

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
MECÂNICA

**Estudo da Implantação e Operação de um trem de passageiros entre
o Centro de São Paulo e o Aeroporto Internacional de São Paulo/
Guarulhos**

Eduardo Vasconcellos Silva

São Paulo

2008

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
MECÂNICA

**Estudo da Implantação e Operação de um trem de passageiros entre
o Centro de São Paulo e o Aeroporto Internacional de São Paulo/
Guarulhos**

**Trabalho de formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Graduação em Engenharia Mecânica**

Autor: Eduardo Vasconcellos Silva

Orientador: Nicolau Fares Gualda

Área de Concentração
Engenharia de Transportes

FICHA CATALOGRÁFICA

Silva, Eduardo Vasconcellos

**Estudo da Implantação e operação de um trem de passageiros entre o centro de São Paulo e o aeroporto internacional de São Paulo/Guarulhos / E.V. Silva. -- São Paulo, 2008.
105 p.**

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Mecânica.

1.Trens 2.Transportes de passageiros 3.Aeroportos 4.Planejamento de transportes I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Mecânica II.t.

**Agradeço minha família por
todo o apoio, meus colegas de
curso e meu professor-
orientador**

AGRADECIMENTO

Agradeço minha família, meu pai, minha mãe e meu irmão por todo o apoio e conselhos durante a realização deste projeto.

Agradeço também o professor Nicolau Fares Gualda que apostou neste projeto desde o começo, sempre me apoiou e resolveu orientar um aluno da Engenharia Mecânica mesmo sendo professor do curso de Engenharia Civil. Obrigado pelos elogios e pelas críticas.

RESUMO

O rápido desenvolvimento dos trens de aeroporto no mundo nos últimos anos decorreu do aumento do tráfego aéreo e do congestionamento dos acessos rodoviários.

As ligações ferroviárias cidade-aeroporto contribuem para a redução dos congestionamentos das vias de acesso e provêem uma alternativa ambientalmente compatível ao transporte individual. Os Airport Express, como são chamados, vem se confirmando como uma solução adequada tanto do ponto de vista técnico, quanto ambiental e econômico.

Este trabalho visa realizar um estudo sobre a implantação de um trem de passageiros entre o Centro de São Paulo e o Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos.

ABSTRACT

The fast development of airport-rail links around the world in the past few years has been motivated by the growing of air traffic and traffic jam around the airports.

An airport rail link is a service providing passenger rail transport from an airport to a nearby city; by mainline- or commuter trains, rapid transit, people mover or light rail.

An Airport Express as they are also called is an integrated air-rail intermodality that helps to diminish traffic jam in the region around the airport, also increase the level of quality and confort of the trip.

This study will analyze the construction and operation project of the São Paulo Airport Express, that will connect Downtown São Paulo with the International airport of São Paulo/Guarulhos

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

1. INTRODUÇÃO	1
A CONCENTRAÇÃO POPULACIONAL	2
Regiões Metropolitanas	4
RMSP - Região Metropolitana de São Paulo	6
As Externalidades	12
2. REVITALIZAÇÃO DO TRANSPORTE FERROVIÁRIO	16
O Modelo de Trem Expresso Aeroporto	20
O Aeroporto de Cumbica	24
3. O PROJETO DO EXPRESSO AEROPORTO TREM DE GUARULHOS	28
4. ANÁLISE DE CASOS DE SUCESSO	38
Recomendações para o do Expresso Aeroporto	43
5. CHECK-IN NA ESTAÇÃO REMOTA	45
Estrutura do Processo e Possíveis Soluções	56
Aspectos legais do transporte de bagagem	59
Atratividade do serviço	60
Análise dos dados e informações coletadas	61
6. ANÁLISE DINÂMICA	65
Limitações de tráfego	66
Limitações dinâmicas	66
Limitações Geométricas	70
Discussão sobre os métodos	73
Gráficos dos casos analisados	74
Modelo de trem utilizado	79
7. CONCLUSÃO E PRÓXIMOS PASSOS	81
Síntese	81
Análise Crítica	81
Desdobramentos	82
CONCLUSÃO	82
8. REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS	84
Apêndice A – Layout interno do trem	88
Apêndice B – Tabela de dados caso 2	90

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Brasil: População Total e Urbana	3
Tabela 2 - exemplos de Custos Internos e Externos em Transportes	14
Tabela 3 - Custos	15
Tabela 4 – Financiamento do Expresso Aeroporto	23
Tabela 5: Market Share	25
Tabela 6 : Informações do Aeroporto de Cumbica	26
Tabela 7: Conjunto de Tabelas da Pesquisa de Mercado	28
Tabela 8 : Estimativa de Investimento Expresso Aeroporto	35
Tabela 9 : Estimativa de Investimento – Trem de Guarulhos	36
Tabela 10 : Expansão da Demanda X Oferta	37
Tabela 11 : Análise da Receita Total	38
Tabela 12 : Análise do Investimento	39
Tabela 13: Tempo antes do voo partir	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa da rede metro-ferroviária de São Paulo	12
Figura 2 : Concepção apresentada pela CPTM	34
Figura 3 : Desenho do Terminal Luz	34
Figura 4 : Desenho do Terminal Aeroporto	35
Figuras 5: fotos do sistema de check-in	47
Figura 6: Grau de importância	60
Figura 7: Desenho de check-in	62
Figura 8 : Folga que ocorre em uma curva	67
Figura 9 : Posições das rodas	67
Figura 10 : Forças Lateral e Vertical na roda	68
Figura 11 : forças Lateral e Vertical na roda	68
Figura 12: Forças atuantes no trilho	69
Figura 13: Critério de descarrilamento de NADAL	70
Figura 14: Concepção apresentada pela CPTM	77
Tabela 15: Dados do Desiro UK Class 360	80

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do transporte ferroviário no mundo tem sido uma dos grandes fatores influenciadores da globalização e da integração regional.

Os Estados Unidos no século XIX teve seu desenvolvimento todo apoiado nas ferrovias. De acordo com Bill Gates: “Os computadores foram a base do crescimento econômico nos anos 90, apenas no século XIX com as ferrovias nós vimos a economia depender tanto de um setor para impulsiona-la”.

Nos últimos 30 anos o desenvolvimento da União Européia tem tido como um dos seus pilares a integração ferroviária. Não se pode falar em integração de verdade sem que exista a integração física entre os países, permitindo o fluxo de pessoas, valores e idéias.

O Brasil com suas dimensões continentais adotou durante muitos anos o transporte ferroviário como base da sua matriz de transporte nacional. Este modelo não era perfeito, uma vez que os trens existentes eram lentos, poluidores e desconfortáveis, porém utilizavam a tecnologia disponível na época.

Nos anos 50 o país decidiu começar a abandonar este modelo de transporte para privilegiar o transporte rodoviário, mais fácil de ser implantado pelo governo. A indústria automobilística que é responsável por grande parte do PIB mundial também foi um fator que pesou uma vez que o seu desenvolvimento no Brasil poderia trazer grandes ganhos econômicos.

O país então abandonou o modelo de transporte ferroviário e sucateou suas ferrovias. Durante muitos anos esta decisão não foi questionada. O transporte ferroviário passou a existir apenas no nível metropolitano.

Nos últimos anos porém, o estrangulamento das vias nas grandes cidades e a crise aérea fizeram com que surgisse um movimento que busca o retorno ao modelo de transporte ferroviário como solução ao esgotamento dos outros meios de transporte.

Novos projetos começaram a surgir, assim como problemas para a sua implantação. Questões técnicas, econômicas, políticas, os problemas são de diversas naturezas.

O desafio de achar soluções para estes problemas é um desafio de toda a sociedade brasileira na busca da melhora da qualidade de vida e competitividade econômica.

Dentre os novos projetos, apresenta-se como uma dos mais viáveis o Trem Expresso Aeroporto. Sendo na verdade a primeira linha de trens interurbanos que o Brasil pretende construir em cerca de 50 anos.

O trabalho apresenta uma análise sobre o desenvolvimento das cidades brasileiras com foco na cidade de São Paulo.

Apresenta as últimas iniciativas na revitalização do transporte ferroviário seguido de uma explicação sobre o modelo de ligação aeroportuária e o projeto de Expresso Aeroporto de São Paulo.

A partir das análises do projeto e dos casos de sucesso de ligações aeroportuárias no resto do mundo define-se uma série de recomendações na implantação do Expresso Aeroporto de São Paulo.

Na segunda etapa do estudo decidiu-se por focar-se em alguns aspectos do projeto do Expresso Aeroporto de São Paulo. Os aspectos foram: análise da questão do check-in na estação remota e análise dinâmica dos trem. O primeiro objetivo seria definir se o check-in deveria ser implantado ou não na estação central. Na segunda análise buscou-se traçar os gráficos de velocidade, aceleração e posição em função do tempo de forma a fazer com que o projeto atingisse os requisitos estabelecidos no caderno funcional, ou seja, que a viagem durasse cerca de 20 minutos e que tivesse um alto grau de conforto e segurança para os passageiros.

A CONCENTRAÇÃO POPULACIONAL EM GRANDES CIDADES NO BRASIL: DESENVOLVIMENTO DESIGUAL, CONGESTIONAMENTOS, POLUIÇÃO AMBIENTAL E ACIDENTES

As políticas de desenvolvimento econômico implantadas pelo Brasil a partir da década de 50, focadas na implantação de uma indústria de bens duráveis, basearam-se na concentração de investimentos e incentivos para o crescimento dos setores urbanos, tendo em contraponto a manutenção das desigualdades regionais.

Assim, o fenômeno da metropolização pode ser entendido como a concentração de produção e consumo, e como decorrência, de população, em torno de algumas regiões do país, distribuindo-se elas de forma desigual.

Entre 1950 e 2000, a população localizada em áreas urbanas no Brasil passou de 18,8 milhões a 137,9 milhões, aumentando de 36% da população total para mais de 81% nesse período, certamente reflexo do crescimento médio anual de 7% entre 1940 e 1970. Um exemplo são os dados da tabela a seguir:

Tabela 1 – Brasil: População Total e Urbana

Ano	População Total	População urbana	%
1950	51.944.397	18.782.591	36,16
1970	93.134.037	52.084.984	55,92
1991	146.825.475	110.990.990	75,59
2000	169.799.170	137.953.959	81,25

Fonte: IBGE

O vertiginoso crescimento urbano foi desordenado uma vez que a maior parte da população urbana concentrou-se em centros metropolitanos. Esta situação gerou números preocupantes (dados atualizados de 2006):

- O Brasil tem o recorde mundial de população em grandes países.
- 57 milhões de pessoas vivem nas dez maiores regiões metropolitanas, ou seja, 31% de toda a população brasileira vive nessas dez regiões.

Entre 1950 e 1970, aproximadamente 50% da força de trabalho empregada na indústria e nos serviços situavam-se nas regiões metropolitanas do país, destacando-se entre elas São Paulo, Rio de Janeiro e em menor escala, Belo Horizonte, Recife e Porto Alegre.

Há uma série de explicações e motivos para este crescimento acelerado da urbanização. A redução progressiva dos serviços de trens de passageiros nas ligações regionais, seguida pela desativação de todos os sistemas de bondes existentes nas cidades brasileiras, em paralelo ao aumento da participação dos modos rodoviários de deslocamento intra e inter-urbano contribuiu muito para este fato.

Porém deve-se ressaltar que essa decisão não foi sem nenhum motivo. De acordo com a Agência de Desenvolvimento de Trens Rápidos Entre Municípios (AD=TREM), uma organização privada, independente e sem fins lucrativos, o modelo adotado teve como base uma decisão política de privilegiar o transporte rodoviário em detrimento do ferroviário. A principal razão para esta decisão foi o custo de implantação do transporte ferroviário, uma vez que o governo arca com os gastos de construção das linhas, estações, da compra do material rodante e de toda a sua operação. Sem contar os gastos com manutenção e o fato de que muitas linhas eram deficitárias.

No caso do transporte rodoviário, os gastos para o governo são bem menores, uma vez que basta construir as estradas que o meio de transporte fica a cargo dos usuários. Os gastos com a operação da linha são muito menores que os de uma linha ferroviária, constituído basicamente de serviços de apoio para veículos que sofreram acidentes.

Outro fator importante na adoção do transporte rodoviário foi o desejo do governo brasileiro de desenvolver a indústria automotiva nacional, devido à sua capacidade de gerar empregos, riqueza, tecnologia e o desenvolvimento de uma cadeia de fornecedores que trouxeram dinamismo para a economia em geral.

Entre 1964 e 1974 a indústria automobilística nacional ampliou sua produção de 183.707 veículos (automóveis, caminhões, ônibus e utilitários) para 905.920, alcançando essa produção em 2006 o total de 2.611.034 unidades, das quais 2.114.103 foram automóveis, cujo faturamento já representa quase 10% do PIB do país.

O incentivo ao uso do automóvel não é evidentemente uma questão brasileira. Os países industrializados e os países em vias de desenvolvimento incentivam, de diferentes maneiras, o transporte individual motorizado.

No caso do automóvel, existem hoje, aproximadamente, 27 milhões de unidades em circulação, com uma média anual de 1 milhão de novos veículos sendo incorporados ao parque automotivo brasileiro, anualmente, segundo estatísticas do Denatran

Isso faz de algumas cidades brasileiras verdadeiros ícones da motorização, com relações veículos por habitante iguais ou superiores às de cidades de países mais desenvolvidos, algo extremamente grave quando se comparam as respectivas rendas médias da população.

Em paralelo a essa expansão, como exemplo, a cidade de São Paulo ampliou seu sistema viário em aproximadamente de 1 500 km de vias entre as décadas de 60 e 80. Por outro lado a participação do transporte público nesse período nas viagens realizadas diariamente na região metropolitana de São Paulo declinou de 61% em 1977 para 47% em 2002.

Analisando o cenário da cidade de São Paulo para o ano 2020, sem que grandes intervenções urbanas em transporte de massa sejam realizadas, os técnicos em planejamento do PITU estimam que naquele ano (comparativamente a 1997):

- As viagens por automóvel cresçam 70%;
- A participação do transporte coletivo no total de viagens motorizadas caia de 50% para 45%;

É preciso lembrar, ainda, que mais e mais cidades brasileiras investem em estacionamentos verticais e subterrâneos nas zonas centrais, e, em alguns casos, construindo novas avenidas paralelas a corredores metroferroviários existentes.

Regiões Metropolitanas Desestruturadas Institucionalmente

Há um consenso sobre a gravidade da situação da gestão dos transportes nas regiões metropolitanas brasileiras e sobre a

falta de maior integração entre os modos de transporte público, sobretudo pela dificuldade de entendimento entre os governos municipais e estaduais, de um modo geral no país.

Segundo a ANTP, atualmente, cerca de 75% da população brasileira reside em áreas urbanas e a maioria depende do transporte público para efetuar seus deslocamentos. Desta forma, as dificuldades no transporte de pessoas e de mercadorias estão agravando-se cada vez mais, visto que o processo de urbanização apresenta uma tendência de crescimento.

As regiões metropolitanas brasileiras vêm sofrendo intensas ocupações desordenadas e usos indevidos do solo urbano, cuja consequência maior é a desorganização e o deficiente funcionamento de seus sistemas de transporte urbano.

É necessário o desenvolvimento de modelos de integração. Em 2004, foi realizada, na ANTP, a 4ª Reunião da Comissão de Integração de Sistemas de Transporte e Desenvolvimento de Terminais de Passageiros, que produziu uma súmula com aspectos e recomendações baseados em modelos internacionais existentes de integração de sistemas de transporte em regiões metropolitanas, como os de Madri, Paris.

Em Madri, que utiliza três meios importantes de transporte público - trem urbano, metrô e ônibus – existe uma coordenação desses modos que provê os serviços de mais de 97% da população e tem em suas atribuições o planejamento geral das infra-estruturas de transporte, definição de operações, esquema integrado de tarifas etc. A política tarifária da região metropolitana a decompõe em 8 áreas concêntricas e a tarifa é proporcional ao número de áreas viajadas.

Na região metropolitana de Paris, com 11 milhões de habitantes, existe uma autoridade supra municipal para a gestão e o controle dos serviços de transporte público, responsável pelo tipo de serviço, seleção de operadores, modo de operação técnica e controle dos orçamentos operacionais. Apesar da existência de 83 operadoras privadas de transportes elas são responsáveis apenas por 7,5% das viagens, o restante é realizado pelas grandes companhias estatais, que gerenciam a operação dos sistemas de metro, trens de subúrbio e ônibus. A política tarifária se assemelha a de Madri e também os custos são cobertos por subsídios.

No Brasil, historicamente, segundo a Associação Nacional de Transporte Urbano - NTU, a integração teve início com a reforma no sistema de transportes de Curitiba e Goiânia, em 1974, e o sistema de alimentação por ônibus do metrô de São Paulo, a partir de 1975. A maioria dos sistemas integrados no Brasil é muito recente, sendo implantados a partir de 1990.

As cidades brasileiras que possuem sistemas integrados podem ser classificadas em grupos de alta, média e baixa

complexidade. Sendo a região metropolitana de São Paulo a única do grupo de alta complexidade, dispondo de um conjunto de sistemas de integração de alta complexidade operacional, modal e organizacional.

RMSP - Região Metropolitana de São Paulo

De acordo com a International Air Rail Organisation (I.A.R.O.), o estudo de implantação de uma linha aeroportuária deve analisar a situação atual do sistema de transportes da região. Deve-se também analisar suas características econômicas e sociais, uma vez que estas são essenciais na determinação do modelo de ligação a ser adotada. No caso do Expresso Aeroporto esta região é a Grande São Paulo

A Região Metropolitana de São Paulo, também conhecida como Grande São Paulo, reúne 39 municípios do estado de São Paulo em intenso processo de conurbação. O termo refere-se à extensão da capital paulista, formando com seus municípios lindeiros uma mancha urbana contínua. Com 19.223.897 habitantes, é o maior centro urbano do Brasil e da América do Sul, e a sexta maior área urbana do mundo.

Dados da Grande São Paulo

Área Territorial	8501 km ²
Área Urbanizada	2139 km ²
População	19.223.897
PIP Nominal (R\$)	416,5 bilhões

Fonte: IBGE

A Região Metropolitana de São Paulo é o maior pólo de riqueza nacional. A renda per capita atinge cerca de US\$ 12.000 na "paridade de poder de compra". A metrópole detém a centralização do comando do grande capital privado, sendo a sede da maioria das empresas brasileiras e dos mais dos mais importantes complexos industriais, comerciais e principalmente financeiros, que controlam as atividades econômicas no País. Esses fenômenos fizeram surgir e condensar na região metropolitana uma série de serviços sofisticados, definidos pela íntima dependência da circulação e transporte de informações: planejamento, publicidade, marketing, seguro, finanças e consultorias, entre outros. A região exibe um Produto Interno Bruto (PIB) de R\$ 416,5 bilhões, o que representa 57,3% do PIB paulista.

Já o "centro" desta região é a cidade de São Paulo, maior cidade do Brasil, das Américas e de todo o hemisfério sul. É

Uma das cidades brasileiras mais influentes no cenário global, e é considerada a 14ª cidade mais globalizada do planeta, recebendo o status de cidade global beta, por parte do Globalization and World Cities Study Group & Network (GaWC).

A cidade exerce significativa influência nacional e internacional, seja do ponto de vista social, cultural, econômico ou político. É conhecida internacionalmente através de seus monumentos e eventos como, por exemplo, o MASP, o Parque Ibirapuera, a Avenida Paulista, o Copan, o Centro Empresarial Nações Unidas, a Bienal de São Paulo e o Grande Prêmio do Brasil.

É a décima nona cidade mais rica do mundo, o município representa, isoladamente, 12,26% de todo o PIB brasileiro e 36% de toda a produção de bens e serviços do estado de São Paulo, sendo sede de 63% das multinacionais estabelecidas no Brasil.

De acordo com a I.A.R.O. , São Paulo é a maior cidade do mundo que não possui uma ligação aeroportuária direta.

São Paulo é um grande centro cultural e de entretenimento e a cidade mais rica da América do Sul. A cidade enfrenta problemas comuns a outras metrópoles: um exemplo é o excesso de automóveis que circulam em suas avenidas (média de um veículo para cada dois habitantes), 6 milhões de unidades somente na capital, e a segunda maior frota de helicópteros do mundo, superada apenas por Nova Iorque.

É importante observar que, apesar de suas grandes dimensões e conseqüente fluxo de capital, São Paulo sofre com a má distribuição de renda característica do país. Na geografia, São Paulo apresenta fortes disparidades socioeconômicas: enquanto a parte da cidade mais próxima do centro é rica e desenvolvida, as áreas periféricas sofrem com carência de infra-estrutura e de equipamentos sociais, assim como com a pobreza e a precariedade urbanística e habitacional, expressas por situações como as de ocorrência de favelização e de loteamentos irregulares.

Devido a sua extensa área urbana, a cidade possui um caráter bastante heterogêneo, variando de regiões altamente adensadas e verticais a bairros residenciais horizontais e de baixíssima densidade. Isto faz com que muitos habitantes da cidade praticamente desconheçam regiões do município além dos seus locais de residência ou de trabalho. A cidade também apresenta uma cultura bastante heterogênea, resultado da diversidade de extratos sociais (econômicos e culturais) nela presente.

