221	1,60%	16	1,016
14	2030	50574672	1,60%	17	1,016
15	2031	51282718	1,40%	18	1,014
16	2032	51898110	1,20%	19	1,012
17	2033	52417091	1,00%	20	1,010
18	2034	52888845	0,90%	21	1,009
19	2035	53311956	0,80%	22	1,008
20	2036	53525204	0,40%	23	1,004
21	2037	53685779	0,30%	24	1,003
<b>22</b>	<b>2038</b>	<b>53685779</b>	<b>0</b>	<b>25</b>	<b>1,000</b>



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

**QUADRO 6.13 - PROJEÇÃO DA DEMANDA PARA - PERÍODO DO PROJETO (2013- 2038)**

Alternativa "1" – Candeias /Salvador/Alagoinhas

Demanda Diária 2013 = 65.020 passageiros/sentido/dia

Diária Anual 2013 = 23.732.300 passageiros/sentido/ano

100% da Diária Anual 2013 = 23.732.300 passageiros/sentido/ano

Demanda Inicial 100%					
	Ano	Demanda Anual Projetada	Taxa crescimento	Anos decorridos	23732300
	<b>2013</b>	<b>23732300</b>		<b>0</b>	<b>1,000</b>
-2	2014	25393561	7,00%	1	1,070
-1	2015	27171110	7,00%	2	1,070
0	2016	29236115	7,60%	3	1,076
<b>1</b>	<b>2017</b>	<b>31545768</b>	<b>7,90%</b>	<b>4</b>	<b>1,079</b>
2	2018	33438514	6,00%	5	1,060
3	2019	35110439	5,00%	6	1,050
4	2020	36514857	4,00%	7	1,040
5	2021	37843738	3,64%	8	1,036
6	2022	39023544	3,12%	9	1,031
7	2023	40104308	2,77%	10	1,028
8	2024	41110535	2,51%	11	1,025
9	2025	42058261	2,31%	12	1,023
10	2026	42932795	2,08%	13	1,021
11	2027	43768209	1,95%	14	1,019
12	2028	44569572	1,83%	15	1,018
13	2029	45282685	1,60%	16	1,016
14	2030	46007208	1,60%	17	1,016
15	2031	46651309	1,40%	18	1,014
16	2032	47211125	1,20%	19	1,012
17	2033	47683236	1,00%	20	1,010
18	2034	48112385	0,90%	21	1,009
19	2035	48497284	0,80%	22	1,008
20	2036	48691273	0,40%	23	1,004
21	2037	48837347	0,30%	24	1,003
<b>22</b>	<b>2038</b>	<b>48837347</b>	<b>0,00</b>	<b>25</b>	<b>1,000</b>



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

**QUADRO 6. 14 PROJEÇÃO DA DEMANDA PARA - PERÍODO DO PROJETO (2013- 2038)**  
Alternativa "1" – Candeias /Salvador/Alagoinhas  
Demanda Diária 2013 = 65.020 passageiros/sentido/dia  
Diária Anual 2013 = 23.732.300 passageiros/sentido/ano  
85% da Diária Anual 2013 = 20.172.455 passageiros/sentido/ano

Demanda Inicial 100%					
	Ano	Demanda Anual Projetada	Taxa crescimento	Anos decorridos	20.172.455
	<b>2013</b>	<b>20.172.455</b>		<b>0</b>	<b>1,000</b>
-2	2014	22.558.195	11,83%	1	1,118
-1	2015	25.226.089	11,83%	2	1,118
0	2016	28.209.508	11,83%	3	1,118
<b>1</b>	<b>2017</b>	<b>31545768</b>	<b>7,90%</b>	<b>4</b>	<b>1,079</b>
2	2018	33438514	6,00%	5	1,060
3	2019	35110439	5,00%	6	1,050
4	2020	36514857	4,00%	7	1,040
5	2021	37843738	3,64%	8	1,036
6	2022	39023544	3,12%	9	1,031
7	2023	40104308	2,77%	10	1,028
8	2024	41110535	2,51%	11	1,025
9	2025	42058261	2,31%	12	1,023
10	2026	42932795	2,08%	13	1,021
11	2027	43768209	1,95%	14	1,019
12	2028	44569572	1,83%	15	1,018
13	2029	45282685	1,60%	16	1,016
14	2030	46007208	1,60%	17	1,016
15	2031	46651309	1,40%	18	1,014
16	2032	47211125	1,20%	19	1,012
17	2033	47683236	1,00%	20	1,010
18	2034	48112385	0,90%	21	1,009
19	2035	48497284	0,80%	22	1,008
20	2036	48691273	0,40%	23	1,004
21	2037	48837347	0,30%	24	1,003
<b>22</b>	<b>2038</b>	<b>48837347</b>	<b>0,00</b>	<b>25</b>	<b>1,000</b>



**QUADRO 6.15 - PROJEÇÃO DA DEMANDA - PERÍODO DO PROJETO (2013- 2038)**  
Alternativa "1" – Candeias /Salvador/Alagoinhas  
Demanda Diária 2013 = 65.020 passageiros/sentido/dia  
Diária Anual 2013 = 23.732.300 passageiros/sentido/ano  
70% da Diária Anual 2013 = 16.612.610 sentido/ano

Demanda Inicial 100%					
Ano	Demanda Anual Projetada	Taxa crescimento	Anos decorridos	16.612.610	
<b>2013</b>	<b>16.612.610</b>		<b>0</b>	<b>1,000</b>	
-2	2014	19.501.305	17,39%	1	1,174
-1	2015	22.892.303	17,39%	2	1,174
0	2016	26.872.947	17,39%	3	1,174
<b>1</b>	<b>2017</b>	<b>31545768</b>	<b>7,90%</b>	<b>4</b>	<b>1,079</b>
2	2018	33438514	6,00%	5	1,060
3	2019	35110439	5,00%	6	1,050
4	2020	36514857	4,00%	7	1,040
5	2021	37843738	3,64%	8	1,036
6	2022	39023544	3,12%	9	1,031
7	2023	40104308	2,77%	10	1,028
8	2024	41110535	2,51%	11	1,025
9	2025	42058261	2,31%	12	1,023
10	2026	42932795	2,08%	13	1,021
11	2027	43768209	1,95%	14	1,019
12	2028	44569572	1,83%	15	1,018
13	2029	45282685	1,60%	16	1,016
14	2030	46007208	1,60%	17	1,016
15	2031	46651309	1,40%	18	1,014
16	2032	47211125	1,20%	19	1,012
17	2033	47683236	1,00%	20	1,010
18	2034	48112385	0,90%	21	1,009
19	2035	48497284	0,80%	22	1,008
20	2036	48691273	0,40%	23	1,004
21	2037	48837347	0,30%	24	1,003
<b>22</b>	<b>2038</b>	<b>48837347</b>	<b>0,00</b>	<b>25</b>	<b>1,000</b>



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

ESCOLA POLITÉCNICA

DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

**QUADRO 6. 16 – TABELA RESUMO - PROJEÇÃO DA DEMANDA  
ALTERNATIVA 0: CONCEIÇÃO DA FEIRA/SALVADOR/ALAGOINHAS**

Cenários das Alternativas da Demanda Inicial	PASS./DIA	PASS./ANO sistema	PASS./ANO 1	PASS./ANO 22	TAXA GEOMÉTRICA MÉDIA	
					TGM 22/1	TGM 22/Sist.
100%	71.475	26.088.375	34.677.541	53.685.779	1,55%	2,06%
85%	60.754	22.175.119	34.677.541	53.685.779	1,55%	2,42%
70%	50.033	18.261.863	34.677.541	53.685.779	1,55%	2,94%

**QUADRO 6. 17 – TABELA RESUMO - PROJEÇÃO DA DEMANDA  
ALTERNATIVA 1: CANDEIAS/SALVADOR/ALAGOINHAS**

Cenários das Alternativas da Demanda Inicial	PASS./DIA	PASS./ANO sistema	PASS./ANO 1	PASS./ANO 22	TAXA GEOMÉTRICA MÉDIA	
					TGM 22/1	TGM 22/Sist.
100%	65.020	23.732.300	31.545.768	48.837.747	1,55%	2,06%
85%	55.267	20.172.455	31.545.768	48.837.747	1,55%	2,42%
70%	45.514	16.612.610	31.545.768	48.837.747	1,55%	2,94%



## 7. CARACTERIZAÇÃO DA OFERTA

Considerando o presente estudo, pode-se dizer que a oferta de transporte trata da intenção em colocar à disposição de cada município do trecho em estudo um serviço através do trem regional de passageiros, para atender à demanda potencial que declarou propensa à transferência, na pesquisa de campo realizada. Neste contexto se devem considerar as condições técnicas e operacionais existentes e o nível de serviço pretendido, sendo este um indicador da qualidade do serviço a ser ofertado.

A caracterização da oferta foi feita de acordo com o previsto no Termo de Referência e com base nos resultados das pesquisas de campo realizadas para estimativa da demanda e dos dados secundários, além das informações levantadas na vistoria realizada na etapa preliminar do estudo no trecho ferroviário Conceição da Feira - Salvador - Alagoinhas.

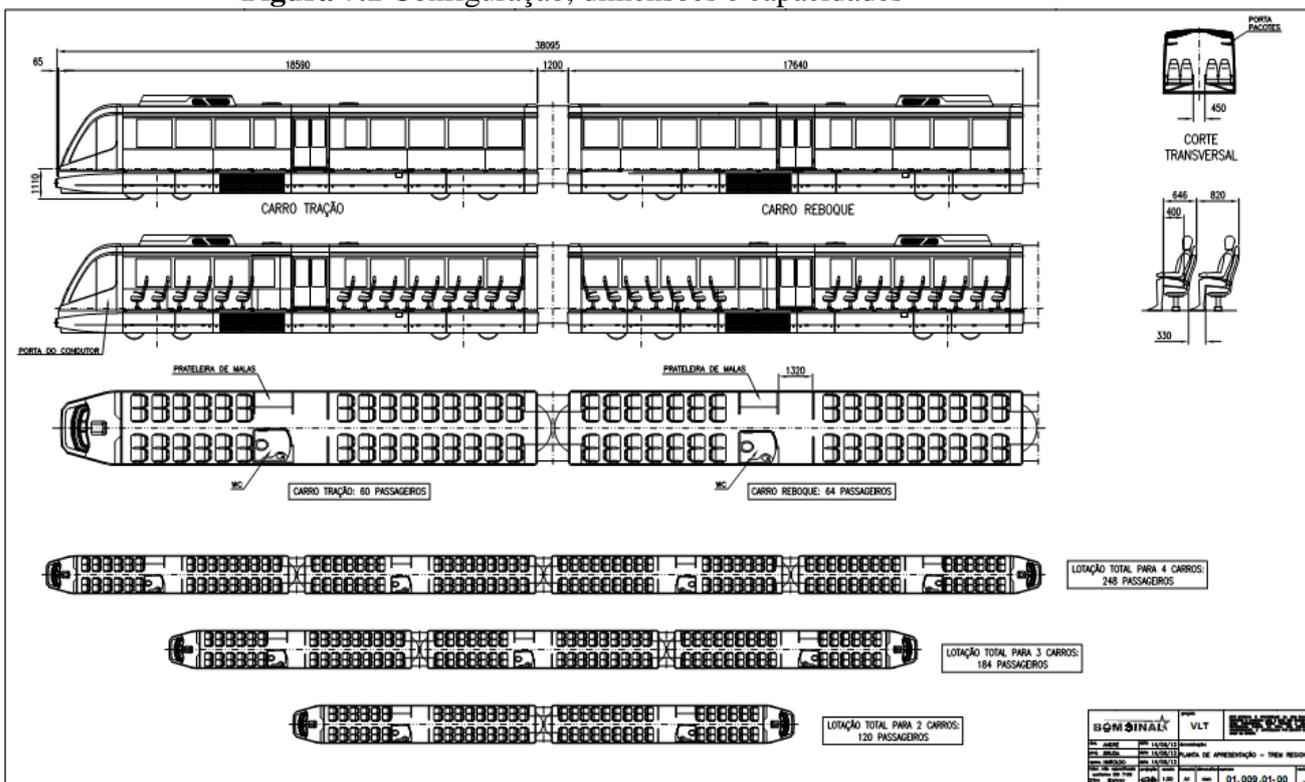
### 7.1 MATERIAL RODANTE

Conforme já citado anteriormente o material rodante aqui considerado é o fabricado pela Empresa Bom Sinal Indústria e Comércio, com fábrica instalada na cidade de Barbalha, no Estado do Ceará por ser este um equipamento da Indústria nacional, seguindo indicação do MT. Os valores previstos para esses trens foram empregados na análise de viabilidade bem como nos cálculos das taxas internas de retorno.

Os modelos fabricados atualmente apresentam configurações urbanas, podendo ser adaptados para operar nas antigas linhas férreas urbanas existentes no país em desuso ou em uso esporádico de carga, sendo então adaptável às condições do trem regional, objeto do presente estudo. Com composições de 2, 3 ou 4 carros, denominados

Mobile 2, Mobile 3 e Mobile 4, respectivamente, possui características de dimensões e capacidades conforme apresentado na Figura 7.1.

**Figura 7.1** Configuração, dimensões e capacidades



Fonte: Bom Sinal (2013)

Com o objetivo de servir em trajetos mais longos, com tempos de viagem acima de 60 minutos, os trens poderão ser modificados, no sentido de aumentar o conforto da viagem com poltronas em maior número e mais confortáveis, sem permissão de passageiros em pé. As características básicas relacionadas ao VLT da Bom Sinal são as seguintes, conforme apresenta a Quadro 7.1:

**Quadro 7.1** Características Técnicas Básicas do VLT da Bom Sinal

Composição da Unidade Operacional (VLT)	2, 3 ou 4 carros
Movimentação	Bidirecional
Número de cabines por VLT	2 (duas)
Material de fabricação da caixa	Aço carbono, galvanizado ou NTUSAC50
Bitola da via	1000 mm ( adaptável para 1.435 mm e 1.600 mm)
Comprimento de cada carro	18000 mm
Largura externa	2800 mm (Máximo 2900 mm)
Altura máxima do veículo	4000 mm
Altura do piso ao boleto do trilho na região das portas (Altura da plataforma)	1100 mm
Tipo de motorização para tração	Diesel-hidráulica
Peso máximo por eixo	13000 Kgf
Número de vãos de portas por lado do carro	3 (três)
Largura do vão com 3 portas	1300 mm (mínima 1200 mm)
Monitoramento do veículo por meio de databus	Sim
Circulação interna entre carros – Gangway	Sim
Raio mínimo de curva horizontal	80 m
Raio mínimo de curva vertical	500 m
Rampa máxima	3%
Capacidade mínima (passageiros sentados)	Mobile 2 – 120 pass / Mobile 3 - 184 pass / Mobile 4 – 248 pass.
Velocidade máxima operacional	80 Km/h
Mínima aceleração média até 40 km/h	0,4 m/s <sup>2</sup>
Desaceleração em serviço máximo	0,8 + 10% -5% m/s <sup>2</sup>
Desaceleração em emergência	1,0 ± 10% m/s <sup>2</sup>
Nível máximo de solavanco	1,0 m/s <sup>3</sup>

Fonte Adaptada: Bom Sinal (2013)



Com as características acima apresentadas, cada tipo de trem apresenta um custo conforme Quadro 7.2.

