

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES E GEOTECNIA
NUCLETRANS – NÚCLEO DE TRANSPORTES

Curso de Especialização em Logística Estratégica e Sistema de Transportes

TRENS DE ALTA VELOCIDADE – PERSPECTIVA DE IMPLANTAÇÃO NO BRASIL

Monografia

Flávio Lúcio de Carvalho

Belo Horizonte, Junho de 2015

Flávio Lúcio de Carvalho

TRENS DE ALTA VELOCIDADE – PERSPECTIVA DE IMPLANTAÇÃO NO BRASIL

Trabalho apresentado ao curso de Especialização em Logística Estratégica e Sistemas de Transporte, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do Título de Especialista em Logística Estratégica e Sistemas de Transporte.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Franco Porto

Belo Horizonte, Junho de 2015

C331t

Carvalho, Flávio Lúcio de.

Trens de alta velocidade - perspectiva de implantação no Brasil
[manuscrito] / Flávio Lúcio de Carvalho. - 2015.
vii, 57 f., enc.: il.

Orientador: Marcelo Franco Porto.

Trabalho apresentado ao Curso de Especialização em Logística
Estratégica e Sistemas de Transporte, da Escola de Engenharia
da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à
obtenção do título de Especialista em Logística Estratégica e Sistemas
de Transporte.

Bibliografia: f.55-57.

1. Logística empresarial. 2. Transporte ferroviário. I. Porto, Marcelo
Franco. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia.
III. Título.

CDU: 656

RESUMO

Em muitos países se utiliza o transporte ferroviário para o transporte de passageiros, de maneira eficiente e funcional, em viagens de médias e longas distâncias. Com a evolução do sistema de transporte ferroviário chegou-se aos Trens de Alta Velocidade (TAV), atualmente existentes em diversos outros países. No Brasil, para o transporte de passageiros em viagens médias a longas, utiliza-se quase que exclusivamente o transporte aéreo ou rodoviário. Um projeto para implementação do primeiro Trem de Alta Velocidade no País, interligando as cidades de Campinas, São Paulo e Rio de Janeiro, foi elaborado pelo Governo Federal, em parceria com a Agência Nacional de Transporte Terrestre ANTT e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), tendo como público alvo pessoas que utilizariam o transporte aéreo para o deslocamento entre estas cidades. Este trabalho tem como objetivo indicar elementos e características previstas para o sistema, de modo a contextualizar e promover reflexões, acerca da implantação do TAV no Brasil. Para isso, foi utilizada uma metodologia de cunho exploratório, com abordagem qualitativa sobre o assunto, através de pesquisa bibliográfica em meio científico e nos relatórios apresentados pelo Consórcio Halcrow Sinergia. Foram apresentadas informações sobre o funcionamento do TAV em outros países e os serviços atualmente disponíveis para o transporte no caso brasileiro. Sendo ainda, apresentadas características do projeto proposto, estudos do traçado, estimativas de custo, tempos de viagem, informações de demandas e receitas geradas a partir da implantação do TAV, além de análises e conclusões sobre a proposta de implantação do sistema de alta velocidade no País.

Palavras Chave: Trem de Alta Velocidade, Projeto de Infraestrutura, Projeto de Ferrovias.

SUMÁRIO

| | |
|--|------|
| LISTA DE FIGURAS | VI |
| LISTA DE TABELAS | VII |
| LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS | VIII |
| 1 INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 OBJETIVOS | 2 |
| 1.1.1 <i>Objetivo geral</i> | 2 |
| 1.1.2 <i>Objetivos específicos</i> | 2 |
| 1.2 JUSTIFICATIVA | 2 |
| 1.3 METODOLOGIA | 3 |
| 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO | 3 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 4 |
| 2.1 HISTÓRICO DE FERROVIAS..... | 4 |
| 2.1.1 <i>O surgimento das estradas de ferro</i> | 4 |
| 2.1.2 <i>Estradas de Ferro no Brasil</i> | 4 |
| 2.2 HISTÓRICO DE TRENS DE ALTA VELOCIDADE | 5 |
| 2.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O TAV | 10 |
| 3 PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO NO BRASIL | 12 |
| 3.1.1 <i>O Projeto TAV Brasil</i> | 13 |
| 3.1.2 <i>Características do Projeto</i> | 13 |
| 3.1.2.1 <i>Serviços de transporte atualmente disponíveis no trecho</i> | 15 |
| 3.1.2.1.1 <i>Avião</i> | 16 |
| 3.1.2.1.2 <i>Rodovias</i> | 18 |
| 3.1.2.2 <i>Definição do Traçado</i> | 19 |
| 3.1.2.2.1 <i>As Estações</i> | 22 |
| 3.1.2.3 <i>Estudos para o cálculo da demanda</i> | 24 |
| 3.1.2.3.1 <i>Pesquisas realizadas</i> | 24 |
| 3.1.2.3.2 <i>Demanda prevista após a implantação do TAV</i> | 26 |
| 3.1.2.4 <i>Receitas Geradas pelo TAV</i> | 27 |
| 3.1.2.5 <i>Tempo de viagem e Tarifas</i> | 30 |
| 3.1.3 <i>Custos de Implantação do TAV Brasil</i> | 32 |
| 4 ANÁLISE DA PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DO TAV NO BRASIL | 37 |
| 4.1 COMPARAÇÃO DO TAV A OUTROS MODOS | 37 |
| 4.2 SOBRE A ESCOLHA DO LOCAL..... | 38 |
| 4.3 SOBRE OS CUSTOS DO PROJETO | 40 |
| 4.4 SOBRE A DEMANDA | 43 |
| 4.5 SOBRE OS TEMPOS DE VIAGEM | 44 |
| 5 CONCLUSÃO | 52 |
| 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 55 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Malha Ferroviária Existente no Brasil..... | 5 |
| Figura 2: TAV Shinkasen na cidade de Osaka no Japão..... | 6 |
| Figura 3: Malha ferroviária de TAV no Japão | 7 |
| Figura 4: Traçado das Rotas do ICE | 9 |
| Figura 5: Terminal Gare de Lion na França | 9 |
| Figura 6: Estação Ferroviária Pequim do Sul..... | 10 |
| Figura 7: Traçado Referencial do TAV no Brasil | 15 |
| Figura 8: Localização dos Aeroportos Congonhas e Guarulhos em São Paulo | 16 |
| Figura 9: Localização dos Aeroportos Santos Dumont e Galeão no Rio de Janeiro..... | 17 |
| Figura 10: Traçado, qualificação e média anual de tráfego diário das rodovias | 19 |
| Figura 11: Ajuste do Traçado no Campo de Marte | 22 |
| Figura 12: Traçado Previsto com a Indicação das Estações..... | 22 |
| Figura 13: Participação do modo segundo o motivo da viagem no trecho Rio – São Paulo..... | 24 |
| Figura 14: Divisão de Modo por Variação de Renda Mensal | 25 |
| Figura 15: Superlotação da Linha Vermelha no Metrô de São Paulo | 42 |
| Figura 16: Superlotação da Linha Vermelha no Metrô de São Paulo, Estação da Sé..... | 42 |
| Figura 17: Trajeto Previsto por Automóvel, do Campo de Marte ao Aeroporto Congonhas..... | 47 |
| Figura 18: Primeira Opção para o Transporte Público no Trajeto do Campo de Marte ao Aeroporto Congonhas..... | 48 |
| Figura 19: Segunda Opção para o Transporte Público no Trajeto do Campo de Marte ao Aeroporto Congonhas..... | 48 |
| Figura 20: Terceira Opção para o Transporte Público no Trajeto do Campo de Marte ao Aeroporto Congonhas..... | 49 |
| Figura 21: Quarta Opção para o Transporte Público no Trajeto do Campo de Marte ao Aeroporto Congonhas..... | 49 |
| Figura 22: Previsão de Serviço Complementar por VLT ao Aeroporto Congonhas..... | 50 |
| Figura 23: Previsão de Serviço Complemento para Acesso ao Aeroporto Guarulhos..... | 51 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1- Participação do TAV na Preferência de Viagens Segundo a Distância | 7 |
| Tabela 2- Quantitativos Previstos de Terraplanagem e Estruturas..... | 20 |
| Tabela 3- Demanda prevista de passageiros para 2014 no eixo Rio de Janeiro a São Paulo | 26 |
| Tabela 4- Demanda e Receita Previstas para 2014 – TAV Expresso Rio de Janeiro a São Paulo..... | 28 |
| Tabela 5- Demanda e Receita Previstas para 2014 no TAV Expresso Rio de Janeiro a Campinas | 28 |
| Tabela 6- Demanda e Receita Previstas para 2014 no TAV Regional..... | 29 |
| Tabela 7- Tempo Estimado de Viagem – Valores em minutos..... | 30 |
| Tabela 8- Parâmetros Tarifários – Valores em Reais..... | 31 |
| Tabela 9- Premissas para o transporte por TAV e Aéreo no eixo Rio de Janeiro a São Paulo | 32 |
| Tabela 10- Sumário de Custos de Obras de Engenharia Civil | 34 |
| Tabela 11- Sumário de Custos de Via Permanente | 34 |
| Tabela 12- Sumário de Custos de Edificações e Equipamentos..... | 35 |
| Tabela 13- Sumário de Custos de Elementos do Sistema | 35 |
| Tabela 14- Sumário de Custos de Ações Socioambientais | 36 |
| Tabela 15- Custos de Material Rodante em outros sistemas..... | 36 |
| Tabela 16- Posição dos Dez Primeiros Municípios Brasileiros Quanto à Arrecadação do PIB Nacional | 38 |
| Tabela 17- Características de Projetos de TAV que Elevam os Custos de Projeto..... | 40 |
| Tabela 18- Custos Unitários de Túneis | 41 |
| Tabela 19- Demanda Prevista para o TAV em 2014 Caso o Sistema fosse Implantado..... | 43 |
| Tabela 20- Principais Cidades Brasileiras Atendidas pelo Sistema de Metrô..... | 44 |
| Tabela 21- Origem da Demanda do TAV | 44 |
| Tabela 22- Tempo Estimado de Viagem..... | 45 |
| Tabela 23- Distância ao Centro e Tempo Estimado de Viagem | 46 |

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

| | |
|-------------|--|
| AADT | Média Anual de Tráfego Diário |
| ANTT..... | Agência Nacional de Transportes Terrestres |
| BID..... | Banco Internacional de Desenvolvimento |
| BM&F..... | Bolsa de Mercadorias e Futuros |
| BNDES..... | Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social |
| CONIT..... | Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte |
| DEM..... | Modelo de Elevação Digital |
| EPL..... | Empresa de Planejamento e Logística |
| EFVM | Estrada de Ferro Vitória a Minas |
| ETAV..... | Empresa de Transporte Ferroviário de Alta Velocidade |
| GEIPOT..... | Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes |
| GIS..... | Sistema de Informação Geográfica |
| IBGE..... | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| ICE..... | Inter City Express |
| PAC..... | Programa de Aceleração do Crescimento |
| PND..... | Programa Nacional de Desestatização |
| RFSA..... | Rede Ferroviária Federal S. A. |
| TAV | Trem de Alta Velocidade |
| TGV..... | <i>Train a Grande Vitesse</i> |

1 INTRODUÇÃO

Os meios de transporte têm papel muito importante para vida das cidades, tanto para o transporte de pessoas quanto o de mercadorias, sendo um reflexo da sociedade, conforme a evolução do homem acontece, também os meios de transporte se transformam, havendo uma demanda cada vez maior por equipamentos mais rápidos e mais seguros. Dessa forma, Lima (2008) afirma que a grande difusão por transporte público urbano ocorreu após a Revolução Industrial, causada pela demanda de deslocamento dos trabalhadores das fábricas até suas casas e vice-versa.

Em muitos países se utiliza o transporte ferroviário, tanto para cargas quanto para passageiros, de maneira eficiente e funcional e, com a sua evolução, chegou-se aos Trens de Alta Velocidade – TAV. Segundo Paiva (2012) um Trem é considerado de Alta Velocidade quando sua velocidade é superior a 200 km/h. Atualmente há linhas com sistema de TAV operando em diversos países, dentre as quais destacam-se o *Inter City Express* – ICE na Alemanha e também o *Chine Rail Highspeed*, localizado na China, podendo atingir velocidades superiores a 350 km/h (NAKAMOTO, SILVEIRA, 2012).

Segundo Lacerda (2008), quando foram propostos os primeiros sistemas de TAV o objetivo inicial era o de complementar e melhorar o transporte já existente, aumentando a capacidade do sistema de transporte coletivo, sendo implantado próximo a outros tipos de trens convencionais, além de outros modos.

No Brasil, em 2007, foi elaborado pelo Governo Federal, em parceria com a Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT) e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), um projeto para implementação do primeiro Trem de Alta Velocidade no país, interligando as cidades de Campinas, São Paulo e Rio de Janeiro, tendo como público alvo principal pessoas que utilizariam o transporte aéreo para o deslocamento entre estas cidades.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Este trabalho busca expor as características verificadas no projeto do primeiro TAV proposto para o Brasil, com previsão de ligação entre as cidades do Rio de Janeiro, São Paulo e Campinas, por meio dos estudos realizados pelo Consórcio Halcrow Sinergia. Para subsidiar esta análise serão utilizados os estudos já realizados para a sua implantação.

1.1.2 Objetivos específicos

Para atingir o objetivo geral, foram propostos os seguintes objetivos específicos:

- Levantar características de redes ferroviárias que operam com Trens de Alta Velocidade.
- Expor o que foi proposto para a implantação do TAV no Brasil.
- Inferir sobre a proposta de implantação do TAV no Brasil, apresentada pelo Consórcio Halcrow Sinergia.

1.2 Justificativa

O transporte eficiente de pessoas e mercadorias é algo de extrema importância para o desenvolvimento de um país. O transporte ferroviário por Trens de Alta Velocidade já é utilizado em muitos países, de maneira eficiente e funcional, para atendimento a viagens de médias e longas distâncias. No Brasil a discussão sobre a implantação dessa nova tecnologia no país foi retomada recentemente, sendo proposto um projeto de ligação entre as cidades de Campinas, São Paulo e Rio de Janeiro e desenvolvidos diversos estudos para tal. Este trabalho visa indicar elementos e características verificadas neste estudo, buscando elementos que justifiquem ou não a real necessidade da implantação do TAV neste trecho.

1.3 Metodologia

Para a realização deste projeto de monografia foi utilizada uma metodologia de cunho exploratório, pois envolve levantamento bibliográfico sobre o assunto. Possui uma abordagem qualitativa, uma vez que as análises e interpretações foram baseadas nos dados e informações compilados. Segundo Cervo, Bervian e Silva (2007, p.61), a pesquisa bibliográfica “constitui o procedimento básico para os estudos monográficos, pelos quais se busca o domínio do estado da arte sobre determinado tema”.

Dessa forma, para subsidiar o trabalho proposto foram pesquisados artigos científicos e dissertações relacionados ao TAV e principalmente as publicações feitas pelo Consórcio Halcrow Sinergia, que forneceram dados técnicos sobre o projeto de implantação do sistema no eixo Rio de Janeiro, São Paulo, Campinas. As publicações forneceram estimativas de custos, demandas e receitas previstas, tempos de viagem, localização das estações, além de parâmetros tarifários previstos para o projeto TAV.

1.4 Estrutura do Trabalho

O trabalho foi estruturado em seis capítulos, sendo feita a contextualização do tema no Capítulo 1. O Capítulo 2 contempla os estudos e pesquisas bibliográficas sobre o assunto, sendo apresentado um breve histórico sobre ferrovias, seguido de um estudo sobre os Trens de Alta Velocidade, destacando os sistemas atualmente em operação em outros países.

No Capítulo 3 é apresentada a proposta de implantação do TAV no Brasil, segundo os projetos do Consórcio Halcrow Sinergia, sendo indicados os serviços atualmente disponíveis no trecho, traçado, estudos para o cálculo de demanda, tarifas e receitas.

No Capítulo 4 é apresentada uma abordagem crítica sobre a implantação do sistema de alta velocidade no Brasil, dentro da proposta de projeto apresentada pelo Consórcio Halcrow Sinergia, sendo feita uma breve comparação do sistema TAV a outros modos, uma análise sobre a escolha do local de implantação, custos e demandas, além do tempo de viagem. No Capítulo 5 é apresentada a conclusão e no Capítulo 6 as referências bibliográficas pesquisadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Histórico de ferrovias

2.1.1 O surgimento das estradas de ferro

Segundo Hobsbawn (1996), o transporte ferroviário teve sua origem provavelmente a partir da utilização de vagões sobre trilhos, por tração animal, nas minas de carvão da Europa em meados da década de 1760 e em consequência da necessidade de crescente demanda criada pelo processo de industrialização. A extração de carvão mineral estimulou muito a invenção das ferrovias como mecanismo eficiente de transporte. Segundo Campos (2012), a primeira locomotiva a vapor foi utilizada em 1808 para o transporte de carvão mineral, por Richard Trevithick¹ para atendimento às indústrias carvoeiras britânicas da época. Entretanto, somente entre 1825 a 1830 é que se considera o início do período ferroviário, com a criação de locomotivas a vapor, na estrada de ferro Liverpool Manchester, com a locomotiva Rocket.

2.1.2 Estradas de Ferro no Brasil

A primeira ferrovia construída no Brasil foi a Estrada de Ferro Mauá, hoje conhecida como Imperial Companhia de Navegação a Vapor e Estrada de Ferro de Petrópolis, inaugurada em 1854 por D. Pedro II, tinha 14,5km de extensão e ligava o Porto de Mauá a Fragoso, município de Magé, no estado do Rio de Janeiro, sendo criada para transportar o café produzido no Vale do Paraíba ao cais de Magé, sendo uma modernidade para a época devido à redução de distâncias que demoravam dias para serem percorridas. A partir da construção desta ferrovia, houve um estímulo através de capitais privados para a construção de outras, dando início às primeiras ferrovias no país, voltadas para o transporte da produção agrícola dos interiores aos principais centros urbanos e portos do país, além de pessoas, integrando alguns estados brasileiros (CEPEFR, 2014).

Segundo o Ministério dos Transportes, em meados da década de 1950, o transporte ferroviário no Brasil começou a sofrer uma crise devido ao processo de urbanização e industrialização, fato este que favoreceu o transporte rodoviário. Muitas companhias

¹ Richard Trevithick: Engenheiro construtor de ferrovias e inventor. Nasceu em 1771 em Illogan. Passou onze anos na América do Sul trabalhando para donos de minas de prata. Sua carreira deu-se no início da Revolução Industrial. Morreu em 1.833 na cidade de Dartford. (CAMPOS, 2012).

ferroviárias que eram lucrativas passaram a falir e foram estatizadas. Em 1957 surge então a Rede Ferroviária Federal S.A., incorporando diversas ferrovias.

Mais tarde, com a crise do petróleo na década de 1970, a RFFSA tornou-se insustentável e foi desestatizada, ocorrendo sua privatização por meio do Programa Nacional de Desestatização, através do Decreto Federal nº473/1992, entrando em liquidação e extinta em 2007, sendo a partir de então, juntamente com as principais ferrovias nacionais, gerida por grandes operadores privados que realizam exclusivamente o transporte de carga, uma pequena parte da malha ferroviária passou a pertencer ao poder estatal. Na Figura 1 está representada a malha ferroviária existente no Brasil, com indicação dos principais operadores da rede.