Além de ser o maior centro de produção e o maior mercado consumidor do país, São Paulo também é um grande entroncamento rodoviário, e faz a ligação Norte-Sul do Brasil. É atendida por diversas rodovias, como a Rodovia Presidente Dutra, para o Rio de Janeiro, Rodovia Ayrton Senna, para o Vale

do Paraíba; Rodovia Fernão Dias, para Belo Horizonte; Rodovia dos Bandeirantes, para Campinas; Rodovia Anhangüera, para Uberaba (Minas Gerais); Rodovia Castelo Branco, para Sorocaba; Rodovia Raposo Tavares, para a divisa do Mato Grosso do Sul; Rodovia Régis Bittencourt, para Curitiba; Rodovia dos Imigrantes e Rodovia Anchieta para a Baixada Santista.

Contemplada por grande número de universidades e institutos, é também o maior pólo de pesquisa e desenvolvimento do Brasil, responsável por 28% da produção científica nacional – segundo dados de 2005.

São Paulo é a cidade mais rica do Brasil, a 19ª cidade mais rica do mundo e segundo projeções, será a 13ª mais rica em 2020, segundo dados do IBGE, em 2005 seu Produto Interno Bruto (PIB) foi de R\$ 263.177.148.000,00, o que equivale a aproximadamente 12,26% do PIB brasileiro e 36% de toda produção de bens e serviços do Estado de São Paulo. Sua região metropolitana, possui um PIB de aproximadamente R\$ 416,5 bilhões.

São Paulo destaca-se mais como uma cidade marcada pelo turismo de negócios que pelo turismo recreativo. Grandes redes de hotéis cujo público-alvo é o corporativo estão instaladas na cidade e possuem filiais espalhadas em várias das suas centralidades. Toda a infraestrutura para eventos da cidade faz com que ela seja sede de 120 das 160 principais feiras do país (SP Turis). Dentre as principais, estão o Salão do Automóvel de São Paulo, a Couromoda e a Francal, entre outras.

A mobilidade urbana no município de São Paulo é caracterizada por um sistema de transportes complexo, composto de diversas variáveis e subsistemas. Diariamente, movimentam-se na cidade indivíduos oriundos dos vários municípios que formam a Região Metropolitana de São Paulo, de forma que a questão da mobilidade nesta cidade engloba necessariamente a escala metropolitana e regional. Além disso, a cidade é conhecida pela convergência de diversas rodovias estaduais e federais, com destinos outros que não a cidade, de forma que sistemas de transporte de carga com destinos e origens diferentes de São Paulo passam obrigatoriamente pela cidade.

O transporte coletivo, no entanto, representa um papel fundamental no dia-a-dia da metrópole. São Paulo conta com uma imensa estrutura de linhas de ônibus, com uma frota de mais de 14.000 unidades, sob responsabilidade da SPTrans.

Os trens da CPTM, o Metrô, a EMTU-SP e o sistema de interligação entre eles completam o sistema municipal e estadual de transporte na cidade. Informalmente também nota-se o uso de lotações clandestinas para o transporte daqueles que tem pouco acesso ao transporte existente.

O sistema viário do município é notadamente heterogêneo, especialmente do ponto de vista rodoviário.

A cidade é cortada por duas grandes vias que têm papel estruturador, tanto na escala infra-urbana quanto na metropolitana: a Marginal Tietê e a Marginal Pinheiros. Estas duas "artérias" são consideradas as principais vias estruturais (ou vias expressas) do município, sendo que a elas conectam-se diversas rodovias estaduais e federais.

Com uma frota de seis milhões de veículos em 2006 de acordo com dados da CET, estima-se que São Paulo alcançou uma taxa de motorização de 0,52 veículos por habitante, o que corresponde a um veículo para cada dois habitantes. A taxa média no Brasil é de 0,24, o que coloca São Paulo entre os municípios com maior nível de motorização do país, superado só por alguns com maior nível de renda (e IDH-M) como São Caetano do Sul (0,739) e Curitiba (0,545).

Pela cidade passam algumas das rodovias brasileiras, como a BR-116, a Rodovia dos Bandeirantes a Rodovia Raposo Tavares, a Rodovia Anhangüera, a Rodovia dos Imigrantes a Rodovia Anchieta, a Rodovia Castelo Branco e a Rodovia Presidente Dutra.

A malha metroferroviária da cidade tem 314 quilômetros de extensão, sendo 61 quilômetros de linhas administradas de metrô (34.6 quilômetros inteiramente subterrâneo), com 4 linhas em operação e 57 estações de embarque, e 253 quilômetros de linhas administradas pela Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM). A CPTM e o Metrô transportam em média 3.5 milhões de pessoas por dia, e algumas linhas subterrâneas que estão sendo construídas vão adicionar ainda mais passageiros ao sistema dentro dos próximos cinco anos. Segundo dados da administração atual espera-se expandir o sistema de trens urbanos de São Paulo dos atuais 330 quilômetros para mais de 500 quilômetros nos próximos 10 anos.

São Paulo tem três sistemas de transporte rápidos:

O sistema de metrô, com quatro linhas completas, mais uma em construção e uma em planejamento, sendo todas elas parcialmente subterrâneas e parcialmente com estações construídas em elevado.

O sistema ferroviário da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM), com seis linhas que atendem regiões que não são alcançadas pelo metrô, e até mesmo outras cidades na região metropolitana.

O sistema de ônibus de pista-rápida: por toda a cidade existem diversas linhas de ônibus chamadas "Passa Rápido", mais popularmente conhecidos como "corredores de ônibus" um conceito de transporte urbano onde os pontos são no canteiro central e os ônibus tem porta à esquerda.

O sistema de transporte ferroviário de São Paulo é considerado por especialistas como o Prof. Andrés Lopez Pita da Universidade Politécnica da Catalunha como um sistema

moderno, seguro, limpo e eficiente. Possui certificado pelo ISO 9001 da NBR. Tem quatro linhas gerenciadas pela Companhia do Metropolitano de São Paulo (o Metrô), mais uma em obras e uma em projeto, e seis linhas em operação administradas pela CPTM. As informações a seguir foram obtidas junto à CPTM e foram apenas reproduzidas neste estudo.

São administradas pelo metrô as seguintes linhas:

Linha 1 - Azul: (Jabaquara ↔ Tucuruvi) A primeira linha de Metrô construída no Brasil, conecta a zona norte à zona sul da cidade. As conexões estão disponíveis para as linhas 2, 3, 4, 7, 10 e 11. Os terminais de ônibus do Tietê e Jabaquara também estão conectados à linha azul.

Linha 2 - Verde: (Vila Madalena ↔ Alto do Ipiranga) A Linha Verde cruza a Avenida Paulista, e liga o Ipiranga à Vila Madalena; e faz a integração com as linhas 1, 4 e 10.

Linha 3 - Vermelha: (Palmeiras - Barra Funda ↔ Corinthians - Itaquera) Uma das linhas mais movimentadas de São Paulo, conecta a zona leste ao centro expandido. Existem conexões com as linhas 1, 4, 7, 8, 10, 11 e 12. O terminal de ônibus da Barra Funda é interligado a essa linha.

Linha 4 - Amarela: (em construção): (Luz ↔ Vila Sônia) Programada para ter o primeiro trecho entregue em 2009, a linha amarela conectará a zona oeste à estação da Luz, no centro, em uma rota construída imediatamente abaixo das avenidas Consolação e Rebouças. Essa linha terá conexões com as linhas 1, 2, 3, 7, 9, 10 e 11.

Linha 5 - Lilás: (Capão Redondo ↔ Largo Treze) Construída para os usuários que precisam alcançar lugares específicos da zona sudoeste de São Paulo. Somente um pequeno trajeto da linha está disponível (seis estações completas), conectando à Linha 9 na estação de Santo Amaro. Há ainda um trecho entre Santo Amaro e o Campo Belo cujas desapropriações já foram iniciadas, e tem previsão de entrega para 2010. O restante está ainda em projeto e prevê a extensão até a Chácara Klabin, fazendo conexão com a Linha 2, e passando por regiões como Itaim Bibi, Moema, Ibirapuera e Vila Clementino.

Linha 6 - Laranja: (Freguesia do Ó ↔ Oratório) Anunciada em março de 2008 pelo governador José Serra e pelo prefeito Gilberto Kassab, está ainda em fase de projeto, com previsão de início das obras em 2010 e conclusão em 2012. Em sua primeira fase, prevê a ligação do bairro de Freguesia do Ó até a estação São Joaquim da Linha 1, no distrito da Liberdade, estando quase inteiramente dentro do centro expandido, passando por distritos como Perdizes, Consolação e Bela Vista. Terá conexões com as linhas 1, 4 e 7. Em uma segunda fase, está prevista a expansão para a estação Oratório, na zona sudeste, fazendo conexão com a linha 2 na Vila Prudente.

Além destas, também existem linhas de trens de superfície administradas pela CPTM, diferenciados do metrô pelo intervalo maior dos trens (de 6 a 10 minutos, nos horários de pico):

Linha 7 - Rubi: (Luz ↔ Francisco Morato ↔ Jundiaí) Atravessa toda a região noroeste do município de São Paulo e atinge outros municípios vizinhos como Caieiras e Franco da Rocha, tendo extensão operacional até Jundiaí. Aproveita os trilhos da antiga São Paulo Railway.

Linha 8 - Diamante: (Júlio Prestes ↔ Itapevi ↔ Amador Bueno) Consecutiva à Linha 3 - Vermelha, cruza toda a região oeste do município de São Paulo e atravessa vários municípios da região metropolitana como Osasco, Carapicuíba, Barueri, Jandira e Itapevi. Foi construída sobre os trilhos da Estrada de Ferro Sorocabana.

Linha 9 - Esmeralda: (Osasco ↔ Grajaú) Localizada ao longo da Marginal Pinheiros, conecta o autódromo de Interlagos até o centro do município de Osasco, sendo até o presente o único ponto de integração da Linha 5 - Lilás à malha metroferroviária, na estação Santo Amaro.

Linha 10 - Turquesa: (Luz ↔ Rio Grande da Serra) É consecutiva à Linha 7 - Rubi, sendo também parte da antiga ferrovia São Paulo Railway. Tem seu ponto inicial da estação da Luz e atravessa a região do ABC paulista, tendo o ponto final no município de Rio Grande da Serra.

Linha 11 - Coral: (Luz ↔ Guaianases ↔ Estudantes) Também conhecida como Expresso Leste, corre em paralelo à Linha 3 - Vermelha, formando uma via expressa desde o Tatuapé até Itaquera, possuindo o ponto final em Guaianases. Possui extensão operacional até Mogi das Cruzes.

Linha 12 - Safira: (Brás ↔ Calmon Viana) Cruza toda a região nordeste do município de São Paulo, possuindo o ponto final no município de Itaquaquecetuba. Tem conexões com as linhas 3, 10 e 11.

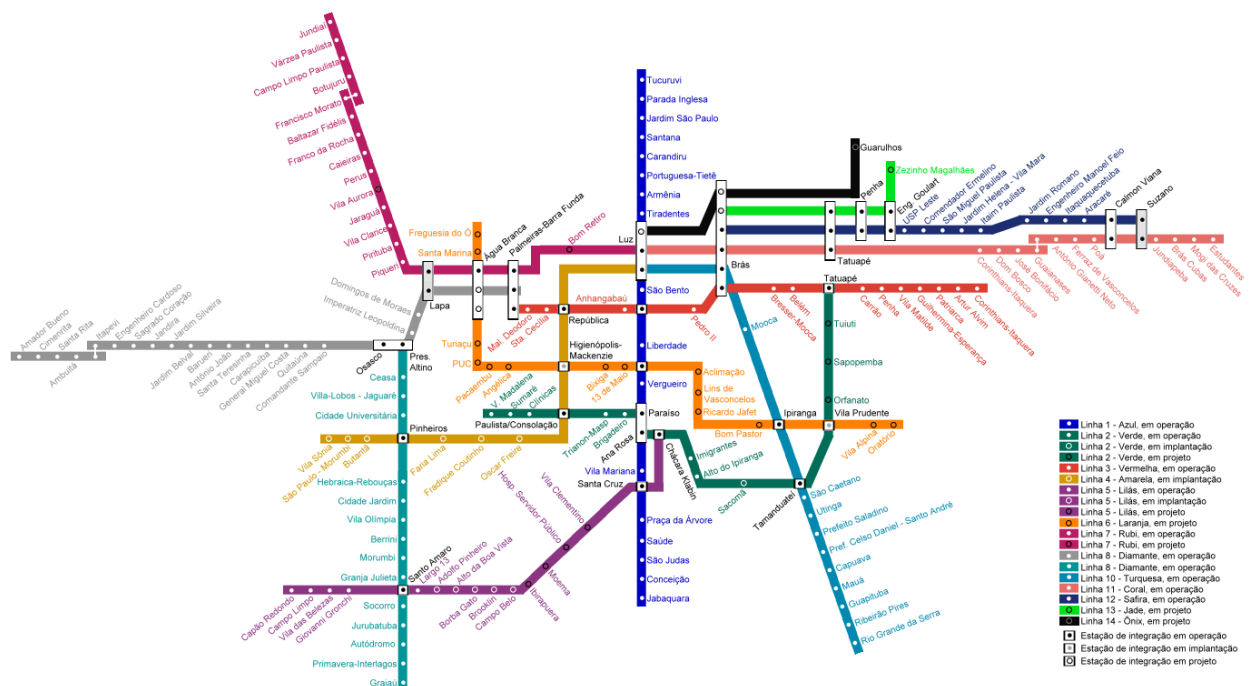


Figura 1: Mapa da rede metro-ferroviária de São Paulo (inclui linhas ainda não construídas ou em construção)
Fonte CPTM

As Externalidades

O pré-projeto do Expresso Aeroporto começou com uma pesquisa socioeconômica dos ganhos e perdas que o empreendimento traria. Normalmente na iniciativa privada só é realizado o estudo de viabilidade econômica. No caso de uma obra em que o Estado participa outros aspectos são também incluídos na avaliação, mensurando os ganhos econômicos diretos e indiretos além dos ganhos sociais, sendo portanto uma análise muito mais abrangente.

Normalmente uma linha de metro por exemplo não é viável economicamente mas é viável em uma análise socioeconômica mais completa e abrangente. O impacto social é de grande interesse para o Estado, já que sua visão primordial é melhorar a vida das pessoas através dos impostos pagos pelos contribuintes.

As políticas de planejamento urbano e regional, associadas ao uso cada vez mais desproporcional do sistema viário, disputado pela circulação do transporte de carga, do transporte individual e do transporte coletivo, passou a gerar situações de ineficiência, cuja face mais visível são os acidentes de trânsito, originados também pela disputa entre diferentes formas de circulação pelo uso do espaço viário, e os

congestionamentos, aos quais são associados a perda de tempo nas viagens, o consumo desnecessário de combustíveis, e a emissão aumentada de poluentes.

A partir da saturação das vias, e a conseqüente dificuldade ou impossibilidade de acesso aos destinos programados, é possível quantificar-se o tempo adicional gasto no deslocamento e o consumo adicional de combustível.

Já o impacto ambiental causado pelo aumento das emissões gerado pelo congestionamento é de mensuração mais difícil, uma vez que pode causar danos à saúde pública, à fauna, à flora e à integridade física de edificações diversas.

No caso dos acidentes, seu impacto envolve as pessoas diretamente afetadas pelo evento, os veículos, a via e o ambiente a ela integrado.

A análise objetiva desses impactos propiciou ao longo dos últimos anos o desenvolvimento de critérios de análise e de quantificação específicos, traduzidos em metodologias de quantificação que pudessem contribuir na valoração econômica das chamadas externalidades negativas causadas pela ausência de sistemas adequados de transporte público.

Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - Ipea, as externalidades no transporte são todos os custos ou benefício que não são pagos ou recebidos pelas pessoas, sendo considerados de forma suplementar ou *externa* aos custos diretos, ou internos previamente assumidos por quem se utiliza do meio de deslocamento.

A lista das externalidades geradas pelo transporte pode ser bem diversa, e variará segundo cada autor, podendo abranger itens como energia, vibrações, geração de lixo, o “efeito barreira” (característica que uma via adquire, ao segregar suas regiões lindeiras, devido ao excesso de volume de tráfego que dela se utiliza), danos ao patrimônio histórico, a expansão urbana, ruídos, poluição ambiental, acidentes, estacionamento, etc. Mas três delas podem ser destacadas, talvez pelos seus efeitos mais evidentes :

- Congestionamentos
- Poluição
- Acidentes.

Na literatura especializada encontraram-se também os seguintes fatores: Poluição do ar, Gasto de Energia, Ruído Poluição da Água, Poluição do Solo, Estacionamento, Lixo Sólido, Vibração, Uso indevido do solo, Valor da terra, Esgotamento de Recursos naturais, Destruição da Paisagem Efeito "barreira", Perda de solo, Impacto visual, Impacto nas Construções Históricas, Perturbação do tráfego Impacto no Valor da propriedade, Expansão urbana

Os custos externos produzidos pelo transporte, e não internalizados na tarifa ou compensados por outra forma, acabam por serem assumidos por toda a sociedade. Isso fica mais evidente com os congestionamentos e acidentes causados pelo excesso de circulação de automóveis, que geram atrasos e emissões de poluentes absorvidas de forma coletiva por toda a população, independente de sua responsabilidade com a origem da causa.

Tabela 2 - exemplos de Custos Internos e Externos em Transportes

Categoria de custos	Internos	Externos
Despesas de Transportes	Aquisição e operação do veículo	Estacionamento pago por terceiros
Infra-estrutura	Impostos	Custos de infra-estrutura não cobertos
Congestionamento	Tempo do usuário	Tempo dos outros usuários
Ambientais	Poluição sofrida pelo usuário	Poluição sofrida pela sociedade
Acidentes	Seguro; custo de acidentes pago pelo usuário.	Custo de acidentes pagos; sofrimento imposto aos demais envolvidos.

Fonte: IPEA, 1998

A medição das externalidades é em geral feita de forma direta, a partir da medição e registro de séries históricas dos itens definidos para quantificação

Um exemplo: no caso dos congestionamentos, pode-se adotar como indicador o tempo gasto no percurso na situação deteriorada em relação ao percurso gasto em situação normal de tráfego, ou o total de combustível gasto para a realização do percurso na situação de congestionamento em comparação com a de tráfego livre.

No caso de acidentes busca-se tipificá-lo em relação à sua ocorrência, com a indicação do local, dia e hora da ocorrência, o tipo do veículo e tipo da lesão causada às vítimas.

No caso da poluição, adota-se a medição de cada um dos poluentes emitidos por cada tipo de veículo.

Para a valoração das externalidades é necessário o desenvolvimento de metodologias de dimensionamento da expressão econômica de itens que em geral não são objeto de quantificação (danos à imagem de uma via ou bairro, por ex).

Para a valoração dos congestionamentos, pode-se

partir da soma do tempo gasto nos percursos, utilizando-se como referência a hora-salário vinculada à ocupação das pessoas prejudicadas com o aumento dos tempos de percurso.

No caso de uma ligação aeroportuária este valor é relevante, pois a hora de trabalho das pessoas que viajam de avião no Brasil gira em torno de R\$30,00, uma média bem maior que a média da população que é de R\$7,00 por hora de acordo com o IBGE.

Para a valoração da poluição, podem se relacionar os níveis de concentração de poluentes com a ocorrência de doenças respiratórias, seu período de tratamento e o custo associado. Também podem ser analisados os efeitos dos poluentes na fauna e flora local.

Existem estudos que visam analisar o custo total do transporte para a sociedade, visando avaliar os custos internos e externos, quem se beneficia e quem paga pelos investimentos em transporte.

O estudo “Trens de Passageiros de Longo Percurso” da AD-Trem Vasconcellos cita o estudo de Littman, (1996) que desenvolve uma metodologia visando valorar os custos externos (arcados por terceiros) e internos, (arcados pelo usuário) tangíveis e intangíveis, fixos ou variáveis, valorizados ou não pelo mercado. Analisar e mensurar detalhadamente todos os ganhos e perdas de uma obra como o Expresso Aeroporto foge ao escopo deste Trabalho de Conclusão de Curso
São esses os custos citados:

Tabela 3 - Custos

Custo	Pertinencia	Comportamento	Natureza
Propriedade do veículo	Interna	Fixo	de mercado
Operação do veículo	Interna	Variável	de mercado
Subsídios de operação	Externo	Fixo	de mercado
Tempo de viagem	Interna	Variável	fora do mercado
Acidente interno	interna	Variável	fora do mercado
Acidente externo	Externo	Variável	fora do mercado
Congestionamento	Externo	Variável	de mercado
Equipamento viário	Externo	Variável	de mercado
Valor de terra na via	Externo	Variável	de mercado
Serviços Municipais	Externo	Variável	de mercado
Valor da oferta de transporte	Externo	Variável	fora do mercado
Poluição atmosférica	Externo	Variável	fora do mercado

Ruído	Externo	Variável	fora do mercado
Consumo de recursos	Externo	Variável	fora do mercado
Efeito "barreira"	Externo	Variável	fora do mercado
Impactos no uso solo	Externo	Variável	fora do mercado
poluição da água	Externo	Variável	fora do mercado
Disposição de detritos	Externo	Variável	fora do mercado

Fonte: Vasconcellos, Eduardo

Outra metodologia muito utilizada e também citada pelo mesmo estudo é a de Miller e Moffet (1993), que separa os custos em três grupos:

- Custos pessoais (cobertos pelo próprio usuário)
- Custos governamentais, através de investimentos orçamentários em infra-estrutura, e subsídios na operação.
- Custos da Sociedade, arcados pela população, através dos efeitos da poluição, acidentes, etc.