**Quadro 7.2** Custo Material Rodante (R\$)

MOBILE 1	MOBILE 2	MOBILE 3
6.700.000,00	10.050.000,00	13.400.000,00

Fonte: Bom Sinal

No caso específico do trecho ferroviário em estudo, Conceição da Feira-Salvador-Alagoinhas, onde existem vários cruzamentos com o centro urbano, algumas vezes com tráfego rodoviário congestionado, o VLT da Bom Sinal contribuirá com a renovação urbanística das áreas degradadas ou abandonadas no entorno das vias férreas em estudo. Trata-se de uma alternativa de transporte de possível integração com os demais modos, além de respeitar ao meio ambiente e favorecer a mobilidade sustentável da região.

## 7.2 VIA PERMANENTE

O que se busca é a identificação da viabilidade de implantação de sistemas de transporte ferroviário de passageiros de caráter regional em trechos de infraestrutura existente, observando o atual Marco Regulatório Ferroviário, de modo a promover a efetividade e cumprimento do papel social da prestação de serviços ferroviários. Desta forma o oferta mantém via férrea nas condições atuais, descrita no item 2 - Caracterização do Trecho Ferroviário, sem qualquer intervenção, salvo a manutenção corrente de responsabilidade da Concessionária, correspondendo ao trem de passageiro, o pagamento pelo uso sistema. No entanto pequenos ajustes tornaram-se necessários como sejam.

Considerando-se que os prédios de estações existentes encontram em ruína ou ocupados pela Concessionária, previu-se a construções de novas prédios de estações, de caráter multiuso, e acessíveis em qualquer circunstância.



### 7.2.1 Tipologia das Estações

Em relação às estações foi proposta a seguinte Tipologia em função da escala e da demanda de passageiros (tipos 01, 02 e 03), conforme a seguir:

- 1) Multiuso ou integrada;
- 2) Padrão;
- 3) Ponto de parada simples.

Os Critérios para classificação das estações foram definidos em função de:

- Demandas no trecho estudado (linhas de desejo)
- Integração com o modo rodoviário intramunicipal ou intermunicipal (proximidade de estações e/ou terminais);
- Uso do solo diversificado no entorno;
- Densidade no entorno;
- Disponibilidade de áreas para empreendimentos ou ampliação;

No Quadro 7.3 a seguir está especificada a tipologia de acordo com cada estação:

**Quadro 7.3** Tipologia das Estações Ferroviárias

Estação	Tipologia
1- Calçada	1
2- Lobato	1
3- Paripe	2
4- Mapele	2
5- Simões Filho	1
6- Camaçari	1
7- Dias D'Ávila	2
8- Mata de São João	3
9- Pojuca	3
10- Catu	2
11- São Francisco	3
12- Alagoinhas	1
13- Candeias	1
14- Buranhém	3
15- Santo Amaro	2
16- Conceição de Feira	2



### 7.2.2 Concepção de Estações Multiuso para Trem de Passageiros

O conceito de sistema de transportes intermodal estimula a mobilidade urbana, através várias opções de transporte, com a integração entre os diversos modos: trem, metrô, ônibus, táxis, carros, bicicletas e a pé. Assim como em terminais intermodais existentes ao redor do mundo, muitos projetos prevêm também a exploração, gestão e operação de um complexo de serviços e comércio, além da construção, implantação, manutenção, conservação, melhoria do sistema (veículos, via, estações, instalações elétricas, etc.).

As estações, conforme o relatório 03, devem prover conforto e acesso aos serviços a fim de seja eficiente e permita o deslocamento adequado de pedestres.

São considerados como fatores que promovem o incentivo as pessoas a utilizar o transporte público com relação direta com a qualidade do espaço destinado a esses fins:

- Segurança
- Acessibilidade total, sem barreiras, com rampas e/ou passarelas caso necessário;
- Acessos diretos aos sistemas de transporte;
- Espaços amplos, de fácil percepção;
- Projeto com qualidade visual das edificações e paisagismo;
- Conforto do espaço, com coberturas, equipamentos urbanos e serviços (conforme o tipo de estação);
- Boa iluminação.

A localização das estações promove impactos no ambiente urbano, facilita o intercâmbio entre modos de transporte, evitando transtorno em seus transbordos, reduz as distâncias percorridas e melhora as condições de transporte, além de favorecer o desenvolvimento de atividades comerciais e de serviços.



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

Nas estações devem-se oferecer informações aos usuários sobre uma variedade de opções de transporte: metrô, ônibus, carros, táxis e bicicletas. A edificação deverá ser visualmente agradável e estimulante, com bom padrão de qualidade de construção, e utilizando de materiais antivandalismo e técnicas de design que realçam a natureza cívica e social da edificação.

Em decorrência do anteriormente estabelecido previu-se também a construção de pátios com 300 m de extensão e características técnicas semelhantes às da linha existente; trilho tipo TR-45, dormentes de madeira, fixação rígida, lastro de pedra britada graduada, aparelho de mudança de via TR-45 abertura 1:20 e entre via de 4,00m a custo de R\$ 675.000,00 (seiscentos e setenta e cinco mil reais) por pátio.

### 7.3 SISTEMAS DE CONTROLE DE TRÁFEGO, OFICINAS E INSTALAÇÕES DE APOIO.

Tratando-se de via de uso compartilhado com o trem de carga hoje em operação, o sistema de controle de tráfego é o existente operado pela Concessionária, cabendo ao trem de passageiro o pagamento pela utilização do serviço.

Não comportando as instalações e manutenção mecânica existentes quer no domínio da Ferrovia Centro Atlântico quer no domínio da Companhia de Transporte de Salvador, em face da diversidade do equipamento utilizado, previu-se novas instalações para manutenção.

### 7.4 PROGRAMAÇÃO OPERACIONAL

A Programação da Operação corresponde à etapa do planejamento de transporte onde se define a frota a ser utilizada em cada serviço de linha, sendo estabelecidos os horários de partida dos veículos nas estações, intervalos entre atendimentos nos diferentes períodos do dia, entre outras medidas básicas. Esta frota



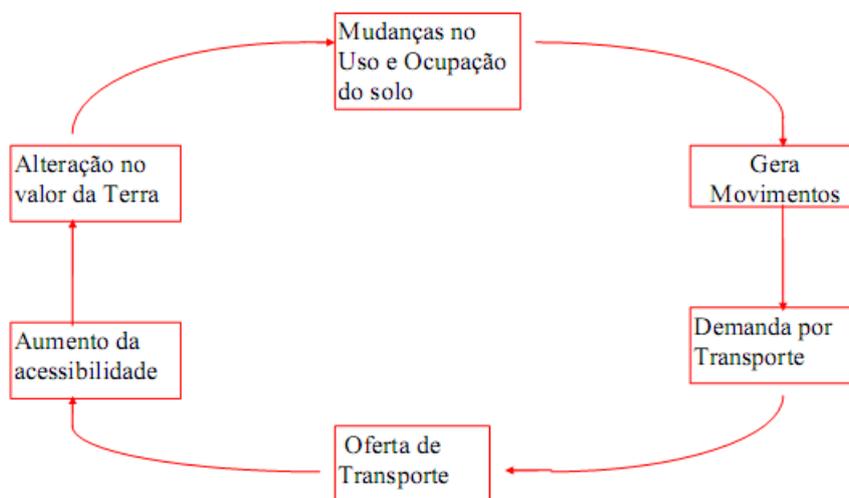
1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

corresponde à oferta do serviço de transporte, a qual deve atender às necessidades dos usuários e gerar satisfação pelo serviço prestado.

Pretende-se no presente estudo, definir a estratégia operacional, o número de linhas de trem necessário para a cobertura do trecho em estudo e a frota de cada linha, considerando para tanto o conceito de Elasticidade da Demanda, a qual permite que se avalie uma possível alteração da demanda em função de mudanças nas características dos serviços, como por exemplo, tarifa, frequência dos serviços, tempo de viagem, bem como aspectos urbanísticos como mudança do uso e ocupação do solo, instalação de serviços públicos etc. Segundo Vânia Barcelos (IME, 2000) este conceito é muito útil na medida em que se trabalha com diferentes parâmetros, inferindo sobre a variação da demanda, podendo também prevê a variação futura. Na dinâmica das relações entre transporte e uso do solo, Vânia Barcelos (IME, 2000) apresenta a Figura 7.2 abaixo, denominada Ciclo de Transporte, mostrando a necessidade do equilíbrio entre a oferta e a demanda, para a manutenção do atendimento da circulação de pessoas e ou mercadorias.

Figura 7.2 Ciclo dos Transportes



Fonte: Apostila: Planejamento de Transportes - Conceitos e modelos de análise  
(Campos, V. B. G.)

Assim, a partir dos dados do ano base da pesquisa de campo, realizada em 2013, descrita no Item 6, foi elaborada uma matriz O/D com as projeções dos deslocamentos produzidos e atraídos, entre pares de municípios do trecho Conceição da Feira - Salvador - Alagoinhas, considerando apenas o percentual de propensão à transferência para o trem regional de passageiros em pauta.

#### 7.4.1 Critérios Utilizados no Dimensionamento da Oferta

Para o dimensionamento da frota horária e frota efetiva de cada linha de trem estabelecida para todo o trecho em estudo, se fez necessário considerar as características técnicas e operacionais do trecho, além do tipo e características técnicas do material rodante proposto.

Os principais parâmetros usados neste dimensionamento foram: variação da demanda diária e no horário de pico em cada seção ou trecho crítico, capacidade do veículo de transporte e o tempo de ciclo das linhas. Além destes dados foram considerados também: velocidade operacional estimada, extensão de cada linha, tempo



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

gasto nas paradas das estações intermediárias (considerando a desaceleração, o tempo de porta aberta e a retomada da aceleração) e nas estações de ponta.

A oferta resultante de todo o trecho foi empregada na determinação do montante dos investimentos e na avaliação da viabilidade técnica, econômica e financeira do presente estudo, considerando os critérios adotados no dimensionamento da frota horária das linhas de trem propostas.

#### **7.4.1.1 Definição do Material Rodante Ferroviário e da Capacidade do Veículo (CV)**

Segundo Reck (2012, apud MÜLLER, C. C. S, 2013) a capacidade do veículo de transporte é a quantidade de passageiros que o veículo pode transportar simultaneamente, em pé e sentado, com condições limites de conforto.

No presente estudo, o material rodante proposto foi o trem de passageiro nacional, fabricado pela Empresa Bom Sinal. A Tabela 7.1 a seguir apresenta cada tipo de trem com sua capacidade e custo unitário.

Por se tratar de trem de características regionais, ou seja, trens que percorrem itinerários mais longos, para o dimensionamento da frota foi admitido apenas usuários que viajam sentados. Pelas características do trecho de estudo Conceição da Feira – Salvador – Alagoinhas, foram considerados apenas os tipos de trens Mobile 3 e Mobile 4, conforme especificado nos itens a seguir.

**Tabela 7.1 Material Rodante Proposto**

Tipos de trens	Composição	Capacidade (CV)	Custo Unitário da Composição (R\$)
Mobile 2	2 carros com 1 cabine em cada um	$60 + 60 = 120$	6.700.000,00
Mobile 3	2 carros com cabine e 1 reboque	$60 + 60 + 64 = 184$	10.050.000,00
Mobile 4	2 carros com cabine e 2 reboque	$60 + 60 + 64 + 64 = 248$	13.400.000,00

#### 7.4.1.2 Identificação das Alternativas de Estudo

Das matrizes representativas dos deslocamentos nos dois sentidos do trecho em estudo, obtidas através da pesquisa de campo, o sentido dominante, ou seja, o sentido com maior número de deslocamentos foi Conceição da Feira – Salvador – Alagoinhas, com um total de deslocamentos, somando todos os pares de municípios, de 71.475 passageiros/dia/sentido.

Este resultado foi considerado para o dimensionamento da oferta, na situação otimista – 100% da demanda propensa à transferência para o trem regional, apresentada na pesquisa. As demandas entre os pares de municípios no sentido dominante resultaram em alguns trechos com baixas demandas, a exemplo de Conceição da Feira até Santo Amaro (total de 6.455 deslocamentos) e entre Camaçari até Alagoinhas (total de 10.248 deslocamentos). Já o trecho entre Candeias até Simões Filho resultou em alta demanda (total de 54.771 deslocamentos).

Para a definição dos trechos entre municípios estudados, com vistas à implantação do trem regional de passageiros, se considerou alguns critérios com base na caracterização de todo o trecho, realizada na etapa dos Estudos Preliminares,



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

apresentado no Volume I deste Relatório, bem como pela demanda propensa à transferência para o trem regional, resultado da pesquisa de campo. Os principais critérios considerados foram os seguintes:

- ✓ Trecho de maior concentração de demanda - **Salvador - Camaçari**;
- ✓ Dificuldades de futuras duplicações da malha ferroviária no trecho entre Conceição da Feira e Buranhém, devido à topografia do local, ao solo do tipo massapê, desfavorável à construção de ferrovias, à restrição da faixa de domínio e ao traçado existente;
- ✓ Maior otimização do serviço do trem regional de passageiros.

Assim se definiu pelo estudo de duas alternativas:

- **ALTERNATIVA “0”** – Trecho Conceição da Feira – Salvador – Alagoinhas.
- **ALTERNATIVA “1”** – Trecho Candeias – Salvador – Alagoinhas.

O cálculo da frota, a seguir apresentado, foi realizado para as duas alternativas “0” e “1”.

#### 7.4.1.3 Determinação da Demanda no Trecho Crítico Ferroviário

Reck (2013) define seção crítica como a quantidade máxima de passageiros transportados ao longo de uma viagem, sendo o trecho em que ocorre esse pico de passageiros denominado de trecho crítico.

Conforme já citado, a demanda considerada para o dimensionamento da frota foi a do sentido dominante Conceição da Feira – Salvador – Alagoinhas, a qual apresentou maior número de deslocamentos. O Quadro 7.4 **Demanda Sentido Dominante**, apresenta o número de deslocamentos entre pares de municípios. Constata-se que o trecho crítico foi de Salvador-Simões Filho.



## Quadro 7.4 Demanda Sentido Dominante

ALTERNATIVA 0: TRECHO CONCEIÇÃO DA FEIRA /SALVADOR /ALAGOINHAS												
ALTERNATIVA 1: TRECHO CANDEIAS /SALVADOR /ALAGOINHAS												
Município De Origem	Destino											
	Conceição da Feira	Santo Amaro	Candeias	Salvador	Simões Filho	Camaçari	Dias D'Ávila	Mata de São João	Pojuca	Catu	Alagoinhas	Total geral
Conceição da Feira	0	0	0	2.984	0	0	0	0	0	0	0	2984
Santo Amaro		0	323	3.019	0	452	0	0	0	0	0	3471
Candeias			0	10.023	674	1499	0	0	0	0	0	12196
Salvador				0	14.008	12.186	4.977	6.02	1.341	1.783	3.353	38.250
Simões Filho					0	3.007	0	751	80	202	285	4.325
Camaçari						0	4.013	822	0	0	624	5.459
Dias D'Ávila							0	849	270	229	322	1.670
Mata de São João								0	50	126	296	471
Pojuca									0	543	485	1.027
Catu										0	1621	1.621
Alagoinhas											0	0
<b>Total</b>												<b>71.475</b>



#### 7.4.1.3.1 Determinação das Linhas de Trem na Alternativa “0”

A partir da variação da demanda ao longo do dia e no horário de pico e visando otimizar a oferta de trens, sem penalizar os potenciais usuários do trecho mais carregado, Salvador – Camaçari, definiu-se pela operação de três linhas de trens na Alternativa “0” - Conceição da Feira – Salvador – Alagoinhas. A Tabela 7.2 a seguir apresenta as linhas propostas com as respectivas demandas dia e demanda hora/pico, bem como o tipo de material rodante definido para o dimensionamento da frota desta Alternativa.