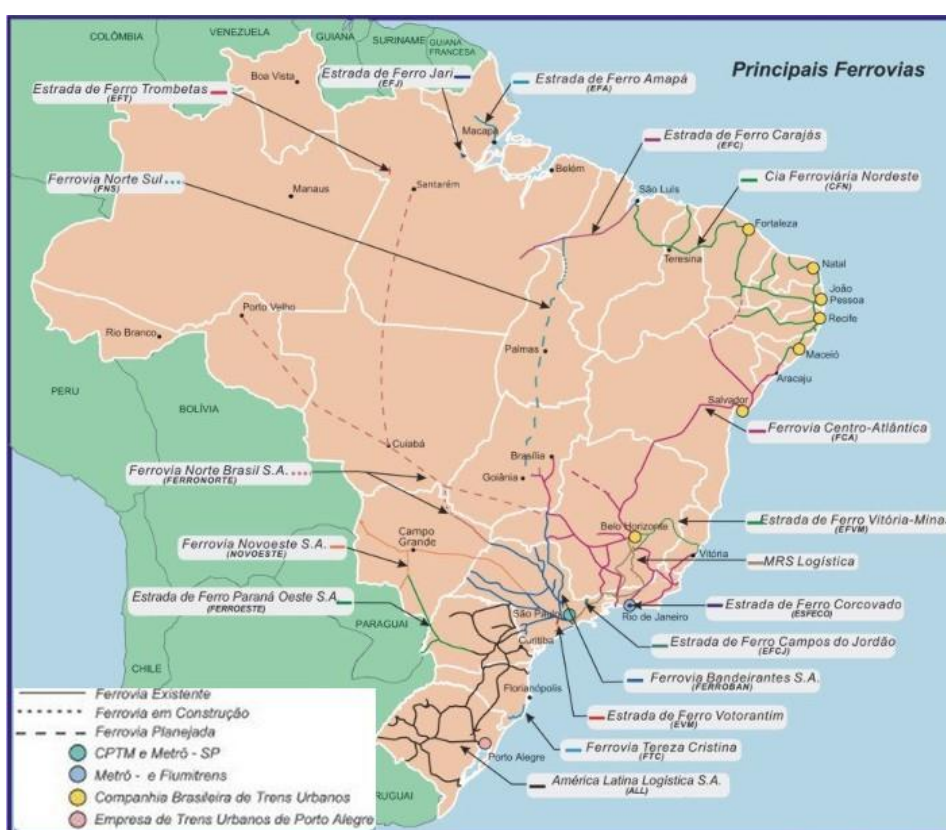


Figura 1: Malha Ferroviária Existente no Brasil
FONTE: (ANTT, 2015 b)

2.2 Histórico de Trens de Alta Velocidade

O primeiro TAV a ser produzido no mundo entrou em operação no Japão em 1964 antecedendo os Jogos Olímpicos de Tóquio, em uma linha que ligava Tóquio a Osaka com extensão de 350 km, foi chamado de Shinkansen, que significa “Nova Linha Troncal”. Anteriormente uma viagem entre estas duas cidades levava sete horas em trens convencionais,

ficando reduzida a quatro horas com a implantação do TAV. O objetivo desta linha era o de transportar pessoas da capital japonesa à uma área que passava por crescente desenvolvimento industrial e econômico com o pós guerra (JAPAOEMFOCO, 2014). A Figura 2 apresenta o Shinkansen em operação na cidade de Osaka no Japão.



Figura 2: TAV Shinkasen na cidade de Osaka no Japão
FONTE: (JAPAOEMFOCO, 2014)

Atualmente, o sistema de Trens de Alta Velocidade no Japão opera com 323 viagens de trens diariamente, abrangendo 2397 km e interligando cidades de Norte a Sul do país, podem atingir velocidades médias de até 300 km/h estando entre os trens-balas mais rápidos do mundo. Devido à natureza montanhosa do país, antigamente os Trens tinham que contornar muitos obstáculos e por isso as viagens eram longas. Com a inovação férrea, túneis e viadutos foram construídos para encurtar as viagens, rompendo com essas barreiras. Hoje em dia, as ferrovias japonesas são reconhecidas por sua eficiência, segurança, pontualidade e limpeza (JAPAOEMFOCO, 2014).

Segundo Lacerda (2008), a principal rota de transporte de passageiros do Japão liga Tóquio a Osaka, levando 2,5 horas para percorrer um trecho total de 515 km, com 16 estações. A linha opera em intervalos de até três minutos e utiliza trens com até 400 m de comprimento, que transportam até mil passageiros por viagem, podendo totalizar 390 mil pessoas por dia. Pessoas que residem em até 100 km de Tóquio levam aproximadamente 30 minutos para alcançarem o centro da cidade. A Figura 3 indica o traçado de linhas existentes no Japão.

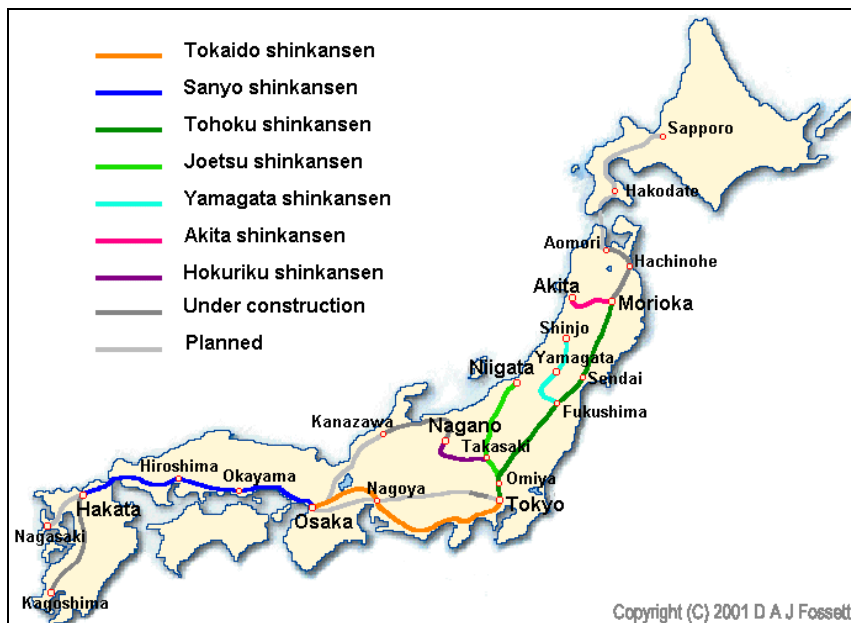


Figura 3: Malha ferroviária de TAV no Japão
 FONTE: (NOTICIASDOBRASIL, 2014)

Para uma análise comparativa entre TAV e o transporte aéreo, sobre a preferência dos passageiros em viagens de Tóquio às cidades em um raio de aproximadamente 500 km, Borges (2010) afirma que além da distância ser favorável, também são levados em consideração elementos como a segurança, pontualidade e regularidade na escolha, além do fato que as viagens de Trem serem mais produtivas e agradáveis, sem a necessidade de realização de check-in, verificações de segurança, espera em salas de embarque, voos atrasados e aeroportos fechados devido a intempéries.

Para ilustrar tal situação, Borges (2010) faz uma análise sobre a escolha para viagens entre Tóquio e as cidades Nagoya, Osaka, Okayama, Hiroshima e Hakata, na comparação feita entre o transporte por TAV e o transporte aéreo, de acordo com a distância a ser percorrida, indicada na Tabela 1.

Tabela 1- Participação do TAV na Preferência de Viagens Segundo a Distância

| Tóquio para | Nagoya | Osaka | Okayama | Hiroshima | Hakata |
|------------------|--------|-------|---------|-----------|--------|
| Distância (km) | 342 | 525 | 676 | 821 | 1069 |
| Participação (%) | 100 | 86 | 82 | 56 | 12 |

Fonte: Borges 2010 *apud* International Railway Journal, March, 2011

Verifica-se que para percorrer distâncias curtas a médias há uma preferência pelo TAV em relação ao transporte aéreo, o que reforça a afirmação de Lacerda (2008, p.63):

“ O mercado que os trens-bala atendem é bem definido: regiões com grandes concentrações populacionais e distantes entre si menos de 600 km. Em trajetos de até 300 km, os trens de alta velocidade são mais competitivos do que os aviões, pois a menor velocidade do trem em relação ao avião é compensada pela agilidade no embarque e desembarque dos passageiros. Acima de 800 km, o avião é mais rápido e o trem-bala não é capaz de competir em tempo de viagem.”

Na Europa a primeira linha de TAV foi implantada em 1981 na França, ligando as cidades de Paris a Lion em um percurso de 425 km, chamada de *Train à Grande Vitesse* - TGV. Posteriormente foram criadas mais seis novas linhas interligando Paris às regiões Norte, Sul, Leste e Oeste da França, totalizando 1489 km e conectadas por outras linhas de trens convencionais, possibilitando grande oferta de destinos, o que torna o TAV um competidor direto com o transporte aéreo no país. Foi verificado que após a implantação do TVG houve uma divisão de mercado, antes dominado pelo transporte aéreo. Posteriormente houve a ligação da rede entre os países vizinhos, sendo criados consórcios entre os diferentes operadores dos sistemas envolvidos (BORGES, 2010).

O TAV na Alemanha é denominado *Inter City Express*, também conhecido como ICE. Assim como grande parte dos Trens de Alta Velocidade criados, o ICE foi criado a partir de linhas convencionais de trens já existentes, o que de certa maneira possibilita reduzir os custos de sua implantação, sendo feitas muitas pequenas obras de modo a se eliminar os gargalos existentes, o que também permitiu a ligação entre um grande número de cidades menores. Segundo Samor (2014), as primeiras rotas surgiram em 1991 na cidade de Hamburgo e Würzburg em um trecho de 327 km e posteriormente entre Mannheim e Stuttgart, com 100km.

Na sua operação, o ICE pode-se alcançar velocidades de até 300 km/h e atualmente também possui conexões internacionais com a Dinamarca, atendendo às cidades de Copenhague e Aarhus, os Países Baixos, nas cidades de Arnhem, Utrecht e Amsterdã, a Bélgica, nas cidades de Bruxelas e Liège, a França, em Paris, a Suíça, nas cidades de Zurique e Interlaken e a Áustria, passando por Viena e Innsbruck. A Figura 4 indica a localização e as rotas de ligação entre estas cidades.



Figura 4: Traçado das Rotas do ICE
 FONTE: (RAILEUROPE, 2015)

A exemplo de outros países da Europa, a operação do TAV na Alemanha é de responsabilidade de uma empresa Estatal, a Deutsch Bahn, que responde por quase a totalidade da operação da malha ferroviária do país, outras linhas na Europa estão centradas na França, partindo de Paris a Londres com o Eurostar, de Paris a Bruxelas com o Thalys e de Paris a Frankfurt e Stuttgart. A Figura 5 ilustra o Terminal Gere de Lion, na França, que é um dos seis maiores terminais de Paris, localizado na margem norte do Rio Sena, a leste da capital. Segundo Tavrilhos (2014) por este terminal passam cerca de 90 milhões de passageiros por ano, o que torna esta estação a terceira mais movimentada da França. Já a estação *Gare du Nord*, também em Paris, transporta cerca de 190 milhões de passageiros ao ano e é considerada a mais movimentada da Europa.



Figura 5: Terminal Gare de Lion na França
 FONTE: TAVTRILHOS (2014)

Conforme afirmação de Nakamoto e Silveira (2012), em 1998 houve nova expansão de Hannover a Berlim, com o diferencial de que além do transporte de passageiros, a linha também opera o transporte de cargas. Para maximizar a eficiência do trabalho realizado pelo

ICE, é feito o transporte de passageiros com o sistema de alta velocidade durante o dia e o transporte de carga e convencional de passageiros durante o período noturno, o que foi denominado de “salto noturno”, sendo transportados bens importados e exportados dos portos existentes no Mar do Norte ao sul da Alemanha e vice-versa, com viagens a 120 km/h (OEMPREITEIRO, 2013).

A Espanha inaugurou sua primeira linha de TAV em 1992, ligando as cidades de Madri a Sevilha. Na China o TAV teve seu início em 2003, com uma linha que ligava as cidades Qinhuangdao a Shenyang, sendo feita a interligação e introdução de serviços de alta velocidade em outras cidades em 2007. Segundo Jazra (2012), a China possui a linha de TAV mais extensa do mundo, com 2.298 km, ligando Pequim à cidade de Cantão. Com relação aos trens convencionais houve redução de 12 horas neste percurso, sendo a viagem realizada em oito horas. Segundo Nakamoto e Silveira (2012), atualmente a China é o país que mais investiu em linhas de alta velocidade, com expansão prevista para 13.000 km em sua rede, o que representará quase o dobro da malha existente de TAV dos demais países juntos. O trecho mais rápido da rede Chinesa em operação é um Trem MagLev² em Xangai, que atinge velocidades de 431km/h. A Figura 6 mostra a Estação Pequim do Sul, que foi inaugurada em 2008 sendo a maior estação ferroviária da China, com 310.000 m².



Figura 6: Estação Ferroviária Pequim do Sul
FONTE: (TAVTRILHOS, 2014)

2.3 Considerações sobre o TAV

Conforme afirma Lacerda (2008), grande parte de linhas de alta velocidade em operação atende à rotas domésticas, sendo concentradas em países com maior renda *per capita*,

² O sistema MagLev possui seu princípio de funcionamento por levitação magnética, o que permite que sejam alcançadas velocidades extremamente elevadas (TAVCHINES, 2014).

isto porque essa modalidade de transporte além de gerar altos custos de implantação possui tarifas elevadas. Desta forma, o público-alvo principal são usuários com níveis de renda média ou alta e pessoas que viajam por motivo de negócios ou trabalho.

Na maioria dos países onde o TAV foi implantado já existia o transporte ferroviário de passageiros de médias e longas distâncias, sendo criado de modo a melhorar o transporte convencional, suprindo os gargalos existentes em seus sistemas, além de complementar os serviços regionais de transporte de passageiros, privilegiando o transporte público.

Segundo Lacerda (2008), o mercado para os Trens de Alta Velocidade é bem definido, sendo voltado para cidades com grandes concentrações populacionais e distantes entre si em menos de 600 km. Sendo mais competitivos do que o transporte aéreo em situações de deslocamentos de até 300 km, de modo que, apesar da velocidade do Trem ser menor do que a de aviões, há uma compensação do tempo em relação ao embarque e desembarque de passageiros. Para distâncias acima de 800 km o avião é mais rápido e o TAV não é capaz de competir em tempo de viagem.

Conforme indicado por Lacerda (2008), com a implantação do TAV há de se observar inúmeras vantagens em relação ao uso do transporte ferroviário quando comparado aos transportes aéreo e rodoviário. Ocorrendo uma indução ao desenvolvimento regional e aliviando áreas com maior densidade urbana, ou seja, cidades mais afastadas seriam tratadas como bairros da capital. O sistema ainda proporciona redução dos tempos de viagem associados à baixa probabilidade de atrasos, uma vez que a operação não está tão dependente de intempéries como o aéreo, além do fato de que as operações de embarque e desembarque de passageiros é feita de maneira mais rápida.

Em contrapartida, para distâncias inferiores a 100 km e em percursos com ausência de congestionamentos, o transporte rodoviário se mostra mais eficiente que os trens. Segundo Ballou (1999), o transporte ferroviário possui elevado custo de implantação, aquisição de material rodante, constituído de locomotivas e vagões. Apesar de apresentar custos operacionais baixos em relação ao transporte rodoviário, não apresenta grande flexibilidade, operando em pontos fixos, indicados por estações e pátios de carga, sendo estes fatores compensados pelo menor custo de transporte para origem e destino fixos para longas distâncias.

3 PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO NO BRASIL

A implantação de trens de alta capacidade de passageiros tem como objetivo amenizar o fluxo de pessoas nos aeroportos e favorecer a diminuição dos congestionamentos existentes. Mas para que se tenha sucesso no empreendimento é necessário que se tenha atrativos e qualidade no serviço oferecido.

Conforme afirmam Nakamoto e Silveira (2012) uma proposta para implantação de um TAV no Brasil já existe desde a década de 1960, através da proposta de uma empresa japonesa, porém não foi levada adiante. Posteriormente, foi elaborado um novo projeto pelo Governo Federal, em Parceria com a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) e financiado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) para sua construção.

Segundo EPL (2015), desde ao ano de 1981 o GEIPOT vem realizando os primeiros estudos sobre a viabilidade da construção de um sistema ferroviário de alta velocidade para o transporte de passageiros no eixo Rio São Paulo. Desta forma, sendo incluído em 2007, pelo Decreto 6.256/07, no Programa Nacional de Desestatização (PND) a Estrada de Ferro 222, destinada a implantação do TAV interligando o Rio de Janeiro, São Paulo e Campinas.

Os estudos técnicos foram coordenados, através do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDES) e em 2008 foram contratados serviços de consultoria para analisar a viabilidade técnica, econômica e financeira do TAV, a partir dos estudos do Consórcio formado pela Halcrow Group e a Sinergia Estudos e Projetos Ltda, sendo realizadas pesquisas de demanda, traçado, análise econômica, modelo de concessão, operação e tecnologia, além de estudos ambientais. Após a conclusão dos estudos, foi lançado em 2010 o Edital de Licitação para a concessão. Em 2011 o governo realizou o leilão do TAV para a ligação entre Campinas, São Paulo e Rio de Janeiro, na sede da BM&F Bovespa, entretanto, devido à ausência de propostas o processo não foi concretizado. Desta forma, o governo dividiu a licitação em duas etapas, sendo criado um novo modelo para a gestão do projeto, onde investidores teriam a participação de 55% em ações e a EPL ficaria com 45%.

Foi criada em 2012 a Empresa de Planejamento e Logística – EPL, pela Lei 12.743 de 19 de dezembro, que é uma empresa estatal e tem por finalidade estruturar e qualificar o

processo de planejamento integrado de logística do país, interligando rodovias, ferrovias, portos, aeroportos e hidrovias. Inicialmente foi denominada como Empresa de Transporte Ferroviário de Alta Velocidade. A empresa está vinculada ao Ministério dos Transportes e exerce a função de Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte (EPL, 2015).

3.1.1 O Projeto TAV Brasil

Conforme indicado anteriormente, em 2008 o Banco Internacional de Desenvolvimento (BID) encarregou a Halcrow Group Ltda e a Sinergia Estudos e Projetos Ltda, sendo denominadas como Consórcio Halcrow Sinergia, a elaborarem um estudo de viabilidade para a implantação de uma linha de TAV, com uma velocidade de linha máxima de 350 km/h, conectando as cidades do Rio de Janeiro, São Paulo e Campinas, em um trecho de 511 km. Os estudos contemplaram as estimativas de demanda e receita, estudos de traçado, avaliação econômica financeira e concessão, operações ferroviárias e tecnologia, além de tratar sobre custos de capital do TAV e sobre desenvolvimento imobiliário, sendo publicado em seis volumes.

3.1.2 Características do Projeto

O objetivo principal do projeto seria o de amenizar os problemas de mobilidade, circulação, transporte e logística do corredor Campinas, São Paulo e Rio de Janeiro. Segundo afirmação de seus idealizadores, a justificativa para a escolha deste local se deve ao fato de que estas cidades estão localizadas em uma das regiões de maior desenvolvimento econômico do país, além de contemplarem duas das cidades mais populosas. O crescimento econômico da região nas últimas décadas teve como consequência um aumento significativo no número de viagens entre o eixo, congestionando principalmente os aeroportos.

Inicialmente a modelagem do projeto TAV foi desenvolvida para que sua implementação se desse somente em uma concessão, sendo o concessionário o responsável pela definição do projeto, construção, operação e manutenção de todos os ativos e o único responsável por arcar com todos os custos do investimento, desde a implantação da infraestrutura até os serviços de manutenção do sistema. Segundo TAV (2009 c), as receitas previstas para a concessão somariam R\$193,3 bilhões, em valores correntes. As obras civis custariam R\$22,9 bilhões, o que representa 69% do valor total de R\$33,1 bilhões necessários

à construção do empreendimento. Dentre as obras, estariam previstos 90,9 km de túneis, sendo responsáveis por R\$10,7 bilhões, além de 103 quilômetros de pontes e viadutos, que respondem por R\$7,11 bilhões.