2. REVITALIZAÇÃO DO TRANSPORTE FERROVIÁRIO

As análises apresentadas até este ponto comprovam que o modelo adotado pelo Brasil, de privilegiar o transporte rodoviário em detrimento do ferroviário, dá claros sinais de esgotamento com o estrangulamento das cidades e as conexões entre elas, a precariedade da maioria das estradas e rodovias, os problemas que os aeroportos nacionais enfrentam e os gastos com as externalidades que foram explicadas no item anterior. O Brasil gasta, por exemplo, 22 bilhões de reais apenas com mortes no trânsito, que contabilizaram cerca de 35 mil apenas em 2007.

Sem os trens os outros meios de transporte não estão conseguindo atender a demanda crescente do país.

É preciso então desenvolver um novo modelo de transporte interurbano de passageiros. Como atualmente não há nenhum destes trens em operação no Brasil excetuando-se as duas linhas em operação pela companhia VALE é preciso analisar os obstáculos que precisam ser superados para que o transporte ferroviário de passageiros possa ressurgir e ter uma participação relevante na matriz de transporte nacional.

No mesmo período em que os trens foram abandonados pelo Brasil, este avançou muito no resto do mundo. Apenas na Europa existem 4700 km de TAV – Trens de Alta Velocidade, sendo que em 2020 serão 9000, atualmente 1253 km estão em construção.

Portanto a tecnologia se desenvolveu e as opções de trens são inúmeras, assim como as oportunidades.

É neste contexto que o Expresso Aeroporto surge como um trem pioneiro, que pode dar início a esta revolução.

As linhas de trens atendem a diversas demandas, desafogar eixos com problemas de saturação, reordenar o desenvolvimento, diminuir a qualificação ambiental.

Antes de desenvolver uma nova linha deve-se entender que o trem é um meio e não um fim, este deve ter uma função.

Observando os projetos implantados nos últimos anos no resto do mundo podem-se identificar quatro grandes funções para linhas de trem:

- Ligações Aeroportuárias

- Desafogar as cidades

- Incentivar o turismo

- Desenvolver eixos regionais

No caso do projeto do Expresso Aeroporto, a linha tem várias funções: é uma linha aeroportuária que contribui mesmo que de forma moderada para desafogar a cidade de São Paulo em algumas artérias (como a Marginal Tiete), incentiva o turismo tendo em vista que São Paulo é uma cidade com um amplo turismo de negócios e cultural. O Trem de Guarulhos que será construído ao longo do Expresso Aeroporto é um trem que tem como função desenvolver mais a região da cidade de Guarulhos.

Tendo definido a função da linha pode-se definir a sua velocidade, o numero de paradas e de quanto será a tarifa. O próximo item a ser definido então é o tipo de trem.

O tipo de trem afetará o número de passageiros, a necessidade de investimento público e privado e a necessidade de transferência de tecnologia.

Atualmente há uma série de problemas que impedem o desenvolvimento do transporte interurbano de passageiros. Muitos destes problemas decorrem das peculiaridades do setor ferroviário que fazem com que o seu desenvolvimento seja muito mais complexo do que o de outros modais, como o automobilístico. Podem-se citar as seguintes:

O modal ferroviário é um sistema complexo e integrado de diferentes elementos: infra-estrutura, material rodante, sinalização, tração, etc.

Diferentemente das concessões rodoviárias, a obra civil e as empresas ligadas a esse setor (construtoras) têm menor relevância.

É necessária uma visão ao longo prazo na operação ferroviária.

Deve-se levar em consideração a especificidade do setor ferroviário nos próprios editais das licitações. O edital pode ser muito específico e eliminar muitas empresas ou ser muito abrangente o que faz com que as propostas não sejam

aproveitadas, o que ocorreu com os primeiros projetos apresentados para o Expresso Aeroporto.

A malha ferroviária brasileira de longa distância, a partir de 1994 passou a ser operada, com muito sucesso, por novos concessionários ferroviários de carga privados. Empresas como a MRS Logística e a ALL são atualmente algumas das empresas mais valorizadas na Bovespa. Enquanto isso houve um crescente investimento público no transporte urbano de passageiros deu um grande impulso à indústria ferroviária nacional. O desenvolvimento da indústria gera a possibilidade de parcerias na implantação de novas linhas.

A principal questão, no entanto quando se discute a retomada dos trens interurbanos de passageiros é a sua viabilidade financeira. Basicamente são três modelos de financiamento de uma linha de trem de passageiros:

Modelo público de investimento direto: é o sistema tradicional. Enfrenta dificuldades por causa dos limites ao endividamento público.

Modelo privado: O setor ferroviário de passageiros não apresenta rentabilidade

Modelos mistos: permitem combinar as vantagens de ambos os modelos

É consenso atualmente entre o setor público em geral e o setor privado que os trens interurbanos só serão viáveis se o modelo misto for adotado.

Os principais problemas e riscos para atrair a iniciativa privada, de acordo com as empresas consultadas são:

- A necessidade de Capital Intensivo
- Longo prazo de Maturação
- Difícil equacionamento financeiro
- Baixas margens Operacionais
- Necessidade de Escala
- Falta de Marco Regulatório

Sendo os principais riscos:

- Determinação da demanda
- Investimento (meio ambiente, engenharia, equipamentos, etc)
- Operacional (gestão administrativa, de custos, performance, etc)
- Institucional/Legal (enquadramento à legislação)
- Político (interferências políticas, arbitragem de tarifas, etc.)
- Cambial (descasamento entre passivos e ativos)

O Estado na tentativa de resolver os problemas enumerados passou a desenvolver planos de revitalização das ferrovias.

Em 1997 o BNDES patrocinou um estudo que avaliasse o potencial da malha existente para o transporte regional, contratando a COPPE/UFRJ para esse fim.

Descobriu-se 64 trechos com vocação para o transporte regional de passageiros. Destes 14 foram selecionados para detalhamento e implantação.

As linhas escolhidas além de obedecerem a critérios técnicos também tiveram que possuir alguns pré-requisitos:

- Devem gerar revitalização urbana, requalificação dos espaços públicos e dinamizar da economia regional
- O material rodante deve ser produzido no país
- Os motores devem ser híbridos ou a gás natural
- O transporte deve ser seguro, pontual e de qualidade
- A operação deve ser privada

O BNDES também determinou uma série de itens que no caso da implantação de uma linha de trens interurbanos, podem ser financiados junto ao banco:

- Planos Diretores, globais e temáticos
- Racionalização e integração dos sistemas
- Sistemas de bilhetagem e controle operacional
- Pesquisas O/D
- Infra-estrutura viária e via permanente
- Estações e terminais
- Frota (ônibus, trens, metrô, bondes, barcas)
- Rede elétrica e subestações
- Cicloviárias e bicicletários
- Melhoria de acessibilidade para deficientes
- Sinalização semafórica, vertical e horizontal
- Sistemas de controle operacional e de velocidade
- Informatização; instalação e modernização de CCOs
- Estruturação de órgãos gestores de transporte e trânsito

A questão do financiamento é importante, porém para um projeto ser viável economicamente é preciso que este projeto seja rentável. Se o projeto não tiver uma Taxa de Atratividade acima da definida como mínima pela iniciativa privada, não haverá interesse no projeto. Por causa disso é essencial definir um modelo de PPP que permita que a iniciativa privada tenha lucros com a construção e operação da linha.

Foi por causa deste fato que se começou a pesquisar quais os tipos de linhas de trens interurbanos são mais rentáveis. O desenvolvimento de um projeto de uma linha rentável pode gerar o surgimento de outros projetos. Através dessa pesquisa chegou-se aos Expressos Aeroportos.

O Modelo de Trem Expresso Aeroporto

Uma ligação aeroporto-cidade por trilhos é um método de transporte direto entre um aeroporto e o centro populacional que este atende. É uma forma de transporte público em oposto às soluções de transporte privado mais comuns para este tipo de viagem. Estas linhas diretas podem ser no modelo de trens de metro, VLT, trens de alta velocidade ou outra tecnologia.

Ligações diretas com aeroportos têm a vantagem de evitar gastos com estacionamento e gastos de tempo uma vez que é uma alternativa mais rápida para se chegar ao aeroporto e costumam oferecer o serviço de check-in na própria estação. Outra vantagem é o acesso do usuário com a rede de transporte metropolitano da cidade.

Este tipo de ligação é muito comum na Europa e no Japão, porém nos últimos anos o modelo se popularizou por diversos países no mundo inteiro.

Basicamente, existe a necessidade de uma ligação aeroportuária regiões que são densamente povoadas, com problemas de congestionamento, com uma grande distancia do centro da cidade até o aeroporto e grandes volumes de passageiros. Através de uma análise preliminar pode-se concluir que a Cidade de São Paulo é uma candidata natural pára este tipo de transporte.

Foi a partir desta premissa que no ano 2000 os primeiros estudos começaram a ser feitos para a elaboração do projeto de um Expresso Aeroporto para a Cidade de São Paulo.

A pesquisa para o desenvolvimento de um modelo de ligação aeroportuária que suprisse as necessidades que haviam sido identificadas em um primeiro momento inclui uma extensa busca por modelos implantados em outras cidades do mundo. Esta pesquisa busca identificar elementos similares entre projetos já implantados e o pré-projeto do Expresso Aeroporto da cidade de São Paulo.

Esta pesquisa levou ao descobrimento da I.A.R.O. – International Air Rail Link Organization, uma organização que busca difundir as melhores práticas entre ligações aeroportuárias de todo o mundo. Atualmente cerca de 50 organizações são membros, dentre empresas de engenharia, fundos de investimentos, governos, consórcios que administram ligações aeroportuárias e ONGs.

O crescimento das cidades, gerando concentrações populacionais cada vez maiores, acompanhada de um aumento do número de viagens fez com que cada vez mais as cidades comesçassem a considerar ligações aeroportuárias como solução para o problema de acesso ao aeroporto.

Atualmente existem cerca de 120 ligações aeroportuárias no mundo. Porém nem todas são iguais. Podem-se classificá-las nos seguintes grupos:

- **Expressos Aeroportos:** ligação direta entre o Aeroporto e o centro populacional, na grande maioria dos casos sem paradas intermediárias. Neste caso o vagão e o serviço do Expresso atendem apenas os passageiros do expresso. O trem neste caso corre por uma linha própria e a estação que está no centro da cidade não precisa obrigatoriamente estar próxima de uma estação da rede metropolitana, apesar de ser algo desejável. Pode-se citar como exemplo o primeiro Airport Express do mundo, o Heathrow Express. O custo da tarifa também é específico para os usuários do expresso, não sendo influenciado pelo preço de outras passagens. A administração também é exclusiva, não estando sujeita aos administradores de linhas interurbanas e metropolitanas. Porém existem casos onde a administradora do expresso administra outras linhas também.
- **Trens de linhas de alta velocidade:** o aeroporto está próximo ou possui uma estação que o conecta com uma linha interurbana de alta velocidade, como as linhas dos TGVs na França. O vagão e o serviço não são exclusivos e pertencem à rede interurbana.
- **Trens de linhas regionais:** muito semelhante ao anterior, porém neste caso os trens não são de alta velocidade.
- **Metro:** o aeroporto se conecta à rede metropolitana através de uma estação de metro. O vagão e o serviço não são exclusivos.
- **VLTs metropolitanos:** semelhante ao metro porém neste caso os trens são Veículos Leves de Transporte e não trens de metro.

A adoção de um ou outro modelo depende de uma série de variáveis. Atualmente a distribuição de modelos se dá da seguinte forma:

Expressos Aeroportos: 14

Trens de linhas de alta velocidade: 9

Trens de linhas regionais: 44

Metro: 45

VLTs: 57

Uma importante análise quando se estuda um empreendimento como este é a identificação dos possíveis beneficiários e como estes serão beneficiados. No caso do

Expresso Aeroporto pode-se identificar os seguintes beneficiários:

Aeroporto de Cumbica: que ganha um novo e rápido serviço de acesso

As **companhias aéreas:** que passam a oferecer uma melhor experiência para seus passageiros. No caso do Arlanda Express na Suécia, a reputação do Airport Express é tão boa com público que seu lema é “Part of the Flight”, ou seja, “Parte do voo”.

A **empresa ou consórcio** que opera a linha de trem que pode cobrar taxas premium e fazer do serviço lucrativo não só socioeconomicamente mas também apenas do ponto de vista econômico.

A **Cidade de São Paulo** que ganha em duas frentes: o novo empreendimento gera desenvolvimento econômico com a geração de empregos e investimentos na cidade e os ganhos de imagem e reputação, já que o expresso e a estação serão um novo cartão de boas vindas para a cidade.

Os **donos das terras** próximas ao Expresso Aeroporto ganham com a valorização

Os **funcionários do Aeroporto** que ganham uma nova opção de transporte.

Os **usuários do aeroporto** que ganham um novo meio de transporte rápido, eficiente, de alto nível e seguro.

Os **cidadãos da RMSP** que ganham um novo meio de transporte e ganham com a diminuição do trânsito, uma vez que menos pessoas usarão o veículo próprio, táxi ou ônibus para se dirigirem até o aeroporto, desta forma impactando positivamente no trânsito da Marginal Tietê e da Rodovia Hélio Smidt. trânsito que diminui com os passageiros que passarão a usar o expresso no lugar de táxis, ônibus e veículos próprios. Há também o ganho de saúde e para o meio ambiente, já que com menos carros circulando pelas ruas diminui a emissão de gás carbônico na atmosfera. É consequência disso os ganhos de saúde da população em geral.

Uma questão essencial no projeto do Expresso Aeroporto é o financiamento. Quem deve arcar com os custos da obra? Teoricamente são os beneficiários que deveriam pagar pelo empreendimento, já que se pode listar os seguintes beneficiários:

Governo Federal

Governo Estadual

Concessionária

Aeroporto

Linhas aéreas

Governo Municipal

Donos de terras

Porém uma análise dos modelos adotados em outros países mostra que na verdade estes são os agentes que acabam financiando o empreendimento:

Tabela 4 – Financiamento do Expresso Aeroporto

Financiador	Porque?	Como?
Governo: Federal, Estadual	Ganhos econômicos, de meio ambiente e de imagem	Impostos normais, impostos especiais
Bancos	Retorno financeiro	empréstimos
Companhias aéreas	Investimento estratégico, retorno financeiro e agrega valor para a viagem	Regulação direta, investimento

A análise dos beneficiários e dos financiadores é importante para definir quem poderá construir o Expresso Aeroporto de São Paulo.

Há muitas formas de se construir uma ligação aeroportuária. Não existe uma fórmula correta, principalmente porque uma cidade nunca é igual a outra.

Existem Expressos Aeroportos que cobram cerca de US\$ 30,00 por uma passagem e que possuem um market share em relação ao número de pessoas que utilizam o aeroporto bem maior do que algumas linhas de metro que se estendem até o aeroporto e cobram apenas um décimo do mesmo valor. No caso do Heathrow Airport se tem as duas opções de transporte e as pessoas acabam preferindo a mais cara. Isto quer dizer que este é um empreendimento comercial, e sendo assim deve oferecer um serviço que atenda às necessidades e vontades do cliente.

Deve-se, portanto fazer uma pesquisa de mercado e buscar as melhores práticas das conexões aeroportuárias existentes no mundo e cruzando os dados com as informações de casos de sucesso de forma a elaborar uma lista com práticas de sucesso que podem ser aplicadas no Expresso Aeroporto São Paulo

Tabela 5: Market Share das conexões aeroportuárias (de acordo com o número de pessoas que freqüentam o aeroporto, incluindo funcionários)

Estados Unidos	
Aeroporto	Market Share(%)
Washington/ Reagan	14
Atlanta/Hartsfield	8
Chicago/Midway	8
Boston/Logan	6
San Francisco/Oakland	4
Chicago/O´Hare	4
St. Louis/Lambert	3
Cleveland	3
Philadelphia	2
Miami/International	1
Washington/Baltimore	1
Los Angeles/International	1

Europa/Ásia	
Aeroporto	Market Share(%)
Oslo	43
Tokyo/Narita	36
Geneva	35
Zurique	34
Munique	31
Frankfurt/Main	27
London/Stansted	27
Amsterdam	25
London/Heathrow	25
Hong Kong/Chek Lap Kok	24
London/Gatwick	20
Paris/de Gaulle	20
Brussels/Zavendam	11
Paris/Orly	6

FONTE: Livro Airport Systems - Planning, Design and Management. Página 706. Dados obtidos da Leigh, Fisher Associates et. al. 2000, pp. 4 e 19.

A implantação de um Expresso Aeroporto em São Paulo deve também analisar o Aeroporto à qual este pretende atender de forma a analisar as peculiaridades e os tipos de viagem que este recebe. Esta análise esta mais detalhada no item a seguir

O Aeroporto de Cumbica

O Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos – Governador André Franco Montoro, conhecido também por Aeroporto Internacional de Cumbica é o principal e o mais movimentado aeroporto do Brasil, localizado na cidade de Guarulhos, no bairro de Cumbica, distante 25 quilômetros do centro de São Paulo, principal metrópole que o aeroporto serve. Funciona como aeroporto internacional de São Paulo e como aeroporto para distâncias maiores que mil quilômetros da capital paulista.

O Aeroporto é classificado como um hub na América Latina, que em uma tradução livre quer dizer plataforma giratória de vôos. Um hub é um aeroporto que se destaca no contexto de um país ou região como foco de grande número de vôos.

Cumbica é o maior aeroporto do Brasil e o segundo maior do Hemisfério Sul em vôos internacionais, atrás apenas do Aeroporto Internacional de Sydney. No transporte de carga, é o maior da América Latina e ocupa a 36ª posição entre os mais movimentados do mundo. Apesar destes números, é o terceiro maior aeroporto do mundo em número de vôos atrasados, segundo pesquisa realizada pela revista Forbes em janeiro de 2008.

Com uma área de 14 km², dos quais 5 km² é área urbanizada, o complexo aeroportuário conta com um sistema de acesso viário próprio. A Rodovia Helio Smidt se estende por parte do perímetro do aeroporto, tendo ligação com as rodovias Presidente Dutra e Ayrton Senna.

Toda estrutura para passageiros é dividida em dois terminais (TPS1 e TPS2) com 260 balcões de check-in, onde as atividades operacionais funcionam 24 horas por dia. Operam 37 companhias aéreas nacionais e internacionais, voando para 23 países em mais de 100 cidades do Brasil e do mundo.

No Plano Diretor do aeroporto está prevista a construção de mais dois terminais de passageiros (TPS 3 e TPS 4) e uma terceira pista adicional às duas já existentes, atingindo a capacidade máxima de expansão para processamento de vôos, passageiros e carga

Obtiveram-se junto à Infraero os seguintes dados sobre o Aeroporto de Cumbica:

Tabela 6 : Informações do Aeroporto de Cumbica

Aeronaves		Passageiros	
Ano	Quantidade	Ano	Quantidade
2002	160.451	2002	11.902.990
2003	139.038	2003	11.581.034
2004	149.497	2004	12.940.193
2005	154.339	2005	15.834.797
2006	154.948	2006	15.759.181

Sítio Aeroportuário	
Área:	13.774.086,00 m ²
Pátio das Aeronaves	
Área:	468.110 m ²
Pista	
Dimensões(m):	3.700 x 45 e 3.000 x 45
Terminal de Passageiros	
Capacidade/Ano:	TPS I: 8.250.000 e TPS II: 8.250.000
Área(m ²):	TPS I: 87.850 e TPS II: 91.940
Estacionamento	
Capacidade:	3.098
Balcões de Check-in	
Número:	260
Estacionamento de Aeronaves	
Nº de Posições:	66

Fonte: Infraero

A terceira pista do Aeroporto de Guarulhos estava prevista para já estar operando desde 1998 de acordo com o Plano Diretor. Com um comprimento previsto de 1800 metros, em uma área que possibilita uma eventual futura ampliação de 200 metros para cada lado. Em junho de 2001, o Conselho de Administração da Infraero aprovou o projeto da terceira pista, mas a sua construção ainda continua sem previsão de início.

Segundo levantamentos da Infraero, hoje a construção atingiria 5,5 mil famílias nos bairros guarulhenses de Jardim dos Eucaliptos/Malvinas, Jardim Novo Portugal, Cidade Seródio, Haroldo Veloso, Jardim Santa Lídia, Jardim Marilena e Jardim Planalto. As obras não fazem parte do Programa de Aceleração do Crescimento e, portanto, deverão vir de recursos próprios da estatal que administra os aeroportos brasileiros.