**Tabela 7.2 Linhas propostas da Alternativa “0”**

LINHAS PROPOSTAS	DEMANDA/DIA (Trecho mais carregado)	DEMANDA / HORA PICO	Tipo de trem proposto
Conceição da Feira – Salvador	10.023	1.002	Mobile 3
Salvador – Camaçari	14.008	1.401	Mobile 4
Camaçari - Alagoinhas	4.013	401	Mobile 3

A demanda acima apresentada é representativa para o cenário otimista, ou seja, 100% dos viajantes entrevistados na pesquisa, propensos à transferência para o trem regional. Considerando, além deste cenário, o cenário intermediário (85% da demanda) e o cenário conservador (70% da demanda) resulta conforme apresentado na Tabela 7.3.

**Tabela 7.3 Demanda/hora pico da Alternativa “0”**

LINHAS PROPOSTAS	DEMANDA / HORA PICO em cada cenário		
	Otimista (100%)	Intermediário (85%)	Conservador (70%)
Conceição da Feira – Salvador	1.002	852	701
Salvador – Camaçari	1.401	1.191	981
Camaçari - Alagoinhas	401	341	281



#### 7.4.1.3.2 Determinação das Linhas de Trem na Alternativa “1”

Seguindo a avaliação feita para a Alternativa “0”, com base na demanda no trecho mais carregado, Salvador - Camaçari e tendo em vista a dificuldade citada no aspecto topográfico / geotécnico entre Conceição da Feira - Buranhém, definiu-se pelo serviço de três linhas da Alternativa “1”, Candeias - Salvador - Alagoinhas. Nesta alternativa a primeira linha sai de Candeias ao invés de sair de Conceição da Feira.

A Tabela 7.4 a seguir apresenta as linhas propostas na Alternativa “1” com as respectivas demandas dia e hora/pico, bem como o tipo de material rodante definido para o dimensionamento de frota desta Alternativa.

Observa-se que os trechos mais carregados desta Alternativa coincidem com a Alternativa “0”, resultando na mesma demanda/hora pico.

**Tabela 7.4 Linhas propostas da Alternativa “1”**

LINHAS	DEMANDA/DIA (Trecho mais carregado)	DEMANDA/HORA PICO	Tipo de trem proposto
Candeias – Salvador	10.023	1.002	Mobile 3
Salvador – Camaçari	14.008	1.401	Mobile 4
Camaçari - Alagoinhas	4.013	401	Mobile 3

A demanda acima é representativa para o cenário otimista, ou seja, 100% dos viajantes entrevistados na pesquisa propensos à transferência para o trem regional. Tanto este cenário como o cenário intermediário (85% da demanda) e o cenário conservador (70% da demanda) a demanda coincide com a Alternativa “0”, conforme Tabela 7.5 abaixo.

**Tabela 7.5 Demanda/hora pico da Alternativa “1”**

LINHAS PROPOSTAS	DEMANDA / HORA PICO em cada cenário		
	Otimista (100%)	Intermediário (85%)	Conservador (70%)
Candeias – Salvador	1.002	852	701
Salvador – Camaçari	1.401	1.191	981
Camaçari - Alagoinhas	401	341	281

Vale ressaltar que a Estação de Mapele irá funcionar como estação de integração das linhas ferroviárias C. da Feira - Salvador e Salvador - Camaçari, na Alternativa “0”, e das linhas Candeias - Salvador e Salvador - Camaçari na Alternativa “1”.

#### 7.4.1.4 Determinação da Velocidade e Tempos de Percurso e de Ciclo

Ferraz e Torres (2004) conceituam tempo de ciclo como o tempo total para que uma viagem redonda seja realizada, incluindo o tempo parado nos terminais. É o tempo que o mesmo veículo gasta entre a saída do terminal inicial até a próxima saída do mesmo terminal. Pode-se concluir que o tempo de percurso (tempo de viagem) é o tempo do veículo em movimento, sem computar os tempos parados. Este tempo depende da velocidade comercial de operação (km/h) e da extensão da linha de trem (km).

O trecho de estudo, Conceição da Feira – Salvador – Alagoinhas, por se tratar de linha existente e considerando o limite máximo de velocidade informado para Empresa Bom Sinal referente ao material rodante proposto, de 80 km/h, para o cálculo do tempo de ciclo, convencionou-se a velocidade comercial de operação em 60 km/h, estabelecendo assim os limites técnicos dentro de padrões de segurança e atratividade para este serviço.



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

Após análise das condições técnicas atuais da infraestrutura e superestrutura da via, das condições operacionais, bem como das localizações das estações, concluiu-se pela seleção de 16 (dezesesseis) estações, dos tipos convencionados em 1, 2 ou 3, respectivamente, conforme especificado na Tabela 7.3, no Item 7.2.1 deste Relatório.

Para o cálculo do tempo de Ciclo entre estações, foram considerados os seguintes parâmetros:

- Extensão entre municípios do trecho de estudo
- Velocidade comercial de operação = 60 km/h;
- Tempo parado em estação intermediária = 2' (dois minutos)
- Tempo parado em estação final de viagem = 8' (oito minutos)

A equação utilizada foi a seguinte:

TEMPO DE CICLO (TC):  $TC \text{ (ida + volta)} = T_{\text{viagem}} (T_v) + T_{\text{terminais}} (T_t)$

A Tabela 7.6 apresenta as extensões levantadas entre os municípios. Com este resultado se pode estabelecer a extensão de cada linha proposta para as Alternativas “0” e “1”, respectivamente, visando o dimensionamento da oferta do serviço ferroviário.



**Tabela 7.6** Extensões entre Estações Trecho: Conceição da Feira / Salvador / Alagoinhas

**ALTERNATIVA 0: CONCEIÇÃO DA FEIRA /SALVADOR /ALAGOINHAS****ALTERNATIVA 1:CANDEIAS /SALVADOR /ALAGOINHAS**

Município	Destino												
	Conceição da Feira	Santo Amaro	Buranhem	Candeias	Mapele	Salvador - Calçada	Simões Filho	Camaçari	Dias D'Ávila	Mata de São João	Pojuca	Catu	Alagoinhas
Conceição da Feira	0	37,5	47,9	70,72	90,98	113,0							
Santo Amaro		0	10,4	33,25	53,51	75,53							
Buranhem			0	22,81	43,07	65,09							
Candeias				0	20,26	42,28							
Mapele					0	22,02							
SSA - Calçada						0	28,19	46,79					
Simões Filho							0	18,6					
Camaçari								0	10,54	21,6	33,63	44,97	74,49
Dias D'Ávila									0	11,06			
Mata de São João										0	12,03		
Pojuca											0	11,34	
Catu												0	29,52
Alagoinhas													0



A extensão de cada linha proposta das Alternativas “0” e “1” está apresentada na Tabela 7.7 abaixo:

**Tabela 7.7** Extensão das Linhas propostas das Alternativas “0” e “1”

ALTERNATIVA “0”			ALTERNATIVA “1”		
LINHA	EXTENSÃO (KM)		LINHA	EXTENSÃO (KM)	
	IDA	IDA + VOLTA		IDA	IDA + VOLTA
Conceição da Feira – Salvador	113,0	226,00	Candeias – Salvador	42,28	84,56
Salvador – Camaçari	46,79	93,58	Salvador – Camaçari	46,79	93,58
Camaçari – Alagoinhas	74,49	149,00	Camaçari – Alagoinhas	74,49	149,00

A Tabela 7.8 a seguir apresenta os tempos de ciclos calculados entre os municípios, considerando a velocidade de operação determinada e as extensões levantadas. Nas estações intermediárias foi somado aos tempos de viagem, o tempo parado de 2min. (dois minutos). Já para as estações finais de cada linha proposta, foi somado aos tempos de viagem, o tempo parado de 8min. (oito minutos) Com este resultado se pode estabelecer o tempo de ciclo de cada linha proposta para as Alternativas “0” e “1”, respectivamente, visando o dimensionamento da oferta do serviço ferroviário.



**Tabela 7.8** Tempo de Ciclo entre Municípios Trecho: Conceição da Feira / Salvador / Alagoinhas

ALTERNATIVA 0: CONCEIÇÃO DA FEIRA /SALVADOR /ALAGOINHAS													
ALTERNATIVA 1:CANDEIAS /SALVADOR /ALAGOINHAS													
Município	Destino												
	Conceição da Feira	Santo Amaro	Buranhem	Candeias	Mapele	Salvador - Calçada	Simões Filho	Camaçari	Dias D'Ávila	Mata de São João	Pojuca	Catu	Alagoinhas
Conceição da Feira	0	45,47	57,91	82,72	104,98	139,0							
Santo Amaro		0	12,44	37,25	59,51	93,53							
Buranhem			0	24,81	47,07	81,09							
Candeias				0	22,26	56,28							
Mapele					0	34,02							
SSA - Calçada						0	42,19	68,79					
Simões Filho							0	26,6					
Camaçari								0	18,54	31,6	45,63	58,97	96,49
Dias D'Ávila									0	13,06	27,09	40,43	77,95
Mata de São João										0	14,03	27,37	64,89
Pojuca											0	13,34	50,86
Catu												0	37,52
Alagoinhas													0



O tempo de ciclo de cada linha das Alternativas “0” e “1” ficou conforme apresentado na Tabela 7.9 abaixo:

**Tabela 7.9** Tempo de Ciclo das Linhas propostas das Alternativas “0” e “1”

ALTERNATIVA “0”			ALTERNATIVA “1”		
LINHA	Tempo de Ciclo (min)		LINHA	Tempo de Ciclo (min)	
	IDA	IDA + VOLTA		IDA	IDA + VOLTA
Conceição da Feira – Salvador	139’	278’	Candeias – Salvador	56,28	113’
Salvador – Camaçari	68,79	138’	Salvador – Camaçari	68,79	138’
Camaçari – Alagoinhas	96,49	193’	Camaçari – Alagoinhas	96,49	193’

#### 7.4.2 Dimensionamento da Frota

A partir dos parâmetros estabelecidos referentes aos passageiros na seção crítica (“P” em passageiros/hora), capacidade do veículo ferroviário (“C” em passageiros/veículo) e tempo de ciclo das linhas propostas (“T” em minuto), a frota horária e frota efetiva foram determinadas através das seguintes equações:

- **Frequência de Atendimento** “Q”: (em viagens/hora) - Definido como a quantidade de viagens a ser realizada no intervalo de uma hora, podendo ser denominado trem/hora. A equação básica é a seguinte:

$$Q = \frac{P}{C}$$

Equação 1



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

- **Headway** “H” (em minutos/veículo) – Corresponde ao Intervalo entre as viagens de trem, ou seja, intervalo entre dois veículos de uma mesma linha.

$$H = \frac{60}{Q}$$

Equação 2

**Frota Efetiva** “F” (em nº de veículos) - Número necessário de veículos para atender à demanda da seção crítica.

$$F = \frac{T}{H}$$

Equação 3

A partir das equações acima, foram aplicados os parâmetros e critérios estabelecidos para o trecho de estudo, para as Alternativas “0” e “1”, respectivamente, no dimensionamento da frota efetiva. Nesta etapa levou-se em consideração a redução da necessidade de investimento em material rodante e ainda um equilíbrio entre os tempos totais de ciclo e as frequências oferecidas, tornando-se o serviço mais atrativo aos usuários.

#### 7.4.2.1 Cálculo da Frota Efetiva da Alternativa "0"

Para o atendimento da demanda estimada para as linhas propostas na Alternativa “0”, considerando a capacidade máxima dos veículos concernentes ao início da operação regular, a frota efetiva necessária, incluída uma unidade reserva é a seguinte:

**Tabela 7.10 Frota Efetiva Real Por Linha da Alternativa “0” - Cenário Otimista**

LINHA	Demanda Hora Pico (P)	Tempo de Ciclo (T) (min.)	Frequência de atendimento (Q) (viagens/hora) (Q = P / C)	Headway (H) (min/veículos) (60' / Q)	Frota Efetiva (veículos) (F = T / H)	Tipo de Veículo
Conceição da Feira – Salvador	1.002	278'	6	10'	28	Mobile 3
Salvador – Camaçari	1.401	138'	6	10'	14	Mobile 4
Camaçari – Alagoinhas	401	193'	2	30'	6	Mobile 3

Obs.: Cálculo da frota com base na demanda da pesquisa (2013)

**Quadro 7.5 Frota Total Efetiva Alternativa “0”**

FROTA TOTAL EFETIVA	FROTA OPERANTE MOBILE 3	FROTA OPERANTE MOBILE 4	FROTA RESERVA (MOBILE3)	FROTA EFETIVA TOTAL
	34	14	3	51

Pelos resultados acima apresentados para a Alternativa “0”, a necessidade de frota total efetiva de 51 veículos, resulta em inviabilidade no aspecto operacional, tendo em vista a linha férrea existente, não comportar a movimentação desta quantidade de composições. O trecho mais crítico é da linha Conceição da Feira – Salvador, a qual apresenta um tempo de ciclo (ida + volta) de 278 minutos com um total de 28 trens. Este trecho tem hoje linha singela e o atendimento da demanda no pico fica muito prejudicado por não permitir cruzamento de trens.

Neste contexto a coordenação do presente estudo, juntamente com a equipe técnica, optou pela realização de ajuste de parâmetro, aumentando o valor do intervalo entre viagens de trens, passando de 10’ para 30’ e de 30’ para 40’, respectivamente, provocando assim a redução da frota efetiva real calculada. Este aumento de intervalo está dentro dos limites aceitáveis de frequência do serviço sem com isto desestimular os usuários a usarem o trem regional.

Este ajuste resultou em uma nova frota efetiva proposta, conforme apresentada na Tabela 7.11.

**Tabela 7.11 Frota Efetiva Proposta por Linha da Alternativa “0” - Cenário Otimista**

LINHA	Demanda Hora Pico (P)	Tempo de Ciclo (T) (min.)	Frequência de atendimento (Q) (viagens/hora) ( $Q = P / C$ )	Headway (H) (min/veículos) ( $60' / Q$ )	Frota Efetiva (veículos) ( $F = T / H$ )	Tipo de Veículo
Conceição da Feira – Salvador	1.002	278'	2	30'	9	Mobile 3
Salvador – Camaçari	1.401	138'	2	30'	5	Mobile 4
Camaçari – Alagoinhas	401	193'	1,5 = 2	40'	5	Mobile 3

Obs.: Cálculo da frota com base na demanda da pesquisa (2013)

**Quadro 7.6 Frota Total Efetiva da Alternativa “0”**

FROTA TOTAL EFETIVA	FROTA OPERANTE MOBILE 3	FROTA OPERANTE MOBILE 4	FROTA RESERVA (MOBILE3)	FROTA EFETIVA TOTAL
	14	5	3	22

Pelos resultados acima apresentados, a frota efetiva proposta na Alternativa “0”, apesar de ser menor que a anteriormente calculada, resultando em 22 veículos, com base na situação atual da linha férrea existente no trecho desta Alternativa Conceição da Feira – Salvador – Alagoinhas, se constata inviabilidade no aspecto operacional para as três linhas de trem propostas, por não possibilitar a programação desta quantidade de trens. O trecho mais crítico é da linha Conceição da Feira – Salvador, que devido ao grande tempo de ciclo (ida + volta) de 278 minutos resultou em frota efetiva de nove trens, sendo esta quantidade inviável para os padrões atuais da via permanente. Este trecho tem hoje linha singela e o atendimento da demanda no pico fica muito prejudicado por não permitir cruzamento de trens. Adiciona-se a isto o aspecto técnico através da dificuldade de uma futura duplicação no trecho Conceição da Feira – Buranhém, conforme já citado, principalmente devido aos aspectos geológicos e topográficos.