Posteriormente surgiu uma nova proposta de concessão, onde os riscos do projeto seriam distribuídos. A obrigação da implantação da infraestrutura foi transferida do operador para a União, sendo criada em contrapartida a obrigação de pagamentos de outorga por parte da operadora, de modo a reembolsar a União pelos investimentos realizados, à medida que a infraestrutura fosse utilizada, de acordo com a demanda do sistema. Tais procedimentos influenciariam diretamente na operação do serviço. Segundo Pompermayer (2012, p.10):

“O modelo atual de cobrança da outorga desenhado para esta concessão estabelece a cobrança do concessionário pelo uso proporcional da infraestrutura. Ou seja, na medida em que haja demanda pelo sistema, maior será a quantidade de viagens no corredor e o desembolso pelo uso da infraestrutura. Caso contrário, se a demanda prevista não for concretizada, uma quantidade menor de viagens poderá ser realizada e, por conseguinte, as distâncias percorridas serão menores. Conforme estabelecido, a cada período de apuração, o produto deste deslocamento pelo valor-base da outorga definida em contrato corresponde ao valor a ser pago pelo concessionário à União para custear a implantação desta infraestrutura. Assim, para o concessionário, os vultosos gastos iniciais ficaram parcelados proporcionalmente em função da demanda, afastando o risco do seu capital ficar imobilizado em um projeto com baixa rentabilidade, caso apresente pouca demanda. Visto de outra forma, o custo da infraestrutura, que na prática é um custo fixo, passou a ser um custo variável em função da demanda pelo TAV.”

O projeto foi desenvolvido com a intenção de integrar os aeroportos de Viracopos, Guarulhos e Galeão às suas áreas metropolitanas, sendo a distância total estimada de Campinas ao Rio de Janeiro igual a 511 km e a distância de São Paulo ao Rio de Janeiro igual a 412 km. O tempo estimado de viagem entre Campinas e Rio de Janeiro pode chegar a 2 horas e 27 minutos, dependendo do número de paradas nas estações. A Figura 7 indica o traçado da linha proposta.

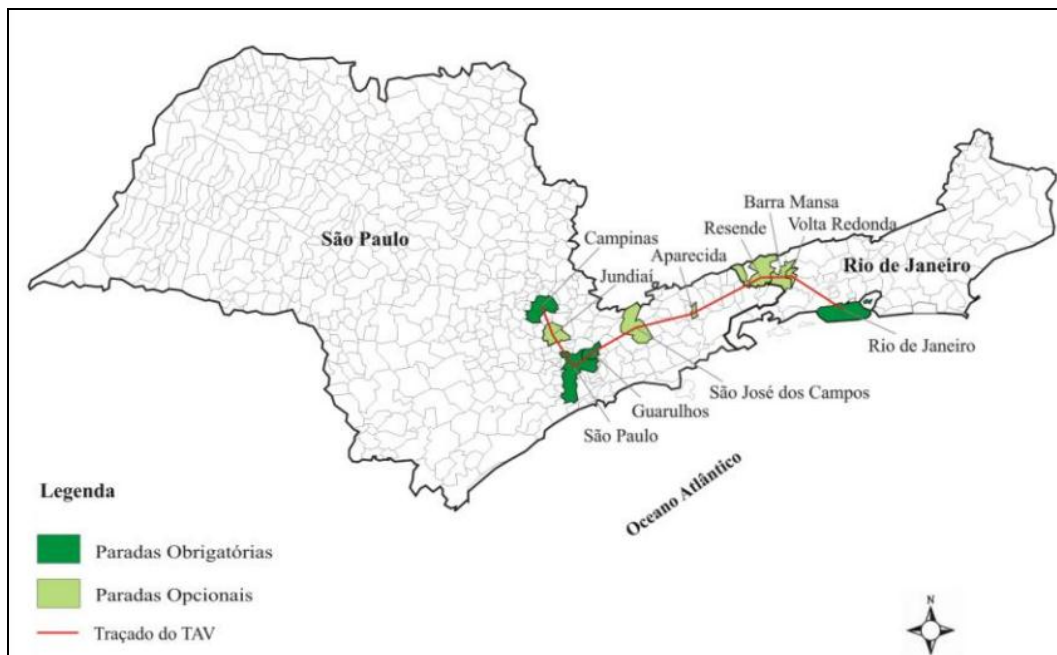


Figura 7: Traçado Referencial do TAV no Brasil
 FONTE: Nakamoto e Silveira (2012)

3.1.2.1 Serviços de transporte atualmente disponíveis no trecho

Conforme indica o Consorcio Halcrow Sinergia em TAV (2009 b), atualmente a área de influência da ferrovia de alta velocidade no corredor Rio de Janeiro, São Paulo, Campinas possui diferentes opções de transporte, sejam elas limitadas ou não em um mercado formado por ônibus, avião e automóvel.

Dentre os serviços atualmente ofertados, o transporte aéreo seria concorrente direto para o TAV. Há ainda uma rede de rodovias com pedágio, conectando os principais centros, para o transporte por automóvel, onde a maioria das rotas são radiais e não passam diretamente nos centros das cidades. A última opção é o transporte por ônibus, segundo o levantamento feito pelo Consórcio Halcrow Sinergia, há uma rede abrangente de serviços de ônibus interestaduais e interurbanos, que também seriam concorrentes diretos com o TAV entre todas as estações propostas. Há serviços de metrô e Trem Metropolitano somente dentro das cidades do Rio de Janeiro e São Paulo.

3.1.2.1.1 Avião

Segundo o levantamento do Consórcio, as viagens aéreas seriam as principais concorrentes com o TAV para os serviços de longa distância por serem mais similares em tempo de viagem e do mercado provável a ser servido. Tanto a cidade de São Paulo quanto a do Rio de Janeiro possuem além de um aeroporto internacional nas extremidades, outro mais próximo à área central, que atende à voos domésticos regionais.

No Rio de Janeiro a maioria dos voos de longa distância e internacionais operam no Aeroporto do Galeão, que está distante a 20 km ao norte do centro. Já o Aeroporto Santos Dumont se localiza a 2 km centro comercial da cidade e realiza voos domésticos regionais. Em São Paulo, a maioria dos voos de longa distância e internacionais operam no Aeroporto de Guarulhos, localizado a 27 km a nordeste do centro de São Paulo e os voos regionais operam no Aeroporto de Congonhas, distante a 11km ao sul do centro da cidade. As Figuras 8 e 9 indicam a localização dos aeroportos citados.

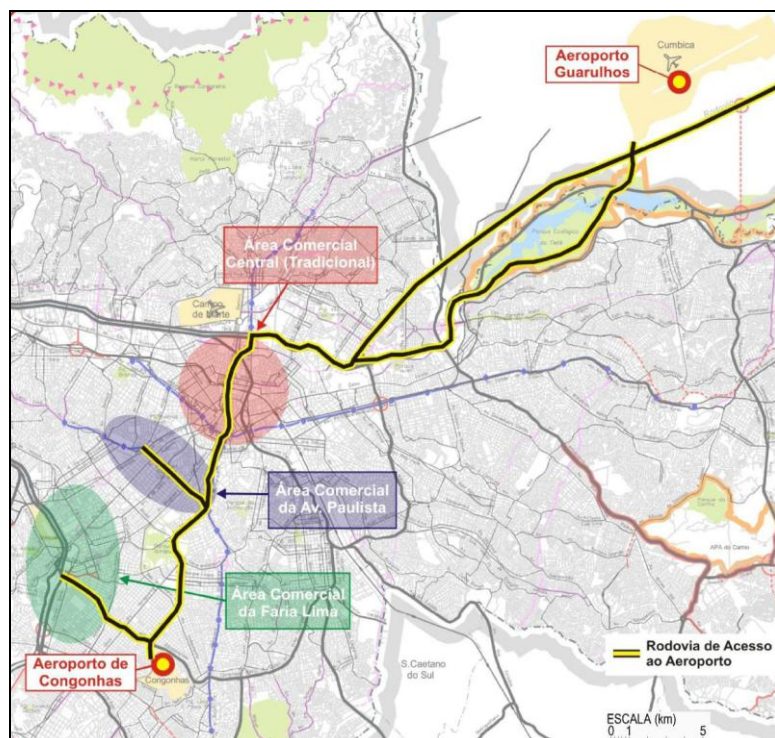


Figura 8: Localização dos Aeroportos Congonhas e Guarulhos em São Paulo
FONTE *Estimativa de Demanda e Receita – (TAV , 2009 a)*

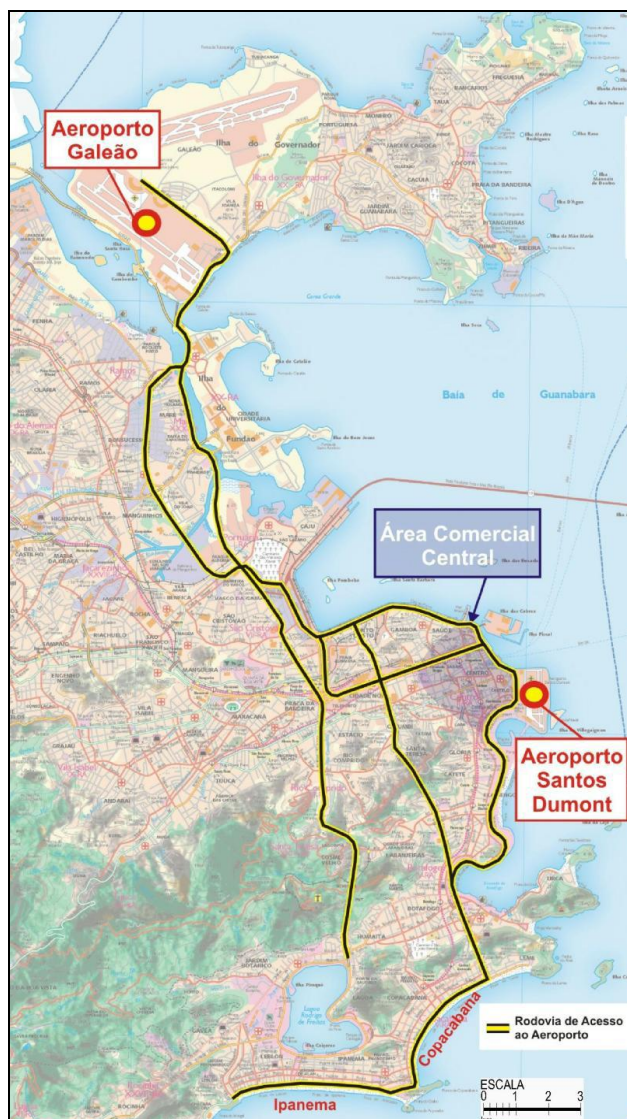


Figura 9: Localização dos Aeroportos Santos Dumont e Galeão no Rio de Janeiro
 FONTE: *Estimativa de Demanda e Receita – (TAV, 2009 a)*

Segundo TAV (2009 a), no Rio de Janeiro a localização do Aeroporto Santos Dumont é favorável para quem parte do centro e do sul da cidade, onde o usuário pode acessá-lo em uma caminhada de aproximadamente 15 minutos, sendo ruim para os demais deslocamentos uma vez que falta opções de transporte público, o metrô não atende ao local e o ponto de ônibus mais próximo fica a 200 m de distância. O Aeroporto Internacional Galeão fica localizado distante da cidade e não há serviços regulares de ônibus ou metrô, sendo o acesso feito através de uma via expressa, muitas vezes congestionada e apresentando problemas relacionados à segurança dos usuários.

Para acessar o Aeroporto de Congonhas, ocasionalmente, o usuário pode passar por uma situação de longos congestionamentos, o que muitas vezes aumenta o risco de perda de

voos. O aeroporto pode ser acessado por meio de ônibus, que oferece o serviço de integração ao metrô. Já o Aeroporto de Guarulhos possui restrições para o acesso, que não é disponível por ônibus ou metrô, sendo o carro ou taxi o principal meio de transporte utilizado pelos usuários do serviço.

Os Aeroportos Galeão e Guarulhos operam na maioria das vezes voos de longa distância e internacionais, entretanto, muitas vezes ocorre a conexão de voos entre estes aeroportos. O Consorcio afirma, em TAV (2009 a), que uma vez implantado, o sistema de alta velocidade poderia aliviar a demanda existente nestes voos, de modo que ao invés de fazer a conexão o passageiro iria de TAV até o outro aeroporto, saindo do Rio de Janeiro com destino a São Paulo e vice versa, para a sua partida, evitando assim que seja feita a troca de aeronave, possibilitando que o usuário embarque diretamente no voo nacional ou internacional programado. Com relação aos aeroportos Santos Dumont e Congonhas, devido ao elevado nível de demanda entre as cidades do Rio de Janeiro de São Paulo, há uma priorização no serviço de ponte aérea entre as duas cidades, mais de 90% dos voos do Aeroporto Santos Dumont destinam-se ao Aeroporto Congonhas, enquanto que Congonhas atende à muitos outros lugares. O serviço é explorado por três linhas aéreas, TAM, GOL e Oceanair, sendo o serviço de ponte aérea o mais lucrativo para as três empresas. O aeroporto de Viracopos, próximo à Campinas, apesar de ser usado principalmente para o transporte de cargas também está na área de influência do TAV (TAV, 2009 a).

3.1.2.1.2 Rodovias

Segundo o Consórcio Halcrow Sinergia, todas as rodovias interurbanas estratégicas na área de influência são regidas por operadores privados e cobram pedágio. A infraestrutura rodoviária é em geral radial. Para o centro de São Paulo e Campinas não há o acesso rodoviário direto pela rodovia, o que não ocorre no Rio de Janeiro.

A rodovia Dutra, também conhecida como BR116, liga o Rio de Janeiro a São Paulo em um trecho de 402 km, possui quatro pistas e se iguala à rota do TAV prevista, ligando as cidades de São José dos Campos, Aparecida, Resende e Volta Redonda. As rodovias Anhanguera e Bandeirantes são auto estradas paralelas e ligam São Paulo a Campinas, passando pela cidade de Jundiaí. Já a rodovia Dom Pedro I oferece uma rota ligando a cidade de Campinas direto ao Rio de Janeiro, sem passar por São Paulo. A Figura 10 apresenta a

localização das rodovias citadas, além do volume de AADT – Média Anual de Tráfego Diário, de todos os veículos para ambos os sentidos (TAV, 2009 a).

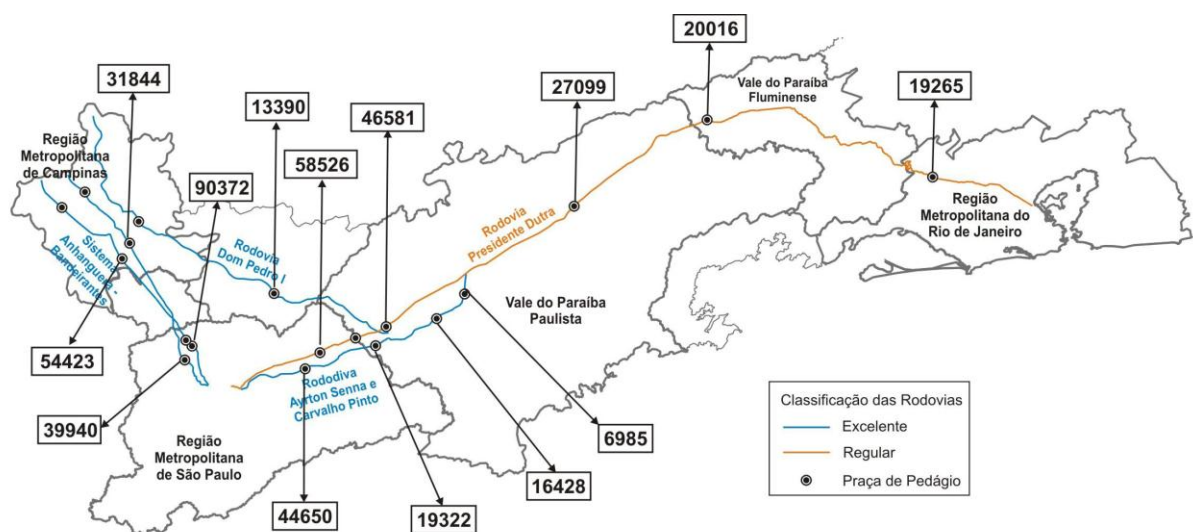


Figura 10: Traçado, qualificação e média anual de tráfego diário das rodovias
 FONTE: *Estimativa de Demanda e Receita* (TAV, 2009 a)

3.1.2.2 Definição do Traçado

Conforme indicado por Halcrow Sinergia em TAV (2009 b), para os estudos da escolha do traçado foram desenvolvidos modelos, levando-se em consideração diversas alternativas, integrando as diferentes particularidades referentes a engenharia, estudos ambientais e custos, de modo a oferecer um estudo de viabilidade integrado e coordenado com estudos de demanda. O projeto possui uma previsão de traçado dedicado e totalmente segregado para maximizar a velocidade de operação, assegurando alto desempenho em pontualidade e confiabilidade, não sendo portanto compartilhado com nenhuma outra rede ferroviária existente.

Além da coleta e processamento de informações pertinentes de áreas de estudo oriundas do Governo Federal, Governos Estaduais e Prefeituras, fez-se a vetorização e processamento digital e integração ao modelo de elevação digital DEM³, de modo a permitir otimizações dimensionais do traçado para a determinação de volumes de terraplanagem,

³ DEM – *Digital Elevation Model* é um modelo que possibilita análises geoespaciais, através da geração de ortomagens, sendo o DEM clássico uma representação digital de uma seção da superfície, dada por uma matriz de pixels com coordenadas planimétricas (X e Y) e um valor de intensidade do pixel, que corresponde à elevação (LUIZ, S.; SANTOS, A. R. S.; BRENNER, T. L., 2007).

posicionamento de viadutos, pontes e túneis, sendo todas as informações aplicadas em um sistema GIS⁴, que também permite que sejam incluídos aspectos já existentes, tais como rodovias, ferrovias, rios e demais estruturas de interesse do projeto.

Segundo o Consórcio, foi utilizado o *Software* QUANTM para calcular os custos envolvidos no projeto, conforme será visto mais a frente, relacionados a movimentação de terras, de desapropriações, de reassentamentos e para cruzar áreas com restrição ambiental. O Software permite que as informações disponibilizadas sejam trabalhadas em camadas⁵, onde cada camada tem uma coleção de polígonos geograficamente referenciados. A partir das seções tipo geradas foram calculados os volumes a serem movimentados. A Tabela 2 indica as quantidades levantadas para terraplanagem e estruturas de pontes, túneis, viadutos e contenções.