Após o acidente com voo TAM 3054, em 17 de julho de 2007, parte dos voos do Aeroporto de Congonhas foi transferida para Guarulhos, o que o tornou o mais movimentado do Brasil e a discussão para construção da terceira pista foi reaccesa.

De acordo com o Diretor de Engenharia da Infraero, Dr. Severino Pereira de Rezende Filho, durante Seminário da Revista Ferroviária, a terceira pista não será construída devido ao seu baixo comprimento, que permitiria apenas o pouso de aeronaves de pequeno porte. Estas aeronaves não são o foco atual do aeroporto de Guarulhos e, portanto a sua construção foi abandonada. “O custo é muito alto para o ganho”, de acordo com o Dr. Severino.

Com capacidade prevista inicialmente para 7,5 milhões de passageiros por ano, o Terminal 3 estava agendado para entrar em operação em 1998. Nesse meio tempo, um novo Plano Diretor do aeroporto foi elaborado, que redimensionou a capacidade do TPS3 para 12 milhões de passageiros ao ano. Com construção dividida em quatro fases, o terceiro terminal terá 165 mil metros quadrados, 192 balcões de check-in e 22 pontes de embarque. As obras incluem ainda a construção de um pátio que comportará 33 aeronaves, um edifício-garagem para 4,5 mil veículos e remodelação do sistema viário interno.

Na manhã de 10 de janeiro de 2005, em audiência com Geraldo Alckmin, o então presidente da Infraero, Carlos Wilson, informou que a estatal condicionará a ampliação de Cumbica à construção de uma ligação férrea até aeroporto, pois somente o acesso por meio rodoviário existente, não teria condição de atender a nova demanda de passageiros. O projeto do Expresso Aeroporto foi então reiniciado.

Em 12 de junho de 2007, um novo decreto assinado pelo governador José Serra redefiniu as áreas de desapropriação para construção do TPS3. A obra fazendo parte do Programa de Aceleração do Crescimento, é a mais cara do orçamento para investimento na modernização dos 20 principais aeroportos brasileiros. A última previsão é que estaria pronto em 2010 e entraria em plena capacidade em 2015.

O Terminal 4 de acordo com o primeiro Plano Diretor, já deveria estar operando junto com o Terminal 3 em 1998 e teria capacidade de processamento de 7,5 milhões de passageiros/ano. Mas com a elaboração do novo projeto de ampliação, essa unidade do complexo aeroportuário foi dimensionada para atender 12 milhões de passageiros por ano, ou seja, terá as mesmas características do Terminal 3. Tem com inauguração prevista para o ano 2020, onde entraria em plena capacidade em 2025.

3. O PROJETO DO EXPRESSO AEROPORTO – TREM DE GUARULHOS

Na busca por juma projeto que fosse rentável e pudesse trazer de volta o modelo de trens de passageiros, além de expandir o transporte metropolitano, a CPTM divulgou no ano 2000 o projeto do Expresso Aeroporto e o Trem de Guarulhos, dois projetos sobrepostos voltados para as cidades de São Paulo e Guarulhos, ambas no Estado de São Paulo. Juntos, demandarão investimentos da ordem de R\$1,5 bilhões de reais.

O primeiro é um serviço diferenciado com tarifa livre para aqueles que se dirigem ao Aeroporto Internacional Governador Franco Montoro, em Guarulhos.

O segundo é, um projeto social com tarifa regulamentada, pretende oferecer um sistema de transporte de alta capacidade para a população da Região Metropolitana.

Em se tratando de um projeto de engenharia, é válido citar todas as etapas que compõem um projeto de Expresso Aeroporto de acordo com a I.A.R.O.:

1. Estudo de Viabilidade Econômica e Financeira
2. Audiência pública
3. Prospecção de possíveis interessados na Outorga
4. Definição do processo de licitação e editais
5. Definição do ganhador
6. Captação de financiamento
7. Fabricação de trens e execução de obras de melhorias
8. Obtenção da outorga
9. Testes
10. Entrada em operação

Na fase preliminar do projeto entre 2000 e 2003, a CPTM elaborou a concepção e o Plano Funcional, estabeleceu as Diretrizes Técnicas, fez simulações de circulações, realizou a avaliação financeira e Institucional preliminar. A ação mais importante desta fase foi a pesquisa de mercado realizada pela Toledo & Toledo Associados. Os resultados da pesquisa estão apresentados a seguir:

Tabela 7: Conjunto de Tabelas da Pesquisa de Mercado

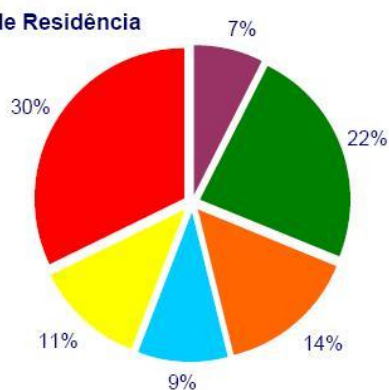
PESQUISA	
1ª Fase: Qualitativa	
Viajantes	
Grupo 01	Masculino
Grupo 02	Feminino
Acompanhantes	
Grupo 03	Masculino
Grupo 04	Feminino
Funcionários	
Grupo 05	Masculino
Grupo 06	Feminino

2ª Fase: Quantitativa	
Viajantes	1582
Acompanhantes	418
Funcionários	400

Caracterização dos usuários	
Origem dos deslocamentos	
Residencia	81%
Flat/Hotel	14%
Casa de amigos	7%
Trabalho	10%
Outros	4%

Obs: A soma ultrapassa os 100% pois os usuários podiam votar em mais de uma categoria.

Local de Residência



Local de Trabalho



Caracterização dos usuários	
masculino	64,0%
entre 20 e 39 anos de idade	58,0%
casados	46,0%
com grau superior completo	45,0%
com colegial completo e superior incompleto	40,0%
pertencem a classe A e B	75,0%
pertencem ao setor de serviços	19,0%
ao setor da indústria	11,0%
são autônomos	14,0%
possuem automóvel e casa própria, computador e acesso a internet	70,0%

Local de Trabalho (usuário)	
Norte	3,0%
Sul	19,0%
Leste	13,0%
Centro	5,0%
Oeste	7,0%
Outros Municípios e Estados	27,0%

Pretensão de usar o trem	Viajantes	Acompanhantes	Total	Funcionários
Certamente	62,00%	60,00%	62,00%	59,00%
Provavelmente	24,00%	25,00%	24,00%	18,00%
Total	86,00%	85,00%	86,00%	17,00%

Elasticidade da Tarifa(R\$)	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00	30,00	35,00
Viajante	99,00%	89,00%	70,00%	56,00%	31,00%	16,00%	9,00%
Acompanhante	97,00%	75,00%	54,00%	43,00%	22,00%	0,00%	5,00%

Elasticidade da Tarifa (R\$)	5,00	6,00	8,00	10,00	15,00	20,00	25,00
Funcionários	52,00%	18,00%	12,00%	10,00%	3,00%	1,00%	1,00%

Para os funcionários que não pagariam nenhum dos valores acima mencionados, a valor médio da passagem a ser pago seria de R\$ 2,40.

Modo	Percurso	Tempo(min)	Tarifa(R\$)
Trem	Aeroporto-BFU	20	20,00
Taxi	Aeroporto-BFU	65	60,00
Onibus	Aeroporto-Eldorado	80	14,00

Estimativas de Demanda

Pesquisa Quantitativa (em 2002)	
Movimento do Aeroporto considerando 360 dias ao ano	13.000.000 passageiros/ano 36.000 passageiros/dia
Relação entre viajantes/acompanhantes	0,7
Estimativa	19.640 passageiros/dia potencial realista
Preferencia pelo uso do trem	27.465 passageiros/dia potencial realista

Análise da Pesquisa Quantitativa	
Movimento do Aeroporto considerando 360 dias ao ano	15.000.000 passageiros/ano 42.000 passageiros/dia
Relação entre viajantes/acompanhantes	0,2
Estimativa	20.000 passageiros/dia potencial realista

$$20.000 = (40\% * 42.000) * 1,2$$

Comparativo de ligações ferroviárias entre Aeroportos

País	Cidade-Aeroporto	Extensão(Km)	Demanda Aeroporto	Demanda Captada	%
Suécia	Estocolmo/Arlanda	39	70.000	14.000	20,0%
Holanda	Amsterdam	15	40.000	8.400	21,0%
Alemanha	Frankfurt	12	135.000	37.800	28,0%
Inglaterra	Londres/Gatwick	45	77.000	20.000	26,0%
Inglaterra	Londres/Heathrow	23	140.000	29.400	21,0%
França	Paris/Charles de Gaulle	23	96.000	12.500	13,0%
USA	Washington/Reagan	7	43.000	6.000	14,0%
Brasil	São Paulo/Guarulhos	30	85.000	20.000	23,0%

	Inicial	Intermediária	Final
Demanda(Mil pass/dia)	20	39	55
Seção Crítica(Pass/hora/sentido)	1560	3000	4290
Intervalo entre trens(Minutos)	12	12	6
Frota	4 trens de 4 carros	4 trens de 8 carros	8 trens de 8 carros

Oferta:

Inicial: 5 trens x 300 pass = 1.500 pass/hora

Intermediária: 5 trens x 600 pass = 3.000 pass/hora

Final: 10 trens x 600 pass = 6.000 pass/hora

A concepção proposta feita pela CPTM foi a seguinte:

O projeto da Linha 14 - Ônix seguiria as seguintes diretrizes:

- Aproveitamento da faixa ferroviária
- Ligação ponto a ponto com serviço dedicado
- Via exclusiva
- Terminal central aeroportuário
- Tempo de viagem de 20 minutos
- Oferta: passageiros sentados com alto padrão de conforto
- Possibilidade de receitas alternativas e de projetos / empreendimentos associados

Ao apresentar o projeto para o conselho gestor, a CPTM explicou a relevância do projeto pelo fato de que o Expresso Aeroporto seria um transporte ferroviário rápido, seguro,

confortável e confiável ligando o aeroporto ao centro de São Paulo. O Tempo de viagem seria de 20 minutos.

Viabilizaria a ampliação da capacidade do aeroporto, principalmente para possibilitar a transferência de vôos nacionais de Congonhas para Guarulhos.

É um projeto estratégico para a afirmação e consolidação da vocação e imagem da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP como centro de negócios internacionais (um “cartão de visitas”).

É uma infra-estrutura de acesso de alto nível, beneficiando empreendimentos de grande porte, como feiras internacionais, eventos culturais e esportivos com a geração de novas oportunidades de negócios, empregos, renda e arrecadação para o Estado.

No caso da Linha 13 – Jade (Trem de Guarulhos), os argumentos apresentados foram de que a linha vai gerar uma redução de mais de 100 ônibus e 20 mil carros por dia na marginal do Tietê.

Vai reduzir o número de acidentes em aproximadamente R\$18 milhões por ano.

Vai trazer maior rapidez, confiabilidade, conforto, e segurança para os deslocamentos entre o centro da capital e Guarulhos, resultando em economia de 30 milhões de horas por ano (R\$71 milhões/ano)

Maior regularidade em relação aos horários, menos sujeito a retardamentos do que o percurso em vias urbanas congestionadas, com acidentes, alagamentos e outros incidentes.

Projeto apresentado:

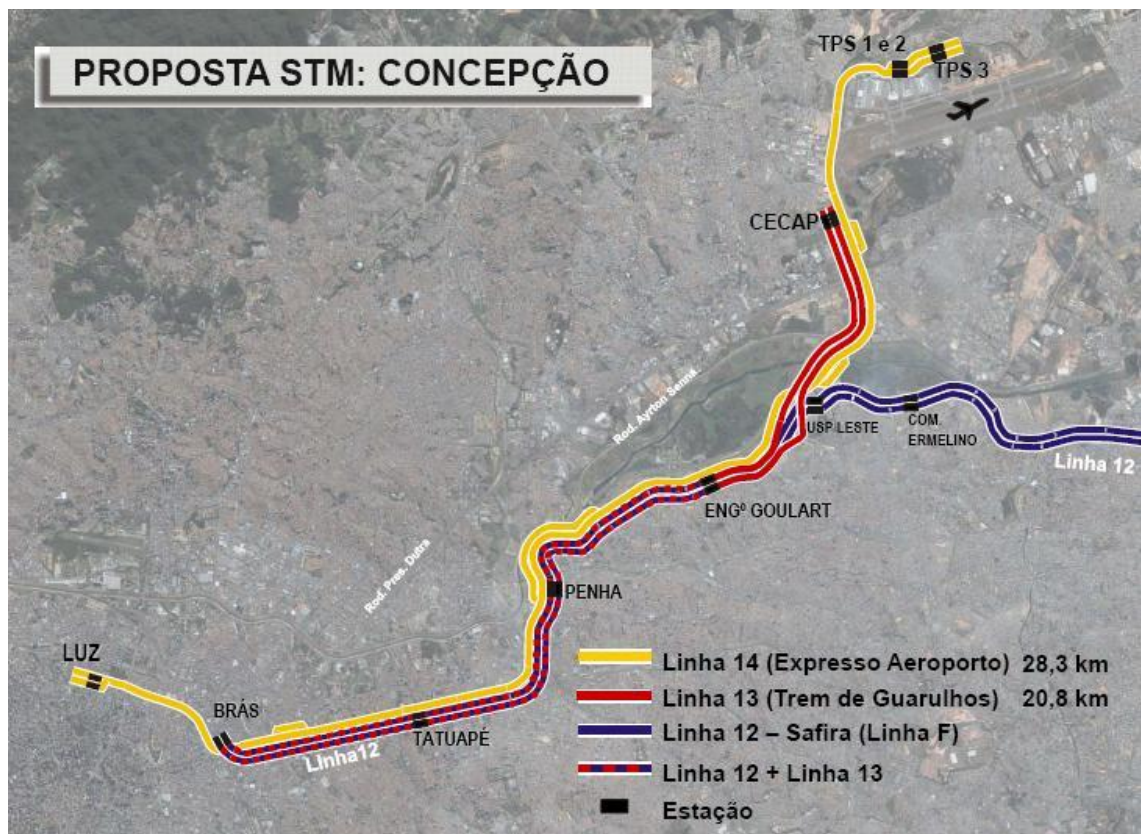


Figura 2 : Concepção apresentada pela CPTM – Fonte: CPTM

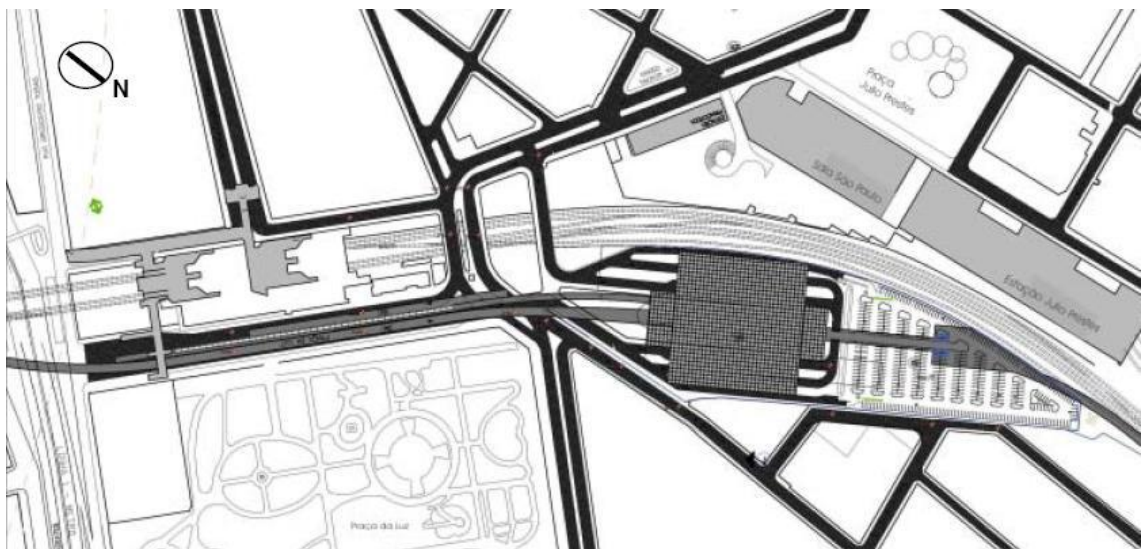


Figura 3 : Desenho do Terminal Luz – Fonte: CPTM

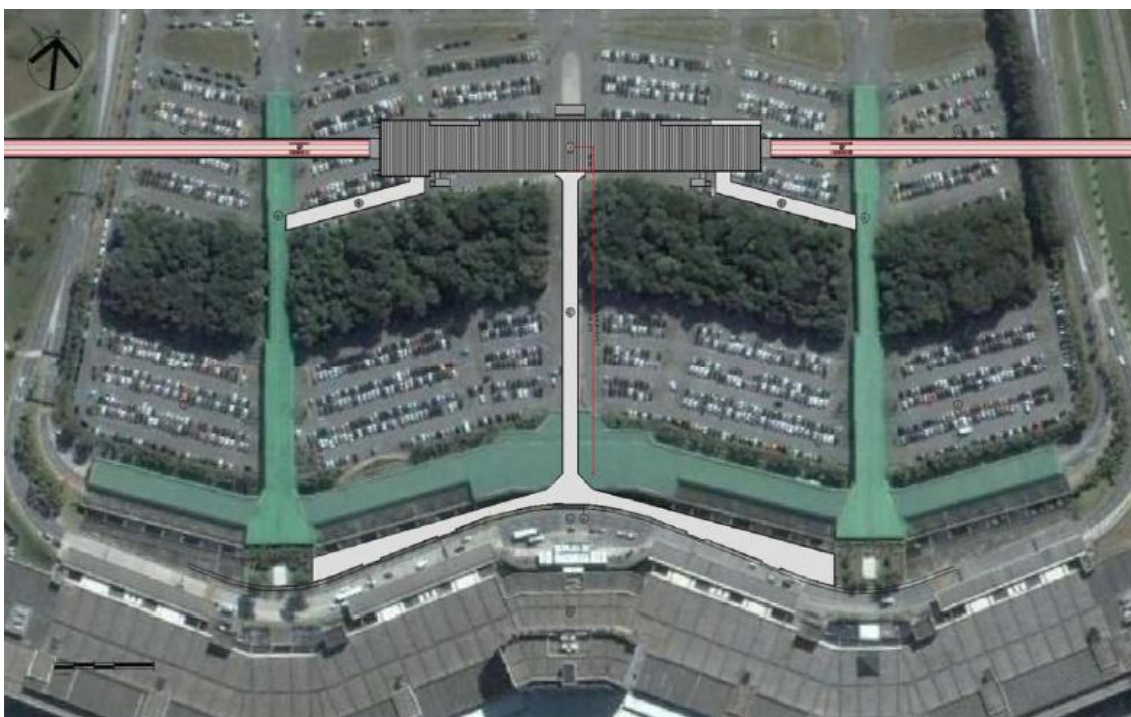


Figura 4 : Desenho do Terminal Aeroporto – Fonte: CPTM

Tabela 8 : Estimativa de Investimento Expresso Aeroporto

Linha 14 - Onix	
Descrição	Valores (R\$*10⁶)
Obras Civas	575
Teminal	160
Sistemas	229
Projeto	200
Subtotal	1.164
Material Rodante - 6 trens de 8 carros	192
Desapropriação	20
Total	1.376
Investimento em 7 anos - 1 Trem	32
Investimento em 12 anos - 1 Trem	32

Fonte: CPTM

Tabela 9 : Estimativa de Investimento – Trem de Guarulhos

Linha 13 - Jade(Trem de Guarulhos)	
Descrição	Valores (R\$*10^6)
Obras Civis	131
Teminal	40
Sistemas	84
Projeto	48
Subtotal	303
Material Rodante - 6 trens de 8 carros	192
Desapropriação	20
Total	303
Material Rodante	
2010 - 6 trens	192
2014 - 4 trens	128
2024 - 2 trens	64

Fonte: CPTM

Do projeto original apresentado no ano 2000 para o de 2008 este sofreu uma série de mudanças, mas basicamente pode-se destacar apenas três itens fundamentais:

O primeiro item foi a definição da estação do Centro de São Paulo. Uma série de estações foram cogitadas:

A escolha no fim foi de que o trem vai partir de São Paulo em um terminal exclusivo, que será construído onde hoje fica a Oficina de Trens da Luz da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM).

O segundo item foi a construção. O Expresso inicialmente iria dividir parte do percurso com os trilhos da do futuro Trem de Guarulhos (Brás-Parque Cecap).

Após uma série de mudanças ficou decidido que este contará com via única e exclusiva, sem estações ao longo dos 28 quilômetros entre o centro paulistano e Cumbica. A velocidade padrão será de 100 quilômetros por hora.

Do Brás até Engenheiro Goulart (zona leste), os trilhos do Expresso seguirão paralelamente aos da atual Linha F (Brás-Calmon Viana). Haverá quatro bypass, equipamentos que permitem a ultrapassagem das composições. De acordo com a STM o modelo permite que mais trens possam circular e que o custo adicional não é tão alto uma vez que há espaço suficiente, para a instalação dos novos trilhos - o que de acordo com os estudos irá exigir poucas desapropriações.