#### 7.4.2.2 Cálculo da Frota Efetiva da Alternativa "1"

A partir das equações apresentadas para o dimensionamento da frota efetiva, foram aplicados os parâmetros e critérios estabelecidos no trecho de estudo, para a Alternativa “1”.

A Alternativa “1” corresponde ao trecho Candeias – Salvador – Alagoinhas considerado viável do aspecto técnico, por concentrar a maior demanda propensa à transferência para o trem regional de passageiros, por possibilitar futura duplicação da linha férrea e por apresentar melhor otimização do serviço do trem regional de passageiros.

**Tabela 7.12 Frota Efetiva Real Por Linha da Alternativa “1” - Cenário Otimista**

LINHA	Demanda Hora Pico (P)	Tempo de Ciclo (T) (min.)	Frequência de atendimento (Q) (viagens/hora) (Q = P / C)	Headway (H) (min/veículos) (60' / Q)	Frota Efetiva (veículos) (F = T / H)	Tipo de Veículo
Candeias – Salvador	1.002	113'	6	10'	11	Mobile 3
Salvador – Camaçari	1.401	138'	6	10'	14	Mobile 4
Camaçari – Alagoinhas	401	193'	2	30'	6	Mobile 3

Obs.: Cálculo da frota com base na demanda da pesquisa (2013)

**Quadro 7.7 Frota Total Efetiva da Alternativa “1”**

FROTA TOTAL EFETIVA	FROTA OPERANTE MOBILE 3	FROTA OPERANTE MOBILE 4	FROTA RESERVA (MOBILE3)	FROTA EFETIVA TOTAL
	17	14	3	34

Seguindo o mesmo critério adotado para a Alternativa “0”, na Alternativa “1”, trecho Candeias – Salvador – Alagoinhas foi realizado ajuste de parâmetro, aumentando o valor do intervalo entre viagens de trens, passando de 10' para 30' e de 30' para 40', respectivamente, provocando assim a redução da frota efetiva real calculada. A Tabela 7.13 apresenta o resultado dos cálculos com estes ajustes.

**Tabela 7.13 Frota Efetiva Proposta por Linha da Alternativa “1” - Cenário Otimista**

LINHA	Demanda Hora Pico (P)	Tempo de Ciclo (T) (min.)	Frequência de atendimento (Q) (viagens/hora) (Q = P / C)	Headway (H) (min/veículos) (60' / Q)	Frota Efetiva (veículos) (F = T / H)	Tipo de Veículo
Candeias – Salvador	1.002	113'	2	30'	4	Mobile 3
Salvador – Camaçari	1.401	138'	2	30'	5	Mobile 4
Camaçari – Alagoinhas	401	193'	1,5 = 2	40'	5	Mobile 3

Obs.: Cálculo da frota com base na demanda da pesquisa (2013)

**Quadro 7.8 Frota Total Efetiva da Alternativa “1”**

FROTA TOTAL EFETIVA	FROTA OPERANTE MOBILE 3	FROTA OPERANTE MOBILE 4	FROTA RESERVA (MOBILE3)	FROTA EFETIVA TOTAL
	09	5	3	17

Este resultado demonstra a viabilidade da operação do trem regional da Alternativa “1” - Candeias – Salvador – Alagoinhas, com frota efetiva de 4 trens para a linha Candeias – Salvador, 5 trens para a linha Salvador – Camaçari e 5 trens para a linha Camaçari – Alagoinhas. Neste cenário foi considerada uma composição reserva para cada linha, totalizando 17 trens para atender à demanda no cenário otimista.

Para os cenários intermediários (85%) e conservador (70%), as frotas efetivas coincide com o cenário otimista (100%), tendo em vista o ajuste proposto no intervalo entre viagens de trens, sendo adotado 30’ para as linhas Candeias – Salvador e Salvador – Camaçari e 40’ para a linha Camaçari – Alagoinhas.

#### 7.4.2.3 Característica da oferta da Alternativa “1”

A Alternativa “1” corresponde ao trecho Candeias – Salvador – Alagoinhas considerado viável do aspecto técnico-operacional, por concentrar a maior demanda propensa à transferência para o trem regional de passageiros, por possibilitar futura duplicação da linha e por reunir um melhor cenário operacional.

Propõe-se uma operação para o trem regional de passageiros, com jornada diária de operação em torno de 13 horas, com 2 picos de 1 hora e 11 horas fora do pico.

A frota ferroviária efetiva total nesta alternativa é de 17 veículos, distribuída com 4 trens para a linha Candeias – Salvador, 5 trens para a linha Salvador – Camaçari, 5 trens para a linha Camaçari – Alagoinhas e 3 trens reservas.



## 8. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA

O objetivo desta seção é apresentar os itens considerados na análise de viabilidade econômico-financeira do projeto de sistema de transporte ferroviário de passageiros de interesse regional entre as cidades de Conceição de Feira, Alagoinhas e Salvador, no Estado da Bahia, conforme ilustrado no esquema da Figura 8.1.

21

Conforme estabelecido no Termo de Referência do Projeto Básico de Transportes, os cálculos referentes à análise de viabilidade devem contemplar os investimentos, benefícios, despesas e receitas decorrentes da construção/recuperação e operação do sistema.

**Figura 8.1 Representação esquemática das conexões ferroviárias entre as cidades de Conceição de Feira, Alagoinhas e Salvador, no Estado da Bahia.**





## 8.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA

A análise de viabilidade do projeto de implantação do sistema de transporte ferroviário de passageiros no trecho Conceição de Feira/Salvador/Alagoinhas-BA contempla a avaliação do Valor Presente Líquido Total (VPLT) – dado pela diferença entre os custos e despesas totais e receitas e benefícios totais do projeto reduzidos ao ano base em que é realizada a análise econômico-financeira a uma taxa de oportunidade pré-estabelecida – e da Taxa Interna de Retorno (TIR) que corresponde ao percentual que anula o VPL dos investimentos e despesas do sistema subtraído dos benefícios e receitas decorrentes da implantação e operação reduzidos ao ano base.

Resultados negativos para o VPLT indicam que os investimentos e despesas totais do projeto quando reduzidos ao ano corrente são maiores que a receita e benefícios da operação do sistema. Assim, quando o VPLT do projeto é menor que zero, este pode ser considerado inviável economicamente, segundo os critérios estabelecidos em World Bank (2005), e, nesses casos, pondera-se que não faz sentido calcular a TIR, sendo atribuído o valor nulo a esta medida de desempenho.

A análise econômico-financeira contempla ainda o cálculo do *payback* do projeto, que corresponde ao tempo transcorrido desde data de início da implementação do projeto até a data em que os investimentos requeridos são compensados pelas receitas operacionais e benefícios do projeto, descontados das despesas operacionais.

## 8.2 DEPRECIÇÃO

A depreciação dos ativos relacionados à infraestrutura (obras civis, terraplenagem, drenagem, via permanente, estações, oficinas etc.) foi desconsiderada na análise de viabilidade econômico-financeira, uma vez que serão construídos e sujeitos à



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

manutenção preventiva ao longo do horizonte de operação do projeto. Assim, considera-se que esses ativos não serão convertidos em receita não operacional ao final do período de operação do sistema de trens.

Em relação ao material rodante, a receita não operacional oriunda da venda do ativo imobilizado será contabilizada no último ano do horizonte de planejamento do projeto como 10% do valor total dos veículos adquiridos durante esse período.

### 8.3 CAPITAL DE GIRO

O capital de giro necessário para o empreendimento inclui as despesas referentes aos equipamentos de reposição, peças e combustível, despesas administrativas e custos de pessoal, utilização de serviços e instalações da concessionária. No caso específico das características do projeto de trens regionais, o serviço será considerado, em princípio, como autogerador de capital de giro, pois os “recebimentos ocorrem antes dos pagamentos”.

Assim, o capital de giro deverá ser apropriado ao longo de todo o horizonte do projeto não sendo, no entanto, contabilizado no fluxo de caixa, de modo a fornecer uma alternativa conservadora para a determinação das taxas internas de retorno.

### 8.4 INFLAÇÃO

Na análise econômico-financeira foram considerados preços constantes em todos os períodos de operação do sistema, de modo que a inflação foi desconsiderada no cálculo dos itens de custo, benefício, receitas e despesas.



## 8.5 TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE DO CAPITAL

O fluxo de caixa é um instrumento de planejamento e gerenciamento econômico-financeiro que retrata as realizações (entradas e saídas) econômicas e financeiras (investimentos, receitas, despesas e benefícios) nos períodos sucessivos do horizonte de planejamento, execução e operação de um projeto.

Com o intuito de auxiliar as decisões gerenciais e de investimento através da TIR e do VPL, a Taxa Mínima de Atratividade é um valor proposto para o cálculo dessas medidas de desempenho que corresponde à mínima taxa de juros que um investidor dispõe-se a ganhar para fazer um investimento, ou a taxa máxima de juros que um tomador de crédito se propõe a pagar ao fazer um empréstimo.

Até o ano de 2009 a TMA apresentava-se em torno de 15% a.a., porém, nos últimos anos, este valor encontra-se em torno de 10% a.a. dado o cenário de instabilidade econômica internacional (sobretudo nos EUA e zona do Euro) e o fortalecimento da moeda e do mercado interno brasileiro. Mais recentemente o Governo Federal do Brasil têm adotado uma TMA entre 7% e 8% de novos investimentos em ferrovias com o intuito de tornar os projetos mais atraentes para investidores privados e viabilizar a sua execução.

Esse cenário demonstra que o capital de investimento tem sido mais valorizado no mercado interno, o que significa que maiores recursos serão disponibilizados para projetos de infraestrutura e expansão tecnológica, que tende a se manter por algum período devido aos investimentos governamentais e privados previstos até, pelo menos, o ano de 2016.

Assim, para obtenção dos resultados acerca da viabilidade econômico-financeira do sistema de trens regionais optou-se pela utilização do valor de 7,5% para a



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

Taxa Mínima de Atratividade tanto para os recursos públicos quanto para os recursos privados requeridos na implantação do projeto.

## 8.6 PRAZO DO EMPREENDIMENTO

Para o melhor uso dos recursos investidos em material rodante e instalações fixas no projeto, o horizonte de planejamento da análise econômico-financeira será igual a 25 anos, dos quais os 3 primeiros anos serão considerados para construção/recuperação da via permanente e aquisição dos primeiros veículos necessários à operação do sistema a partir do 4º ano.

## 8.7 DEMANDA

A demanda contabilizada na análise econômico-financeira será utilizada conforme estabelecido na seção relativa à projeção da demanda para o serviço de trens regionais pelas estimativas de propensão à mudança modal dos modos automóvel e ônibus para os trens.

O número diário e anual de viagens estimadas para o modo trem nos anos de 2013, 2018, 2028 e 2038 são os indicados nas matrizes Origem-Destino (OD) na seção pertinente à estimativa da demanda (item 6). Para os modos automóvel e ônibus, as demandas diária e anual consideradas para 2013 foram também as indicadas naquela seção e as de 2018, 2028 e 2038 foram projetadas com base no crescimento da demanda do modo trem entre os respectivos anos e com base na ponderação das taxas (porcentagens) de propensão à mudança modal indicadas naquela seção (78,6% e 89,1% para os modos automóvel e ônibus, respectivamente).



## 9. CÁLCULO DA VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA

### 9.1 INVESTIMENTOS

Os valores monetários negativos computados nos períodos anteriores ao início da operação do sistema de trens devem contemplar os investimentos na recuperação da via, de aquisição do material rodante e do conjunto de itens relativos à infraestrutura ferroviária que envolve a via permanente, sistemas de controle de tráfego e sinalização, estações, oficinas e instalações de apoio etc., conforme apresentados no Quadro 9.1.

**Quadro 9.1 Itens de investimentos considerados na análise de viabilidade.**

Investimentos
Recuperação/Construção da Via Permanente ( $I^{via}$ )
Recuperação/Construção de Estações ( $I^{estações}$ )
Construção de Oficinas e outras Instalações ( $I^{instalações}$ )
Equipamentos de Sinalização ( $I^{equipamentos}$ )
Aquisição de Material Rodante ( $I_t^{rodante}$ )

A contabilização dos investimentos de recuperação/aquisição da via considerados na análise econômico-financeira foi definida com base em um estudo da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT, 2012), no qual se estima um custo total de R\$11.060.578,61 (ANEXO I) para a recuperação de um trecho de 9,16 km em via singela, perfazendo um custo estimado de R\$1.207.486,75/km de via.

As informações apresentadas naquele estudo indicam que o trecho Paripe-Mapele encontra-se em severo estado de degradação, requerendo investimentos que remetem a praticamente toda a reconstrução da via. Assim, os investimentos estimados



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

na recuperação/construção da via ( $I^{via}$ ) foram definidos como aquele montante por km para toda a extensão do trecho operante do trem regional no sistema Conceição de Feira/Salvador/Alagoinhas.

Ainda, conforme estabelecido na seção referente ao planejamento operacional dos trens regionais, a capacidade do trecho em via singela está condicionada a 4 trens por hora por sentido. Assim, quando esta capacidade é atingida no horizonte de planejamento do projeto devido ao crescimento da demanda, considerar-se-á o custo total de duplicação da via (com base no custo por km indicado acima) igualmente dividido e aplicado aos 3 períodos (anos) anteriores ao ano em que o número de trens por hora que podem circular na via for maior que quatro.

Os investimentos de Recuperação/Construção de Estações ( $I^{estações}$ ) foram contabilizados como valores unitários iguais a R\$16.590.819,70, os de Construção de Oficinas e outras Instalações ( $I^{instalações}$ ) iguais a R\$17.018.862,00 (Oficinas, Desvios de Simões Filho, Desvio de Araújo Lima e Vedação da Faixa de Domínio) e os Investimentos com Equipamentos de Sinalização ( $I^{equipamentos}$ ) também foram considerados como um valor unitário igual a R\$3.076.000,00. Todos esses itens custos foram amortizados nos 3 primeiros anos antes do início da operação do sistema.

Finalmente, os custos com material rodante ( $I_t^{rodante}$ ) incluem aqueles referentes à aquisição do equipamento ferroviário necessário para atender à demanda estimada no início da operação (2017) e aquisições em períodos específicos para atendimento da demanda em adequação ao seu crescimento ao longo do horizonte de operação do sistema. Assim, considerando as estimativas de demanda e as características do material rodante específicas nas seções anteriores relativas ao planejamento operacional da via, o custo de cada unidade de veículo do tipo MOBILE 3 (capacidade 562 passageiros) foi considerado igual a R\$10.050.000,00 e MOBILE 4 (capacidade 766 passageiros) igual a R\$13.400.000,00.



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

### 9.1.1 Investimentos Totais

Uma vez que os investimentos estimados em cada um dos itens apresentados anteriormente, podem sofrer variações devido às mais variadas fontes (flutuações dos valores unitários, subestimativa dos custos etc.), aplica-se um “Fator de Contingência do Projeto” (*FCP*) para majoração dos investimentos totais do projeto com vistas a considerar um cenário conservador, levando em conta possíveis variações não previstas durante a execução do projeto.