Tabela 2- Quantitativos Previstos de Terraplanagem e Estruturas

| TERRAPLANAGEM | | |
|--------------------------------|----------------|-------------------|
| Item | Unidade | Quantidade |
| Limpeza e Desmatamento | m2 | 22.637.692 |
| Área Gramada e Hidrossemeadura | m2 | 12.355.462 |
| Aterro | m3 | 97.935.373 |
| Corte em solo | m3 | 70.194.575 |
| Corte em Rocha | m3 | 20.113.690 |
| Empréstimo | m3 | 37.436.649 |
| Bota Fora | m3 | 36.679.681 |
| Momento de Transporte | m3xkm | 1.445.136.504 |
| ESTRUTURAS | | |
| Item | Unidade | Quantidade |
| Túneis (2 vias) | m | 90.912 |
| Pontes e viadutos | m2 | 1.499.878 |
| Muros de Contenção | m2 | 322.954 |

Fonte: Autor, adaptado de *Custo de Capital* - (TAV, 2009 e, p. 21 e 22)

Além disso, o uso do Software possibilitou que fossem obtidos diferentes tipos de traçados, a fim de se escolher o traçado ideal. No estudo definiu-se uma cota altimétrica a ser seguida e fazendo-se variar este valor, novos traçados são otimizados indicando novas

⁴ SIG – Sistema de Informação Geográfica. Trata-se de um sistema especializado na modificação e análise de informações geográficas. Num SIG a informação geográfica é organizada em camadas ou níveis de informação (layers), consistindo cada uma num conjunto selecionado de objetos associados e respectivos atributos. (PINTO, 2009).

possíveis rotas. Nos levantamentos feitos, conforme indicado em TAV (2009 b, p. 8) há benefícios em 8 traçados escolhidos, sendo ainda definida uma matriz para análise envolvendo múltiplos critérios, listados na seguinte ordem: Custo de Construção, Tempos de Viagem, Riscos de Construção, Custos de Manutenção, Consumo de Energia, Funcionalidade da Estação, Impactos Ambientais, População Deslocada e, por último, Impactos Urbanos.

Dentre os oito traçados gerados pelo *Software* verificou-se que em todos os casos havia vantagens e desvantagens, alguns possuíam custos elevados porém atendiam a todas as estações intermediárias, outros atendiam a apenas algumas das estações intermediárias propostas mas tinham um custo mais reduzido. A conclusão a que se chegou foi de que havia sim um traçado ideal, o Consórcio Halcrow Sinergia em TAV (2009 b, p. 9) afirma que:

“Concluiu-se dessa análise que o traçado TAV-RJ-27-A1-07 era o que mais tinha a oferecer em termos de benefícios. Tinha a extensão total mais curta, servia a todas as áreas que eram as possíveis futuras estações em Resende, Barra Mansa e Volta Redonda e atravessa a parte nordeste da Baixada Fluminense com poucos conflitos nas áreas populosas.”

Após a definição do traçado passou-se a outra fase do projeto, a partir de dados fornecidos por um novo modelo de elevação digital, antes com precisão de 20 m e posteriormente de 5 m a 10 m, além de ortofotos, em uma zona de 1 km em ambos os lados do corredor escolhido. Este refinamento de informações, segundo TAV (2009 b, p. 88), teve como objetivo possibilitar maior precisão no plano horizontal, para o cálculo mais preciso de curvas de transição além de ajustar a rota prevista para as exigências de uma linha de alta velocidade. A Figura 11 ilustra um local onde foi necessário ajustar o traçado já definido. Trata-se de um ponto próximo ao Campo de Marte, neste local está prevista uma estação e por isso foi necessário ampliar o comprimento do trecho reto adaptando-o às plataformas da estação e respectivas conexões ferroviárias, além de contemplar plataformas adicionais como parte de uma futura expansão (TAV, 2009 b, p.105).

⁵ No projeto TAV foram criadas 26 camadas diferentes, fornecidos pela empresa Prime Engenharia. Cada camada tem uma coleção de polígonos geograficamente referenciados sob os quais é atribuído um custo unitário (TAV, 2009 b, p.32).



Figura 11: Ajuste do Traçado no Campo de Marte
 FONTE: *Estudos do Traçado* – (TAV, 2009 b, p.105)

3.1.2.2.1 As Estações

Segundo TAV (2009 b), há uma previsão para a construção de estações novas e outras revitalizadas, sendo algumas ainda em estudo com indicação de opcionais. Há planos para revitalizar e reconstruir a antiga estação em Barão de Mauá, no Rio de Janeiro, que está sendo denominada no projeto apresentado pelo Consórcio, como km zero. A distância estimada entre Campinas e Rio de Janeiro é de 511km, sendo prevista a distância de São Paulo e Rio de Janeiro de 412km. Estão previstas oito estações no trecho e mais três opcionais nas cidades de Resende, Aparecida e Jundiaí. A Figura 12 indica o traçado previsto com a indicação das Estações propostas.



Figura 12: Traçado Previsto com a Indicação das Estações
 FONTE: *Estudos do Traçado* – (TAV, 2009 b, p.4)

A segunda estação a ser construída estaria prevista a 15km após a Estação de Mauá, ela seria subterrânea e atenderia ao Aeroporto Galeão. Após este trajeto a linha seguiria por um terreno montanhoso, da Serra das Araras, sendo necessário a construção de diversos túneis e viadutos. A próxima estação, a 118 km, seria instalada na cidade de Volta Redonda/ Barra Mansa⁶. A seguir há uma previsão de construção de uma outra estação opcional na cidade de Resende. Após atravessar o limite de estados entre o Rio de Janeiro e São Paulo, há uma estimativa de implantação de outra estação em Aparecida do Norte, por se tratar de um importante pólo de peregrinação que recebe todos os anos milhões de pessoas⁷. A próxima parada seria na cidade de São José dos Campos, que possui acesso à principal rede rodoviária, tem um aeroporto regional muito desenvolvido. Além disso, São José dos Campos é um importante centro industrial de alta tecnologia e engenharia, nela está instalada a fábrica da Embraer, possui uma população de 1,4 milhões de pessoas. É nesta cidade que está prevista a implantação de um centro de manutenção de materiais rodantes, também pelo fato de ter área disponível para acomodar o alto impacto do uso do solo (TAV, 2009 a).

A seguir, ainda segundo o Consórcio Halcrow Sinergia em TAV (2009 a), seguindo em direção a Oeste, após aproximadamente 300 km, está prevista a construção de uma estação subterrânea no Aeroporto Internacional de São Paulo, em Guarulhos, próximo aos principais edifícios do terminal. Chegando a São Paulo, após 412 km, pretende-se instalar uma estação ferroviária no Campo de Marte⁸. Este local foi escolhido por apresentar uma grande possibilidade para a construção de uma memorável e importante estação, na qual haverá diversas plataformas laterais, além de uma unidade de manutenção leve e desvios para unidades de apoio.

A partir da cidade de São Paulo o TAV seguiria em direção Noroeste para o Aeroporto de Viracopos, com a possibilidade uma estação opcional em Jundiaí, que está localizada entre as rodovias Anhanguera e Bandeirantes. Viracopos está localizado a aproximadamente 488,5 km do início do trajeto proposto, conectando assim os aeroportos do Galeão, de Guarulhos e Viracopos, aos principais centros urbanos. A estação final está prevista em Campinas, a 511

⁶ Volta Redonda é uma importante área industrial e possui a maior usina siderúrgica da América Latina (TAV, 2009 a).

⁷ A cidade de Aparecida é um importante pólo de peregrinação. Somente em 2.008 recebeu 9,5 milhões de visitantes (TAV, 2009 a).

⁸ Campo de Marte é um campo de aviação federal localizado na região norte de São Paulo (TAV, 2009 a).

km do Rio de Janeiro, sendo uma estação revitalizada com diversos desvios para unidades de apoio.

3.1.2.3 Estudos para o cálculo da demanda

3.1.2.3.1 Pesquisas realizadas

Para avaliar a viabilidade de um projeto é muito importante que se faça a previsão do possível número de usuários do sistema e, neste caso, para um tipo de transporte que ainda não existe no mercado. Nos estudos feito pelo Consórcio utilizou-se a metodologia de Pesquisa de Preferência Revelada, para indicar os atuais padrões de viagem na área de influência, incluindo informações de origem e destino. Também foram realizadas pesquisas de Preferência Declarada, com o objetivo de medir as intenções futuras dos usuários com a implantação do TAV, além de modelos Logit⁹ para estimar a possível taxa de migração de um modo de transporte para outro. A pesquisa, segundo o Consórcio, teve como objetivo detectar informações sobre o possível uso do serviço expresso para o TAV e também para o mercado regional.

Verificou-se que, segundo o Consórcio Halcrow Sinergia em TAV (2009 a), a demanda total de passageiros nas viagens no trecho Rio de Janeiro a São Paulo em 2008 era de 33,6 milhões de passageiros ao ano sendo, sendo dividida pelos meios de transporte aéreo, automóvel e ônibus. A seguir, o gráfico apresentado na Figura 13 indica a participação do modo segundo o motivo da viagem.

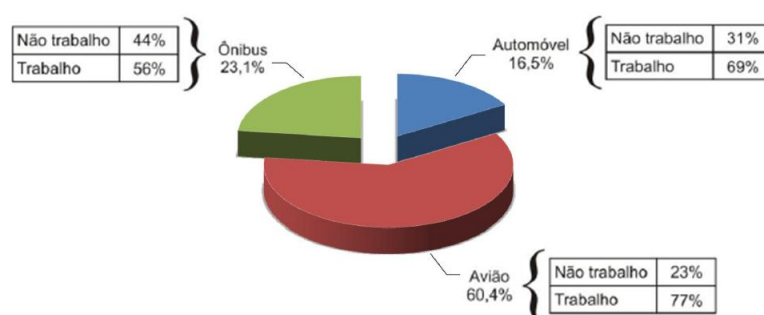


Figura 13: Participação do modo segundo o motivo da viagem no trecho Rio – São Paulo
FONTE: *Estimativas de Demanda e Receitas* (TAV, 2009 a, p.75)

⁹ Os modelos Logit são geralmente aplicados no planejamento de transporte para estimar as participações de mercado, ou seja, as taxas de desvio de passageiros de avião para trem, carro para trem, e ônibus para trem, etc. (TAV, 2009 a).

Nos três casos o principal motivo de viagens no trecho está relacionado ao trabalho, havendo maior participação do transporte aéreo, onde, segundo a pesquisa, grande parte dos usuários são oriundos da classe A e que as viagens aéreas geralmente são pagas pelas empresas. Para as viagens familiares, mesmo para usuários da classe A, o avião não é a primeira escolha sendo o carro o principal meio de transporte, devido aos custos elevados. O mesmo ocorre com as classes B e C.

Um dos critérios adotados na pesquisa, segundo TAV (2009 a), foi a classificação dos usuários do transporte no trecho de acordo com a renda mensal familiar, sendo classificados como classe A os usuários com renda superior a R\$ 10.800 a classe B com renda entre R\$3.900 a R\$ 10.800 e classe C com renda entre R\$ 2.800 a R\$ 3.900. Segundo o Consórcio, os valores da renda mensal média geral dos usuários de ônibus, carro e avião são, respectivamente, iguais a R\$ 3.070, R\$ 4.890 e R\$ 6.880. O gráfico representado na Figura 14 indica a porcentagem de utilização do modo por grupos de renda, para viagens no eixo Rio de Janeiro a São Paulo. Observa-se que o avião é modo mais utilizado para usuários com renda mais elevada, enquanto que o ônibus se destaca para as rendas mais baixas.

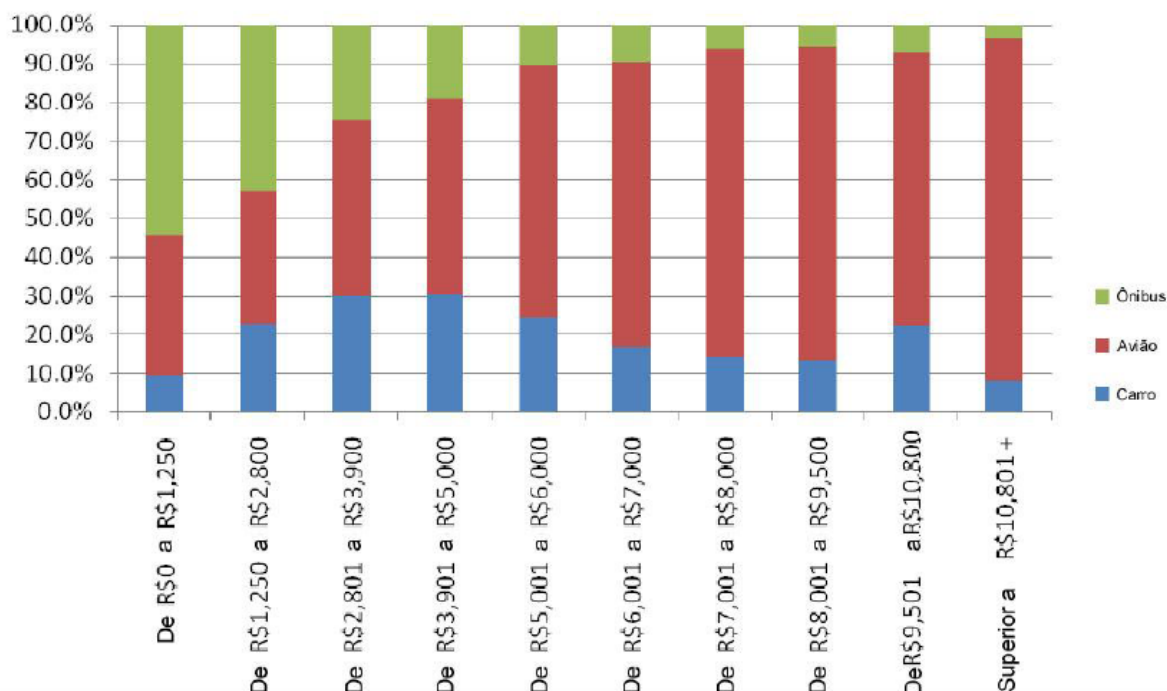


Figura 14: Divisão de Modo por Variação de Renda Mensal
 FONTE: *Estimativas de Demanda e Receitas* – (TAV, 2009 a, p.77)

3.1.2.3.2 Demanda prevista após a implantação do TAV

Segundo o Consórcio, o Trem de Alta Velocidade é um sistema que pode ser encarado como um modo de transporte público intermediário entre o avião e o ônibus. Conforme afirmação de TAV (2009 a), há uma expectativa de que as tarifas também se enquadrem nos preços de mercado existentes entre o avião e o ônibus. Apesar de possuir características mais próximas do avião, com relação ao tempo de viagem, o sistema possui ainda outras vantagens como maior segurança, inexistência de atrasos em virtude de tráfego ou condições climáticas, tempo reduzido para embarque e maior conforto. Sendo os tempos de viagem próximos ao aéreo, surge a possibilidade de maior conectividade entre as cidades, sendo possível viajar para o Rio de Janeiro ou São Paulo em viagens de um dia, para atividades como ir à praia, assistir à espetáculos ou jogos de futebol e retornar no mesmo dia.

Com base nos modelos adotados pelo Consórcio Halcrow Sinergia, foram feitas estimativas, com a geração de previsões de demandas para o início da operação em 2014 e de dez em dez anos após a inauguração do sistema. Segundo TAV (2009 a), a previsão apontada é que 6,4 milhões de pessoas utilizariam o TAV como meio de transporte, o que representaria 52,89 % de todas as viagens realizadas no eixo.

O número de usuários ao ano do transporte aéreo no eixo Rio de Janeiro a São Paulo seria reduzido de 7,3 milhões para 3,9 milhões de pessoas, ou seja, de 68,34 % das viagens aéreas no eixo, passaria a 32,11 %. A Tabela 3 indica a previsão para o ano de 2014 para o número de viagens no eixo Rio de Janeiro a São Paulo sem a implantação do TAV e com a implantação.

Tabela 3- Demanda prevista de passageiros para 2014 no eixo Rio de Janeiro a São Paulo

| | SEM O TAV | | COM O TAV | |
|------------------------|---|------------------------|---|------------------------|
| | Demanda de passageiros (Em Milhares) | Divisão de Modo (%) | Demanda de passageiros (Em Milhares) | Divisão de Modo (%) |
| TAV | - | - | 6435 | 52,89 % |
| TAV -Classe Executiva | - | - | 4938 | 40,59 % |
| TAV - Classe Econômica | - | - | 1497 | 12,31% |
| AÉREO | 7333 | 68,34 % | 3907 | 32,11 % |
| CARROS | 1757 | 16,38 % | 960 | 7,89 % |
| ÔNIBUS | 1640 | 15,28 % | 865 | 7,11 % |
| TOTAL | 10730 | | 12167 | |

FONTE: Autor, Adaptado de *Estimativas de Demanda e Receitas* (TAV, 2009 a, p.137)

Observa-se que com a implantação do TAV no eixo há um aumento significativo no número de viagens, passando de 10,7 milhões sem o TAV para 12,1 milhões após sua implantação, tal fato é causado pela demanda induzida com a implantação do novo sistema.

Para o cálculo da demanda de possíveis usuários do sistema, segundo TAV (2009 a), levou-se em consideração o mercado para o trem expresso, conectando Rio de Janeiro a São Paulo e Rio de Janeiro a Campinas e também o mercado para fluxos regionais, entre São José dos Campos, São Paulo e Campinas, além de serviços para aeroportos para as principais cidades do corredor, no Rio de Janeiro o Galeão, em São Paulo o Aeroporto de Guarulhos e em Campinas, Viracopos (TAV, 2009 a).

Foram feitos estudos para determinação dos horários de pico existentes no ano de 2008 para o transporte aéreo em viagens do Rio de Janeiro a São Paulo e vice versa, de modo a também serem considerados no TAV. A conclusão a que se chegou foi de que os horários de pico na parte da manhã estão concentrados entre 06:00 e 09:00 horas, representando 35 % das viagens no eixo e à tarde entre as 17:00 e 20:59 horas, também englobando 35 % da demanda total existente. Para os serviços regionais o Consórcio indica que há uma concentração de 25% do total das viagens nos períodos entre 06:00 e 08:59 horas, de 20 % entre 12:00 e 13:59 horas e de 25 % entre 17:00 e 19:59 horas. (TAV, 2009 a)

3.1.2.4 Receitas Geradas pelo TAV

O Consórcio Halcrow Sinergia realizou uma série de pesquisas e simulações para a determinação das demandas e receitas para o ano de 2014, tanto no serviço expresso que liga Rio de Janeiro a São Paulo e a Campinas, quanto para o serviço regional, fazendo uma previsão para as viagens no trecho em dois cenários, primeiro sem o TAV e depois com o TAV implantado. Além disso, faz uma comparação entre os outros serviços existentes de transporte, prevendo a taxa de migração dos outros modos para o TAV. O resultado destas simulações encontra-se apresentado nas Tabelas 4 e 5 para sistema expresso e na Tabela 6 para o sistema regional.