Já a Linha G, em seu trecho inicial (do Brás até Engenheiro Goulart), terá compartilhamento, mas com a Linha F, funcionando como um ramal (extensão) desta. No trecho de Engenheiro Goulart até o ponto final, no Parque Cecap, a Linha G vai usar trilhos separados e paralelos aos do Expresso,

dividindo apenas a estrutura de elevados que será construída para o trem do aeroporto.

Nessa região, em um trecho de 6 quilômetros, Expresso Aeroporto e Linha G deverão atravessar o Parque Ecológico do Tietê em viadutos. No total, a Linha G terá 20,5 quilômetros e cinco estações: Brás, Tatuapé, Penha, Engenheiro Goulart e Parque Cecap.

A terceira mudança no projeto do trem do aeroporto será na forma de financiamento uma vez que ao invés de uma PPP será na forma de concessão simples.

A STM acredita que o projeto é viável economicamente o suficiente para que a iniciativa privada arque com todos os custos do projeto.

Nesse modelo, o investidor constrói e opera a via, sendo depois reembolsado com o pagamento das tarifas. A PPP é uma concessão patrocinada, onde o Estado entra com parte dos recursos para a construção.

Tabela 10 : Expansão da Demanda X Oferta

Ano	Viajantes * / ano x 10 ³	Pass/dia sem conexão
2011	23.814	58.700
2012	25.392	62.600
2015	30.784	75.900
2020	41.243	101.700
2025	55.349	136.500

Demanda **				Oferta	
Ano	pass/ dia	Pass/ hora pico	%	Intervalo min	Pass/hora ***
2011	19.800	1.700	27%	15	2.400
2012	23.500	1.800	30%	12	2.400
2015	31.300	2.500	33%	10	3.000
2020	42.000	3.400	33%	10	3.600
2025	42.000 ****	3.400	33%	10	3.600

Fonte: CPTM

* Fonte: INFRAERO 2008-sem restrição de capacidade

** % dos viajantes sem conexão + 25% de acompanhantes

*** 600 passageiros por trem

**** com restrição de capacidade do Aeroporto

Tabela 11 : Análise da Receita Total

Fonte: CPTM

*inclui administração e outros

Ano	Demanda diária	Custo operacional*	Receita Total**
2011	19.800	43,2	212,5
2012	23.800	45	252,2
2015	31.300	53,3	335,9
2020	42.000	68	450,7

**inclui receitas alternativas e complementares

Tarifa:R\$28,00

Tabela 12 : Análise do Investimento

Infra	Trem	Valor R\$ x 10 ⁶	Operação	TIR do Projeto
EA+TG	EA	1.742	EA	10,4%

Fonte: CPTM

4. ANÁLISE DE CASOS DE SUCESSO

Analisando o projeto da CPTM pode-se concluir que esta espera que o market share do Expresso Aeroporto esteja entre os maiores do mundo. Porém para que isto seja obtido não basta que o Expresso seja a opção mais rápida que leve ao Aeroporto. De acordo com as experiências internacionais aqui listadas, há uma série de outros fatores que influenciam na escolha do meio de transporte até o Aeroporto.

Basicamente o Expresso Aeroporto é um serviço de transporte. No entanto os Expressos Aeroportos que possuem as maiores market shares do mundo administram o trem como se este fosse uma empresa e não apenas uma prestadora de serviços públicos. Esta diferença na forma de conduzir o negócio faz com que o expresso consiga atrair a parcela da população que realmente utiliza o aeroporto, que é a classe de alta renda de países em desenvolvimento e a classes alta e média de países desenvolvidos.

Como existem cerca de 120 ligações aeroportuárias no mundo atualmente, decidiu-se por escolher algumas que tivessem semelhanças com o Expresso Aeroporto de São Paulo. A principal semelhança era o tamanho da linha e a quantidade de tempo em que o Expresso faz o seu trajeto e a diferença entre este tempo e o tempo dos meios de transporte que competem com ele. A partir da definição dos aeroportos

que seriam analisados, escolheu-se aqueles que possuíam um alto market share e buscou-se definir práticas que ajudaram o empreendimento a ser um sucesso de público.

Heathrow Express

O Heathrow Express é o Expresso Aeroporto que atende o Aeroporto de Heathrow fazendo a ligação deste com a estação de London Paddington, estação que é uma das mais movimentadas de Londres.

O Aeroporto de Heathrow é o maior aeroporto da Inglaterra sendo o aeroporto de maior tráfico de pessoas em toda a Europa. O Aeroporto faz parte de um conjunto de seis aeroportos que atendem toda a região de Londres. O Aeroporto de Heathrow é o principal hub para a British Airways e da Virgin Airways. Transporta anualmente cerca de 67 milhões de pessoas.

Heathrow esta localizado a 24 km à de Londres, com apenas duas pistas para seu intenso fluxo aéreo o aeroporto possui hoje 98% da sua capacidade instalada ocupada.

O principal destaque do Heathrow é o fato de que já existia uma ligação de metro com o aeroporto. Em 1977 o metro de Londres foi expandido até o aeroporto. Esta conexão levava o usuário do centro de Londres até o aeroporto em cerca de uma hora pagando o preço de uma passagem norma de metro.

No entanto mesmo com a linha de metro e outros meios de transporte até o aeroporto havia ainda uma necessidade crescente de um meio de transporte que levasse os passageiros rápido do centro da cidade até o Aeroporto.

Foi baseada nessa necessidade que o Heathrow Express foi construído.

O expresso foi construído a um custo de 500 milhões de libras. A linha possui a sua própria linha, infraestrutura e estações. Foi construído de forma a atender não a demanda atual mas sim a demanda futura, de forma a manter sempre o nível do serviço o mais alto possível. O trem durante o período de testes foi chamado de Fast Train, de forma que se houvesse algum tipo de acidente, este não estaria ligado à marca Heathrow Express.

O Heathrow Express foi a primeira ligação aeroportuária que analisou o perfil do usuário do aeroporto e foi construído de forma a atender este usuário. A pesquisa de mercado indicou que os usuários do Aeroporto são pessoas sensíveis ao tempo, ou seja, perder tempo gera um desgaste maior do que perder tempo, sendo definidas como cash rich & time poor. São também um público muito exigente com os serviços que contratam como trabalham muito acreditam que merecem um serviço de qualidade.

O público alvo são basicamente executivos e empresários homens de alta renda. 46% deles viajem mais de 19 vezes ao ano.

70% dos clientes viajam a negócio. 11% estão viajando pela primeira vez no Heathrow Express. Um de cada quatro passageiros são estrangeiros.

A política de fornecer um serviço de alto nível fez com que o Heathrow Express fosse um sucesso de marketing.

Possui um market share de 27% em relação a cidadãos que vão para Londres, margem essa que é de 11% quando se considera todas as pessoas que passam pelo Aeroporto, incluindo as pessoas que estão apenas em conexão

O Heathrow Express utiliza como lema:

“It takes the stress out of traveling” – “Tira o stress da viagem” em uma tradução livre.

98% dos usuários utilizam o Heathrow Express mais de uma vez e 96% o recomendariam a um colega ou amigo

O modelo de negócios do Heathrow Express é baseado na cobrança de uma tarifa alta em comparação com o preço do metro porém com custos controlados e flexível às necessidades do mercado.

A questão da imagem é tão importante para o Heathrow Express que investimentos são realizados periodicamente para manter a imagem da linha como algo “novo” e “recente” de acordo com Kyle Haughton, diretor de vendas e marketing do Heathrow Express.

O Heathrow Express tem hoje o desafio de adequar os seus serviços a todas as reivindicações de seus clientes em relação a questão do meio ambiente, sendo este o principal foco do aeroporto.

O aeroporto transporte cerca de 20.000 passageiros todo dia da semana em messes de pico. Os trens partem de 15 e 15 minutos.

O Heathrow Express foi considerada a linha de trens favorita de toda a Inglaterra

O Heathrow Express tem foco nos valores de seus clientes: velocidade, confiabilidades, frequência e qualidade para se manter como um serviço de alta qualidade para um público que tem um alto padrão de qualidade.

Arlanda Express

O Arlanda Express é uma conexão direta entre o Aeroporto de Arlanda e a estação central de Estocolmo. O expresso tem um dos maiores market share entre todas as conexões aeroportuárias, com cerca de 40% de todo o fluxo do aeroporto. O expresso é operado no modelo de concessão, com um consórcio formado por empresas de construção civil, logística e material rodante.

O Expresso possui a mesma abordagem que o Heathrow Express. As estações e os trens são de alta qualidade. O serviço é classificado como um dos mais confiáveis da Suécia. O

tratamento dos clientes é considerado uma dos aspectos mais importantes. Todos os funcionários utilizam uniformes e são treinados para atender os clientes em todas as dúvidas que estes possam vir a ter.

Parte do marketing do Arlanda Express esta focado no fato de que os trens são movidos a energia renovável. Na Suécia há uma grande preocupação com o meio ambiente e o lema do Heathrow Express “Deixe o carro e vá de trem” teve grande impacto e gerou um aumento no market share.,

Flytoget

O Flytoget é o serviço de ligação aeroportuária de Oslo. É um trem de alta velocidade com partidas de dez em dez minutos e é a única linha de trem de alta velocidade da Noruega. O trem percorre uma distancia de 50 km e possui oito estações de paradas. O proprietário do serviço é o ministério de transportes. O serviço de vendas de passagem pela Internet hoje concentra cerca de 70% de todas as passagens vendidas. A prática foi adotada por diversas conexões aeroportuárias.

O principal diferencial do Flytoget de outras linhas da Noruega é o fato de que este foi construído pela iniciativa privada, no país a maioria das linhas é de controle do governo , porém durante o ano 2000 as dívidas relacionadas a construção foram tão grandes que a companhia não conseguiu arcar com os custos.

Houve então uma reorganização da empresa, com a separação de operações, parte das linhas ficando com a companhia nacional que administra os trens, a operação e equipamentos ficando com uma subsidiária da empresa e depois se tornando uma empresa separada de controle estatal.

O ponto principal foi que este processo foi feito sem que houvesse detrimento do serviço, a qualidade foi mantida e os usuários não perceberam a mudança no controle da linha. Este é um fato impressionante quando se considera a natureza do serviço e o público alvo.

KLIA Ekspres

O KLIA Ekspres é o Expresso Aeroporto que liga a Sentral Kuala Lumpur Station –estação central de Kuala Lumpur na Malásia com o Kuala Lumpur International Airport. Aeroporto que serve a cidade.

De acordo com as pesquisas realizadas, esta é, de longe, a ligação aeroportuária mais semelhante com o Expresso Aeroporto de São Paulo

O projeto é uma concessão. Foi formado um consórcio de empresas que ganharam a outorga.

Cabia ao consórcio o financiamento, design, construção operação e manutenção do Klia Ekspress. A concessão tem duração de trinta anos, sendo dois anos e meio de construção e vinte sete anos e meio de operação, com opção de renovação por mais trinta anos.

O custo do projeto foi de cerca de US\$662 milhões, o que também é próximo do valor do Expresso Aeroporto.

O consórcio foi montado da seguinte forma: o grupo YTL Corporation, um dos maiores da Malásia ficaria com 60% de participação e os outros 40% seriam da TH Technologies Sdn Bhd, um grupo que atua basicamente em construção. O consórcio formado pelas duas empresas criou uma empresa que cuidaria da concessão e da operação do trem, chamada de concessionária. Esta empresa contratou uma empresa de engenharia para realizar o empreendimento em um contrato de EPC-Engeneering, procurement adn construction – engenharia, fornecimento e construção. A concessionária obteve com bancos do governo e alemães o financiamento da obra.

A concessionária montou uma empresa para realizar os serviços de manutenção, esta empresa tinha 49% do seu capital no controle da concessionária e 51% nas mãos da Siemens. Esta foi uma forma encontrada para que houvesse uma maior garantia dos serviços de manutenção.

O trem tem velocidade de cruzeiro de 160km/h. O tempo de viagem é de cerca de 28 minutos, com saídas a cada 15 minutos, 156 passageiros por vagão e funciona 20 horas por dia. A configuração é de 8 vagões. A capacidade é de 21.000 passageiros por dia.

O preço do Klia Ekspress é maior que o de os ônibus do aeroporto e dos transportes movidos a seres humanos. Porém é mais barato que táxis e limusines.

O Klia Ekspress possui uma série de facilidades e serviços extras que o Expresso Aeroporto de São Paulo pode ter, dentre eles destacam-se:

O serviço de check-ins na estação central. Atualmente cerca de quatro companhias aéreas utilizam esse serviço, pagando para a Klia Ekspress uma taxa de aluguel. Possui também compartimento para bagagens de forma que a pessoa viaja de uma maneira confortável.

Na chegada ao aeroporto há uma serviço que ajuda os passageiros a descarregarem a bagagem, da mesma forma este serviço existe para colocar as bagagens no Klia Ekspress.

Um dos pilares do sucesso do Klia Ekspress foi a sua campanha de marketing que se foca em criar uma marca global. Um Expresso Aeroporto é um serviço que atende pessoas do mundo inteiro, portanto este deve ter uma campanha global. 45% das pessoas que usam o Klia Ekspress são estrangeiras, se estas pessoas já conhecerem o serviço antes de embarcarem no avião

para a Malásia, a probabilidade de que elas irão utilizar o Klia Ekspres é muito maior.

O Klia Ekspres possui postos de venda em diversas regiões de Kuala Lumpur, locais estes escolhidos de acordo com o público alvo que os frequenta, que deve ser o mesmo que o do Klia Ekspres. A estação possui serviços como restaurantes e lanchonete, sendo comum que as pessoas fiquem na estação esperando o avião e não no aeroporto.

A concessionária oferece os seguintes serviços:

KLIA Ekspres – Expresso Aeroporto

KLIA Transit – Trem de transporte de passageiros que faz paradas em outras estações

KL CAT Check-in – possibilidade de fazer o check in na estação.

VIP Service – serviço VIP que auxilia no transporte de malas e disponibiliza área VIP, faz o transporte do hotel até a estação de trem entre outras comodidades.

Discover Kuala Lumpur - serviço de turismo e guia para as pessoas que não conhecem a cidade.

Internet Booking - pode-se comprar o ticket para o Klia Ekspres pela Internet.

O Klia Ekspres ajudou o aeroporto de Kuala Lumpur a ganhar o AETRA Award como melhor aeroporto do mundo em 2005, 2006 e 2007.

Analisando-se o caso de sucesso do Klia Ekspres pode-se destacar algumas razões para o seu sucesso:

Pontualidade: cerca de 99,7% das viagens são no horário programado.

O Klia Ekspres possui acionistas fortes que garantiram o investimento necessário para a construção e operação do complexo sistema.

O bom gerenciamento do projeto, que foi terminado sete dias antes do prazo.

O sistema é confiável e eficiente

A estratégia de negócios é inovadora no desenvolvimento de produtos e no marketing.

Serviços de excelente qualidade.

Recomendações para o sucesso comercial do Expresso Aeroporto

Analisando as características da RMSP, do Aeroporto de Cumbica, do projeto do Expresso Aeroporto e da pesquisa de mercado pode-se cruzar com os casos de sucesso de ligações aeroportuárias para assim listar uma série de recomendações baseadas nas práticas comuns de projetos de sucesso que podem viabilizar o Expresso Aeroporto de São Paulo.

- A. Velocidade traz uma vantagem competitiva sobre os outros meios de transporte. Speed gives competitive advantage over the competition
- B. O expresso deve ter uma frequência de partidas alta o suficiente para que os passageiros não tenham que olhar para uma tabela de horários. Olhar para a tabela traz uma preocupação extra que o usuário não quer ter.
- C. O mercado aceita tarifas Premium, o público-alvo é “cash rich and time poor” e não vão se importar de pagar mais para ganhar tempo.
- D. O item de maior valor para o Expresso Aeroporto é a sua marca. Esta só deve ser anunciada após o período de testes para evitar a associação da marca a algum acidente
- E. A marca Expresso Aeroporto deve estar ligada a foco no cliente com velocidade, segurança, confiabilidade e qualidade como seus princípios básicos.
- F. Tarifas mais altas fazem da operação lucrativa o suficiente para atrair a iniciativa privada, incluindo fundos de investimento considerados “agressivos” na gestão.
- G. A maioria das tarifas é única ou de ida-volta. No caso de vendas coletivas podem-se oferecer descontos dessa forma mostrando o serviço para passageiros que podem ser fidelizados e viajarão depois pelo Expresso sozinho.
- H. Em períodos de menor lotação podem-se oferecer descontos na tarifa de forma a vender lugares que de outra forma ficariam vazios. O lugar que não foi ocupado é um prejuízo que nunca é recuperado.
- I. O serviço de vendas de tarifas para o Expresso deve ser de fácil acesso. Vendas pela Internet, em conjunto com passagens aéreas nos sites das companhias, em estações do metro devem existir. O Expresso Aeroporto deve facilitar a vida do passageiro.
- J. O lucro proveniente de publicidade, na estação, no trem e no aeroporto pode gerar uma fonte de renda expressiva para a operadora.
- K. O Expresso deve oferecer fácil acesso não só para o Aeroporto como também para a cidade.
- L. O Expresso deve facilitar o surgimento de outros serviços que tornem a viagem do passageiro mais cômoda e prática, como lanchonetes e restaurantes na estação e articular serviços de táxi para quem acabou de chegar na estação. Além de um estacionamento na estação que tenha um tamanho razoável com a quantidade de passageiros.

- M. A identidade da estação/plataforma, trens, funcionários devem estar ligadas diretamente ao Expresso Aeroporto
- N. O interior do trem deve possuir o nível de qualidade que o público-alvo está acostumado. Possuindo espaço, conforto e lugar para as bagagens. Se não há espaço para bagagens o usuário vai preferir pegar um táxi, vai demorar mais, porém o conforto e a economia de energia é mais importante para o público-alvo.
- O. A equipe que faz o atendimento deve ser treinada de forma a saber interagir com um público de alta renda exigente. Devem saber pelo menos duas línguas e estarem sempre informados sobre os serviços e procedimentos do Expresso. A falha neste item pode transmitir uma sensação de insegurança que costuma se espalhar com facilidade neste tipo de ambiente.
- P. Operador deve se posicionar como um empreendedor ao invés de provedor de serviços para o setor público, buscando novas oportunidades, receitas e formas de melhorar o serviço prestado.
- Q. A construção deve ser feita de forma a atender uma demanda futura e não apenas a demanda atual de forma a manter o nível do serviço sempre alto. Não devem existir filas no expresso aeroporto.

5. CHECK-IN NA ESTAÇÃO REMOTA

Muito tem sido comentando sobre a questão do check-in e os impactos que o Expresso Aeroporto teria nesse processo. Esta é uma questão complexa que está longe de um consenso.

Os itens a seguir buscam analisar o processo de check-in e as possíveis mudanças que podem ocorrer com a implantação do check-in remoto, ou seja, na estação localizada no Centro de São Paulo. Essa análise é baseada no estudo de casos de outras conexões aeroportuárias e em possíveis modelos que podem ser adotados. Também é feita uma discussão se esta opção deve ser adotada.

O Check-in

O check-in é um serviço realizado pelas Cias aéreas e o primeiro passo a ser efetuado pelo passageiro que irá realizar um transporte aéreo. Consiste no procedimento de apresentação deste ao balcão da Cia aérea (ou agências que fazem o check-in), munido de seus documentos e bagagem. É emitido, então, o bilhete de passagem, a bagagem é despachada e a bagagem de

mão (bolsas, malas pequenas, etc, que o passageiro transporta consigo dentro do avião) é identificada.

Em um aeroporto civil comum, o fluxo das bagagens ocorre da seguinte forma:

- a) Guichê da Cia aérea: os passageiros despacham suas malas com a Cia aérea.



- b) A mala entra no sistema de distribuição onde passa por uma checagem de segurança.



- c) As bagagens passam por um sistema de scanners chamado de Tag-reader.



- d) Após serem escaneadas as malas são transportadas e agrupadas em grupos de acordo com seus destinos.



Figuras 5: fotos do sistema de check-in
Fonte: Siemens

- e) As bagagens agrupadas são então levadas por carros de transporte para serem carregadas nos aviões.

As Cias aéreas costumam ter regulamentos relacionados ao tempo de antecedência ao seu voo que uma pessoa deve chegar para fazer o check-in. No caso de voos nacionais esse tempo é de uma hora e duas para voos internacionais. Durante este procedimento o passageiro pode pedir por acomodações

especiais, como preferência por lugar para sentar, utilizar o programa de milhas acumuladas ou pagar por serviços extras.

O item mais importante do check-in é a checagem dos documentos do passageiro e informações básicas. A quantidade de informações varia de país para país, sendo os EUA o país com o maior número de informações que devem ser conferidas. Isto acontece devido a medidas de segurança adotadas após os eventos de 11 de Setembro de 2001.

O segundo item em ordem de importância é a entrega das bagagens, que são checadas pela segurança do aeroporto e depois seladas.

Atualmente têm surgido novas opções de check-in para facilitar a vida dos passageiros:

O check-in online onde o passageiro confirma a sua presença no voo pela Internet e imprime o seu próprio cartão de embarque. O passageiro também tem a opção de que tipo de refeição este deseja comer, a quantidade de bagagens e sua preferência de assento.