Com base nessas definições, os investimentos totais estimados para cada período anterior ao início da operação do sistema ferroviário proposto serão calculados conforme a Equação (1) apresentada a seguir.

$$I_t = (1 + FCP) \cdot \left[ \frac{(I^{via} + I^{estações} + I^{instalações} + I^{equipamentos})}{3 \text{ anos}} + I_t^{rodante} \right] \quad (1)$$

## 9.2 BENEFÍCIOS

Os valores monetários positivos computados nos períodos posteriores ao início da sua operação devem contemplar os benefícios sociais incorridos na prestação dos serviços à população (excedente do consumidor e redução de acidentes) e os benefícios ambientais decorrentes da redução dos impactos do sistema de trens regionais utilizado em detrimento de outros meios de transportes (automóvel e ônibus).

**Quadro 9.2 Itens de benefícios considerados na análise de viabilidade.**

Benefícios
Excedente do Consumidor ( $B^{exc.cons.}$ )
Redução de Acidentes ( $B^{acidentes}$ )
Ambientais ( $B^{ambientais}$ )



### 9.2.1 Benefícios Sociais

Os benefícios sociais foram contabilizados sob dois aspectos. Primeiro, pela redução os custos ao usuário pela economia de recursos monetários despendidos para realização das viagens (excedente do consumidor), sobretudo pela transferência modal dos usuários de automóvel, cujos custos são significativamente maiores que os trens.

O excedente do consumidor é calculado pela contabilização dos custos ao usuário de automóvel e ônibus no caso sem a operação dos serviços de trens regionais e dos custos ao usuário de automóvel, ônibus e trem no caso com a operação dos serviços de trens regionais em cada ano do horizonte de planejamento do projeto. O excedente é dado pela diferença entre os custos totais com e sem a operação dos serviços ferroviários, cujo resultado é sempre positivo, uma vez que os custos dos trens assemelham-se aos dos ônibus e são sempre menores que os dos automóveis.

O segundo item de benefício social, que corresponde à redução de acidentes decorrente da maior segurança inerente à operação dos trens regionais, também foi contabilizado na análise econômico-financeira. Assim, um índice de acidentalidade para cada modo de transporte ETSC (2003, página 12) e um custo médio por acidente CEDelft (2011, página 74) em função das distâncias totais percorridas por ano (pax.km/ano) foram considerados ao estimar os benefícios decorrentes da redução de acidentes pela implantação dos trens regionais.

Os benefícios decorrentes da economia de tempo de viagem proporcionada aos usuários não foram considerados, pois a demanda estimada para a transferência modal dos automóveis e ônibus para os trens não foi contabilizada em função do motivo da viagem, ou seja, a divisão modal não contempla viagens por motivo de negócios ou lazer (saúde, visita a familiares etc.). Entretanto, considera-se que a não contabilização deste item não afeta significativamente os resultados da análise econômico-financeira, uma vez que a velocidade média dos trens é de aproximadamente 60 km/h, o que não incorre em economia significativa nos tempos de viagem.



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

### 9.2.2 Benefícios Ambientais

Analogamente aos benefícios sociais, os benefícios ambientais correspondem à diminuição de custos relativos à redução de emissão de poluentes e outras mudanças climáticas advindos da implantação do sistema de trens e operação destes em detrimento da operação da frota de um sistema de transporte alternativo.

Assim, os benefícios ambientais foram contabilizados como a diferença monetária decorrente das emissões de poluente de cada modo de transporte nos casos antes e depois da implementação do projeto de trens regionais. Para cada modo foram calculados os custos ambientais totais (custos de tratamento de problemas de saúde devido à emissão de poluentes, interferência na fauna e flora etc.) em função das distâncias totais percorridas por ano (pax.km/ano) com base em CEDelft (2011, página 74) nos casos com e sem a operação dos trens e os benefícios dados pela diferença entre estes valores. Como os custos ambientais de emissão e interferência dos trens regionais no meio ambiente é menor que os ônibus e automóveis, os benefícios ambientais invariavelmente serão positivos.

### 9.2.3 Benefícios Totais

A partir do cálculo dos benefícios sociais decorrentes da economia monetária por parte do usuário ao realizar as viagens e da redução do número de acidentes após a implantação do sistema ferroviário, e dos benefícios ambientais da redução de emissão de poluentes, o benefício total para cada ano do horizonte de operação do sistema foi calculado com base na Equação (2).

$$B_t = B_t^{exc.cons.} + B_t^{acidentes} + B_t^{ambientais} \quad (2)$$



### 9.3 DESPESAS

Do ponto de vista operacional, os valores monetários negativos computados nos períodos posteriores ao início da operação do sistema correspondem às despesas operacionais definidas pelo consumo de combustível para locomoção dos veículos ferroviários, pelas despesas inerentes à operação do sistema e pelos impostos incidentes sobre a receita operacional.

**Quadro 9.3 Itens de despesa considerados na análise de viabilidade.**

Despesas
Consumo de Combustível ( $D^{combustível}$ )
Despesas Operacionais ( $D^{operação}$ )
Impostos ( $D^{impostos}$ )

#### 9.3.1 Consumo de Combustível

As despesas anuais decorrentes do consumo de combustível para operação dos trens são calculadas com base na soma das distâncias totais percorridas por cada trem em cada viagem no ano. Considerando o preço médio do combustível igual a R\$2,50 por litro e o consumo médio por tipo de veículo, conforme indicado no quadro a seguir, é possível identificar essa parcela das despesas anuais na operação do sistema.

**Quadro 9.4 Cálculo do consumo médio por trem.km em função do modelo do veículo.**

ITEM	UNIDADE	MODELO DO VEÍCULO	
		MOBILE 3	MOBILE 4
Consumo pax/km	L/pax.1000km	1.79	1.79
Consumo trem/km	L/trem.1000km	1005.98	1371.14
Consumo trem/km	L/trem.km	1.01	1.37

Fonte: Bom Sinal (2013)



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

### 9.3.2 Operação

As despesas operacionais são aquelas requeridas para a utilização de serviços e instalações da concessionária, manutenção da via e dos sistemas (pessoal, consumo de material, serviços técnicos especializados), para os serviços administrativos (despesas com pessoal não vinculado à operação e à manutenção dos sistemas, material de escritório etc.), para os serviços de vigilância e limpeza das estações e instalações, para provimento de recursos humanos requeridos na operação dos trens e para outras despesas eventuais (por exemplo, *marketing*, seguros e provisões que cubram eventualidades que afetem o sistema, mas que não estão incluídas nos seguros).

A despesa total decorrente da operação (execução) de uma viagem entre Calçada-Paripe/Paripe-Calçada, ambas estações na Região Metropolitana de Salvador, foi fornecida pela CTS (Companhia de Transportes de Salvador) .

Segundo o documento, no trecho de 15,4km entre as estações (ou seja, para uma viagem de 30,8km), essa despesa é igual R\$382,53 e, portanto, admitiu-se como despesa inerente à operação do sistema o montante de R\$12,40/trem.km. Na estimativa da despesa total anual pela operação do sistema de trens regionais, esse coeficiente é multiplicado pelo número de trens.km percorridos em cada ano em função de demanda anual projetada.

### 9.3.3 Impostos

Os tributos incidentes sobre a receita que devem ser pagos ao governo pela operação do sistema de trens considera o PIS, COFINS, ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços), IRPJ (Imposto de Renda de Pessoa Jurídica) e CS (Contribuição Social), conforme as porcentagens indicadas no quadro a seguir.

**Quadro 9.5 Tributos incidentes sobre a receita e renda líquida (lucro).**

TRIBUTOS	ÂMBITO	VALOR	VALOR ADMITIDO
PIS	Federal	0,65%	0% (TAV, 2012)
COFINS	Federal	3,00%	0% (TAV, 2012)
ICMS	Estadual	6% a 12%	6,00%
IRPJ	Federal	15,00% <sup>1</sup> e 10,00% <sup>2</sup>	15,00% <sup>1</sup> e 10,00%
CS	Federal	9,00 %	9,00%

<sup>1</sup> Até R\$240.000,00 sobre o lucro; <sup>2</sup> Sobre o valor além de R\$240.000,00 do lucro líquido.

### 9.3.4 Despesas Totais

Com base no cálculo das despesas apresentadas nos itens anteriores, as despesas totais anuais do sistema de trens regionais serão calculadas conforme a Equação (3) apresentada abaixo.

$$D_t = (1 + FCP) \cdot (D_t^{\text{combustível}} + D_t^{\text{direito de passagem}} + D_t^{\text{impostos}}) \text{ para } t > 3 \text{ anos (2016)} \quad (3)$$

Pelos documentos consultados da ANTT, **DIREITO DE PASSAGEM** é a operação de compartilhamento de infraestrutura, por meio da qual as Concessionárias detentoras de direitos de exploração de malha ferroviária federal permitem, mediante remuneração ou compensação financeira, que os transportadores ferroviários de cargas ou os operadores de transporte de passageiros tenham acesso à infraestrutura sob sua gestão, utilizando-se da via permanente, do gerenciamento do sistema de licenciamento de trens e demais serviços acessórios.

## 9.4 RECEITAS

Ainda sob a ótica operacional, os valores monetários positivos computados nos períodos posteriores ao início da operação do sistema correspondem às receitas



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

provenientes da operação do sistema de trens regionais que, por sua vez, estão relacionados aos valores monetários recebidos pelo operador das linhas ferroviárias pela oferta dos serviços. Estas receitas estão relacionadas à venda direta de passagens (Receitas Operacionais) e a valores monetários recebidos pelos eventuais serviços prestados nas estações, publicidade, aluguel de espaços comerciais nas estações, estacionamento etc. e pelo valor residual do material rodante no final do horizonte de operação do sistema (Receitas Extra-operacionais).

#### 9.4.1 Receitas Operacionais

O cálculo das receitas operacionais baseia-se nas estimativas de demanda em cada ano de operação do sistema, conforme descrito na seção relativa ao estudo de demanda.

No presente estudo, são consideradas duas alternativas tarifárias: a Tarifa Média correspondente ao valor médio por km das tarifas cobradas pelos serviços de ônibus no momento do levantamento de dados nas conexões entre as cidades consideradas (ANEXO IV); e a Propensão Tarifária, que corresponde ao valor percentual que os viajantes consultados na pesquisa de campo (entrevista) estariam dispostos a pagar a mais pelo serviço ferroviário em relação ao que eles pagam no momento da pesquisa (*willingness to pay*).

Segundo levantamento das distâncias percorridas e custos das passagens das linhas de ônibus operantes entre os pares de cidades que serão eventualmente atendidas pelos trens regionais estabeleceu-se a tarifa média para os novos serviços ferroviários igual a R\$0,15/km. Uma vez que não existem informações consistentes sobre a propensão tarifária para os serviços de trens regionais, estabeleceu-se este valor como 20% acima da tarifa média pelos serviços de transporte rodoviário coletivo oferecidos atualmente, cujo valor foi estabelecido igual a R\$0,18/km.



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

Portanto, conforme a Equação (4), a receita operacional total é calculada pela soma do número total de passageiros entre cada par de cidades atendidas pelos trens, multiplicado pelas distâncias entre essas cidades e pelo custo médio por km definido anteriormente (Tarifa Média ou Propensão Tarifária).

$$R_t^{oper} = D_t^{od} \cdot Distância^{od} \cdot Tarifa \quad (4)$$

Ainda pelo fato de não existirem informações consistentes sobre a propensão tarifária, um cenário conservador foi admitido na definição da estrutura tarifária do sistema. Assim, considera-se que toda a demanda diária e anual estimada entre os pares OD a serem atendidos pelos trens participará com o valor integral estabelecido como valor das passagens, não sendo contabilizados descontos para estudantes/idosos ou outras concessões para diferentes categorias de usuários.

#### 9.4.2 Receitas Extra-operacionais

As receitas extra-operacionais constituem uma fonte alternativa de recursos e permitem a minimização dos riscos decorrentes de super estimativa da demanda. Apesar da necessidade de análise de todas as alternativas (serviços prestados nas estações, publicidade, alugueis de espaços comerciais nas estações, estacionamentos etc.), na hipótese de segurança do modelo econômico serão consideradas as receitas extra-operacionais equivalentes a 5% das receitas operacionais somadas ao valor residual do material rodante no final do último período de operação considerado nesta análise de viabilidade, conforme indicado na Equação (5) e Equação (6).

$$R_t^{extra\ oper} = 0,05 \cdot R_t \text{ para } t \neq n = 30 \quad (5)$$

$$R_t^{extra\ oper} = 0,05 \cdot R_t + R^{residualrodante} = 0,05 \cdot R_t + 0,1 \cdot \sum_t I_t^{rodante} \text{ para } t = n = 30 \quad (6)$$



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

### 9.4.3 Receitas Totais

Desse modo, as receitas totais nos períodos em que o sistema de trens regionais deve operar deverão ser calculadas com base na Equação (7) abaixo.

$$R_t = R_t^{oper} + R_t^{extra\ oper} \quad (7)$$

## 10. ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS

Além das alternativas de prestação de serviços de trens regionais entre diferentes origens e destinos (ALTERNATIVA “0” – Conceição da Feira/Salvador/Alagoinhas) e ALTERNATIVA “1” – Candeias/Salvador/Alagoinhas), foram estabelecidos diferentes cenários de variação dos parâmetros da análise econômico-financeira (variação da Demanda, da Tarifa e do Fator de Contingência do Projeto) e hipóteses de compartilhamento dos investimentos em infraestrutura e despesas entre o poder público e uma empresa privada responsável pela operação do sistema.

### 10.1 CENÁRIOS

Com o objetivo de avaliar a variação das medidas de desempenho na análise de viabilidade econômico-financeira, foram estabelecidos diferentes cenários em relação à variação da demanda e dos investimentos e operação estimados para o projeto. Esses cenários alternativos tentam incluir na análise incertezas críticas que se referem a alterações nos valores da propensão à transferência modal em relação à demanda, da tarifa praticada (média ou propensão tarifária) e das estimativas dos investimentos a



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

serem realizados na via permanente e nas instalações para adequada operação dos trens. Assim, foram definidos os cenários descritos a seguir.

**Cenário 1:** 100% da demanda estimada, Tarifa Média (R\$0,15/km) e Fator de Contingência do Projeto (*FCP*) igual a 10%.

**Cenário 2:** 85% da demanda estimada, Propensão Tarifária (R\$0,15/km) e Fator de Contingência do Projeto (*FCP*) igual a 10%.

**Cenário 3:** 70% da demanda estimada, Propensão Tarifária (R\$0,15/km) e Fator de Contingência do Projeto (*FCP*) igual a 10%.

**Cenário 4:** 100% da demanda estimada, Propensão Tarifária (R\$0,18/km) e Fator de Contingência do Projeto (*FCP*) igual a 10%.

**Cenário 5:** 85% da demanda estimada, Propensão Tarifária (R\$0,18/km) e Fator de Contingência do Projeto (*FCP*) igual a 10%.

**Cenário 6:** 70% da demanda estimada, Propensão Tarifária (R\$0,18/km) e Fator de Contingência do Projeto (*FCP*) igual a 10%.

**Cenário 7:** 100% da demanda estimada, Tarifa Média (R\$0,15/km) e Fator de Contingência do Projeto (*FCP*) igual a 25%.

**Cenário 8:** 85% da demanda estimada, Propensão Tarifária (R\$0,15/km) e Fator de Contingência do Projeto (*FCP*) igual a 25%.

**Cenário 9:** 70% da demanda estimada, Propensão Tarifária (R\$0,15/km) e Fator de Contingência do Projeto (*FCP*) igual a 25%.