Tabela 4- Demanda e Receita Previstas para 2014 – TAV Expresso Rio de Janeiro a São Paulo

| TAV Expresso: Rio de Janeiro - São Paulo (Previsão para 2014) | | | | | | |
|---|--------------|-------------------------|-----------------------|---------|------------------|---------|
| Demanda sem TAV | | Divisão de Modo sem TAV | Demanda com TAV | | Fonte da Demanda | |
| (em milhares ao ano) | | (%) | (em milhares ao ano) | | do TAV | |
| TAV | - | - | 6435 | 52,89 % | | |
| Avião | 7333 | 68,34 % | 3907 | 32,11 % | Avião | 53,3 % |
| Carro | 1757 | 16,38 % | 960 | 7,89 % | Carro | 12,4 % |
| Ônibus | 1640 | 15,28 % | 865 | 7,11 % | Ônibus | 12,0 % |
| TOTAL | 10730 | | 12167 | | Induzida | 22,3 % |
| Receita (R\$/ano, em milhares) | | | | | | 1313957 |

FONTE: Autor, Adaptado de Estimativas de Demanda e Receitas (TAV, 2009 a, p.137)

Tabela 5- Demanda e Receita Previstas para 2014 no TAV Expresso Rio de Janeiro a Campinas

| TAV Expresso: Rio de Janeiro - Campinas (Previsão para 2014) | | | | | | |
|--|------------|-------------------------|-----------------------|--------|------------------|---------|
| Demanda sem TAV | | Divisão de Modo sem TAV | Demanda com TAV | | Fonte da Demanda | |
| (em milhares ao ano) | | (%) | (em milhares ao ano) | | do TAV | |
| TAV | - | - | 635 | 69,5 % | | |
| Avião | 361 | 50,8 % | 160 | 17,5 % | Avião | 31,7 % |
| Carro | 98 | 13,8 % | 43 | 4,7 % | Carro | 8,6 % |
| Ônibus | 252 | 35,4 % | 76 | 8,3 % | Ônibus | 27,7 % |
| TOTAL | 711 | | 914 | | Induzida | 32,0 % |
| Receita (R\$/ano, em milhares) | | | | | | 146.050 |

FONTE: Autor, Adaptado de *Estimativas de Demanda e Receitas* (TAV, 2009 a, p.138)

Verifica-se que no Sistema Expresso do Rio de Janeiro a São Paulo a previsão de participação do TAV para o ano de 2014, em número de passageiros caso o sistema fosse implantado, seria de 6,4 milhões de pessoas ao ano, o que representa 52,89 % do total de viagens no eixo. A receita gerada somente neste sistema seria, segundo TAV (2009 a), equivalente a 1,3 bilhão de reais. Já o sistema expresso ligando Rio de Janeiro a Campinas possui uma previsão de demanda igual a 635 mil passageiros ao ano, o que representa 69,5 % do total de viagens no eixo, com receita estimada em 146 milhões de reais.

Além disso, outro dado indicado foi a comparação dos cenários com o TAV e sem o TAV, que fornece uma estimativa da proporção do número de passageiros que são desviados de outros modos para o TAV, além da indicação da demanda induzida pelo novo sistema.

Tabela 6- Demanda e Receita Previstas para 2014 no TAV Regional

| | Rio de Janeiro - Volta R | Rio de Janeiro - SJdC | Volta R - SJ dos Campos | Volta R - São Paulo | Volta R - Campinas | SJ dos Campos - São Paulo | SJ dos Campos - Campinas | São Paulo - Campinas | Total |
|---|--------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------|----------------|
| Demanda sem TAV (passageiros / ano, em milhares) | | | | | | | | | |
| Carro | 2.201 | 98 | 176 | 150 | 18 | 6.927 | 982 | 8.393 | 18.945 |
| Ônibus | 456 | 159 | 198 | 62 | 18 | 3.625 | 1.514 | 6.380 | 12.412 |
| Total | 2.657 | 257 | 374 | 212 | 36 | 10.552 | 2.496 | 14.773 | 31.357 |
| Divisão de Modo (%) | | | | | | | | | |
| Carro | 82,8% | 38,1% | 47,1% | 70,8% | 50,0% | 65,6% | 39,3% | 56,8% | 60,4% |
| Ônibus | 17,2% | 61,9% | 52,9% | 29,2% | 50,0% | 34,4% | 60,7% | 43,2% | 39,6% |
| Demanda com o TAV (passageiros / ano, em milhares) | | | | | | | | | |
| TAV | 2.619 | 211 | 254 | 184 | 40 | 8.553 | 1.305 | 12.372 | 25.538 |
| Carro | 560 | 29 | 23 | 79 | 7 | 1.881 | 161 | 2.709 | 5.449 |
| Ônibus | 262 | 42 | 65 | 13 | 4 | 1.583 | 590 | 1.886 | 4.445 |
| Total | 3.441 | 282 | 342 | 276 | 51 | 12.017 | 2.056 | 16.967 | 35.432 |
| Divisão de Modo Com o TAV (%) | | | | | | | | | |
| TAV | 76,1% | 74,8% | 74,3% | 66,7% | 78,4% | 71,1% | 63,5% | 72,9% | 72,1% |
| Carro | 16,3% | 10,3% | 6,7% | 28,6% | 13,7% | 15,7% | 7,8% | 16,0% | 15,4% |
| Ônibus | 7,6% | 14,8% | 19,0% | 4,7% | 7,8% | 13,2% | 28,7% | 11,1% | 12,5% |
| Receita (R\$/ano, em milhares) | | | | | | | | | |
| | 105.284 | 21.585 | 17.374 | 17.940 | 4.740 | 246.326 | 63.945 | 386.006 | 863.201 |
| Fonte da Demanda do TAV (%) | | | | | | | | | |
| Carro | 62,7% | 32,7% | 54,3%* | 38,6% | 27,5% | 59,0% | 49,6%* | 46,0% | 52,8% |
| Ônibus | 7,4% | 55,5% | 45,7%* | 26,6% | 35,0% | 23,9% | 50,4%* | 36,3% | 31,2% |
| Induzida | 29,9% | 11,8% | -* | 34,8% | 37,5% | 17,1% | -* | 17,7% | 16,0% |

FONTE: *Estimativas de Demanda e Receitas* (TAV, 2009 a, p.140)

No Sistema Regional não há participação do avião, uma vez que tal modo não estará disponível. Desta forma, o TAV concorre somente com o carro e o ônibus. Verifica-se que nos dados de antes da previsão de implantação do sistema de alta velocidade há um certo equilíbrio entre o uso do carro e o ônibus dependendo do trecho analisado. Nos trechos do Rio de Janeiro a São José dos Campos, Volta Redonda a São José dos Campos e São José dos Campos a Campinas, há uma predominância do transporte por ônibus em relação ao carro. Já no trecho Volta Redonda a Campinas a divisão do modo é equivalente. Nos demais trechos ocorre a predominância do carro sobre o ônibus.

Após a previsão de implantação do TAV, conforme também foi observado no sistema expresso, ocorre uma migração de usuários de outros modos para o sistema de alta velocidade em todos os trechos indicados. Outro fator observado é que, também neste caso, há um aumento no número de viagens no trecho sendo causado pela demanda induzida do novo sistema. Sem o TAV há uma indicação de demanda total igual a 31,3 milhões de viagens e

após a introdução do sistema de alta velocidade, o número de viagens passa a ser igual a 35,4 milhões. Portanto, haveria um aumento de aproximadamente 4 milhões de novas viagens no trecho, o que corresponde a 16 % do total das viagens . Verifica-se ainda que mais da metade dos usuários de veículos, aproximadamente 52 %, migrariam para o TAV e 31,2 % dos usuários de ônibus também.

3.1.2.5 Tempo de viagem e Tarifas

Com base nos levantamentos, simulações e estimativas feitos pelo Consórcio Halcrow Sinergia, em TAV (2009 b), fez-se uma comparação com os modos de transporte existentes nos trechos compreendidos pelo projeto de alta velocidade, nos quesitos tempo de viagem e custo da viagem. A seguir, as Tabelas 7 e 8 indicam estes resultados.

Tabela 7- Tempo Estimado de Viagem – Valores em minutos

| Origem | Destino | TAV | Transporte | | |
|---------------------------|---------------------------|-----|------------|-----------|--------|
| | | | Aéreo | Automóvel | Ônibus |
| Rio de Janeiro | São Paulo | 93 | 110 | 300 | 375 |
| Rio de Janeiro | Campinas | 128 | 110 | 390 | 450 |
| Rio de Janeiro | Volta Redonda/Barra Mansa | 34 | - | 105 | 130 |
| | São José dos Campos | 77 | - | 260 | 300 |
| Volta Redonda/Barra Mansa | São José dos Campos | 42 | - | 175 | 230 |
| | São Paulo | 71 | - | 240 | 300 |
| | Campinas | 108 | - | 295 | 400 |
| São José dos Campos | São Paulo | 27 | - | 70 | 80 |
| | Campinas | 64 | - | 120 | 150 |
| São Paulo | Campinas | 30 | - | 75 | 80 |

FONTE: *Estimativas de Demanda e Receitas* (TAV, 2009 a, p.120)

Quando comparados os tempos de viagem entre o TAV e o modo aéreo, verifica-se que para as viagens no eixo Rio de Janeiro a São Paulo, mesmo com o avião desenvolvendo velocidades maiores do que o trem de alta velocidade, o tempo de viagem do TAV é menor, sendo estimado em 93 minutos contra 110 minutos do avião. Tal fato se explica porque neste estudo foi levado em conta o tempo gasto para chegada antecipada ao aeroporto, check-in, embarque e desembarque, o que torna o TAV mais competitivo no quesito tempo quando comparado ao transporte aéreo (TAV, 2009 a).

Para a estimativa de cálculo das tarifas e o preço das passagens a vigorarem no TAV, fez-se diversas simulações e estudos, de modo a ajustar as tarifas com base na distância entre as cidades, além de uma comparação com experiências internacionais onde já existe o trem de alta velocidade. A Tabela 8 indica quais seriam os gastos para viagens entre as cidades do

trecho, tanto para o sistema expresso quanto para o regional. Os custos para o carro incluem os gastos com pedágio e combustível, os preços indicados para o ônibus foram tomados com base no que é cobrado pelas empresas particulares de ônibus. Segundo TAV (2009 a), essas informações são premissas adotadas no estudo do projeto e foram indicadas em referência a tarifas em vigor em 2008.

Tabela 8- Parâmetros Tarifários – Valores em Reais

| | | TAV | | Air | Carro | Ônibus |
|------------------------|-------------------------------------|------------------|------------------|--------|--------|--------|
| | | Classe Econômica | Classe Executiva | | | |
| Modelo Expresso | | | | | | |
| Rio de Janeiro | São Paulo (em horário de pico) | 200,00 | 325,00 | 400,00 | 137,12 | 67,00 |
| | São Paulo (fora do horário de pico) | 150,00 | 250,00 | 180,00 | 137,12 | 67,00 |
| Rio de Janeiro | Campinas | 200,00 | 350,00 | 400,00 | 160,80 | 75,00 |
| Modelo Regional | | | | | | |
| Rio de Janeiro | V. Redonda / B. Mansa | 40,20 | | | 41,46 | 27,36 |
| | S. J. Campos | 102,30 | | | 109,39 | 51,00 |
| | Jundiaí | 138,30 | | | 145,31 | 68,85 |
| V. Redonda / B. Mansa | S. J. Campos | 68,40 | | | 73,09 | 34,00 |
| | São Paulo | 97,50 | | | 104,85 | 46,00 |
| | Jundiaí | 106,80 | | | 155,26 | 53,20 |
| | Campinas | 118,50 | | | 126,47 | 59,00 |
| S. J. Campos | São Paulo | 28,80 | | | 31,52 | 17,30 |
| | Jundiaí | 38,50 | | | 36,41 | 26,80 |
| | Campinas | 49,00 | | | 51,91 | 27,00 |
| São Paulo | Jundiaí | 18,00 | | | 20,66 | 9,50 |
| | Campinas | 31,20 | | | 37,38 | 18,00 |
| Jundiaí | Campinas | 11,7 | | | 15,49 | 8,50 |

Fonte: *Estimativas de Demandas e Receitas* (TAV, 2009 a, p.121)

Verifica-se que a simulação prevê preços diferenciados de acordo com o horário, se de pico ou não, além disso, separa o serviço disponibilizado em classe econômica e classe executiva para o sistema expresso. No horário considerado de pico, a classe executiva do TAV que tem preço de 325 reais no trecho do Rio de Janeiro a São Paulo e de 350 reais do Rio de Janeiro a Campinas, se aproxima-se muito da tarifa aérea, que é de 400 reais. Já fora do horário de pico, a tarifa do TAV supera a tarifa aérea. Observa-se ainda que as tarifas cobradas no TAV para o modelo regional estão compreendidas entre as tarifas de ônibus e de carro. A Tabela 09 apresenta uma comparação direta do TAV expresso com o sistema aéreo existente. Para a comparação tomou-se como referência o serviço oferecido pela empresa Gol,

segundo TAV (2009 a) com tarifas vigentes em 2008, para passagens adquiridas no momento do embarque, ou seja, sem promoções de compra antecipada, comuns em algumas empresas aéreas.

Tabela 9- Premissas para o transporte por TAV e Aéreo no eixo Rio de Janeiro a São Paulo

| | TAV | | Aéreo (Com base na GOL) | |
|-----------------|---------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
| | Horário de Pico | Fora do Horário de Pico | Horário de Pico | Fora do Horário de Pico |
| Executiva | R\$ 325 | R\$ 250 | n/a | n/a |
| Econômica | R\$ 200 | R\$ 150 | R\$ 400 | R\$ 180 |
| Tempo de Viagem | 1 hora e 33 minutos | | 55 minutos | |
| Embarque | 5 minutos | | 50 minutos | |
| Desembarque | 4 minutos | | 5 minutos | |
| Tempo Total | 1 hora 42 minutos | | 1 hora e 50 minutos | |
| Frequência | 3 trens por hora | | Voos a cada 15-30 minutos | |
| Tempo de Espera | 5 minutos | | Até 30 minutos | |

Fonte: *Estimativas de Demandas e Receitas* (TAV, 2009 a)

Verifica-se que apesar do tempo de viagem ser superior no sistema TAV em relação ao transporte aéreo, o tempo total gasto para se chegar ao destino é menor no sistema de alta velocidade, sendo correspondente a uma hora e quarenta e dois minutos, contra uma hora e cinquenta minutos do avião. Segundo TAV (2009 a), isto se deve ao fato de que para o embarque no avião seja necessário um tempo bem maior, igual a no mínimo 50 minutos de antecedência, enquanto que para o embarque no TAV bastam 5 minutos de antecedência. Quando se compara a frequência das partidas de viagem do Rio de Janeiro a São Paulo, observa-se uma certa competitividade entre os serviços, segundo os levantamentos do consórcio, ocorre um voo a cada 15 a 30 minutos, enquanto que a frequência prevista para o sistema de alta velocidade seria de três trens por hora.

3.1.3 Custos de Implantação do TAV Brasil

Para a estimativa de cálculo dos custos para o sistema TAV no eixo Rio de Janeiro, São Paulo e Campinas, fez-se uma previsão com base no traçado referencial obtido com o Software QUANTM, segundo ANTT (2009) a previsão de custos de investimentos está relacionada aos desembolsos a serem realizados durante o horizonte de planejamento. Segundo as premissas adotadas, o período de construção é de cinco anos, com início das obras previstos para 2015.

Entretanto, é importante que se observe que, conforme indicado pelo Consórcio Halcrow Sinergia em TAV (2009 e), há muitas incertezas relacionadas ao custo real para implantação do sistema de alta velocidade no Brasil, principalmente no que tange a previsão feita em um determinado momento e a execução da obra em outro. Por se tratar de uma obra complexa e com grande duração, há de se pensar na possibilidade de mudanças na economia, inovações tecnológicas e melhorias na tecnologia. Além disso, o Consórcio Halcrow Sinergia voltou seu estudo de custos somente com foco no traçado, uma vez que este item representa o custo mais elevado do projeto e que impõem maior risco. Segundo TAV (2009 e) o principal objetivo da análise de custos é vislumbrar a viabilidade econômica do projeto de forma ampla e por isso estudos mais detalhados como custos para construção de estações e demais elementos do projeto não foram feitos no estudo, uma vez que ainda não há o detalhamento do design de todos os elementos do projeto.

Além dos custos para a implantação do TAV, há ainda diversos outros custos relacionados à operação e manutenção do sistema, quando este estiver em funcionamento, entretanto, tais custos não foram tratados neste estudo.

Conforme indicado por TAV (2009 e), muitos elementos e equipamentos envolvidos no projeto possuem tecnologia internacional, desta forma, para a estimativa de custos fez-se uma conversão¹⁰ de moedas estrangeiras para o real, com taxas de câmbio vigentes no ano de 2009.

Os custos de investimentos foram separados em seis categorias, denominadas como Obras de Engenharia, Via Permanente, Edificações e Equipamentos, Elementos do Sistema, Ações Sócio Ambientais e Material Rodante. A seguir serão apresentados os custos correspondentes a cada categoria, conforme indicado em TAV (2009 e).

As Obras de Engenharia englobam o serviço de terraplanagem, que por sua vez abrangem limpeza, desmatamento, plantios nas encostas, aterro, corte, bota fora, momento de transporte e a parte de estruturas, que abrangem a construção de túneis, pontes e muros de contenção. Os custos associados a estes itens correspondem a aproximadamente 20,36 bilhões

¹⁰ Libras Esterlinas (£) para Reais (R\$): 3,46 ; Euros (€) para Reais (R\$): 2,90 ; Dólares (US\$) para Reais (R\$): 2,55 (TAV, 2009 e, p.13).

de reais. A Tabela 10 indica as quantidades e custos unitários associados a cada um dos itens e o custo correspondente obtido.

Tabela 10- Sumário de Custos de Obras de Engenharia Civil

| TERRAPLANAGEM | | | | |
|--------------------------------|---------|------------------------|---------------|----------------|
| Item | Unidade | C. unit. | Quantidade | C. Total |
| | | R\$ | | Bilhões de R\$ |
| Limpeza e Desmatamento | m2 | 0,29 | 22.637.692 | 0,01 |
| Área Gramada e Hidrossemeadura | m2 | 1.05 | 12.355.462 | 0,01 |
| Aterro | m3 | 2.71 | 97.935.373 | 0,27 |
| Corte em solo | m3 | 8,19 | 70.194.575 | 0,57 |
| Corte em Rocha | m3 | 22,61 | 20.113.690 | 0,45 |
| Empréstimo | m3 | 6.7 | 37.436.649 | 0,25 |
| Bota Fora | m3 | 1.78 | 36.679.681 | 0,07 |
| Momento de Transporte | m3xkm | 0.4 | 1.445.136.504 | 0,58 |
| ESTRUTURAS | | | | |
| Item | Unidade | C. unit. | Quantidade | C. Total |
| | | R\$ | | Bilhões de R\$ |
| Túneis (2 vias) | m | Variável ¹¹ | 90.912 | 10,75 |
| Pontes e viadutos | m2 | 4.745 | 1.499.878 | 7,12 |
| Muros de Contenção | m2 | 881 | 322.954 | 0,28 |
| TOTAL | | | | 20,36 |

Fonte: Autor, adaptado de *Relatório Custo de Capital* (TAV, 2009 e, p. 21 e 22)

As obras denominadas como Via Permanente englobam os serviços de construção da via principal, de aparelhos de mudança de via, instalação de sistemas de drenagem além de cercas. Os custos associados à estes serviços estão em torno de 2,4 bilhões de reais. A Tabela 11 indica as quantidades e custos unitários associados a cada um dos itens e o custo correspondente obtido.

Tabela 11- Sumário de Custos de Via Permanente

| VIA PERMANENTE | | | | |
|------------------------------------|---------|-----------|------------|----------------|
| Item | Unidade | C. unit. | Quantidade | C. Total |
| | | R\$ | | Bilhões de R\$ |
| Superestrutura Ferroviária (1 via) | km | 1.556.637 | 1.022 | 1,59 |
| AMV | Unidade | 1.073.600 | 250 | 0,27 |
| Drenagem | km | 631.309 | 384 | 0,24 |
| Cercas | m | 49 | 767.935 | 0,04 |
| TOTAL | | | | 2,14 |

Fonte: Autor, adaptado de *Relatório Custo de Capital* (TAV, 2009 e, p. 23)

¹¹ **Área Urbana:** Em solo - Bi Túnel - Ø7,85m -NATM - 2 vias: R\$ 133.713 ; Em solo - Bi Túnel - Ø7,85m - TBM - 2 vias: R\$ 83.530 - **Área Rural:** Em solo - Monotúnel - Ø16,0m –NATM: R\$ 166.355 ; Em solo - Monotúnel - Ø16,0m –TBM: R\$ 124.802 ; Em rocha - Monotúnel - Ø16,0m –NATM: R\$ 159.325 ; Em rocha - Monotúnel - Ø16,0m –TBM: R\$ 106.251 - Tecnologias NATM- Novo Método Austríaco de Escavação de Túneis / TBM- Máquina de Escavações de Túneis Fonte: (TAV, 2009 e, p.22).