O serviço é considerado mais fácil de operar e mais rápido uma vez que evita a necessidade de fazer o check-in no aeroporto e transporta para o passageiro a responsabilidade de fazer o check-in. Também diminui o tempo de espera no aeroporto e economiza dinheiro da empresa que passa a ter uma equipe mais enxuta no Aeroporto.

O Home Check In é uma modalidade de check-in que é oferecida como uma aos passageiros. Ao invés de comparecer mais cedo ao aeroporto, uma empresa da Companhia ou sua parceira (terceirizada) vai até à casa ou o escritório do cliente, confirma antecipadamente o check in mediante documentos, sela as malas e as leva para serem despachadas no voo programado.

Para obter qualquer um dos dois serviços é preciso verificar se a Companhia Aérea dispõe dele. Normalmente o Home Check In deve ser solicitado com, no mínimo, 24 horas de antecedência ao horário do voo. Dessa forma, o cliente só tem de comparecer ao balcão de embarque da Companhia para obter o bilhete de embarque sem se preocupar com os habituais tramites de filas de espera e de ter de transportar as malas e de despachá-las por sua própria conta e risco.

Outra opção de serviço de check-in que é utilizada no Arlanda Express é o serviço de Onboard check-in. Este serviço utiliza a tecnologia CUSS (Common User Self-Service) e os passageiros podem então fazer o check-in dentro do Expresso Aeroporto, dessa forma economizam tempo. O problema é o custo uma vez que é preciso integrar os sistemas de quase todas as Cias aéreas em computadores que ficariam dentro do trem do Expresso.

Exemplos de outras conexões

Muitos Aeroportos que possuem conexões aeroportuárias atualmente oferecem outra opção de check-in: check-in na estação remota.

Nesta modalidade de serviço, o passageiro tem a opção de encontrar na estação remota um guichê da Cia aérea pela qual pretende voar e despachar sua mala, checar as informações e retirar o bilhete de embarque. Dessa forma o passageiro leva dentro do trem apenas sua bagagem de mão, não precisando passar pelo guichê dentro do aeroporto e retirando sua bagagem apenas no aeroporto de destino.

O serviço traz grandes vantagens para o usuário, porém acarreta uma série de novos problemas e desafios principalmente relacionados com segurança.

É essencial para o projeto do Expresso Aeroporto que esta questão seja definida o mais rápido possível. A CPTM no caderno de concepção funcional e operacional levanta a possibilidade do serviço existir. No entanto tem sido divulgado pela mídia que o Expresso Aeroporto terá o serviço e que este é um dos requisitos para qualquer proposta. É necessário discutir o assunto de forma séria e criteriosa.

A resolução desta questão, afeta um dos principais diferenciais do Expresso Aeroporto em relação aos seus concorrentes e outras linhas de trem, o layout interno de seus trens, uma vez que, a necessidade de se reservar lugares para as bagagens afeta completamente o layout interno do projeto.

Heathrow Express (HEX)

No caso do Heathrow Express o serviço de check-in funcionava da seguinte de forma:

As Cias aéreas pagavam para a empresa proprietária do Heathrow Express para ter acesso ao serviço uma vez que este era baseado em um acordo entre as Cias aéreas e o operador do aeroporto.

As Cias aéreas que não participavam do acordo não podiam oferecer o serviço. Não era possível para elas pagar pelo serviço (Moxon, 2007).

O serviço começou em Junho de 1999 e durou até 2002

A figura abaixo mostra os 14 locais check-in devidamente numerados. Estes locais hoje foram substituídos por lojas de aluguel de automóveis, lanchonetes e outras.

É difícil mensurar os custos de implementação do serviço de check-in, porém de acordo com a International Air Rail Organisation o custo ficou em torno de £50 milhões. No entanto como as Cias aéreas eram cobradas pelo serviço o custo deveria ter sido acobertado pela receita, no entanto o saldo final foi uma dívida de £16 milhões.

Houve uma série de motivos para que o sistema não funcionasse. Apesar do 11 de Setembro ter sido o estopim para as mudanças, uma série de outros motivos foram de grande influencia.

Após o 11 de Setembro, as Cias aéreas deixaram de oferecer o serviço para reduzir custos. As novas regras de segurança da US Federal Aviation Authority (FAA) impuseram que apenas funcionários das cias aéreas poderiam fazer o check-in de malas de passageiros em vôos para os EUA. Isto implicava para as Cias aéreas em quase que duplicar o efetivo que trabalhava na estação. Além disso cada empresa deveria ter sua própria equipe, ou seja, 14 equipes de transporte na estação e 14 equipes na estação do aeroporto. O que gerava também uma perda de eficiência já que as equipes atuavam na mesma área e se sobrepunham. Antes das novas regras existia apenas uma equipe em cada uma das estações fazendo o carregamento e descarregamento. (Steer Davies Gleave, 2006).

A British Airways abandonou o serviço e passou a promover um serviço de e-check-in em que a mala era recolhida logo após o passageiro chegasse até Heathrow

Apesar de pesquisas terem mostrado que os passageiros gostavam do serviço, mostrou também que não era um fator determinante na escolha da Cia aérea. O preço e serviço a bordo eram os elementos mais importantes. As Cias aéreas adotavam a opção de check-in remoto como uma vantagem competitiva e como esta não se mostrou como uma foi abandonada.

Outra razão para o serviço ter sido abandonado foi o fato de que muitos passageiros que utilizavam o Heathrow Express eram passageiros que viajavam a negócios e portanto não faziam o check-in de nenhuma bagagem. Como resultado de todos estes fatores o serviço de check-in na estação remota não foi a melhor solução para o Heathrow Express (Moxon, 2007).

Procedimentos para passageiros e bagagens

Para passageiros viajando de Paddington to London Heathrow o processo era o seguinte:

O passageiro fazia o check-in em Paddington para confirmar a sua identidade e pegava o cartão de embarque para o Heathrow Express e para o vôo (ticket de embarque). Recebia também um recibo para retirar a bagagem que era marcada com

um código de barras. Neste momento ele entregava as malas e ia para a estação de embarque (Steer Davies Gleave, 2006).

A equipe de check-in mandava as bagagens para a esteira do sistema de transporte da mesma forma que em um aeroporto. O transportador era a prova de bala e monitorado. As bagagens eram levadas então para um túnel embaixo da plataforma para uma área de carregamento que ficava na parte frontal do trem. As malas eram depositadas em seis containeres especiais (IARO, 2001).

Os mesmos containeres ainda são utilizados no Hong Kong Express e no Klia Ekspress. Segue fotos dos containeres na próxima página. Eles são à prova de incêndio, de roubo e lacrados com dispositivos de segurança que mandam um sinal de rádio para a central do Heathrow Express caso seja rompido. Os containeres possuem rodas para permitir seu movimento. Eles são carregados manualmente para dentro do veículo.

Quando o trem para na estação do Aeroporto de Heathrow, a parte frontal do trem entra em uma zona de segurança da plataforma. Enquanto os passageiros entram nos terminais para as zonas de embarque os containeres são descarregados do trem e levados para a superfície através de elevadores de carga (IARO, 2001).

Os containeres são abertos e as malas têm seus códigos de barra escaneados e as malas são direcionadas para quatro vans, de acordo com o terminal de embarque (1, 2 ou 3).

As vans eram liberadas para acessar os terminais. Uma vez no terminal, cada mala tinha seu código de barra lido e era então direcionada para o seu avião junto com as outras bagagens (IARO, 2001).

Os containeres voltavam vazios para a estação de Paddington, um processo que não era muito produtivo, já que cerca de 20% do trem era utilizado para o transporte de malas e ficava ocioso na volta. Isto quer dizer que mesmo que o trem fosse ocupado por completo, a taxa média de ociosidade por metro² era de no mínimo 10%.



Figura 7: containeres do Klia Express
 Fonte: Source: Marco Trailers, 2007

Hong Kong Central e Kowloon

A conexão aeroportuária de Hong Long iniciou suas operações em 1998 com um serviço de check-in na Hong Kong Central station (45 postos) e na Kowloon station (78 postos). A infra-estrutura foi construída pela empresa que construiu a conexão e são utilizados pela grande maioria das Cias aéreas que operam no aeroporto, incluindo as empresas americanas. O serviço permite despachar as bagagens apenas no caso dos visitantes que estão à caminho do aeroporto. Ou seja, possui a mesma limitação que Heathrow.

Apesar de o plano inicial ter sido cobrar cerca de £2 por passageiro que quisesse fazer o check-in com o transporte da bagagem incluso, as Cias aéreas não concordaram em fazer isso, uma vez que este serviço não é cobrado em nenhum outro local.

Dessa forma o serviço é subsidiado pela empresa que opera a conexão e as Cias aéreas. (IARO, 2007d).

Procedimentos para passageiros e bagagens

Os passageiros e as bagagens procedem da mesma forma que no HEX. Depois do check-in e da entrega e identificação das bagagens, os passageiros recebem a passagem de avião e o ticket de embarque pro trem e vão para a plataforma de embarque. A bagagem é então levada para uma área de carregamento onde será carregada em containeres que são selados.

A partir deste ponto o processo é diferente daquele do HEX, uma vez que os containeres são carregados

automaticamente para o compartimento de bagagem do trem sem terem contato com funcionários do Expresso Aeroporto.

Graças ao processo de automatização do processo os containeres são movidos da área de carregamento para dentro do compartimento de bagagens do trem em menos de 60 segundos. No mesmo instante os containeres vazios são levados por outra porta para a área de carregamento.

partir deste momento as bagagens que vieram junto com o trem se misturam com as outras malas que estão no processo de distribuição do aeroporto.

Quando o Expresso para no aeroporto, os passageiros procedem diretamente para a segurança. Os containeres são então retirados e descarregados automaticamente do trem. As bagagens são então transferidas para o sistema de distribuição, neste instante se misturam com as outras malas do aeroporto, onde serão colocadas nos vôos (IARO, 2007d).

Cerca de 53% dos passageiros com picos de 70% dependendo da hora do dia utilizam o serviço de check-in (IARO, 2007d).

Um dos principais fatores de sucesso do serviço foi o fato de oferecer a opção de check-in cerca de 70 minutos antes da decolagem, tempo maior do que os cerca de 40 minutos no aeroporto.

Como muitos vôos saem de Hong Kong no começo da noite, enquanto os viajantes têm que deixar seus hotéis no começo do dia. O serviço de check-in funciona então como um “depósito” seguro de bagagens (IARO, 2007d).

Após 11 de Setembro, os novos procedimentos de segurança não impediram o serviço, mas as estações de Hong Kong tiveram que se adaptar a ele. A principal mudança foi que as bagagens passam agora por dispositivos de segurança como detectores de metal e raio-X na estação central e no aeroporto de Hong Kong.

Atualmente agentes das Cias aéreas trabalham em conjunto com o serviço da operadora, mas não fazem parte do fluxo de trabalho. A Transportation Security Administration manda equipes todo ano para auditar o processo (IARO, 2007d).

Kuala Lumpur Express

O KLIA Ekspres que faz a conexão entre o Kuala Lumpur Airport e a Sentral station em uma viagem de 28 minutos começou suas operações já oferecendo o serviço de check-in com entrega das bagagens. O serviço servia apenas os viajantes com destino ao aeroporto, porém em Novembro de 2007 passou a atender viajantes com destino à Sentral Station. O Klia Ekspres é um dos poucos expressos com esta opção.

O serviço é oferecido por algumas Cias Aéreas como a Malaysia Airlines, Cathay Pacific e Royal Brunei (IARO, 2007d, KLIA Ekspres, 2007a).

Em 2005 o serviço era utilizado por cerca de 800 à 1000 passageiros por dia, despachando cerca de 0,9 bagagens por passageiro. O serviço era mais utilizado por passageiros com duas bagagens do que com uma. (IARO, 2007d).

No caso do Klia Exspress os passageiros devem chegar na Sentral Station duas horas antes do seu vôo decolar para realizar o check-in. Após entregar a sua bagagem e pegarem a passagem e o ticket do trem os passageiros vão para a plataforma de embarque.

O principal problema em comparação com Honk Kong e o HEX é o tempo de espera que o passageiro tem que enfrentar, mais que duas horas, tanto que se espera a diminuição do tempo para cerca de 90 minutos em 2009.

Procedimentos para passageiros e bagagens

Enquanto se espera para embarcar a bagagem é colocada em um transportador e levada para a área de carregamento.

Além da barra de código normalmente colocada em cada mala, uma cópia da mesma é colada em uma lista que é colocada em um envelope e levada junto ao container. O escaneamento de segurança é feito no carregamento das malas nos containeres.

Após ter sido escaneado os containeres são selados e procedem para a plataforma de embarque e são içadas dentro do compartimento de bagagens do trem.

Quando o Expresso para no aeroporto, os passageiros procedem diretamente para a segurança, enquanto sua bagagem é retirada por cinco pessoas, uma para cada container. Os containeres são esvaziados no nível da plataforma e são içados e levados por um transportador para o processo de triagem, onde sua identificação será lida e direcionada para o vôo correto.

Inicialmente a KLIA Ekspres planejava usar containers das próprias Cias aéreas, chamadas de Unit Load Devices para levar as bagagens dos passageiros que vão em direção à Sentral Station. No entanto as Cias aéreas argumentaram que não haveria volume suficiente de bagagem para que em cada partida do trem houvesse um container para cada uma das Cias aéreas conveniadas. No Klia Ekspres as bagagens viajam no mesmo trem que os seus proprietários. (IARO, 2007d).

O Klia Express adota a mesma prática que o Expresso de Hong Kong de automatizar o processo de forma que funcionários do Klia não tem contato físico com as bagagens.

Estrutura do Processo e Possíveis Soluções

Um sistema de transporte e distribuição de bagagens pode ser estruturado de diferentes maneiras de acordo com o local onde a bagagem é identificada (ou seja passa pelo scanner de identificação e pelo sistema de segurança), podendo ser na estação central, na estação do aeroporto ou simplesmente no sistema de distribuição do próprio aeroporto. O local de identificação da mala também está relacionado com segurança. O serviço de transporte das bagagens pode ser oferecido da estação central para o aeroporto ou vice-versa. Apesar de a primeira opção ser comum nas conexões aeroportuárias, a segunda opção é mais complicada e é oferecida apenas em alguns locais

Diferentes formas de integrar o serviço de transporte de bagagens estão listadas a seguir:

- a. Do trem para o avião, como o sistema de transporte e identificação na estação central.
- b. Do trem para o avião, como o sistema de identificação e transporte na estação do aeroporto.
- c. Do trem para o avião, utilizando o sistema de identificação, transporte e distribuição do aeroporto
- d. do avião para o trem

A opção ‘a’ traz altos custos que não estão ligados diretamente com o volume de bagagem transportada. Custos ligados com o aparato de segurança necessário para manter as bagagens em um “ambiente estéril” depois que a bagagem passasse pelo check-in e por todos os rígidos procedimentos de segurança da aviação civil. Seriam necessárias diversas aprovações dos órgãos reguladores e a instalação teria que ser vistoriada frequentemente, especialmente no caso de um aeroporto que tivesse vôos para os EUA. O principal desafio é criar um sistema automatizado que evite que as pessoas que trabalham no Expresso tenham contato com a bagagem, o que é ilegal e somente as pessoas que trabalham nas Cias aéreas tem esse direito. (Steer Davies Gleave, 2006).

A bagagem de mão neste caso não é escaneada no aeroporto e sim nos trens, o que tende a reduzir as filas, sendo esta a principal vantagem.

A opção ‘b’ foi implantada no Aeroporto de Frankfurt antes do sistema ser alterado. Esta opção traz os mesmos problemas de custo da opção ‘a’. No entanto não possui as mesmas vantagens daquela opção. (Steer Davies Gleave, 2006).

Opção ‘c’ é muito próxima do sistema operado pela Lufthansa no aeroporto de Frankfurt e o que era utilizado na estação de London Paddington. É a opção que representa o menor risco.

Na verdade o risco neste tipo de transporte é função direta do tempo que demora entre a mala passar pelo sistema de

segurança e ser embarcada e também do número de pessoas que mexem diretamente na bagagem.

No entanto a possibilidade de integrar o sistema de distribuição do aeroporto com o sistema da estação central depende muito das características físicas do aeroporto e das duas estações.

Nesta opção os passageiros chegam na estação, fazem o check-in, entregam a bagagem e recebem os dois tickets de embarque, do trem e do avião. Ao mesmo tempo sua bagagem é marcada com um código antes de ser carregada em um container ou diretamente no trem. No Aeroporto os passageiros procedem para o terminal enquanto as malas são descarregadas no sistema de distribuição e transporte do aeroporto. A mala passa pelo sistema de segurança central do aeroporto que faz parte do sistema de distribuição. A partir deste momento as malas já fazem o percurso que todas as outras malas fazem que é de que logo após ter sido confirmado que o passageiro em questão esta a bordo do vôo a sua bagagem pode entrar no avião.

Pode-se notar que em todas as opções seja, ‘a’, ‘b’ ou ‘c’, os passageiros não precisam embarcar no mesmo trem que a sua bagagem. Isso pode ocorrer dependendo do tempo em que o passageiro fez o check-in comparado com o tempo em que ele embarca no trem. A tabela a seguir mostra o tempo mínimo de check-in, que influencia na questão abordada:

Tabela 13: Tempo antes do vôo partir

	Tempo de viagem	Tempo antes do voo partir	
		Check-in	Apenas bagagem de mão
HEX	15	120	60
KLIA Ekspres	28	120	120
Metro de Madri	15	120	ND

Fonte: Heathrow Express, 2007, IARO, 2007, KLIA Ekspres, 2008

O tempo em que o check-in deve ser feito antes do vôo partir é um indicador do grau de conforto de um aeroporto para outro.

Eventualmente, na opção ‘d’ do ar para os trilhos, os passageiros saindo do avião procedem para a alfândega e balcões de imigração e então embarcam no Expresso Aeroporto. Durante esse processo suas bagagens de mão são direcionadas diretamente para a estação de trem. Esta opção é menos utilizada, pois traz problemas de difícil resolução.

Primeiro, as bagagens descarregadas devem ser direcionadas para a estação do aeroporto para serem carregadas no trem rapidamente. A melhor maneira de fazer isso seria interceptar estas bagagens quando são descarregadas da aeronave e fazer com que procedam diretamente para a estação através de um veículo exclusivo.

No entanto é difícil acreditar que esta transferência poderia ser operada por um sistema automatizado, uma vez que as aeronaves desembarcam em diversos terminais do aeroporto que podem não estar perto da estação. Da mesma forma, as bagagens não poderiam passar pelo sistema de transporte do aeroporto, pois estariam misturadas com as outras bagagens e teriam que ser separadas para depois serem levadas para a estação, algo que levaria muito tempo.

A bagagem deve ser transferida rapidamente uma vez que os passageiros procedem diretamente para a estação do aeroporto após sair da aeronave e pegaram o primeiro trem que estiver disponível para a estação central e após chegarem ao seu destino querem retirar sua bagagem o mais rápido possível. Portanto deve ser garantido para os passageiros que eles estejam a bordo do mesmo trem que as suas bagagens. Devido às características físicas dos aeroportos isso pode não ser possível. No principal aeroporto da Suíça, por exemplo, os passageiros na estação central de Basel só podem retirar suas bagagens após certo tempo de espera até que esta chegue na estação (Meier, 2007).

Também deve existir espaço para o carrossel na estação central para que a retirada de bagagens possa ser feita. Uma razão que explica o porquê deste serviço não ter sido implantado no HEX foi o fato de que não havia espaço na estação de Paddington para a construção de um carrossel (Steer Davies Gleave, 2006).

Na maioria das conexões aeroportuárias analisadas, o transporte das bagagens é feito através de containeres. Nos primeiros experimentos feitos na Alemanha, foi concluído que a bagagem deveria ser carregada em containeres para se obter um tempo de parada na estação aceitável para carregar e descarregar as bagagens. (IARO, 2001).

No entanto o processo mudou em 2008 e os containers não são mais utilizados na cooperação entre a Lufthansa-DB-Fraport.

A bagagem atualmente é colocada em um compartimento especial que pode abrigar 50 malas.

Os containeres são fabricados pela mesma empresa no Reino Unido que fabricou os containeres utilizados no Klia Ekspress (e que já foram mostrados), a empresa é a Marco Trailers. Seus containeres são a prova de bala, de incêndio e de roubo com segurança criptografada e são fáceis de serem transportados (IARO, 2007d).

É difícil determinar qual a melhor forma de se carregar a bagagem no trem, por containeres ou a granel. Depende da forma como o processo foi desenvolvido. O fato que o processo foi mudado para transporte a granel na Alemanha mostra que o carregamento manual dos containeres pode ser mais caro e menos conveniente.

No aeroporto Charles de Gaulle e no de Brussels Midi é também interessante a forma como as bagagens são carregadas no trem: uma equipe de carregadores auxilia os passageiros a carregar suas bagagens em um compartimento exclusivo do trem. No entanto o sistema automatizado do Hong Kong Express implica que uma infra-estrutura mais cara consegue balancear com os custos de se manter uma equipe com menos pessoas para carregar o trem.