**Cenário 10:** 100% da demanda estimada, Propensão Tarifária (R\$0,18/km) e Fator de Contingência do Projeto (*FCP*) igual a 25%.

**Cenário 11:** 85% da demanda estimada, Propensão Tarifária (R\$0,18/km) e Fator de Contingência do Projeto (*FCP*) igual a 25%.

**Cenário 12:** 70% da demanda estimada, Propensão Tarifária (R\$0,18/km) e Fator de Contingência do Projeto (*FCP*) igual a 25%.



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

## 10.2 HIPÓTESES

Além dos cenários estabelecidos anteriormente, foram investigadas hipóteses de compartilhamento dos investimentos e despesas entre os setores governamental e privado, de modo a viabilizar a operação do projeto e tornar o projeto atraente para a participação de empresas concessionárias na operação do sistema de trens regionais. Assim, foram estabelecidas as seguintes hipóteses de compartilhamento dos investimentos e despesas entre o poder público e o concessionário (empresa privada).

**Hipótese 01:** Investimentos em infraestrutura, aquisição de material rodante e despesas operacionais (manutenção da via, impostos e operação dos trens) por conta do concessionário sem participação governamental.

$$\text{INVESTIMENTOS PÚBLICOS} = 0 \quad (8)$$

$$\text{INVESTIMENTOS PRIVADOS} = \text{VPL} \left( I^{\text{via}} + I^{\text{estações}} + I^{\text{instalações}} + I^{\text{equipamentos}} + I_t^{\text{rodante}} + D_t^{\text{manutenção}} + D_t^{\text{impostos}} + D_t^{\text{operação}} \right) \quad (9)$$

**Hipótese 02:** Investimentos em infraestrutura por conta do poder público, e aquisição de material rodante e despesas operacionais (manutenção da via, impostos e operação dos trens) por conta do concessionário.

$$\text{INVESTIMENTOS PÚBLICOS} = \text{VPL} \left( I^{\text{via}} + I^{\text{estações}} + I^{\text{instalações}} + I^{\text{equipamentos}} \right) \quad (10)$$

$$\text{INVESTIMENTOS PRIVADOS} = \text{VPL} \left( I_t^{\text{rodante}} + D_t^{\text{manutenção}} + D_t^{\text{impostos}} + D_t^{\text{operação}} \right) \quad (11)$$

## 10.3 RESULTADOS DOS CENÁRIOS E HIPÓTESES

Para análise de viabilidade econômica do projeto foram estabelecidas algumas medidas de desempenho segundo as definições e equações apresentadas nas seções



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

anteriores. Definem-se como “Custos Privados” (CPR) os valores monetários despendidos pela empresa privada (concessionário) referente à parcela que lhe cabe na construção/recuperação da infraestrutura ferroviária (vias, instalações, estações e equipamentos) e às despesas operacionais (combustível, operação e impostos) referentes à operação do sistema de trens regionais.

Na hipótese de participação apenas do poder público nos investimentos (Hipótese 2), o valor de CPR é nulo e todas as estimativas de investimentos referem-se aos aportes por parte do poder concedente para construção/recuperação da infraestrutura requerida à operação do sistema ferroviário. Por outro lado, quando há compartilhamento desses investimentos, uma parcela é atribuída ao CPR e outra ao poder governamental (concedente) conforme estabelecido na descrição da Hipótese 2.

Em relação aos benefícios, são considerados os benefícios proporcionados à sociedade e ao poder público pela implantação do projeto, que contemplam o excedente do consumidor, redução de acidentes e redução da emissão de poluentes. Por outro lado, os “Benefícios Econômicos” (BE) dizem respeito aos valores monetários advindos da operação dos trens e correspondem às receitas operacionais (venda de passagens) e extra-operacionais (aluguel de instalações, publicidade etc.) que são concedidas ao operador (empresa privada).

Assim, do ponto de vista da análise econômico-financeira, a “Taxa Interna de Retorno Econômica” (TIRE) calculada sob os diferentes cenários e hipóteses dizem respeito à comparação dos Custos Privados (CPR) em relação aos Benefícios Econômicos (BE) do projeto – excluindo-se os Investimentos Públicos e os Benefícios Sociais – uma vez que sua viabilidade está relacionada aos retornos econômicos de interesse do concessionário. Ainda, o “Valor Presente Líquido Econômico” (VPLE), de interesse do concessionário, refere-se à diferença entre os custos privados (CPR) e benefícios econômicos (BE) descontados pela Taxa Mínima de Atratividade (TMA).



No Apêndice I são apresentados quadros com os Resultados das Análises, com os resultados numéricos referentes aos itens contemplados na análise econômico-financeira. Para cada cenário descrito anteriormente variando-se as estimativas de demanda, a tarifa incidente ao usuário e as estimativas de investimentos requeridos pelo projeto, são apresentados os VPL dos investimentos, despesas, receitas e benefícios atribuídos a cada entidade envolvida no projeto (governamental e privada) segundo as hipóteses descritas, bem como o VPLE e a TIRE decorrente do fluxo de caixa segundo os valores monetários estimados em cada ano do horizonte de planejamento do projeto.

Também no Apêndice é apresentada uma Síntese com gráficos das Despesas pelo Concessionário comparando as Alternativas “0” e “1” para a Hipótese 1 e em seguida para a Hipótese 2.

## 10.4 CONCLUSÕES SOBRE AS ANÁLISES

A seguir são apresentadas as conclusões a respeito dos resultados das análises econômicas, considerando as diferentes hipóteses caracterizadas anteriormente.

### 10.4.1 Hipótese 1

Em relação à Hipótese 1, considerando a Alternativa 0 (Conceição da Feira-Salvador-Alagoinhas), em que todos os custos totais devem ficar a cargo do concessionário, incluindo os investimentos em infraestrutura, observa-se pelo gráfico da Figura 10.1(Custos Privados e Benefícios Econômicos) e 10.2 (VPLE e TIRE) que todos os cenários são viáveis do ponto de vista econômico, tal que o Cenário 4 – 100% da demanda estimada, Propensão Tarifária (R\$0,18/km) e Fator de Contingência do Projeto (*FCP*) igual a 10% – é o que apresenta melhor desempenho, com elevados benefícios econômicos em relação aos custos incorridos na operação do sistema.



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

Figura 10.1 Custos Privados e Benefícios Econômicos dos cenários avaliados sob a Hipótese 1 para a Alternativa 0.

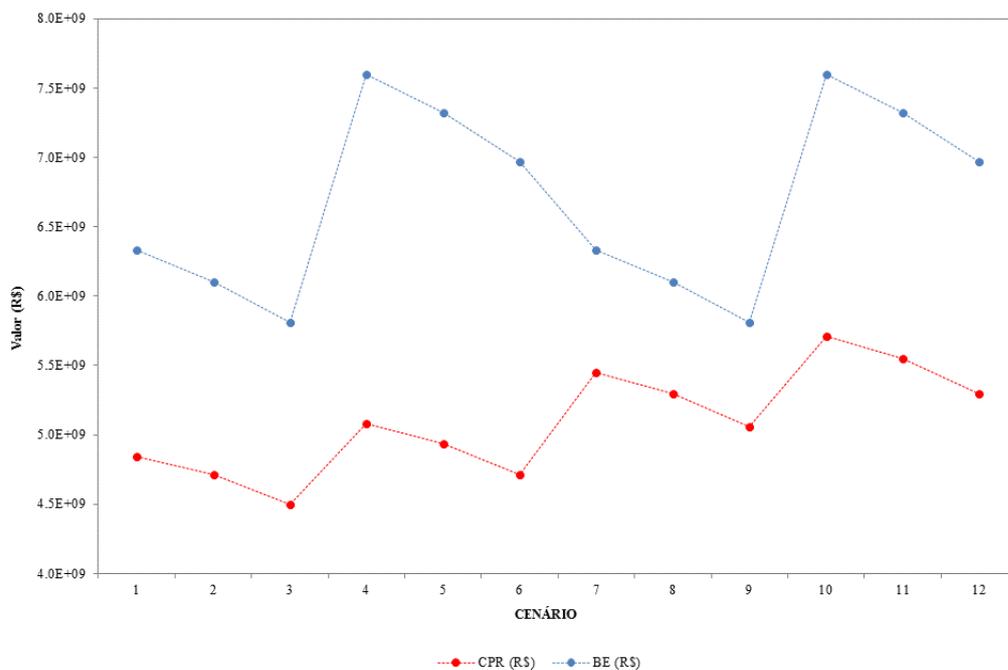
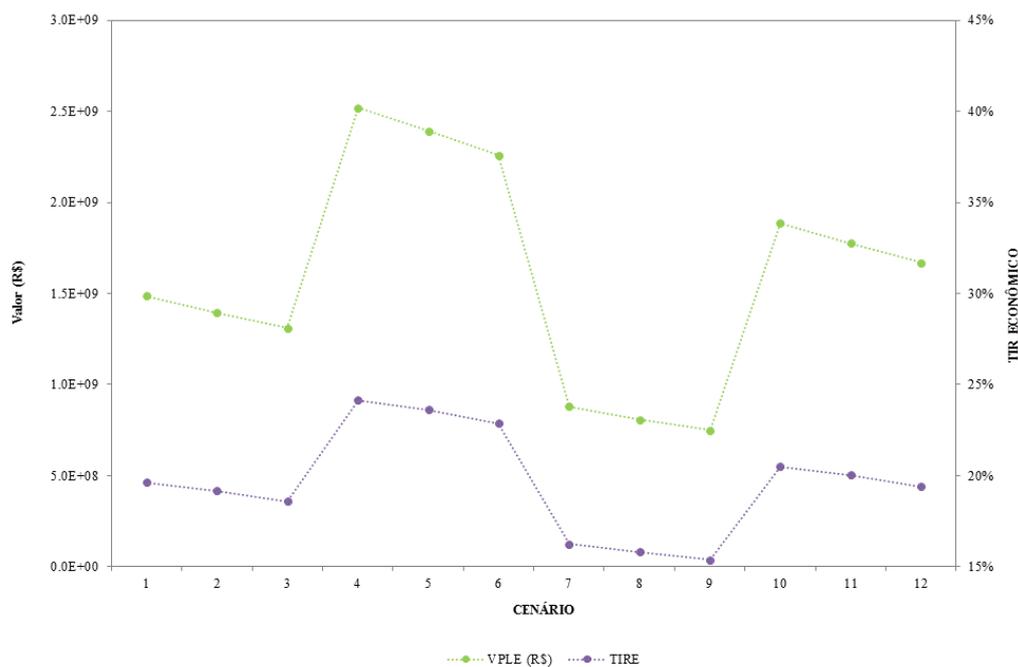


Figura 10.2 Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno para a Iniciativa Privada dos cenários avaliados sob a Hipótese 1 para a Alternativa 0.



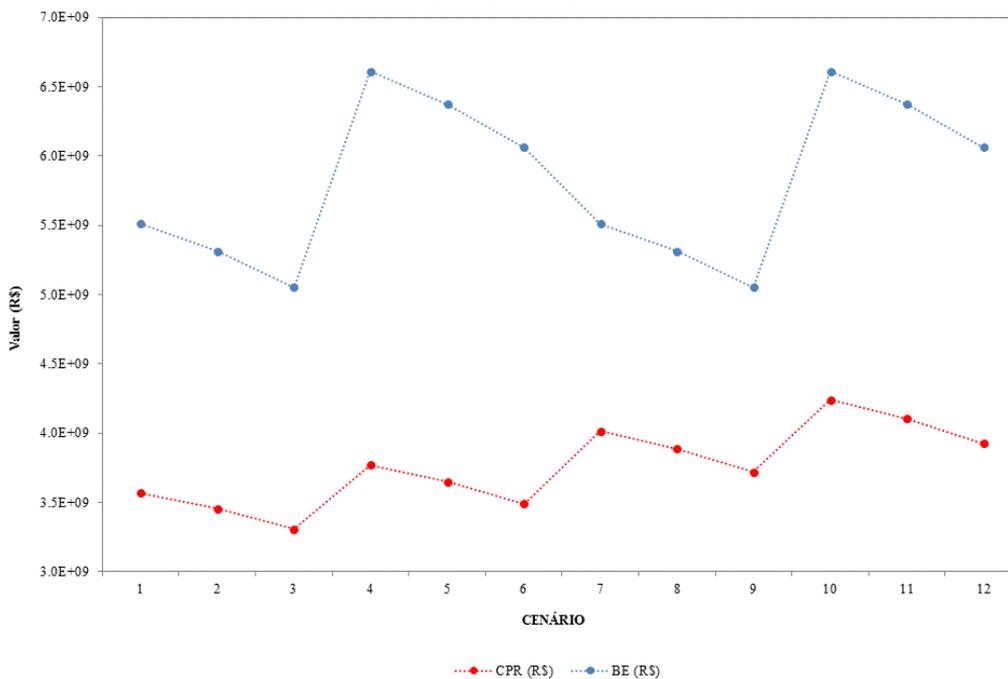


1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

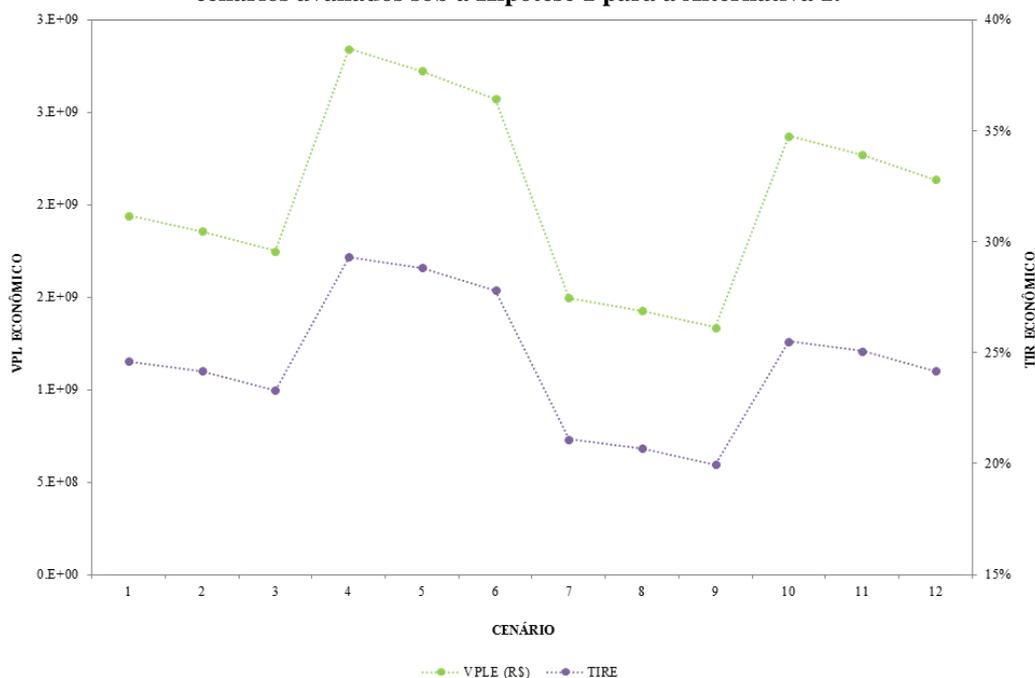
Ainda em relação à Hipótese 1, considerando a Alternativa 1 (Candeias/Salvador/Alagoinhas), observa-se pelo gráfico da Figura 10.3 que as mesmas tendências são seguidas como na Alternativa 0, com o Cenário 6 apresentando o maior Valor Presente Líquido e uma elevada Taxa Interna de Retorno (aproximadamente 37%) para o concessionária (Figura 10.4). Comparando-se a Alternativa 0 com a Alternativa 1, observa-se que a Alternativa 1 apresenta maior VPLE e TIRE em todos os cenários do que a Alternativa 0, uma vez que as despesas operacionais do sistema reduzem-se pelo fato do trecho Candeias/Salvador ser menor que o trecho Salvador/Conceição da Feira.