As obras da categoria denominada como Edificações e Equipamentos estão relacionadas à construção de estações e depósitos de manutenção. Segundo TAV (2009 e) a área requerida para cada estação foi estimada baseando-se no número de passageiros e o número de plataformas planejadas para cada uma delas. A Tabela 12 indica os custos envolvidos para as construções e aquisições de equipamentos.

Tabela 12- Sumário de Custos de Edificações e Equipamentos

| EDIFICAÇÕES E EQUIPAMENTOS | | | | |
|--|---------|-------------|------------|----------------|
| Item | Unidade | C. unit. | Quantidade | C. Total |
| | | R\$ | | Bilhões de R\$ |
| Estações (oito) | global | 709.996.822 | 1 | 0,71 |
| Depósito de manutenção | | | | 0,71 |
| Obras civis | global | 68.040.000 | 1 | 0,07 |
| Equipamentos de manutenção | global | 450.000.000 | 1 | 0,45 |
| Depósitos de manutenção e Áreas de manobra | km | 1.556.637 | 82 | 0,13 |
| Locomotivas | unidade | 20.700.000 | 3 | 0,06 |
| TOTAL | | | | 1,42 |

Fonte: Autor, adaptado de *Relatório Custo de Capital* (TAV, 2009 e, p.26)

A categoria denominada como Elementos do Sistema refere-se a sinalização, telecomunicações e eletrificação. Segundo TAV (2009 e) os estudos em sinalização e telecomunicações serão feitos por empresas alemãs detentoras de alta tecnologia. Sendo prevista a construção de 12 novas subestações de energia para o abastecimento da rede ao longo do trecho, além de outras 30 subestações de menor porte intermediárias. A Tabela 13 indica as quantidades e os custos unitários correspondentes a cada um dos itens e o custo correspondente obtido.

Tabela 13- Sumário de Custos de Elementos do Sistema

| ELEMENTOS DO SISTEMA | | | | |
|---|---------|-------------|------------|----------------|
| Item | Unidade | C. unit. | Quantidade | C. Total |
| | | R\$ | | Milhões de R\$ |
| Sinalização | | | | |
| Controle Centralizado de Tráfego (TCT) | unidade | 1.894.860 | 2 | 3,8 |
| Sinalização | global | 153.040.888 | 1 | 153,0 |
| Proteção Automática de Trens (ATP) | km | 312.620 | 511 | 159,7 |
| Telecomunicações | | | | |
| Cabeamentos/Redes/Componentes | global | 77.102.300 | 1 | 77,1 |
| Sistemas de Radiocomunicação (GSM-R) | global | 24.291.850 | 1 | 24,3 |
| Sistemas de bilhetagem | global | 26.716.250 | 1 | 26,7 |
| Sistemas de Detecção de Incêndio | global | 9.426.450 | 1 | 9,4 |
| Outros | | - | - | 176,8 |
| Eletrificação | | | | |
| Catenária | km | 798.461 | 1.104 | 881,1 |
| Subestações principais de distribuição (ATFS) | unidade | 31.320.000 | 12 | 375,8 |
| Subestações intermediárias (ATS) | unidade | 3.480.000 | 30 | 104,4 |
| TOTAL | | | | 1.992,2 |

Fonte: Autor, adaptado de *Relatório Custo de Capital* (TAV, 2009 e, p. 28 e p.29)

Os custos relacionados ao item Ações Sócio-Ambientais estão relacionados à indenizações por desapropriações, relocação de estradas, compensações ambientais, aquisições de terras dentre outros elementos, relacionados às áreas geográficas afetadas pelo caminhamento da rede. A Tabela 14 indica as quantidades e os custos unitários correspondentes a cada um dos itens e o custo correspondente obtido.

Tabela 14- Sumário de Custos de Ações Socioambientais

| AÇÕES SÓCIO AMBIENTAIS | | | | |
|--------------------------------|-------------|---------------|------------|----------------|
| Item | Unidade | C. unit. | Quantidade | C. Total |
| | | R\$ | | Bilhões de R\$ |
| Aquisição de terras | global | 599.720.000 | 1 | 0,60 |
| Indenização de construções | global | 1.630.998.034 | 1 | 1,63 |
| Reassentamento | nº famílias | 55.000 | 618 | 0,03 |
| Reurbanização, travessias | m2 AU | 180 | 1.679.000 | 0,30 |
| Proteção acústica | m2 AU | 150 | 1.679.000 | 0,30 |
| Plantios / Reposição Florestal | global | 127.316.400 | 1 | 0,12 |
| Relocação de Estradas | global | 586.000.000 | 1 | 0,59 |
| Compensação ambiental | global | 150.000.000 | 1 | 0,15 |
| Supervisão Ambiental da Obra | km | 415.000 | 511 | 0,21 |
| TOTAL | | | | 3,9 |

Fonte: Autor, adaptado de *Relatório Custo de Capital* (TAV, 2009 e, p.29 e p.30)

Para a estimativa de custos relacionados ao Material Rodante de alta velocidade, segundo TAV (2009 e) foram tomados como modelos custos verificados em sete sistemas diferentes em operação em outros países, fez-se uma média dos custos levantados concluindo-se que o custo para o TAV Brasil o custo de material rodante equivalente seria igual a R\$ 65,2 milhões por trem, com base para o ano de 2014. Desta forma, o custo total para 42 conjuntos de trens necessários, corresponderia a R\$ 2,7 bilhões. A Tabela 15 indica os custos de Material Rodante em operação em outros países, que foram tomados como referência para o cálculo brasileiro.

Tabela 15- Custos de Material Rodante em outros sistemas

| Designação | Fabricante | Custo por Trem |
|--------------|------------|----------------|
| | | Milhões de R\$ |
| TGV | Alstom | 56,4 |
| AVE Trensets | Siemens | 64,3 |
| Javelin | Hitachi | 34,6 |
| TGV Duplex | Alstom | 76,1 |
| AGV Trensets | Alstom | 75,4 |
| ICE 3 | Siemens | 87 |
| ICE CHR 3 | Siemens | 62,8 |

Fonte: Autor, adaptado de *Relatório Custo de Capital* (TAV, 2009 e, p.30)

4 ANÁLISE DA PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DO TAV NO BRASIL

4.1 *Comparação do TAV a Outros Modos*

Quando se compara o Trem de Alta Velocidade ao transporte aéreo, no qual o avião é o seu principal concorrente em tempo de viagem, Lacerda (2008, p. 62) afirma que:

“ Cidades afastadas tornam-se bairros da capital, e grandes transformações acontecem no uso e no valor do solo nas áreas beneficiadas pela nova tecnologia. O transporte ferroviário é mais confortável e conveniente do que o transporte aéreo. Os passageiros podem utilizar seus telefones celulares e computadores portáteis em todo o trajeto e fazer refeições, sentados à mesa de um vagão-restaurante. As frequências são menos sujeitas aos humores do tempo do que a aviação. A operação de embarque e desembarque em trens é mais simples e rápida do que em aviões.”

No Brasil, caso o TAV seja implantado, diferentemente do que ocorreu em outros países, não ocorrerá uma melhoria de um sistema já existente, mas sim um serviço novo, que pretende atender a um público específico.

O TAV concorreria diretamente com avião e, a exemplo de outros países, apresentaria algumas características favoráveis em relação ao transporte aéreo, pois ele não está tão sujeito a intempéries, possibilita viagens mais confortáveis, com maior regularidade e pontualidade, assentos e áreas mais espaçosas, permite que o seu usuário acesse a qualquer momento computadores e realize refeições durante as viagens, além de a princípio, possuir preços mais competitivos do que o avião.

Apesar de não ser concorrente direto com transporte rodoviário, o sistema de TAV oferece maior eficiência em termos de velocidade, economia de tempo e segurança em relação ao ônibus e ao automóvel.

Além disso, há outros fatores que contribuem a favor da tecnologia adotada pelo sistema, que polui menos, uma vez que sua fonte de energia é a eletricidade, reduzindo assim a emissão de CO₂ e outros poluentes provenientes de combustíveis fósseis na atmosfera. Conforme indicado por Lacerda (2008) foram realizados estudos para avaliar a eficiência energética de sistemas que operam em alta velocidade, através de um índice que compara o consumo de petróleo em função da distância percorrida e o número de passageiros

transportados, sendo observado que eles consomem o equivalente a 2,5 litros de petróleo por cem passageiros/km, enquanto que veículos consomem 6,0 litros e aviões 7,0 litros. Além disso, as emissões de CO₂ por cem passageiros/km são de 17 toneladas para avião, 14 toneladas para veículos de passeio e de 4 toneladas para trens de alta velocidade (LACERDA 2008 *apud* INFRAS/IWW 2000).

4.2 Sobre a Escolha do Local

Fazendo-se uma análise sobre a justificativa de escolha do local para implantação do TAV observa-se que há alguns aspectos determinantes para isso. O primeiro aspecto seria a importância econômica das cidades Rio de Janeiro e São Paulo, que juntas respondem por grande parcela do PIB nacional, cerca de 16,4% de todo o montante, conforme indicado na Tabela 16. Além disso, as duas cidades também concentram grande parcela da população brasileira. Segundo o último Censo Demográfico de 2010 divulgado pelo IBGE, aproximadamente 39,5 milhões de pessoas vivem em áreas urbanas do estado de São Paulo e 15,5 milhões no estado do Rio de Janeiro. Sendo a população urbana total do País igual a 160,9 milhões de habitantes, a população urbana dos estados Rio de Janeiro e São Paulo representariam juntas mais de 34% da população urbana brasileira. Além disso, o projeto de implantação justifica-se pela elevada demanda também entre algumas cidades de apoio ao longo do percurso, também de importante nível econômico para o País e que apresentam sobrecarga na infraestrutura de transporte na região.

Tabela 16- Posição dos Dez Primeiros Municípios Brasileiros Quanto à Arrecadação do PIB Nacional

| Municípios e Respectivas Unidades da Federação | Posição ocupada pelos 10 maiores municípios | Participação percentual (%) |
|--|---|-----------------------------|
| São Paulo/SP | 1ª | 11.37 |
| Rio de Janeiro/RJ | 2ª | 5.03 |
| Brasília/DF | 3ª | 3.90 |
| Curitiba/PR | 4ª | 1.35 |
| Belo Horizonte/MG | 5ª | 1.33 |
| Manaus/AM | 6ª | 1.13 |
| Porto Alegre/RS | 7ª | 1.09 |
| Campos dos Goytacazes/RJ | 8ª | 1.03 |
| Guarulhos/SP | 9ª | 1.02 |
| Fortaleza/CE | 10ª | 0.99 |
| Demais municípios | - | 71.70 |

Fonte: Autor, adaptado de IBGE (2015 a)

O segundo fator seria o grande fluxo de viagens no eixo, segundo o Consórcio Halcrow Sinergia, somente no ano de 2009 aproximadamente 10,7 milhões de pessoas viajaram no eixo Rio de Janeiro a São Paulo e 31,3 milhões de pessoas viajaram entre cidades localizadas no trajeto do Rio de Janeiro a Campinas. Também há uma grande demanda de viagens convergindo para a cidade de São Paulo.

Conclui-se que, além de existir a demanda de viagens no trecho, também a distância de 511 km indicada em projeto é favorável, estando compreendida dentro da faixa de 300 km a 600 km que é favorável para a implantação do sistema de alta velocidade, o que torna acertada a escolha do local.

4.3 Sobre os Custos do Projeto

O Consórcio Halcrow Sinergia apresentou uma série de estudos, indicando quais seriam os valores dos recursos necessários para a implantação do sistema. O projeto prevê um elevado investimento inicial para a construção da linha e aquisição dos equipamentos para a sua operação. Os estudos apontam para uma subestimação de custos e uma superestimação de receitas geradas. Segundo Mendes (2010) o custo por quilômetro para implantação do TAV aplicado em outros países está entre US\$ 35 milhões a US\$ 70 milhões, enquanto que no projeto brasileiro o custo é de US\$ 33 milhões¹², ou seja, abaixo da média que é de US\$ 52,5 milhões por quilômetro. A Tabela 17 indica as características de projetos de TAV que elevam os custos de implantação e compara com a situação brasileira no trecho do projeto:

Tabela 17- Características de Projetos de TAV que Elevam os Custos de Projeto

| Característica que oneram um projeto de TAV | Situação brasileira |
|---|--|
| Traçado inclinado. | Forte inclinação, saindo do nível do mar e chegando a 760 m de altitude. |
| Grande quantidade de túneis, pontes e viadutos. | 39% do trajeto nessas condições. |
| Construção de linha exclusiva, não aproveitando malha férrea, estações e outras instalações já existente. | Linha totalmente exclusiva, sem qualquer aproveitamento de infraestrutura já existente. |
| Necessidade de pagamento de compensação ambiental. | Alta, pois atravessará área de mata atlântica nativa. |
| Custos de desapropriações em áreas de alta densidade populacional. | Cortará áreas de alta densidade não apenas nas grandes cidades (Rio, São Paulo e Campinas), mas também nas cidades médias ao longo do trajeto (Jundiaí, Guarulhos, São José dos Campos). |
| Sistema de proteção contra terremotos. | Não se aplica. |

Fonte: (MENDES, 2010)

Com base nas características indicadas na Tabela 17, é possível afirmar que para o projeto TAV proposto no Brasil, os custos de implantação deveriam estar acima da média prevista nos custos internacionais indicados anteriormente, o que não ocorreu.

Além disso, analisando-se alguns custos apresentados pelo Consórcio Halcrow Sinergia, constata-se que, de fato, há incoerências nas estimativas feitas, que precisam ser revistas. Como exemplo, pode ser citado o custo indicado para escavação de túneis. A Tabela

¹² Valor com base no ano de 2009, conforme estudos do Consórcio Halcrow Sinergia, com taxa de câmbio R\$/US\$ igual a 1,80 (MENDES,2010)

18 indica os custos unitários a serem cobrados para a escavação do metro linear de túneis nas obras civis.

Tabela 18- Custos Unitários de Túneis

| Item | Unidade | Custo unitário (R\$) |
|--|---------|----------------------|
| Área urbana | | |
| Em solo - Bi-Túnel- ϕ 7.85m - NATM (Custo unitário para dois pares de trilhos) | m | 133.713 |
| Em solo - Bi Túnel- ϕ 7.85m - TBM (Custo unitário para dois trilhos) | m | 83.530 |
| Área rural | | |
| Em solo - Monotúnel- ϕ 16m - NATM | m | 166.355 |
| Em solo - Monotúnel- ϕ 16m - TBM | m | 124.802 |
| Rocha - Monotúnel- ϕ 16m - NATM | m | 159.325 |
| Rocha - Monotúnel- ϕ 16m - TBM | m | 106.251 |

Fonte: (TAV, 2009 e, p.20)

Verifica-se que no item para escavação pela tecnologia NATM, há uma incoerência nos valores cobrados para o metro linear do túnel escavado em solo em comparação com o mesmo túnel em rocha, onde a diferença entre os valores cobrados é de somente cerca de 4%. Geralmente os custos de escavação em rocha superam em 50% os custos para escavação em terrenos que apresentam solo, fato que não ocorreu nas planilhas.

Além de ser um projeto muito caro, conforme afirma Mendes (2010), com investimentos da ordem de 34,5 bilhões de reais, supera em quase o dobro os investimentos feitos para construção por exemplo da usina hidrelétrica de Belo Monte, que tem a capacidade de geração de energia pouco menor que a usina de Itaipu, onde foram gastos 19 bilhões de reais, o custo de construção de um quilômetro de TAV é equivalente ao custo de 20 quilômetros de construção de ferrovias convencionais.

Por outro lado, o custo de implantação de um quilômetro de rede de metrô corresponde, em média, a aproximadamente US\$ 100 milhões por quilômetro. Dessa forma com o investimento gasto no TAV seria possível executar aproximadamente 114 km de metrô. Ou ainda, cerca de 350 km de VLT, a um custo aproximado de US\$ 30 milhões por quilômetro. O Brasil possui uma carência muito grande de infraestrutura para o transporte de passageiros nos grandes centros urbanos, que necessitam de investimentos. Entretanto, vale ressaltar que caso não se realize investimentos no TAV, não há garantias de que os recursos sejam aplicados em melhorias de transporte urbano ou em outras áreas.

As maiores linhas de metrô atualmente existentes no País estão localizadas na cidade de São Paulo, segundo Metro (2015), possuem uma extensão total de 74,3 km e atendem a um número médio de 3,4 milhões de passageiros diariamente. A exemplo de outras cidades do país, São Paulo necessita de investimentos em transporte público urbano, seja na ampliação dos serviços do metrô ou em outros modos. As Figuras 15 e 16 ilustram a situação verificada no metrô de São Paulo em dois momentos diferentes, em 2010 e 2015, respectivamente, que apresentam imagens muito semelhantes, indicando que o sistema de transporte urbano ainda necessita de muitas melhorias.

“ Por volta das 17h30, na primeira estação da linha, a Barra Funda, as pessoas já começam a se espremer pouco depois de descer as escadas rolantes que dão acesso ao embarque. No horário, a espera por um lugar nos vagões pode durar até 30 minutos. Além dos trens que lotam em segundos, algumas composições passam sem parar pela estação. A medida é tomada pelo Metrô para que trens vazios também cheguem a outros pontos da linha.” (R7 NOTÍCIAS, 2010)



Figura 15: Superlotação da Linha Vermelha no Metrô de São Paulo
FONTE: (R7 NOTÍCIAS, 2010)



Figura 16: Superlotação da Linha Vermelha no Metrô de São Paulo, Estação da Sé
FONTE: (R7 NOTÍCIAS, 2015)

4.4 Sobre a Demanda

Segundo os dados de demanda apresentados nos estudos do Consórcio Halcrow Sinergia, com a implantação do TAV no eixo de ligação do Rio de Janeiro a São Paulo e Campinas, somando-se toda a demanda dos sistemas expressos e regional, haveria em torno de 32,6 milhões de passageiros transportados ao ano, conforme indicado na Tabela 19. Verifica-se que grande parte da demanda é prevista para o sistema regional.

Tabela 19- Demanda Prevista para o TAV em 2014 Caso o Sistema fosse Implantado

| Demanda prevista para o TAV em 2014 | |
|--|--|
| Tipo de Sistema | Passageiros (em milhares ao ano) |
| Expresso RJ a SP | 6.435 |
| Expresso RJ a Campinas | 635 |
| Regional | 25.538 |
| Total | 32.608 |

Fonte: Autor, adaptado de TAV (2009 a)

Quando se compara a demanda existente de transporte de passageiros, por exemplo, de pessoas que utilizam o metrô na cidade de São Paulo, onde foram transportados em 2014, segundo Metro (2015), cerca de 3,4 milhões de passageiros por dia, ou seja, aproximadamente 1,2 bilhão de passageiros ao ano, o que corresponde a mais de 36 vezes a demanda de viagens prevista para o TAV, tanto no sistema expresso quanto regional. Desta forma, diante deste cenário, os investimentos em transporte urbano deveriam ser priorizados em infraestruturas que atinjam a um número maior de pessoas. Assim a obra de implantação do TAV não deveria ser considerada como prioritária, uma vez que visa o transporte de uma minoria da população, em geral de “executivos de renda alta” que já são atendidos pelo sistema aéreo existente.