Aspectos legais do transporte de bagagem

As responsabilidades no transporte aéreo foram organizadas pela convenção de Montreal e no caso de transporte por ferrovias pela Convenção CIV (Conditions Internationales de Vente).

A Convenção de Montreal no caso de um carregamento em dois modos de transporte de acordo com os artigos 18 e 38 se aplica apenas ao caso de dois tipos de aeronaves diferentes e não na situação de avião e trem (Montreal Convention, 1999). Portanto as responsabilidades pela bagagem ainda é um problema a ser resolvido.

A Convenção de Montreal estabelece as normas e responsabilidades para passageiros e suas bagagens. É aplicada apenas para vôos internacionais, o que se adéqua ao caso do Aeroporto de Cumbica. Sua legislação foi adotada por muitos países para vôos domésticos, incluindo o Brasil (Infraero, 2008).

A Convenção CIV visa promover, implementar e facilitar em todos os aspectos o tráfego internacional por ferrovias, em particular estabelecendo um sistema de leis uniformes que contribuam para remover no menor tempo possível, os obstáculos das fronteiras nas viagens internacionais. (OTIF, 1999).

O sistema de transporte de bagagens em conexões aeroportuárias ainda precisa ser regularizado no futuro. Atualmente deve-se responder às exigências das duas convenções, porém isto pode mudar a qualquer instante. Esta questão é fundamental uma vez que pode afetar a rentabilidade do serviço devido à falta de legislação.

É necessário no entanto adequar os procedimentos do Expresso Aeroporto de São Paulo às exigências destas convenções de forma que caso o sistema de check-in seja implementado este possa ser de fato utilizado para vôos internacionais que são a maioria no Aeroporto de Cumbica.

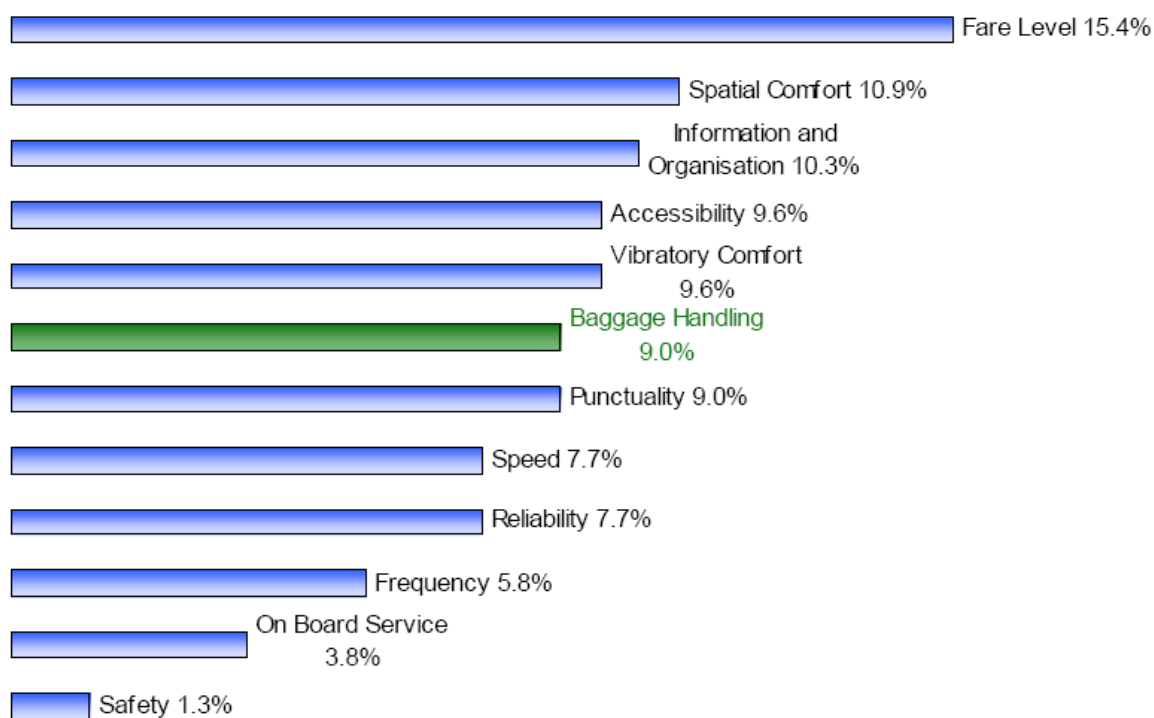
Atratividade do serviço

Antes de se analisar a viabilidade do check-in na estação remota no Expresso Aeroporto de São Paulo e definir as principais características deste serviço, é preciso analisar a sua atratividade.

É difícil encontrar estudos que analisem o grau de importância que o transporte das bagagens influi na decisão entre os diversos modos de transporte.

Nos anos 90 a Deutsche Bahn fez uma pesquisa que é mostrada na figura a seguir:

Figura 6: Grau de importância na escolha de um modo de transporte



Fonte: CENIT, 2003

Pesquisas realizadas antes da abertura do Expresso Aeroporto de Hong Kong mostraram que os passageiros do Expresso pediam mais service a bordo dos trens e o serviço de transporte de bagagem era um dos mais importantes. 77% eram a favor de check-in na estação remota e cerca de 49% estavam dispostos a pagar \$5 para ter acesso ao serviço. (IARO, 2007d).

Quando os aeroporto de Frankfurt e Dusseldorf projetaram suas conexões aeroportuárias, os guichês foram colocados próximos das plataformas de embarque. Como havia uma grande distancia entre a estação do aeroporto e os terminais de embarque, um dos grandes problemas do Expresso Aeroporto de

São Paulo, foram providenciados vans que levavam e traziam as bagagens para perto dos terminais.

Na prática o uso das vans foi um fracasso uma vez que os passageiros não se importavam em carregar suas bagagens até o terminal do aeroporto.

Em Dusseldorf o serviço foi fechado após três anos gerando muito arrependimento nas empresas envolvidas. Em Frankfurt o serviço ainda existe, mas é pouco utilizado (IARO, 2007d).

No entanto alguma provisão deve ser tomada em relação às bagagens. Uma característica que é comum à maioria das conexões aeroportuárias é a questão da segurança em relação à bagagem. Os usuários muitas vezes preferem abrir mão de conforto em troca de uma sensação maior de segurança. Os casos dos aeroportos alemães são exemplos disso. Para amenizar este sentimento os projetistas costumam criar locais para guardar a bagagem que sejam transparentes e que permitam que os usuários possam “vigiar” sua bagagem durante o voo. Exceção é feita com sistemas como os da Klia Ekspress e do Hong Kong Express que transmitem segurança devido ao retrospecto do serviço. Até hoje nenhuma bagagem foi perdida em ambos os trens.

No Heathrow Express e no Oslo Airport Express as prateleiras para bagagens são feitas de forma que podem ser vistas pelos passageiros. Isso é possível uma vez que as prateleiras são transparentes.

Outro item importante é que com ou sem o serviço de check-in existirão passageiros com grandes malas que não conseguirão embarcar no intervalo de dois minutos em que o trem fica parado o que geraria atrasos. No Gatwick Express a política é sempre ter um trem esperando na estação, o que faz com que as pessoas possam se acomodar com tranquilidade sem se sentirem estressados. Também aumenta o nível do serviço uma vez que as pessoas ao esperarem pela saída do trem podem fazê-lo sentados em seus lugares ao invés de esperarem de pé na estação.

Análise dos dados e informações coletadas

Conexões aeroportuárias que oferecem tickets e sistema de transporte de bagagem integrados trazem benefícios para todos os stakeholders. É atraente para as Cias aéreas uma vez que aumenta o nível de conforto de seu serviço já que seus passageiros não precisam carregar bagagem e ao chegarem no aeroporto podem se dirigir diretamente para o portão de embarque. Vantagens para os aeroportos também são importantes uma vez que estes podem diminuir o número de guichês de embarque cujos locais podem ser alugados. Também diminui o fluxo de pessoas no aeroporto, o que em momentos de pico é muito benéfico.

No entanto novas modalidades de check-in já são uma tendência na indústria de forma que o serviço enfrentará uma crescente competição. Os clientes Premium dos aeroportos que são o público-alvo do Expresso Aeroporto são também os grandes usuários destas modalidades.

O serviço de check-in na estação remota deve estar integrado com o sistema de distribuição e transporte de bagagens do aeroporto. Como um dos sistemas é operado pela Infraero e o outro pelo concessionário um dos dois terá que abrir mão do controle. A única opção de sistema integrado encontrado foi o Sistema SIBAG da Siemens que é utilizado em todos os Expressos que oferecem o serviço.

O custo de implementação do sistema varia de acordo com o instante em que este será implantado. Caso seja após o Expresso já estiver operando, acarretará em mudanças na estação central que fazem com que a obra seja inviável financeiramente. Isso porque os guichês devem estar localizados de forma que possam alimentar o sistema de transporte de bagagens, como na figura a seguir:

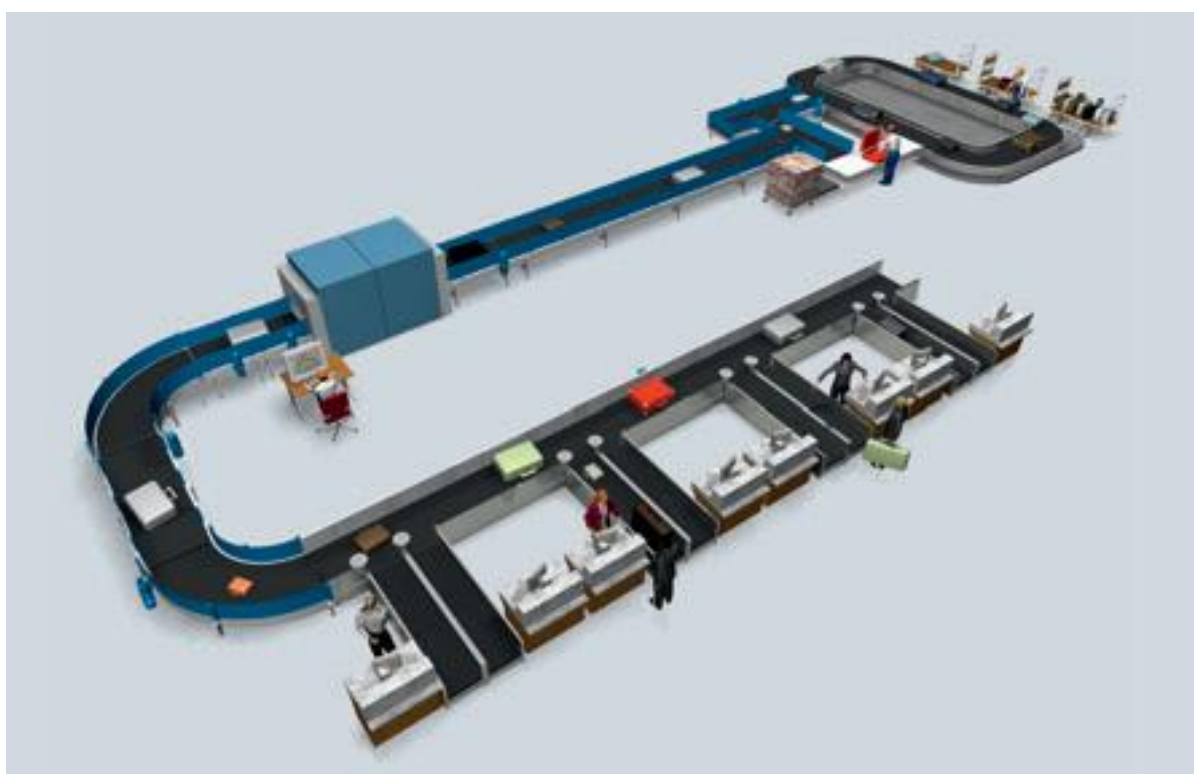


Figura 7: Desenho de check-in
Fonte: Siemens

A opção de transporte de bagagem só pode existir no sentido estação central-aeroporto e não no inverso, devido a todos os problemas discutidos nos itens acima. Os principais problemas são a logística do sistema, ligado com a velocidade

com que as malas teriam que ser direcionadas para a estação e o custo da infra-estrutura necessária na estação central.

Apenas trabalhadores das Cias aéreas podem manusear as bagagens, portanto o sistema deve ser totalmente automatizado, o que implica em altos custos no formato de Capex, o que diminui a rentabilidade do projeto que já enfrenta este problema no formato atual.

Utilizando o serviço de check-in ou não, a forma mais rápida de ser carregar o trem é através do uso de containeres. Como a CPTM pretende fazer com que o trem fique apenas dois minutos na estação, as bagagens devem ser carregadas e descarregadas com grande velocidade, o que não é possível se cada pessoa for carregar e descarregar suas bagagens.

Caso o tempo na estação seja maior, em torno de cinco a dez minutos não será necessário o uso dos containeres. No entanto como a mudança de critérios do projeto foge do escopo do trabalho será considerado o tempo parado na estação como dois minutos.

A melhor opção para o sistema de check-in do trem para o aeroporto utilizando o sistema de identificação, transporte e distribuição do próprio aeroporto. O sistema de distribuição teria que ser totalmente automatizado para que nenhum funcionário entrasse em contato com as bagagens. O modelo ideal seria o sistema SIBAG com alto grau de automação utilizando como base o sistema do Hong Kong Express.

No entanto a decisão ainda não foi tomada, o que permite que uma discussão mais aprofundada possa ser feita:

Caso seja adotado o sistema precisará do trabalho em conjunto de diversos stakeholders como a CPTM, Infraero, Governo Federal, Estadual, organizações reguladoras da aviação civil nacionais e internacionais, seguradoras, a concessionária do Expresso e da empresa que irá implantar o sistema de fato, que deve ser a Siemens ou uma concorrente. As dificuldades que o Brasil enfrenta no campo judiciário e na questão de marcos regulatórios dificultam muito uma atuação conjunta na implantação desse serviço. Os casos dos acidentes aéreos são exemplos dessa situação

O principal problema no entanto é a segurança. Os EUA atualmente fazem lobby para que os Expressos Aeroportos no mundo todo abandonem o check-in na estação remota baseado no fato de que não é possível criar um “ambiente estéril” de segurança, ou seja, após a mala passar pelo sistema de segurança da estação ela não poderia entrar em contato com nenhuma pessoa além das que trabalham no aeroporto. A questão é que as bagagens precisam fazer a viagem para o aeroporto e tem que ser carregadas e descarregadas dos trens. Mesmo com a utilização de containeres com altos índices de segurança estes ainda precisam ser eventualmente abertos e fechados o que abre espaço para

falhas de segurança. Somente aeroportos que nunca perderam uma bagagem possuem o sistema de check-in na estação remota. Muitos especialistas acreditam que no momento em que uma bagagem for perdida o sistema entraria em colapso. (Steer Davies Gleave, 2006).

O último problema é a questão psicológica dos usuários. Pesquisas apresentadas mostram que as pessoas preferem viajar ao lado de suas bagagens e que abrem mão de conforto por isso.

Uma pesquisa conduzida pela CPTM em 2006 sobre o Expresso Aeroporto indicou que Os principais aspectos positivos levantados foram a praticidade, a segurança e o conforto. Os procedimentos de segurança a serem instalados no Trem, segundo os viajantes e acompanhantes são: policiamento, equipamentos e cuidados com bagagens. 59% dos viajantes acham que as bagagens devem ser transportadas próximas a eles, no mesmo carro, e 40% acham que devem ser transportadas em carros específicos

O principal argumento em favor do sistema dizia que os usuários do Expresso Aeroporto não andariam com suas malas da estação do Aeroporto até o mesmo, uma distância grande comparada com a de outros lugares sistemas semelhantes. Mas a experiência nos aeroportos alemães enfraquecem esse argumento. Apesar de que como o tempo de permanência na estação ser de apenas dois minutos será necessário o uso de containeres então em ambas as soluções propostas o usuário não terá completo acesso á sua bagagem a situação é pior no caso do check-in na estação central.

Devido a estes argumentos se propõem que o sistema de check-in na estação central não seja utilizado.

As bagagens poderiam ser transportadas em um vagão exclusivo dentro de containeres que seriam carregados e descarregados na estação. Logo após um container ter sido completamente carregado ele seria lacrado. Poderiam ser utilizados os containeres da Marco Trailers.

Existe uma perda de apelo comercial devido ao fato dos passageiros ficarem longe de suas bagagens, mas a questão é que o trem ficará parado na estação por apenas dois minutos o que faz com que o desembarque tenha que ser feito rapidamente. No entanto se faz uma ressalva para que a CPTM considere estender o tempo de parada nas estações o que permitiria um aumento na qualidade do serviço. Neste caso as bagagens poderiam viajar próxima dos passageiros. Deve-se lembrar que o Expresso Aeroporto é uma opção de transporte que terá irá competir com outras opções e para o público-alvo a qualidade é algo essencial. O modelo de Gatwick onde existe sempre um trem parado na estação aparenta ser o modelo mais adequado para o Expresso Aeroporto de São Paulo.

6. ANÁLISE DINÂMICA

Como parte do estudo do Projeto de implantação do Expresso Aeroporto de São Paulo decidiu-se realizar uma análise dinâmica do trem por todo o trajeto.

Deve-se sempre ter em mente que o projeto do Expresso Aeroporto passou por grandes atrasos, dessa forma muitos itens ainda não foram detalhados da forma que havia sido previsto no cronograma. Apenas para ficar em um exemplo, o edital do projeto deveria ter sido lançado em Novembro de 2007, no entanto até Outubro de 2008 apenas a audiência pública havia sido realizada e a CPTM ainda não respondeu as 52 perguntas que foram encaminhadas a mesma no evento citado. Dessa forma a análise dinâmica é prejudicada pois há uma ausência de dados muito grande.

Para diminuir este problema buscaram-se informações com a própria CPTM, a STM, o IPT e os professores do Departamento de Transportes da Politécnica da USP.

O ponto de partida desta análise foram as informações e parâmetros disponíveis no caderno de concepção e operação disponíveis no site da CPTM. Estas informações complementadas com informações obtidas junto à própria CPTM. Informações que foram dadas oralmente serão especificadas com o nome do engenheiro que as forneceu.

Dos cadernos obtiveram-se as seguintes informações:

- No projeto do Expresso Aeroporto deve ser previsto o controle de velocidade por “perfil contínuo” de forma a diminuir o desgaste de materiais, bem como aumentar o nível de conforto do usuário.
- Aceleração de demarragem inferior a $1,2\text{m/s}^2$
- Taxa de frenagem inferior a $1,3\text{m/s}^2$.
- Solavanco na propulsão, na frenagem e na transição propulsão-frenagem inferior a $1,5\text{m/s}^3$.

De acordo com a CPTM as taxas do Metro e dos trens da CPTM apenas para comparação são:

	Aceleração (m/s^2)	Frenagem (m/s^2)
Metro	1	1,2
CPTM	0,08	1

- Comprimento do Trajeto: 28,3 km
- Tempo de viagem: 20 minutos
- Velocidade Média: $85\text{ km/h} = 23,6\text{m/s}$
- Tempo parado na estação: 2 minutos
- Velocidade máxima: 160km/h

De acordo com a equipe de engenheiros do ADFR-Agrupamento de Desenvolvimento Ferroviário e Rodoviário do IPT-Instituto de Pesquisas Tecnológicas a maior aceleração tolerável pelos passageiros de um trem urbano é $1,5\text{m/s}^2$. Acelerações maiores que esta causa mal-estar e enjôos. Portanto o Expresso Aeroporto terá uma aceleração que esta dentro dos padrões aceitáveis.

A principal questão na análise dinâmica é analisar a velocidade por todo o trajeto. Caso não houvesse nenhum tipo de limitação seria possível fazer o trajeto perto da velocidade máxima e em menos tempo do que o estipulado. No entanto existem limitações á velocidade máxima que o trem pode andar.

Basicamente existem três limitações:

1. Tráfego – depende do serviço
2. Dinâmica – depende das características físicas da via (modelo de trilho, estado de conservação, outros) e do modelo de trem
3. Geométrica – depende das características geométricas da via

Limitações de tráfego

A primeira limitação de tráfego seria um problema relevante caso o Expresso Aeroporto tivesse via compartilhada com o Trem de Guarulhos. Como esse seria um grande limitante, dado que o Expresso Aeroporto terá uma velocidade de cruzeiro maior do que a do Trem de Guarulhos o que causaria uma perda de qualidade e de eficiência no serviço. Dessa forma adotou-se que o Expresso Aeroporto terá uma única via exclusiva. O problema de tráfego agora limita-se aos dois fluxos de trens.

No traçado proposto pela STM – Secretária de Transporte Metropolitanos foram projetados quatro by-pass que permitem que os trens evitem este problema. De acordo com a própria STM o tamanho dos by-passes serão determinados em um momento futuro o que foge ao escopo do trabalho. Dessa forma será considerado que não há limitação de velocidade devido ao tráfego.

Limitações dinâmicas

Existem, no entanto limitações dinâmicas. Estas limitações visam evitar o descarrilamento do trem. As regiões críticas do percurso são as curvas. No entanto é preciso entender como que ocorre o descarrilamento:

Primeiramente a ferrovia deve estar alinhada de uma forma que a distancia entre as duas rodas do trem se encaixem a não deixar que ocorra uma folga muito grande.