**Figura 10.3 Custos Privados e Benefícios Econômicos dos cenários avaliados sob a Hipótese 1 para a Alternativa 1.**





**Figura 10.4 Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno para a Iniciativa Privada dos cenários avaliados sob a Hipótese 1 para a Alternativa 1.**



Do exposto, a conclusão a respeito dos cenários na Hipótese 1 é de que a implementação e operação do sistema de trens regionais mostra-se viável economicamente (com TIRE maior que 15%), mesmo com a tarifa do serviço de trens regionais equivalente ao valor médio da atual tarifa de ônibus e com o investimentos em infraestrutura sob responsabilidade da iniciativa privada, ainda que haja uma subestimativa desses valores na análise apresentada.

### 10.4.2 Hipótese 2

Sob a Hipótese 2, em que o poder público arca com os investimentos em infraestrutura (via permanente, estações, instalações etc.) e o concessionário fica responsável pela aquisição do material rodante e as despesas de operação (incluindo manutenção da via) e operação do sistema, todos os cenários avaliados na Alternativa 0 mostram-se atraentes do ponto de vista econômico para o concessionário e com valores

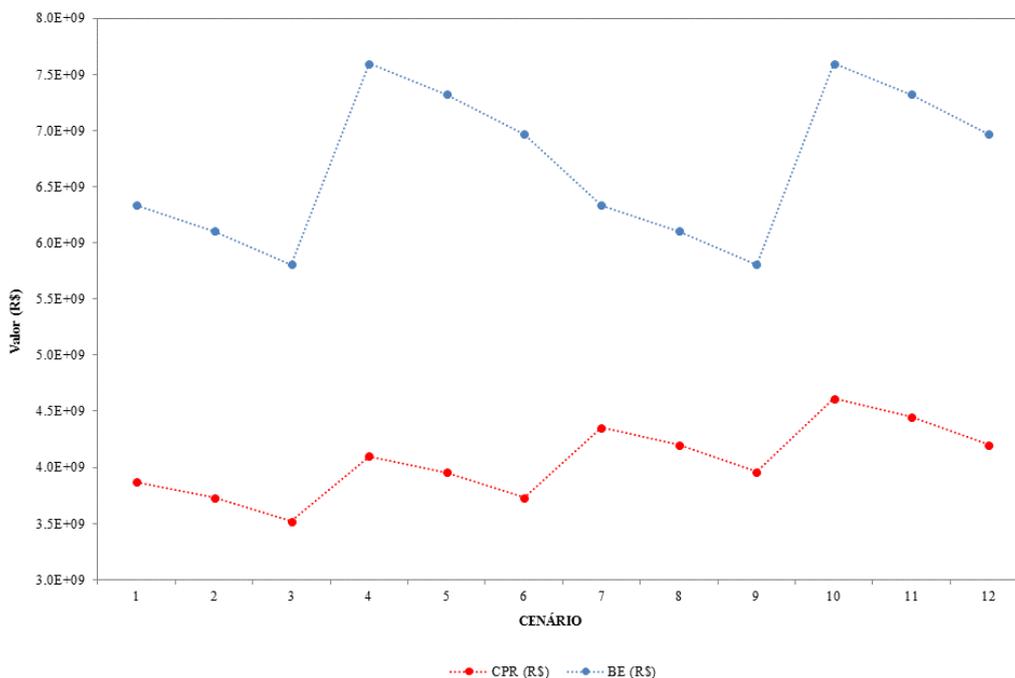


1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

presente líquido mais elevados do que na Hipótese 1 analisada anteriormente como apresentado na Figura 10.5.

**Figura 10.5 Custos Privados e Benefícios Econômicos dos cenários avaliados sob a Hipótese 2 para a Alternativa 0.**



Pelo gráfico da Figura 10.6, os cenários menos atraentes para o investidor privado são o 7, o 8 e o 9, em que a demanda varia entre 100% e 70% da estimada, a tarifa cobrada pelos serviços é a média da atual tarifa cobrada pelos ônibus (R\$0,15/km) e os investimentos são majorados em 25% do estimado inicialmente. Mesmo assim, a Taxa Interna de Retorno Econômico (TIRE) fica em torno de 30%, o que pode ser considerado atraente para o investidor privado.

Como esperado, as condições mais promissoras são aquelas em que a demanda varia entre 100% e 70% da estimada, a tarifa média cobrada pelos serviços ferroviários é 20% maior que a tarifa cobrada atualmente pelos serviços de ônibus e os custos totais são majorados em apenas 10% dos estimados inicialmente. Essas condições são

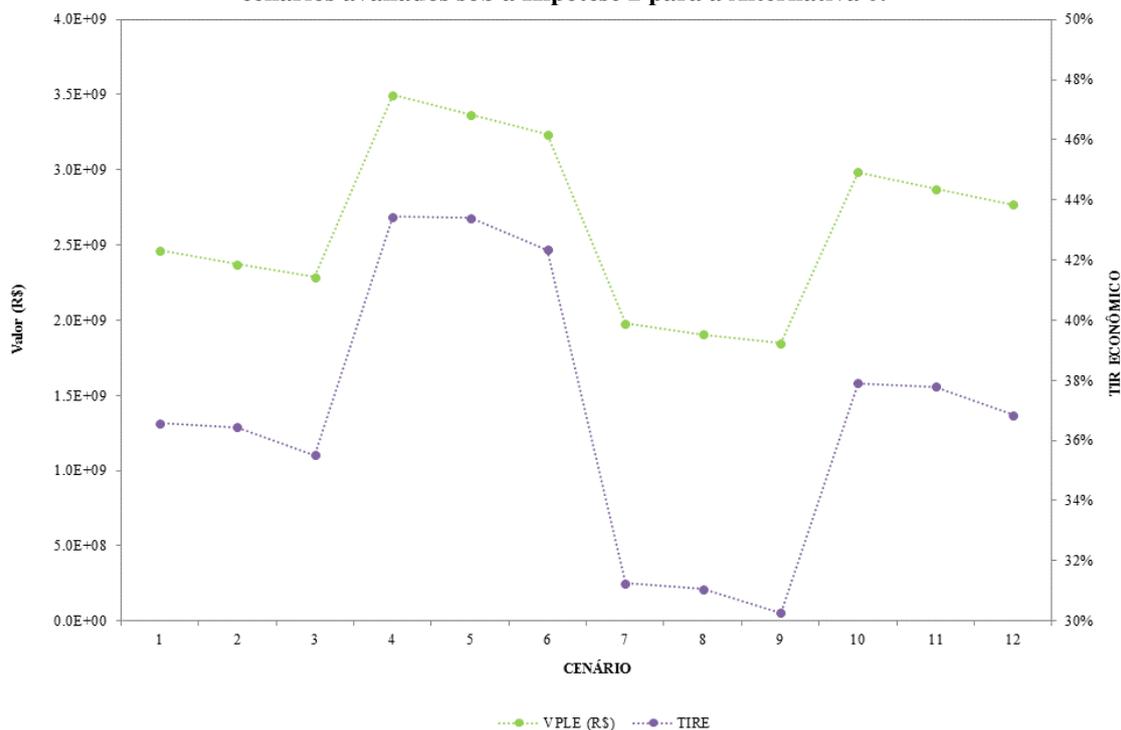


1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

estabelecidas nos cenários 4, 5 e 6, cujas TIRE's são de 43%, 43% e 42%, respectivamente e apresentada na Figura 10.6..

**Figura 10.6 Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno para a Iniciativa Privada dos cenários avaliados sob a Hipótese 2 para a Alternativa 0.**



O mesmo comportamento em relação ao CPR, BE, VPLE e TIRE da Alternativa 0 é observado na Alternativa 1, com todos os cenários sendo viáveis economicamente para o concessionário e os cenários 4, 5 e 6 com as maiores TIRE's e os cenários 7, 8 e 9 apresentando os menores valores para esta taxa.

Os índices de retorno econômico (TIRE) da Alternativa 1 são sempre maiores que os da Alternativa 0, em geral, a uma diferença de 7% entre aquela e esta alternativa. Soma-se a isso o fato de que mesmo no cenário de menor tarifa para a Alternativa 1 os benefícios econômicos para a iniciativa privada (VPLE e TIRE) apresentam-se elevados (FIGURAS 10.7 e 10.8).



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

Figura 10.7 Custos Privados e Benefícios Econômicos dos cenários avaliados sob a Hipótese 2 para a Alternativa 1.

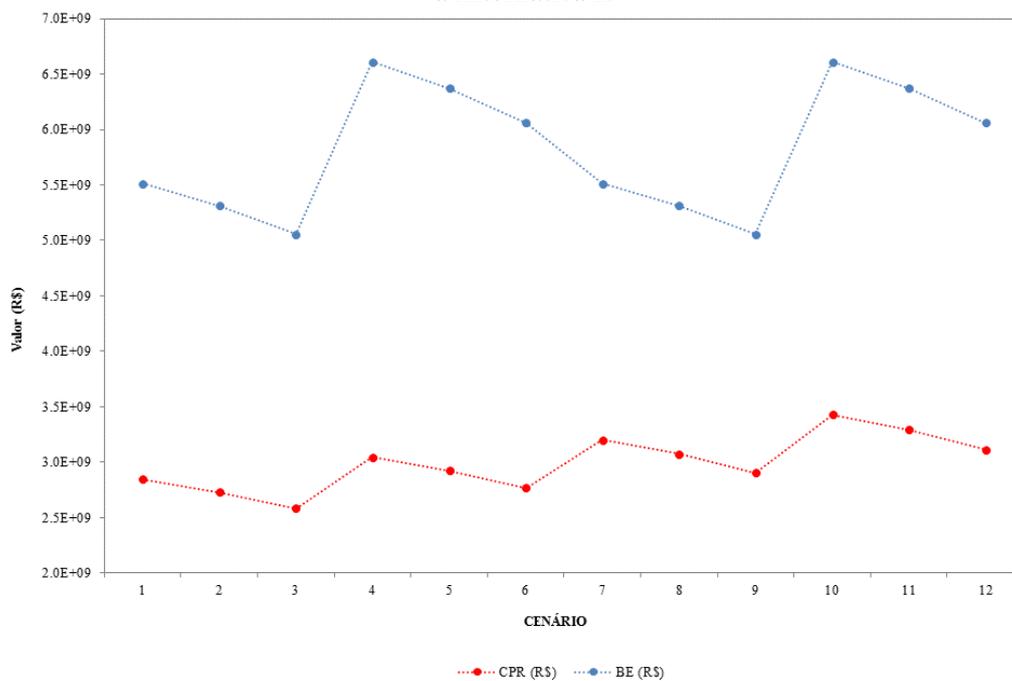
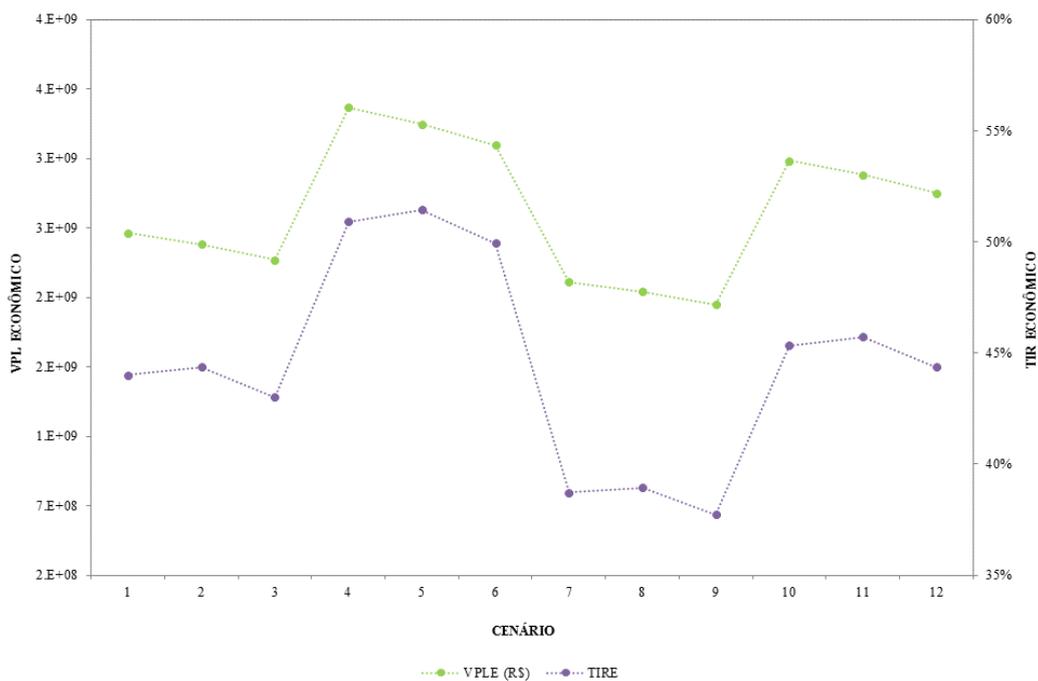


Figura 10.8 Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno para a Iniciativa Privada dos cenários avaliados sob a Hipótese 2 para a Alternativa 1.





Para uma melhor visualização das análises acima descritas é apresentado abaixo o Quadro 10.1 com os principais Indicadores de Viabilidade (VPL e TIR), das Alternativas “0” e “1”, agrupados para cada Cenário e Hipótese, com base na demanda inicial plena (100%). Os demais Cenários, com demandas iniciais a 85% e 70%, não são apresentados nesse quadro por indicarem resultados muito próximos da demanda de 100% mas podem ser consultador no Apêndice I.