A Tabela 20 indica as principais cidades brasileiras atendidas pelo sistema de metrô, além da demanda diária transportada de passageiros. Verifica-se que a maior demanda está presente na cidade de São Paulo, que também concentra a maior população, cerca de 11,8 milhões de habitantes e possui a maior densidade demográfica, apresentando aproximadamente 7,4 mil habitantes por quilômetro quadrado. Se compararmos a demanda diária prevista do TAV caso ele fosse implantado, somando-se os sistemas expressos e regionais, que representa cerca de 89 mil passageiros, com a menor demanda indicada na

Tabela 20, da cidade de Brasília, que é de 140 mil passageiros, verifica-se que ela representa quase a metade da demanda diária da cidade de Brasília.

Tabela 20- Principais Cidades Brasileiras Atendidas pelo Sistema de Metrô

| | População (Milhões) | Densidade D. (Hab / km ²) | Extensão (km) | Passageiros Transp. por Dia (x Mil) |
|----------------|--------------------------|---|--------------------|--|
| São Paulo | 11,8 | 7398 | 74,3 | 3.400 |
| Recife | 1,6 | 7039 | 68,8 | 245 |
| Porto Alegre | 1,5 | 2837 | 43,8 | 260 |
| Brasilia | 2,8 | 444 | 42,38 | 140 |
| Rio de Janeiro | 6,4 | 5265 | 40,9 | 650 |
| Belo Horizonte | 2,4 | 7167 | 28,1 | 240 |

FONTE: Autor, com dados de CBTU(2015), TRENSURB (2015), IBGE (2015 b)

Outro ponto importante a ser ressaltado é que, conforme indicado nas pesquisas do consórcio Halcrow Sinergia, grande parte da demanda do TAV seria proveniente da migração do sistema aéreo, cerca de 53,3 % das viagens, conforme indicado na Tabela 21, com uma demanda induzida pelo novo sistema, caso ele seja implantado, de somente 22,3 %.

Uma outra saída a ser avaliada seria promover investimentos em ampliação dos aeroportos de Congonhas em São Paulo e Santos Dumont no Rio de Janeiro, tanto nos terminais quanto nas pistas, de modo a minimizar o gargalo no transporte aéreo existente.

Tabela 21- Origem da Demanda do TAV

| Origem da Demanda do TAV | | |
|--------------------------|---------|---------------|
| Sistema Expresso | | |
| Modo | RJ a SP | RJ a Campinas |
| Avião | 53,3 % | 31,7 % |
| Carro | 12,4 % | 8,6 % |
| Ônibus | 12,0 % | 27,7 % |
| Induzida | 22,3 % | 32,0 % |

Fonte: Autor, adaptado de TAV (2009 a)

4.5 Sobre os Tempos de Viagem

Um forte argumento para implantação do TAV é a redução dos tempos de viagem. De fato, quando se compara o tempo de viagem estimado com o TAV ao tempo gasto no transporte aéreo, que é seu concorrente direto, conclui-se que o tempo de viagem é sim uma vantagem do novo sistema. A Tabela 22 indica os tempos estimados para viagens pelos sistemas Expressos e Regional do TAV, comparando-os com os demais.

Tabela 22- Tempo Estimado de Viagem

| ORIGEM | DESTINO | TAV | TRANSPORTE | | |
|--|----------------------------|-----|------------|-----------|--------|
| | | | AÉREO | AUTOMÓVEL | ÔNIBUS |
| SISTEMA EXPRESSO (Tempo em minutos) | | | | | |
| Rio de Janeiro | São Paulo | 93 | 110 | 300 | 375 |
| Rio de Janeiro | Campinas | 128 | 110 | 390 | 450 |
| SISTEMA REGIONAL (Tempo em minutos) | | | | | |
| Rio de Janeiro | Volta Redonda/ Barra Mansa | 34 | - | 105 | 130 |
| | São José dos Campos | 77 | - | 260 | 300 |
| Volta Redonda/ Barra Mansa | São José dos Campos | 42 | - | 175 | 230 |
| | São Paulo | 71 | - | 240 | 300 |
| | Campinas | 108 | - | 295 | 400 |
| São José dos Campos | São Paulo | 27 | - | 70 | 80 |
| | Campinas | 64 | - | 120 | 150 |
| São Paulo | Campinas | 30 | - | 75 | 80 |

FONTE: Autor, adaptado de (TAV, 2009 a, p.120)

Para se realizar a viagem aérea do Rio de Janeiro a São Paulo, partindo-se do aeroporto Santos Dumont, que tem um tempo de duração de voo de aproximadamente 45 minutos, deve-se acrescentar o tempo gasto no deslocamento até o aeroporto, que sendo feito por táxi seria de aproximadamente 15 minutos, a apresentação no guichê da empresa aérea para o *check in* com no mínimo 30 minutos de antecedência e o tempo de desembarque de no mínimo 20 minutos, sem considerar o tempo para apanhar as bagagens, caso existam, totalizando aproximadamente 110 minutos. No caso do Trem de Alta Velocidade, o tempo de viagem estimado no trecho seria de 93 minutos e, sendo adotados os mesmos critérios, seria possível que o usuário chegasse praticamente na hora do embarque, uma vez que no sistema seriam disponibilizadas múltiplas portas em terminais mais simples e mais ágeis, adicionado ao tempo de viagem o deslocamento até o terminal, o TAV teria o tempo de viagem equivalente tempo gasto no sistema aéreo. Quando comparados os tempos de viagem do TAV em relação ao transporte rodoviário, pelo Sistema Regional, verifica-se que há uma redução significativa no tempo gasto.

Uma das vantagens do Trem de Alta Velocidade em relação ao transporte aéreo é muitas vezes a facilidade de acesso nos centros urbanos. Geralmente, a ferrovia de alta velocidade presta um serviço de centro da cidade para centro da cidade, concorrendo com um serviço aéreo nem sempre disponível próximo aos centros urbanos. Entretanto, não é o caso da ligação no eixo proposto do Rio de Janeiro a São Paulo, onde apesar de apresentarem algumas dificuldades para o acesso, devido a problemas de congestionamentos na própria área urbana, tanto o aeroporto Santos Dumont, no Rio de Janeiro, quanto Congonhas em São Paulo, se localizam praticamente no centro. Desta forma, TAV (2009 a, p. 33) afirma que:

“O serviço ferroviário de alta velocidade tradicionalmente tem o benefício de tempo significativo de acesso e complemento, especificamente para viagens comerciais dirigidas ao centro da cidade. Os usuários de linhas aéreas geralmente devem viajar para o limite da cidade para acessar o aeroporto em sua origem, e, então, viajam de volta ao centro da cidade na chegada ao destino, enquanto os usuários de ferrovia podem acessar facilmente o terminal central. Normalmente, para voos de curta distância, esse tempo de acesso e complemento pode representar uma proporção significativa do tempo de viagem geral. Contudo, a situação no Rio de Janeiro e em São Paulo é única, em virtude da localização dos aeroportos.”

Por outro lado, apesar dos aeroportos se localizarem bem próximos ao centro, os usuários enfrentarão problemas no acesso rodoviário, que muitas vezes apresentam altos níveis de congestionamentos, principalmente nos horários de pico. Para acessar ou sair do aeroporto de Congonhas os usuários utilizam as mesmas vias locais na direção do fluxo de veículos existente, ou seja, não há uma via expressa direta ligando ao aeroporto. Já o aeroporto de Guarulhos é servido por uma via expressa, entretanto após três quilômetros a partir do centro.

No Rio de Janeiro apesar de também ocorrer congestionamentos em horários de pico, o acesso rodoviário para ambos os aeroportos pode ser feito por via expressa, tanto para o aeroporto Santos Dumont quanto para o aeroporto Galeão. No caso de São Paulo o projeto apresentado pelo Consórcio indica a instalação de um sistema complementar que facilitaria a ligação entre os aeroportos de Congonhas e Guarulhos. A estação prevista do TAV se localizaria no Campo de Marte, distante aproximadamente quatro quilômetros do centro, entretanto também sem novas opções de acesso direto, além do que já é ofertado, carro ou ônibus. A Tabela 23 indica os modos de transporte avião, ônibus e TAV, com uma estimativa de tempo e possibilidade de acesso ao centro de São Paulo.

Tabela 23- Distância ao Centro e Tempo Estimado de Viagem

| | AVIÃO | | ÔNIBUS | TAV |
|--|---|-----------|-----------------|----------------|
| | Congonhas | Guarulhos | Terminal Tietê | Campo de Marte |
| Distância ao centro (km) | 11 | 27 | 3 | 4 |
| Tempo de Viagem por carro/táxi ao centro (min) | 15 a 45 | 30 a 60 | 10 a 20 | 10 a 30 |
| Outros modos de acesso disponíveis | Ônibus ou Metrô (fazendo-se baldeação com ônibus) | Ônibus | Metrô ou Ônibus | Ônibus |

FONTE: Autor, adaptado de (TAV, 2009 a, p.120)

Verifica-se que caso o usuário do TAV opte pelo automóvel para acessar o centro, levará até 30 minutos neste trajeto, dependendo das condições do trânsito. Outra situação pesquisada foi a de acesso do terminal previsto do TAV, no Campo de Marte até o aeroporto de Congonhas, uma vez que um dos objetivos do TAV seria o de promover a integração entre o aeroportos Santos Dumont, no Rio de Janeiro, com o aeroporto Congonhas, em São Paulo. A distância entre o Campo de Marte e o aeroporto Congonhas é de aproximadamente 15,6 km. Para analisar os possíveis trajetos disponíveis hoje, sem a presença do TAV e por conseguinte sem outros dispositivos complementares neste trecho, foram simuladas diferentes situações através do aplicativo do Google (2015) que fornece o tempo de duração estimado de cada deslocamento além das rotas possíveis. Este recurso, apesar de apresentar variações na estimativa fornecida, dependendo do horário e dia da pesquisa, oferece valores bem próximos do que seria a realidade. Verificou-se que, caso o percurso seja feito por automóvel, o usuário pode levar de 26 minutos a 39 minutos, dependendo do trajeto escolhido¹³. Conforme indicado na Figura 17.

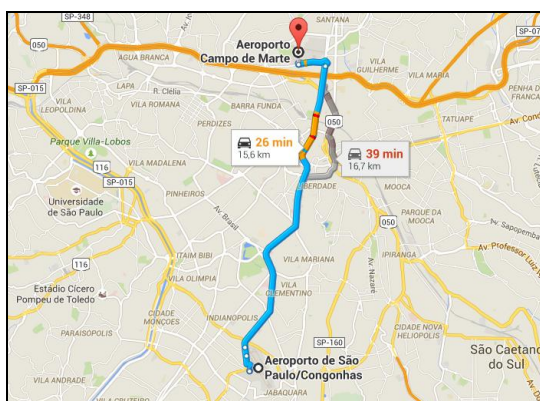


Figura 17: Trajeto Previsto por Automóvel, do Campo de Marte ao Aeroporto Congonhas
FONTE: (GOOGLE, 2015)

Caso o usuário opte pelo transporte público, terá quatro opções para o deslocamento, desde a estação prevista do TAV localizada no Campo de Marte, até o aeroporto de Congonhas, com o tempo de viagem variando entre 75 minutos a 97 minutos, ou até maior, dependendo do trajeto escolhido, horário e das condições do trânsito, entretanto, nas três opções será necessário um percurso a pé com distância variável, dependendo do trajeto escolhido.

¹³ Os tempos de duração de viagem podem variar de acordo com o dia e horário informados na simulação do Google Maps. Neste caso a simulação foi feita com base em um sábado, com trajetos previstos no período da tarde.

A primeira opção seria o modo “a pé, ônibus, a pé”, neste caso, o usuário faria uma caminhada de 1,3 km em direção à Av. Santos Dumont, onde tomaria o ônibus em direção à Av. Washington Luiz, onde desceria e faria nova caminhada de 650 metros até o terminal do aeroporto Congonhas. O trajeto encontra-se indicado na Figura 18.

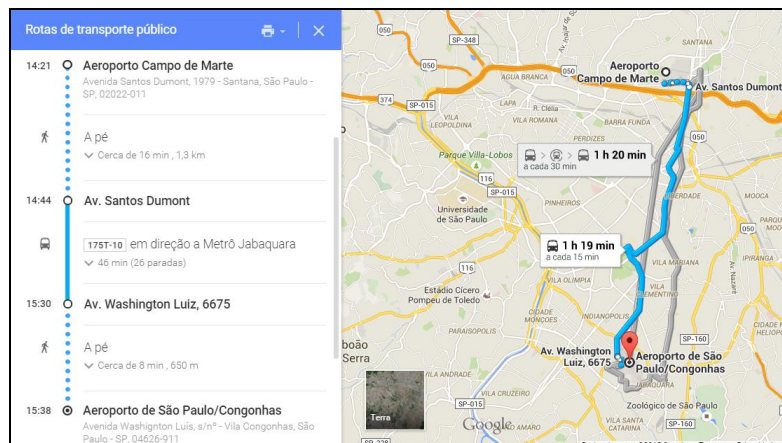


Figura 18: Primeira Opção para o Transporte Público no Trajeto do Campo de Marte ao Aeroporto Congonhas
 FONTE: (GOOGLE, 2015)

A segunda opção também seria o modo “a pé, ônibus, a pé”, porém, neste caso, o usuário faria uma caminhada de 2,3 km em direção ao Terminal Rodoviário Tietê, onde tomaria o ônibus em direção à Av. Washington Luiz, onde desceria e faria nova caminhada de 170 metros até o terminal do aeroporto Congonhas. O trajeto encontra-se indicado na Figura 19.

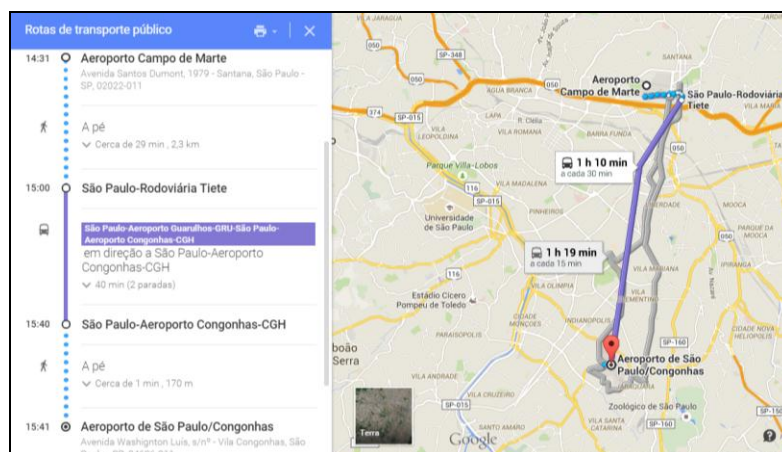


Figura 19: Segunda Opção para o Transporte Público no Trajeto do Campo de Marte ao Aeroporto Congonhas
 FONTE: (GOOGLE, 2015)

A terceira opção seria o modo “a pé, ônibus, metrô, ônibus, a pé”, neste caso, o usuário faria uma caminhada de 550 metros em direção à Av. Olavo Fontoura, onde tomaria o ônibus em

direção à Estação Carandiru, de onde seguiria de metrô até a Estação Conceição, de onde tomaria outro ônibus em direção à Av. Washington Luiz, onde desceria e faria nova caminhada em um trecho de 400 metros em direção ao terminal do aeroporto Congonhas. O trajeto encontra-se indicado na Figura 20.

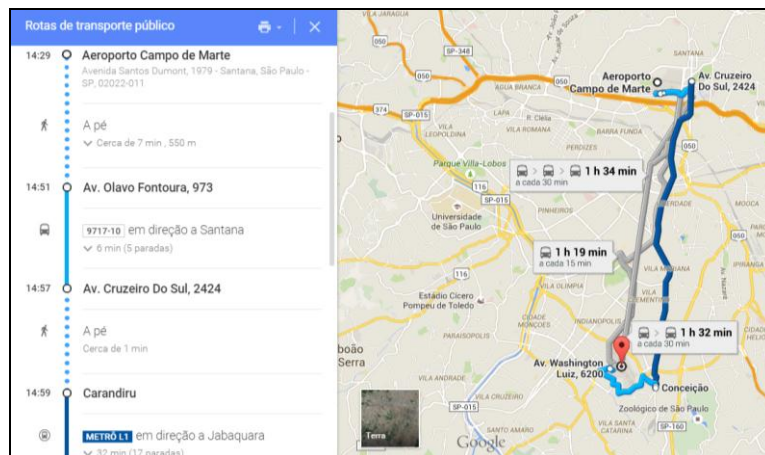


Figura 20: Terceira Opção para o Transporte Público no Trajeto do Campo de Marte ao Aeroporto Congonhas
 FONTE: (GOOGLE, 2015)

A quarta opção seria o modo “a pé, metrô, ônibus, a pé”, neste caso, o usuário faria uma caminhada de 2,0 km em direção à Estação Carandiru, de onde seguiria de metrô até a Estação Portuguesa/Tietê, de onde tomaria um ônibus em direção ao aeroporto Congonhas, sendo ainda necessário uma caminhada de 170 metros até o acesso ao terminal do aeroporto. O trajeto encontra-se indicado na Figura 21.

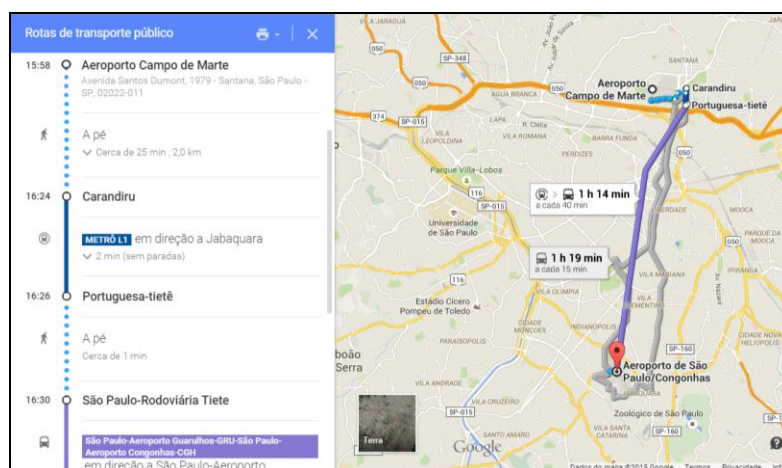


Figura 21: Quarta Opção para o Transporte Público no Trajeto do Campo de Marte ao Aeroporto Congonhas
 FONTE: (GOOGLE, 2015)

Analisando-se a proposta apresentada pelo Consórcio Halcrow Sinergia, verifica-se que há um tópico indicado nos estudos como “Planos Futuros” em TAV (2009 a, p.51), que

prevê uma ligação por meio de um complemento do serviço do TAV a partir da estação de metrô São Judas, que fará a ligação desta estação ao aeroporto Congonhas, através de um VLT- Veículo Leve Sobre Trilhos a ser instalado, conforme indicado na Figura 22. Entretanto, conforme verificado anteriormente, não existe nenhuma ligação direta com qualquer estação do metrô ao Campo de Marte, local este previsto para a futura estação do TAV, caso ele seja instalado, sendo necessário que o usuário do sistema continue utilizando outros modos de transporte para acessar também o VLT.

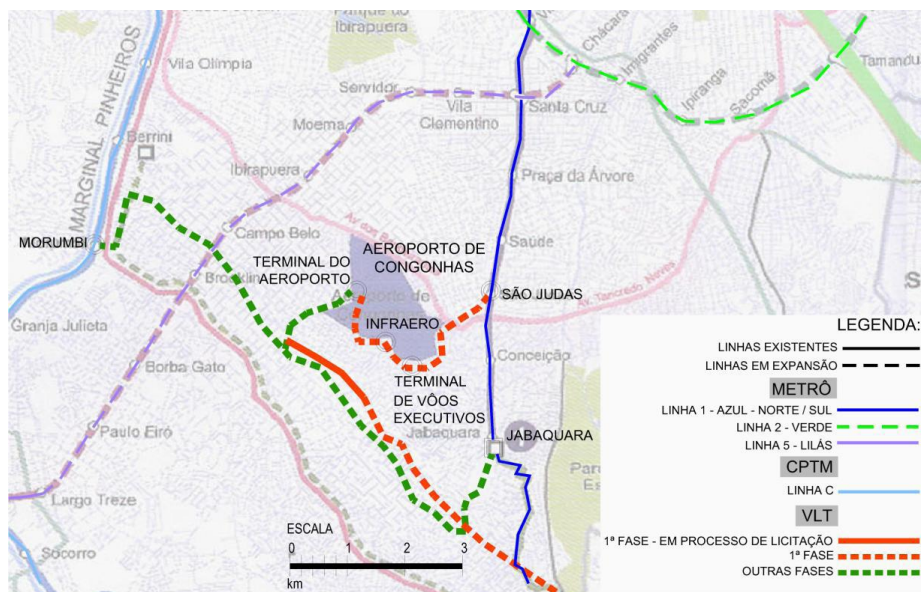


Figura 22: Previsão de Serviço Complementar por VLT ao Aeroporto Congonhas
 FONTE: TAV (2009 a, p.53)

Para o atendimento do Aeroporto Internacional de Guarulhos também há uma indicação futura de instalação de sistemas complementares para acesso ao aeroporto. Sendo neste caso previstos dois sistemas, denominados como “ Trem da Cidade de Guarulhos” e “Expresso Aeroporto”, sendo o primeiro com a intenção de promover uma ligação entre a cidade de São Paulo a Guarulhos para atendimento do público em geral e o segundo, sem paradas intermediárias, para atender aos usuários do serviço aéreo do Aeroporto Internacional. O traçado proposto está indicado na Figura 23. Segundo TAV (2009 a, p. 51 e 52):

“ O Trem da Cidade de Guarulhos e o Expresso Aeroporto são dois projetos sobrepostos com o objetivo de ligar as cidades de São Paulo e Guarulhos. O primeiro, um projeto social com preços de passagem regulados, visa propiciar um sistema de transporte de alta capacidade entre a estação Barra Funda em São Paulo e a cidade de Guarulhos. O

segundo projeto oferece um nível de serviço mais alto, com preços de passagem não regulados servindo o Aeroporto de Guarulhos. O Expresso Aeroporto ligará a área central de São Paulo diretamente a Guarulhos, sem paradas intermediárias. Espera-se que a rota de 31 km leve 20 minutos para ser percorrida. A redução na duração da viagem tornará o Aeroporto de Guarulhos uma alternativa mais viável para Congonhas.”

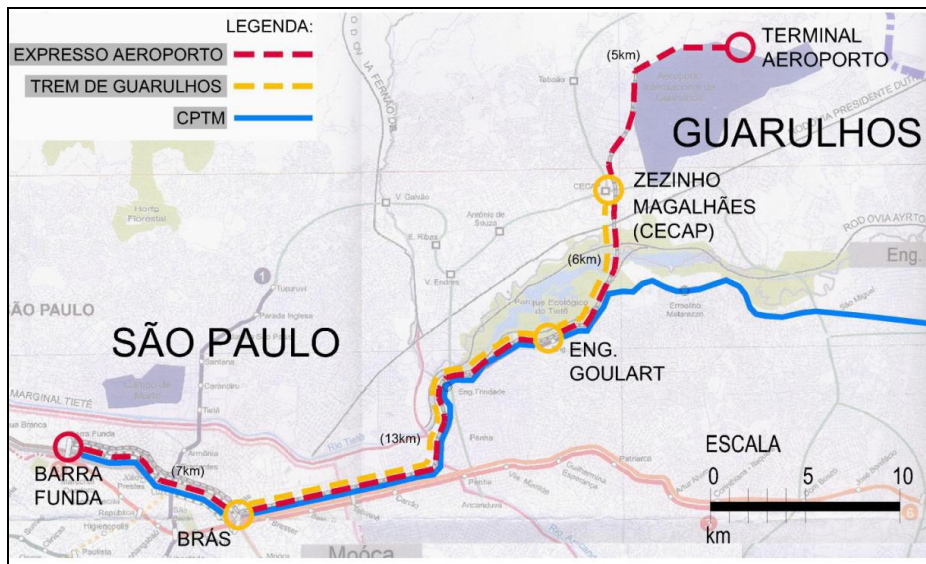


Figura 23: Previsão de Serviço Complemento para Acesso ao Aeroporto Guarulhos
 FONTE: TAV (2009 a, p.52)

Verifica-se que estes sistemas complementares serão muito importantes para o deslocamento entre os aeroportos Congonhas e Guarulhos, uma vez que o sistema “Expresso Aeroporto” também estará integrado às estações do Metrô, entretanto, conforme já observado, nenhum dos dois sistemas apresenta uma conexão direta com o terminal do TAV, caso ele seja implantado, com localização prevista para o Campo de Marte.

5 CONCLUSÃO

Apesar de aparentemente o projeto TAV divulgado pelo Consórcio Halcrow Sinergia apresentar somente benefícios, há muitas incertezas envolvidas para o cálculo dos custos de sua implantação e diversos fatores que influenciam neste aspecto como por exemplo a estimativa de custo em um determinado momento e a execução do projeto em outro posterior, mudanças na economia local e internacional, inovações tecnológicas, surgimento de novas restrições geradas ao longo do traçado proposto. Além disso, conforme afirma o próprio Consórcio, em TAV (2009 b, p.131), não foram consideradas diversas informações relevantes nos estudos feitos. Não há informações geológicas detalhadas, tais como análise de perfurações ao longo do trajeto proposto do TAV. Há grandes possibilidades de conflito do traçado com projetos rodoviários em ambos os estados. Nos estudos não se levou em conta projetos de linhas de transmissão de eletricidade, sejam elas aéreas ou subterrâneas. Projetos de expansão aeroportuária não foram sequer citados no Projeto TAV. Também não foram citados outros projetos ferroviários em estudo, ou mesmo projetos de incorporação imobiliária que estejam planejados, em construção, ou que tenham sido edificadas desde a data das informações no estudo.

O serviço aéreo disponível no trecho Rio de Janeiro a São Paulo apesar de atender a um grande número de usuários diariamente, está sujeito a problemas causados por condições meteorológicas adversas, ocasionando atrasos e cancelamentos de voos, além do fato de que muitas vezes o acesso aos aeroportos, principalmente em São Paulo, é dificultado pelos congestionamentos, geralmente em horários de pico, o que faz com que o TAV seja de fato a melhor alternativa para o deslocamento no trecho. Entretanto, para que o projeto TAV tenha maior chance de sucesso, caso venha a ser concretizado, deveria passar por revisões em seus estudos, uma vez que ainda há lacunas a serem preenchidas.

O Brasil tem a oportunidade de ser um dos primeiros países da América Latina a implantar o TAV como sistema de transporte, porém, muitos avanços já teriam ocorrido caso o país adotasse uma política voltada para o desenvolvimento do transporte ferroviário já na década de 50, quando se decidiu priorizar os investimentos em rodovias, privilegiando o automóvel em detrimento às ferrovias.

Neste trabalho foi feita uma análise comparativa do TAV em relação a outros modos disponíveis para o atendimento no trecho proposto do projeto, no eixo Rio de Janeiro, São Paulo e Campinas. Constatou-se que o tempo de viagem previsto para a implantação do sistema de alta velocidade em relação ao transporte aéreo já disponível, a exemplo de outros países que já possuem TAV, apresenta-se bastante competitivo. Isto se deve ao fato de que para o modo aéreo gasta-se muito tempo desde o acesso ao sistema até a decolagem, sendo necessário tempo para *check in*, despacho de bagagens, além do aguardo para o embarque e tempo necessário para o deslocamento até o aeroporto.

Conforme verificou-se no estudos realizados, o projeto apresenta falhas na previsão de implantação dos equipamentos complementares, que apesar de terem sido indicados, não se incorporam ao sistema de maneira eficiente na cidade de São Paulo, onde será necessário ainda buscar outros meios para o acesso aos aeroportos. A estação prevista para o TAV, a ser instalada no Campo de Marte, apesar de estar localizada a aproximadamente 4 km de distância do centro, não possui integração direta com o metrô. Desta forma, isto implica que mesmo sendo proposta a implantação de modos complementares para a integração dos aeroportos Congonhas e Guarulhos, inclusive com um sistema expresso de trem, o acesso através do TAV não ocorreria de maneira direta, sendo necessário utilizar ônibus ou outro modo de transporte, o que acaba não resolvendo completamente os problemas de acessibilidade aos aeroportos atualmente existentes.

Quanto aos custos estimados, concluiu-se que há falhas na metodologia apresentada pelo projeto proposto, uma vez que os custos médios por quilômetro sugerem valores abaixo da média aplicada em outros países onde foram implantados sistemas de alta velocidade. Verificou-se que no caso brasileiro há diversos fatores que contribuiriam para o aumento dos custos, tais como o traçado inclinado no trecho proposto, onde o TAV sairia do nível do mar e chegaria a 760 metros de altitude, também há grande parte do percurso composta por túneis, pontes e viadutos, presentes em cerca de 39% do trajeto. Além do fato de que a linha seria totalmente nova e exclusiva, sem qualquer aproveitamento de outras malhas férreas ou infraestrutura existente.

Verificou-se que os fatores determinantes para a escolha do local previsto para a implantação do sistema de alta velocidade foram devido, além da importância econômica das cidades Rio de Janeiro e São Paulo, que juntas respondem por grande parcela do PIB

nacional, cerca de 16,4% de todo o montante, também ao fato de que as duas cidades abrangem mais de 34% da população urbana brasileira. Além disso, há uma elevada demanda também entre algumas cidades de apoio ao longo do percurso, também de importante nível econômico para o país e que apresentam sobrecarga na infraestrutura de transporte na região. Outro fator relevante foi o fato de que a distância de 511 km indicada em projeto é favorável, estando compreendida dentro da faixa de 300 km a 600 km recomendada para a implantação do sistema de alta velocidade, o que torna assertiva a escolha do local.

Quanto à utilização futura do sistema, verificou-se que a demanda prevista apresentada para o TAV, caso ele fosse implantado, seria igual a 32,6 milhões de passageiros transportados ao ano. Quando se compara este valor à demanda do metrô na cidade de São Paulo, verifica-se que o TAV possui uma demanda de 36 vezes menor. O metrô de São Paulo possui uma demanda de cerca 1,2 bilhão de passageiros transportados ao ano e, a exemplo de outras cidades brasileiras, necessita de investimentos. Mesmo sendo sistemas de transportes com propostas e objetivos diferentes, esta comparação nos leva a refletir sobre a utilização dos recursos públicos a serem gastos com a obra do TAV. Investimentos em infraestrutura são fundamentais para o crescimento de um país. O Brasil também necessita de investimentos em saúde, educação, saneamento e no próprio transporte urbano nos grandes centros, contudo, não há garantias de que os recursos sejam utilizados, caso o TAV não seja implantado.

Caso a execução do projeto fosse levada adiante, seria necessário que os custos previstos fossem revistos, além dos sistemas complementares para acessos aos outros modos de transporte.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTT (2015 a). Agência Nacional de Transportes Terrestres. *Audiência Pública n.103/2009/Apresentação de Estudos* – Disponível em: http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/6408/103_2009.html Acesso em 08 de março de 2015.

_____ (2015 b). Agência Nacional de Transportes Terrestres. *Malha Ferroviária Brasileira Existente e Planejada*. Disponível em: <http://www.antt.gov.br> - Acesso em 05 de junho de 2015.

BALLOU, R. H. *Logística empresarial* - São Paulo: Atlas, 1999. 255 p.

BORGES, Claudio Neves. *O Trem de Alta Velocidade e o Impacto no Transporte Aéreo entre o Rio de Janeiro e São Paulo* – Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes, 2010.

CAMPOS, Bruno Nascimento. *Tropas de Aço: Os caminhos de Ferro no Sul de Minas* – Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São João Del Rey, 2012.

CBTU – Companhia Brasileira de Trens Urbanos – Disponível em: <http://www.cbtu.gov.br/index.php/pt/sistemas-cbtu/recife> - Acesso em 05 de junho de 2015.

CEPEFR. Centro de Estudos e Pesquisas Ferroviárias – Disponível em : <http://cepefer.com.br/blog/estrada-de-ferro-barao-de-maua-primeira-ferrovia-brasileira/> - Acesso em 22 de abril de 2014.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino; SILVA, Roberto. *Metodologia Científica*. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

EPL – Empresa de Planejamento e Logística S.A. / Trem de Alta Velocidade – Disponível em: <http://www.logisticabrasil.gov.br/trem-de-alta-velocidade-tav1> - Acesso em 15 de janeiro de 2015.

ESTADODESAOPAULO. *Trem Bala Tem Custos Incorretos* – Cidades e Metrôpoles, sexta feira, 30 de outubro de 2009 – Disponível em <http://www.emtermos.com.br/cbt/tav/posevento/estadodesp.pdf> - Acesso em 15 de maio de 2015.

JAPAOEMFOCO. *Cinquenta Anos de Shinkansen* – Disponível em: <http://www.japaoemfoco.com/50-anos-de-shinkansen-trem-bala/> - Acesso em 13 de dezembro de 2014.

HOBBSAWM, Eric. *A Era das Revoluções (1789-1848)*. 9ª edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996, p. 60.

IBGE (2015 a). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Produto Interno Bruto dos Municípios 2012 - Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2012/default_xls.shtm - Acesso em 16 de maio de 2015.

_____ (2015 b). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Produto Interno Bruto dos Municípios 2012 - Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=355030> - Acesso em 16 de maio de 2015.

- Infras/IWW. *External costs of Transport: accident, environmental and congestion costs in Western Europe*, 2000.
- JAZRA, Gustavo. *China Inaugura a Linha de TAV mais Extensa do Mundo*. Revista PINI, dezembro de 2012.
- LACERDA, S. M. *Trens de alta velocidade: experiência internacional*. Revista BNDES, v. 14, n° 29, p. 61-80, 2008.
- LIMA, Sylvania Fernandes. *Panorama do Cálculo de Tarifa do Transporte Público Urbano por Ônibus*. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Transporte e Trânsito do Programa de Pós-Graduação do CEFET/MG, Belo Horizonte, 2008.
- LUIZ, S.; SANTOS, A. R. S.; BRENNER, T. L. *Geração de Modelo Digital de Elevação a partir de Imagens Reference Stereo do Satélite IKONOS – Anais XIII, Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – INPE, 2007, P. 581-587*.
- MENDES, Marcos. *Trem de Alta Velocidade: Caso Típico de Problema de Gestão de Investimentos – Textos Para Discussão 77*, Outubro de 2010.
- METRO. *Companhia do Metropolitano de São Paulo* – Disponível em: <http://www.metro.sp.gov.br/metro/numeros-pesquisa/indicadores.aspx> - Acesso em 15 de fevereiro de 2015.
- MOBILIZE. *Mobilidade Urbana Sustentável* - <http://www.mobilize.org.br/estatisticas/41/os-maiores-sistemas-de-transporte-do-brasil.html> - Acesso em 01 de junho de 2015.
- NAKAMOTO, Bianca; SILVEIRA, Márcio Rogério. *Projeto TAV Brasil e Sistema Combinado: Grande Dilema do Planejamento*. Artigo - Revista Formação Online, n. 19, volume 2, p. 132-160, jul/dez, 2012.
- NAKAMOTO, Bianca; SILVEIRA, Márcio Rogério. *O Desenvolvimento Econômico e o Efeito Multiplicador a Partir do Projeto TAV Brasil – XII Colóquio Internacional de Geocrítica – Universidad Nacional de Colombia , Bogotá, 07 a 11 de maio de 2012*.
- NOTICIASDOBRASIL – *Mapa Ferroviário do Shinkansen* – Disponível em: <http://www.noticiasdobrasil.com.br/mapalinhatre.htm> - Acesso em 13 de dezembro de 2014.
- O EMPREITEIRO, Revista. *TAV na Alemanha, Trens Transportam 66% dos Passageiros a 250km/h* – Revista O Empreiteiro, Edição 517, de Março de 2013. Disponível em: http://www.oempreiteiro.com.br/Edicoes/160/Marco_2013.aspx Acesso em 09 de março de 2015.
- PAIVA, Iara. *Intermodal competition with high speed rail*. Journal of Transport Literature. Vol. 6 – pp218-233, Reviews & Essays, Apr 2012.
- PINTO, Inês. *Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG)* – Instituto de Investigação Científica Tropical – IICT, 2009.

POMPERMAYER, Fabiano Mezadre – *Considerações Sobre a Alocação de Riscos no Projeto de Trem de Alta Velocidade entre Rio de Janeiro, São Paulo e Campinas* – IPEA, Radar Ed. 26, Cap.1 – 2012.

RAILEUROPE – *Trens de Alta Velocidade Ice* – Disponível em: <http://www.raileurope.com.br/train/ice-574> - Acesso em 05 de maio de 2015.

R7 NOTÍCIAS (2010) – Superlotação na Linha Vermelha Marca o Aniversário do Metrô de São Paulo em 24/10/2010 – Disponível em: <http://noticias.r7.com/sao-paulo/noticias/superlotacao-na-linha-vermelha-marca-aniversario-do-metro-de-sao-paulo-20100424.html> - Acesso em 04 de junho de 2015.

R7 NOTÍCIAS (2015) – Usuários Enfrentam Caos no Metrô em 16/04/2015 - Disponível em: <http://noticias.r7.com/sao-paulo/fotos/usuarios-enfrentam-caos-no-metro-nesta-quinta-feira-16042015> - Acesso em 04 de junho de 2015.

SAMOR, Juliano de Barros. *Impactos Econômicos da Implantação de um Trem de Alta Velocidade – Uma Análise Comparativa* – Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, FACE/CERME, 2014.

SOARES, L. C.; CURY, M. V. Q. *O Trem de Alta Velocidade e o Corredor Rio de Janeiro - São Paulo*. Anais do XVIII Congresso de Pesquisa e Ensino de Transportes, ANPET, Florianópolis, 2004

TAV (2009 a). Consórcio Halcrow Sinergia - *Projeto TAV Brasil: Estimativa de Demanda e Receita – Relatório Final*. 2009. 1 v.

_____ (2009 b). Consórcio Halcrow Sinergia - *Projeto TAV Brasil: Estudos do Traçado – Relatório Final*. 2009. 2 v.

_____ (2009 c). Consórcio Halcrow Sinergia - *Projeto TAV Brasil: Avaliação de Benefícios Econômicos – Relatório Final*. 2009. 3 v.

_____ (2009 d). Consórcio Halcrow Sinergia - *Projeto TAV Brasil: Operações Ferroviárias e Tecnologia – Relatório Final*. 2009. 4 v.

_____ (2009 e). Consórcio Halcrow Sinergia - *Projeto TAV Brasil: Custo de Capital – Relatório Final*. 2009. 5 v.

TAVCHINES - Revista Eletrônica Trens de Alta Velocidade - *TAV no Brasil e no Mundo* – Disponível em: <http://www.tavtrilhos.com/2014/06/a-maior-rede-de-alta-velocidade-crh.html> Acesso em 13 de dezembro de 2014.

TAVTRILHOS – Disponível em: <http://www.tavtrilhos.com/p/fotos.html> – Acesso em 13 de dezembro de 2014.

TRENSURB. *Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre S.A.* Disponível em: http://www.trensurb.gov.br/paginas/paginas_detalhe.php?codigo_sitemap=15 – Acesso em 03 de junho de 2015.