**Quadro 10.1 Principais Indicadores de Viabilidade**

Cenário	Alternativa “0” (Demanda - 100%)				Alternativa “1” 100% (Demanda - 100%)			
Hipótese	Conceição da Feira/Salvador/Alagoinhas				Candeias/Salvador/Alagoinhas			
<b>Cenário 1</b>	<b>Tarifa (R\$/km)</b>	0,15	<b>VPL Total</b>	<b>TIR</b>	<b>Tarifa (R\$/km)</b>	0,15	<b>VPL Total</b>	<b>TIR</b>
Hipótese 1	<i>FCP</i>	10%	1.485.615.884	20%	<i>FCP</i>	10%	1.942.303.458	25%
<b>Cenário 4</b>	<b>Tarifa (R\$/km)</b>	0,18	<b>VPL Total</b>	<b>TIR</b>	<b>Tarifa (R\$/km)</b>	0,18	<b>VPL Total</b>	<b>TIR</b>
Hipótese 1	<i>FCP</i>	10%	2.519.385.361	24%	<i>FCP</i>	10%	2.842.053.057	29%
<b>Cenário 7</b>	<b>Tarifa (R\$/km)</b>	0,15	<b>VPL Total</b>	<b>TIR</b>	<b>Tarifa (R\$/km)</b>	0,15	<b>VPL Total</b>	<b>TIR</b>
Hipótese 1	<i>FCP</i>	25%	879.767.861	16%	<i>FCP</i>	25%	1.496.277.430	21%
<b>Cenário 10</b>	<b>Tarifa (R\$/km)</b>	0,18	<b>VPL Total</b>	<b>TIR</b>	<b>Tarifa (R\$/km)</b>	0,18	<b>VPL Total</b>	<b>TIR</b>
Hipótese 1	<i>FCP</i>	25%	1.884.620.710	21%	<i>FCP</i>	25%	2.370.859.208	26%
<b>Cenário 1</b>	<b>Tarifa (R\$/km)</b>	0,15	<b>VPL Total</b>	<b>TIR</b>	<b>Tarifa (R\$/km)</b>	0,15	<b>VPL Total</b>	<b>TIR</b>
Hipótese 2	<i>FCP</i>	10%	2.462.647.137	37%	<i>FCP</i>	10%	2.665.918.871	44%
<b>Cenário 4</b>	<b>Tarifa (R\$/km)</b>	0,18	<b>VPL Total</b>	<b>TIR</b>	<b>Tarifa (R\$/km)</b>	0,18	<b>VPL Total</b>	<b>TIR</b>
Hipótese 2	<i>FCP</i>	10%	3.496.416.614	43%	<i>FCP</i>	10%	3.565.668.470	51%
<b>Cenário 7</b>	<b>Tarifa (R\$/km)</b>	0,15	<b>VPL Total</b>	<b>TIR</b>	<b>Tarifa (R\$/km)</b>	0,15	<b>VPL Total</b>	<b>TIR</b>
Hipótese 2	<i>FCP</i>	25%	1.978.928.021	31%	<i>FCP</i>	25%	2.310.344.769	39%
<b>Cenário 10</b>	<b>Tarifa (R\$/km)</b>	0,18	<b>VPL Total</b>	<b>TIR</b>	<b>Tarifa (R\$/km)</b>	0,18	<b>VPL Total</b>	<b>TIR</b>
Hipótese 2	<i>FCP</i>	25%	2.983.780.869	38%	<i>FCP</i>	25%	3.184.926.547	45%



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

Pelo quadro acima, comparando-se os valores de VPLE e TIRE constata-se que considerando o ponto de vista econômico, para o concessionário, sempre será mais atraente operar o sistema até a cidade de Candeias (Alternativa 1) do que estender os serviços até Conceição da Feira (Alternativa 0), tanto no contexto da hipótese 1 (todos os custos ficam a cargo do concessionário) como da hipótese 2 (poder público arca com os investimentos em infraestrutura e o concessionário fica responsável pela aquisição do material rodante e as despesas de operação). Comparando-se os valores de VPLE e TIRE dessas alternativas observa-se que a Alternativa 1 apresenta maior VPLE e TIRE em todos os cenários em relação a Alternativa 0, uma vez que as despesas operacionais do sistema são menores em função de sua extensão.

Entretanto, cabe ressaltar que dos pontos de vista social e ambiental vários benefícios associados à implementação do projeto fariam mais interessante estender os serviços de trem até a cidade de Conceição da Feira (Alternativa 0) mesmo considerando que os indicadores econômico-financeiros dessa alternativa sejam menores que o da Alternativa 1. Diversos aspectos positivos relacionados a Alternativa 0 tais como, os benefícios econômicos somados ao excedente do consumidor, a redução de acidentes, a redução de emissões e o potencial de indução do desenvolvimento urbano-regional, poderiam vir a justificar esta decisão. Porém conforme foi analisado no Capítulo 7 deste Relatório, o trecho Candeias – Conceição da Feira apresenta sérias restrições técnicas para a sua adequada operação a médio e longo prazo tais como a topografia do local, o solo existente, tipo massapê (desfavorável à construção de ferrovias), a restrição da faixa de domínio e o traçado existente.

### 10.4.3 Síntese

A partir da análise econômica das alternativas, pode-se concluir que o traçado ferroviário estudado, entre as cidades de Conceição da Feira – Salvador - Alagoinhas é economicamente viável para as empresas concessionárias mesmo se não houver um



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

aporte por parte do governo nos investimentos em infraestrutura, como recuperação/construção da via permanente, estações e demais instalações. Deste traçado, o trecho mais atraente é Candeias/Salvador/Alagoinhas correspondente à Alternativa “1”, pois reúne um cenário mais favorável do que a Alternativa “0”, considerando o aspecto econômico, por apresentar melhores indicadores de viabilidade econômica, ou seja, maiores valores de VPL e TIR.

No aspecto técnico-operacional, conforme já mencionado no Capítulo 7 deste Relatório, o trecho Candeias/Salvador/Alagoinhas concentra o maior número de deslocamentos e a maior demanda propensa à transferência para o trem de passageiros além de possibilitar futuras duplicações da via permanente, podendo se concluir que a Alternativa “1”, trecho Candeias/Salvador/Alagoinhas, é a mais viável para a implantação do trem regional de passageiros.

## 10.5 ANÁLISE DE RISCOS

Em geral, os riscos de implementação e operação de um sistema de transporte ferroviário de passageiros são das mais variadas fontes, muitos dos quais não são possíveis de serem contabilizados sob o aspecto econômico ou sequer previstos antes da operação efetiva e contínua do sistema.

Considerando o montante de recursos econômicos a serem investidos, os equipamentos e vias construídos, as características da região na qual se pretende implantar o sistema e o perfil dos passageiros, alguns exemplos de riscos do projeto são a concorrência com outros modais, interferências de agentes externos no traçado e operação dos trens (obras, circulação de veículos/pessoas etc.), mudança nos padrões de viagens, escassez de mão de obra qualificada na região, deterioração das vias e equipamentos decorrente de vandalismo, dentre outros. Assim, são apresentadas a



seguir algumas considerações acerca dos riscos envolvendo os principais itens contemplados na análise de viabilidade econômica.

### 10.5.1 Riscos de Investimentos e Despesas de Operação

Os riscos de investimentos e custos de operação foram incorporados na análise econômico-financeira considerando diferentes níveis percentuais traduzidos pelo Fator de Contingência do Projeto (*FCP*). Os cenários caracterizados no item 10.1 apresentam os dois níveis atribuídos ao *FCP* relativo aos investimentos e despesas operacionais de 10% e 25%. O cenário com *FCP* igual a zero não foi considerado nas análises, pois a magnitude do projeto exige considerar uma margem de segurança em relação à flutuação dos valores monetários apresentados anteriormente.

### 10.5.2 Riscos de Demanda e Receita

Na análise de viabilidade econômico-financeira foram considerados riscos envolvendo perdas percentuais de demanda estabelecidas nos cenários relativos a 100%, 85% e 70% da demanda projetada com base no estudo realizado nos trechos a serem atendidos pelo trem regional. Analogamente, os riscos relativos à receita foram incorporados nos cenários, ao se estabelecerem dois níveis de tarifa (média em relação aos ônibus, R\$0,15/km, e propensão tarifária, R\$0,18/km), como pode ser verificado no item 10.1. Os resultados da variação destes dois índices nos cenários podem ser verificados nos valores apresentados no item 10.3 acima.

### 10.5.3 Riscos de Tecnologia do Material Rodante

Considera-se que os riscos envolvendo a aquisição e operação do material rodante não influenciam os resultados da análise econômica, uma vez que os componentes são de origem nacional já utilizada em outros sistemas de transporte sobre trilhos, cuja manutenção preventiva incorrerá na mitigação de possíveis riscos associados a esses itens.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS DO ESTUDO DE VIABILIDADE

A seguir estão listadas as considerações finais do presente Estudo de Viabilidade.

1- A partir dos resultados das pesquisas de campo, realizadas em todo o trecho de estudo, no sentido dominante Conceição da Feira/Salvador/Alagoinhas, os municípios do trecho ferroviário Salvador – Alagoinhas revelaram uma maior predisposição à mudança para o modo (89,1%), optando pelo trem regional, ou seja, uma importante produção de viagens (municípios de Salvador, Simões Filho, Camaçari e parcialmente Dias D’Avila e Alagoinhas), a qual corresponde às cidades com maior concentração populacional e maior dinamismo econômico. A pesquisa identificou que as pessoas que já fazem uso do transporte coletivo por ônibus são as que estão mais predispostas a utilizar o trem para tais viagens. No trecho Salvador – Alagoinhas, o sub-trecho com maior produção de viagens foi o percurso Salvador – Simões Filho (14.008 deslocamentos).

2- Através da análise dos indicadores socioeconômicos revelou-se fortes tendências de desequilíbrio regional, na área de estudo, que podem ser atenuadas com a implantação do trem. A maioria dos municípios do trecho Salvador – Alagoinhas revelou bons indicadores de desenvolvimento econômico (IDE), Desenvolvimento social (IDS) e de infraestrutura (I\_INFRA), em oposição ao sentido oeste, trecho Salvador – Conceição de Feira, onde observou-se que apenas o município de Candeias, revelou indicadores aceitáveis conforme a Figura 2.4 (Indicador de Desenvolvimento Social – IDS – na área de estudo) apresentada no capítulo 2 no Volume I. Os municípios do trecho Conceição de Feira/Salvador com baixos indicadores de IDE, nos quais também observamos predominantemente baixos indicadores de Desenvolvimento social (IDS) e de infraestrutura (I\_INFRA), tendem a sofrer uma melhoria socioeconômica com a implantação do trem, pois haveria melhor acesso aos centros de comércio e serviços em



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

nível regional. Portanto o principal benefício social da implantação do trem é a redução da distancia e do tempo de viagem entre os núcleos urbanos e os locais de emprego, através da oferta de opção de transporte e melhoria da eficiência do transporte público, no caso o trem.

3- A partir da análise econômica das alternativas, pode-se concluir que ambas as alternativas “0” e “1” mostram-se viáveis economicamente (com TIRE maior que 15%), mesmo com a tarifa do serviço de trens regionais equivalente ao valor médio da atual tarifa de ônibus e mesmo se não houver um aporte por parte do governo nos investimentos.

4- A Alternativa “1” constituída pela ligação Candeias/Salvador/ Alagoinhas se apresenta como a mais atraente do ponto de vista de retorno econômico para o concessionário, quando comparada com a Alternativa “0”, tanto na hipótese 1 (investimentos em infraestrutura, aquisição de material rodante e despesas operacionais por conta do concessionário sem participação governamental), como na hipótese 2 (investimentos em infraestrutura por conta do poder público, e aquisição de material rodante e despesas operacionais por conta do concessionário).

5- Na avaliação dos parâmetros técnicos e operacionais para implantação do trem regional de passageiros, a ligação Conceição da Feira/Salvador/Alagoinhas (Alternativa 0) se apresenta inviável por apresentar restrições de capacidade na linha férrea para atender a operação desejada. O trecho mais crítico seria a linha de trem proposta para atender o trecho Conceição da Feira – Salvador, que devido ao grande tempo de ciclo (ida + volta) de 278 minutos resultou em frota efetiva de nove trens, sendo esta quantidade inviável para os padrões atuais da via permanente. Este trecho tem hoje linha singela e o atendimento da demanda na hora de pico ficará prejudicado por não permitir o cruzamento de trens. Neste cenário a ampliação da capacidade da via, através de sua duplicação, se apresenta como solução para este problema.



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

6- Continuando na análise dos parâmetros técnicos e operacionais da Alternativa “0”, quando se avalia o atendimento à demanda futura mediante à ampliação da capacidade da via, identificamos que esta ação fica fortemente comprometida, devido à dificuldade de duplicação da via, no trecho Conceição da Feira – Buranhém, principalmente em função da topografia do local, do solo existente, tipo massapê (desfavorável à construção de ferrovias), da restrição da faixa de domínio e do traçado existente. Conclui-se que a Alternativa “0”, Conceição da Feira/Salvador/Alagoinhas, apesar da viabilidade econômica e de ganhos sociais (excedentes do consumidor e redução de acidentes/km e emissão de poluente atmosféricos/km), se apresenta inviável do ponto de vista técnico-operacional.

7- A Alternativa “1” correspondente ao trecho Candeias/Salvador/Alagoinhas foi considerada viável do aspecto econômico-técnico-operacional. No aspecto econômico conforme já citado é a que apresenta maiores indicadores econômicos (VPLE e TIRE).. No aspecto operacional, reúne um melhor cenário, concentrando maior número de deslocamentos e a maior demanda propensa à transferência para o trem de passageiros, sendo proposta uma frota ferroviária efetiva total de 17 veículos, distribuída com 4 trens para a linha Candeias – Salvador, 5 trens para a linha Salvador – Camaçari, 5 trens para a linha Camaçari – Alagoinhas e 3 trens reservas. No aspecto técnico possibilita futuras duplicações da via permanente, atendendo à demanda futura do trem regional de passageiros e não apresenta a faixa de domínio tão comprometida quanto à alternativa 0.

É importante destacar que apesar da Alternativa “0”, Conceição da Feira/Salvador/Alagoinhas, se apresentar inviável do ponto de vista técnico-operacional, devido às dificuldades de duplicação da via, no trecho Conceição da Feira – Buranhém, a equipe não descuidou a necessidade de realizar novos estudos que contemplassem a possibilidade de inserir essa região menos favorecida economicamente, principalmente o município de Santo Amaro, construindo novos cenários de integração modal. Foram desenvolvidos estudos de demanda complementares, como resposta de uma iniciativa de gestão oriunda do Governo do Estado da Bahia, dirigida à avaliar a viabilidade de um



1.1 UFBA

1.2 EPUFBA

futuro trem de passageiros que interligue as cidades de Salvador e Feira de Santana. Feira de Santana que é a segunda metrópole regional, em ordem de importância, no estado da Bahia, a sua incorporação na rede proposta para o trem regional, representa atender uma demanda potencial de grande porte que viria a favorecer positivamente a viabilidade econômica do projeto em estudo, considerando adicionalmente os importantes ganhos sociais e ambientais desta iniciativa. Adicionalmente foi realizada uma avaliação multi-critérios de auxílio à tomada de decisão para diversos cenários possíveis de integração modal e locacional, ligando as cidades de Feira de Santana e Salvador, passando por Candeias e Buranhém (localidade próxima a Santo Amaro). A equipe considera isto uma contribuição importante ao presente estudo de viabilidade. Os estudos de análise da demanda e avaliação de alternativas citados são apresentados no volume IV deste estudo de viabilidade.

Vale ressaltar ainda, que estudos tradicionais de demanda não são mais considerados como único argumento para justificar a viabilidade econômica – social e ambiental de um empreendimento de transporte, considerando as características particulares da nossa área de estudo, a qual revelou fortes tendências de desequilíbrio regional. Dessa forma a equipe técnica contratada para o EVTESAL do Trem Regional de Passageiros Conceição de Feira/Salvador/Alagoinhas considerou oportuno desenvolver estudos relacionados ao poder indutor do desenvolvimento urbano-regional que viria a ter esse Trem Regional, quando implantado.

Por conseguinte, o Volume III do presente estudo desenvolve estratégias para a adequada Inserção Urbana do trem regional, nas cidades para as quais fornecerá o serviço, visando promover demandas futuras adicionais para o sistema, de uma maneira sustentável, em conjunto com a Modelagem Econômica (Institucional e Organizacional), baseada nos mais avançados modelos de gestão, dirigida a identificar eficazmente os Interessados em Potencial, evidenciando os principais atrativos do empreendimento para os futuros concessionários.



**1.1 UFBA**

**1.2 EPUFBA**

Maximizar os benefícios econômicos, sociais e ambientais do Trem Regional de Passageiros estará fortemente relacionado com a sua adequada inserção urbana e regional, no contexto de uma estratégia sustentável de desenvolvimento urbano, dirigida à criação de demandas como produto de políticas integradas de transporte e uso do solo, que incentivem à redução das viagens em transporte individual, promovam padrões de uso do solo misto, voltados aos pedestres e centrados em torno das estações do Trem Regional estudado.