Figura 8 : Folga que ocorre em uma curva
 Fonte: Apostila do curso PTR2501-Ferrovias

Na figura acima podemos perceber que quando o trem realiza uma curva, a força do trem faz com que ele tenda a sair pela tangente ocorrendo uma pequena folga que quando o trilho ou as rodas estão sem manutenção, a probabilidade é alta para acontecer o descarrilamento.

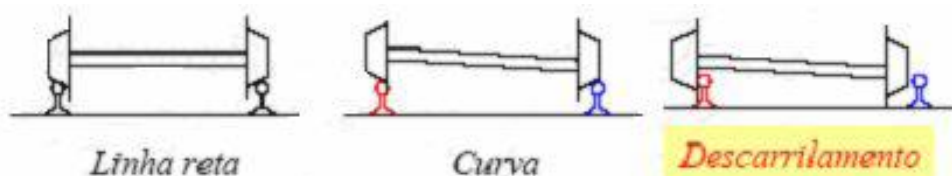


Figura 9 : Posições das rodas nas situações descritas até quando ocorre o descarrilamento.
 Fonte: Apostila do curso PTR2501-Ferrovias

Dentre as potenciais causas do descarrilamento pode-se destacar:

Frise falso - Durante a passagem do vagão numa junção do trilho, este funciona como “degrau” vindo a ocorrer o descarrilamento onde a roda sobe no trilho.

Viga central e adaptação do pião - Durante a passagem dos vagões na curva quando o setor de graduação encosta na viga elimina o efeito da suspensão, tornando rígida e alterando relação LV (esforços laterais e verticais que será explicado a seguir)

Mola dos truques cansada - Mola de truque cansada faz com que as espiras encostem uma nas outras eliminando o efeito da suspensão (força elástica).

Todos os problemas citados são decorrentes da falta de manutenção da ferrovia ou problemas mecânicos do trem. O nivelamento da via, a manutenção dos veículos, treinamento operacional e vistorias frequentes são alguns dos procedimentos que devem ser adotados para evitar o descarrilamento.

Para que o descarrilamento seja evitado é necessário que possua uma combinação de forças, uma vertical e uma lateral. A

vertical pode-se dizer que apenas com o peso do trem ela já existe, já a lateral ela deriva de um trilho bem uniforme e bem dimensionado, pois quando o sistema não funciona dessa maneira o descarrilamento já é iminente. A figura a seguir pode ser entendida como as forças devem atuar na roda.

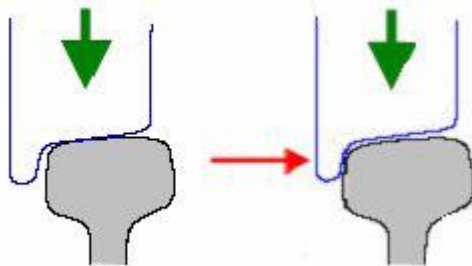


Figura 10 : Forças Lateral e Vertical na roda.
Fonte: Apostila do curso PTR2501-Ferrovias

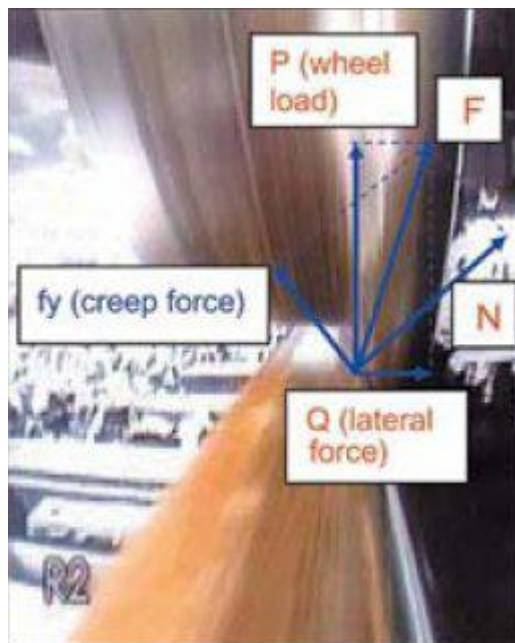


Figura 11 : forças Lateral e Vertical na roda.
Fonte: Apostila do curso PTR2501-Ferrovias

Um outro aspecto que é interessante ser explanado é a equação de NADAL, onde a partir das forças existentes na roda e da relação L/V (L força lateral e V força vertical) que também pode ser chama de coeficiente de descarrilamento, pode-se deduzir uma formula capaz de predizer quando, ou em que limiar aproximadamente, pode ocorrer o descarrilamento.

$$\frac{L}{V} = \frac{tg\beta - \mu}{1 + \mu * tg\beta}$$

Esta fórmula apresenta o coeficiente de descarrilamento crítico. A figura a seguir explica as grandezas presentes na fórmula de Nadal.

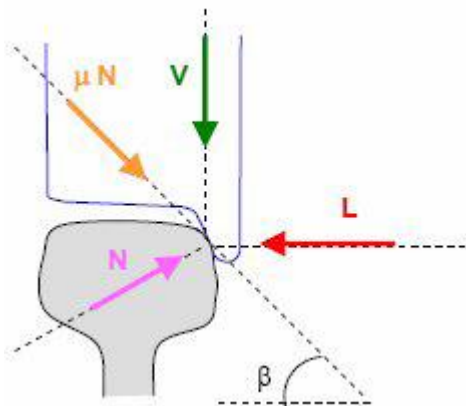


Figura 12: Forças atuantes no trilho.

Fonte: Apostila do curso PTR2501-Ferrovias

μ =coeficiente de atrito dinâmico

β =ângulo de ataque

Com essa relação das forças lateral e vertical e adotando $\mu=0,37$ e $\beta=60^\circ$, dados estes obtidos junto à Gerência de Projetos Funcional e Integração de Transportes tem-se que $L/V = 0,8$.

Este valor deve ser interpretado da seguinte forma: a força lateral pode ter um valor na situação limite de no máximo igual à 80% do valor da força vertical, caso seja maior ocorrerá o descarrilamento. Ou seja: $L/V \leq 0,8$

Nadal desenvolveu relações entre as variáveis que atuam no meio e apresentou como gráfico chamado critério de escarrilamento de Nadal

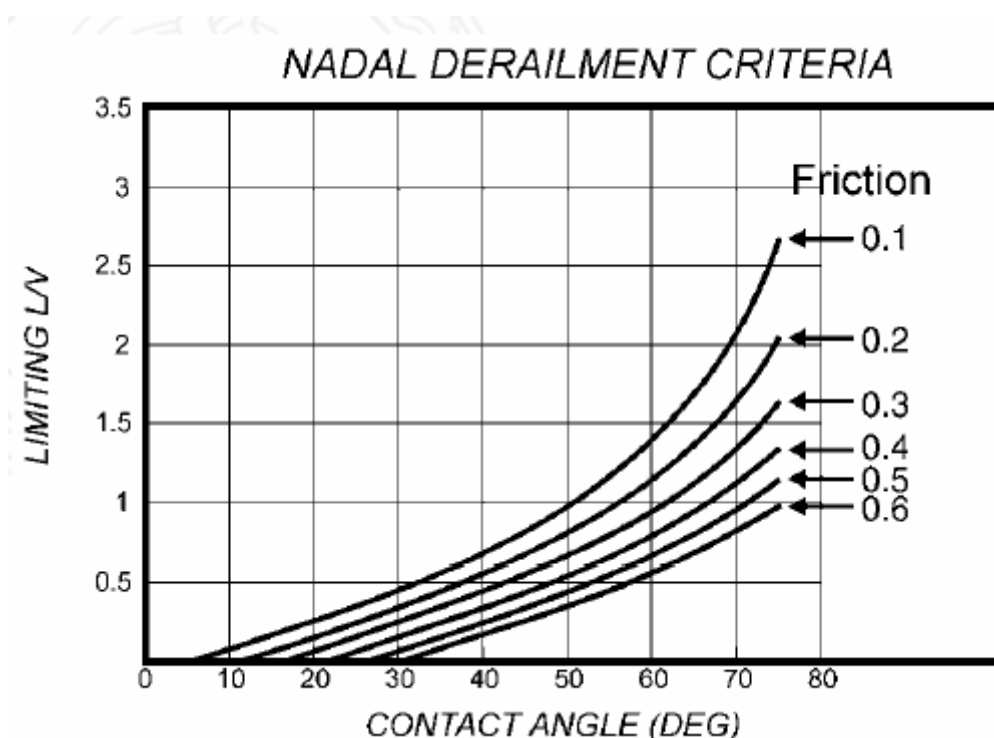


Figura 13: Critério de descarrilamento de NADAL.

Fonte: Apostila do curso PTR2501-Ferrovias

Considerando o peso do trem como 170 toneladas (o modelo será apresentado no próximo item), mais um acréscimo de 5 toneladas de eletrônica e outros itens que serão adicionados no trem e adotando a hipótese de um trem cheio de passageiros e levando suas malas tem-se um peso médio por passageiro de cerca de 120 Kg.

$$V = (170000 + 120 \cdot 240 + 5) \cdot 9,87 = 1.962.205N$$

Logo a máxima força lateral possível é de cerca de 1.569.764N.

No entanto não é possível saber qual a situação que excederia este limite sem que sejam feitos ensaios de campo. Dessa forma não é possível determinar a velocidade máxima por este critério. No entanto o cálculo serve como base para análises posteriores.

Atualmente se usa Fibra Ótica para medir as deformações dos trilhos e medir as cargas nas rodas. Esta monitoração é permanente no caso de conexões aeroportuárias como o HEX e o Klia Express.

Foi encontrado uma empresa chamada **AnjoVision** – Tecnologia e Serviços que desenvolve um sistema de detecção de descarrilamento. Esse sistema poderia ser adotado no Expresso Aeroporto.

Limitações Geométricas

Diferentemente dos outros meios de transporte, o sistema ferroviário não possui mobilidade quanto à direção do veículo. Seu trajeto é guiado pelos trilhos. A distância entre os trilhos, denominada de bitola é de 1.435mm.

Devido à robustez do trem, as rodas são solidárias ao eixo, não permitindo movimento relativo. Como consequência aparece escorregamento entre as rodas e os trilhos quando o trem descreve uma trajetória curvilínea. Além disso, os eixos são montados paralelamente numa estrutura denominada truque. A dificuldade de inscrição do truque (com seus eixos paralelos e solidários às rodas) nos trilhos de uma curva limita os raios mínimos em valores bastante superiores aos das rodovias.

Sistemas que não exigissem paralelismo entre os eixos a fim de facilitar a inscrição nos trilhos seriam muito complexos e frágeis devido, mais uma vez, à robustez do trem.

As ferrovias têm exigências mais severas quanto às características das curvas que as rodovias. A questão da aderência nas rampas, a solidariedade rodas-eixo e o paralelismo dos eixos de mesmo truque impõem a necessidade de raios mínimos maiores que os das rodovias.

O raio mínimo para uma via férrea é estabelecido por normas e deve permitir a inscrição da base rígida dos truques dos carros e locomotivas, além de limitar o escorregamento entre roda e trilho.

A velocidade máxima de um determinado trecho (que possui em geral mais de uma curva) será definida considerando o raio da curva mais “fechada”. No caso do traçado do Expresso Aeroporto, o raio mínimo é de 320 metros ($R=320m$)

Para aumentar o conforto dos passageiros será utilizada a técnica de superlevação. A superelevação consiste em elevar o nível do trilho externo de uma curva. Esta técnica reduz o desconforto gerado pela mudança de direção, diminui o desgaste no contato metal-metal e o risco de tombamento devido a força centrífuga que aparece nas curvas. Utilizar a superlevação implica em alterar a velocidade máxima de projeto.

A velocidade máxima de projeto de uma via é prevista para trens de passageiros. Entretanto, esta mesma via é utilizada por veículos mais lentos, como trens de carga e veículos de manutenção. Como a velocidade desses veículos é menor, sua força centrífuga é menor e existe o risco de tombamento do veículo mais lento para dentro da curva e de excesso de desgaste do trilho interno. Além disso por motivos de emergência o trem de passageiros pode parar na curva.

Portanto será necessário calcular qual a superelevação máxima admissível que não provoque o tombamento do trem para

o lado interno da curva quando este está parado sobre ela. O passo seguinte será calcular a velocidade máxima que o trem do Expresso Aeroporto poderá descrever para a curva que tenha a superelevação máxima.

É bom ressaltar que as curvas consideradas são as de menor raio em cada trecho de velocidade constante.

$$h_{\max} = \frac{B}{H \cdot n} \left(\frac{B}{2} - d \right)$$

Onde:

B=Tamanho da bitola = 1435 mm

H= Altura do Centro de gravidade = 1,4 m

d=deslocamento do centro de gravidade = em torno de 0,1 m

n= coeficiente de segurança, será adotado o valor de n=3

Fazendo os cálculos no EXCEL obtêm-se: hmax=0,211m

Com o valor de h máximo pode-se calcular a velocidade Vmax pelo critério do conforto:

$$V_{\max} = \sqrt{127 \left(\frac{h_{\max} + \frac{\eta \cdot B}{g}}{B} \right)} \cdot \sqrt{R}$$

Esta fórmula fornece o valor da velocidade em Km/h.

“n” é a componente da aceleração centrífuga não compensada. No caso de bitola normal tem-se que $n=0,60\text{m/s}^2$

A fórmula é função direta do raio mínimo, substituindo todos os valores exceto o do Raio tem-se que: $V_{\max}=4,587 \cdot \sqrt{R}$

Outra forma de se calcular a velocidade máxima é pelo critério de segurança. Este critério preocupa-se em verificar qual a velocidade máxima de descrição da curva para a qual não há o risco do trem de passageiros tombar para o lado externo numa superlevação. Para tanto considera-se também o efeito da aceleração não compensada sobre o deslocamento do centro de gravidade do trem (devido à maior contração das molas de um lado). A fórmula para calcular a Velocidade máxima é dada por:

$$V_{\max} = \sqrt{127 \left(\frac{h_{\max}}{B} + \frac{\frac{B}{2} - d}{H \cdot n} \right) \cdot \sqrt{R}}$$

Esta é a velocidade máxima (dada em km/h) com a qual o trem pode percorrer a curva de superelevação máxima $h_{\max}$ (dada em metros) sem correr o risco de tombar para o lado de fora da curva. A fórmula é função direta do raio mínimo, substituindo todos os valores exceto o do Raio tem-se que: $V_{\max} = 4,685 \cdot \sqrt{R}$.

A menor das duas velocidades calculadas pelos dois critérios acima pode ser definida com conforto e segurança como velocidade máxima para o trecho. Tal velocidade será ainda a velocidade constante com a qual o trem descreve tal trecho, passando por várias outras curvas (que possuem raio maior que o da curva crítica utilizada no cálculo da velocidade).

Entretanto, o fato de os raios serem diferentes e a velocidade ser a mesma para todas as curvas, faz com que os valores da aceleração centrífuga que aparecem nas curvas sejam diferentes. Dessa forma a superelevação as curvas varia em função do raio e pode ser calculada pelo método teórico, desde que o limite superior seja “ h ” cujo raio é mínimo.

Existe também um valor de velocidade mínima para os trens dada pela equação:

$$V_{\min} = \sqrt{127 \left(\frac{h_{\max}}{B} - \frac{\frac{B}{2} - d}{H \cdot n} \right) \cdot \sqrt{R}}$$

A fórmula é função direta do raio mínimo, substituindo todos os valores exceto o do Raio tem-se que: $V_{\min} = 2,134 \cdot \sqrt{R}$.

Discussão sobre os métodos

De acordo com a equipe de engenharia do IPT-Instituto de Pesquisas tecnológicas, em especial o Dr. Sérgio Inácio Ferreira especialista em dinâmica de corpos aplicada na área ferroviária, o método geométrico é superdimensionado. Dessa forma poderiam ser utilizados apenas o método dinâmico e as fórmulas de Nadal. Sendo possível realizar todo o trajeto com velocidade constante em menos tempo do que os 20 minutos limites e

mantendo o alto grau de conforto. Como não foi encontrada nenhuma evidência em livros que comprovassem esta teoria foi utilizado o método geométrico como base para as análises de velocidade, aceleração e posição.

O principal problema na análise é que pelo critério geométrico a velocidade do trem por todo percurso deve ser de 83Km/h dessa forma o trem demora mais de 20 minutos, tempo máximo que para completar o trajeto. No entanto uma viagem feita com velocidade constante tem um grau de conforto maior do que qualquer outro tipo de configuração de viagem.

Para discutir o problema se propôs dois casos: No primeiro a velocidade é constante e tem o valor máximo que o trem pode fazer de acordo com os critérios discutidos acima. No segundo caso a velocidade varia, aumentando após o trem passar pelas duas curvas em que o raio mínimo é igual a 320 metros.

Gráficos dos casos analisados

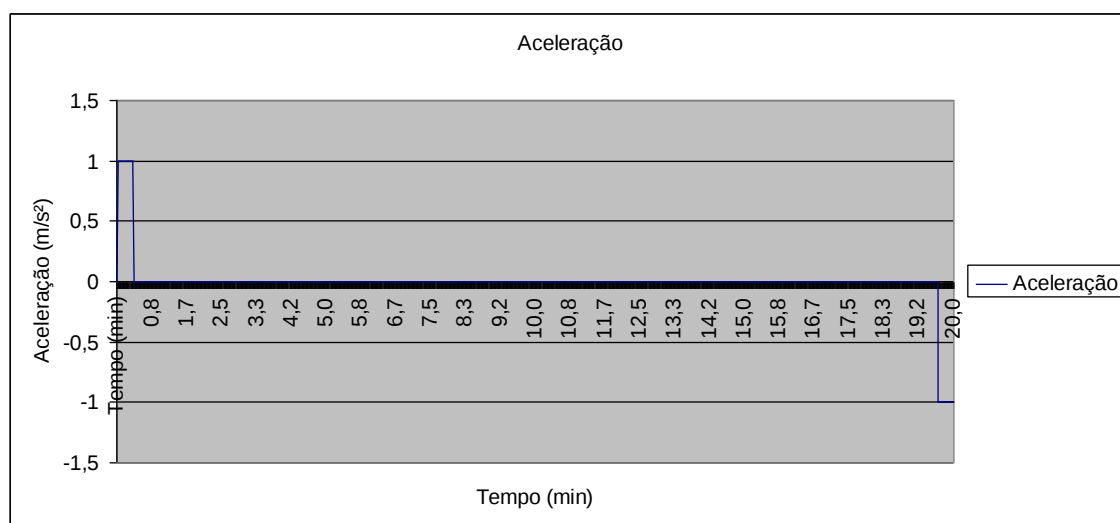
Caso 1: o Expresso Aeroporto faz todo o percurso em velocidade constante. $V=83\text{km/h}=23\text{m/s}$.

Velocidade de cruzeiro: 83km/h

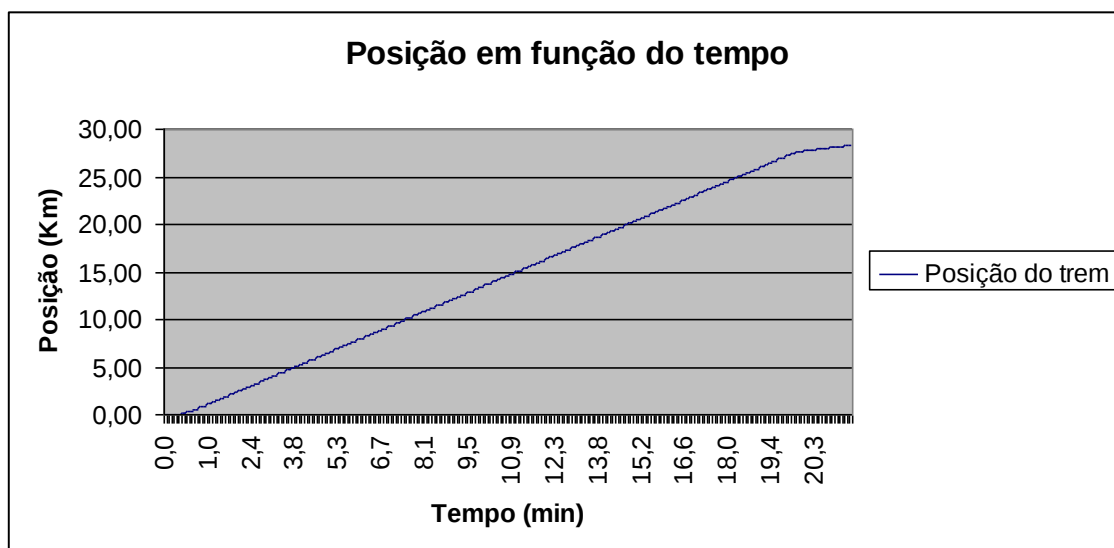
Aceleração: 1m/s^2

Tempo da viagem: em torno de 20,6 minutos. Considerando que na realidade a aceleração é variável pode-se fazer que este tempo será maior, o que causará atrasos mesmo que não ocorra nenhum imprevisto.

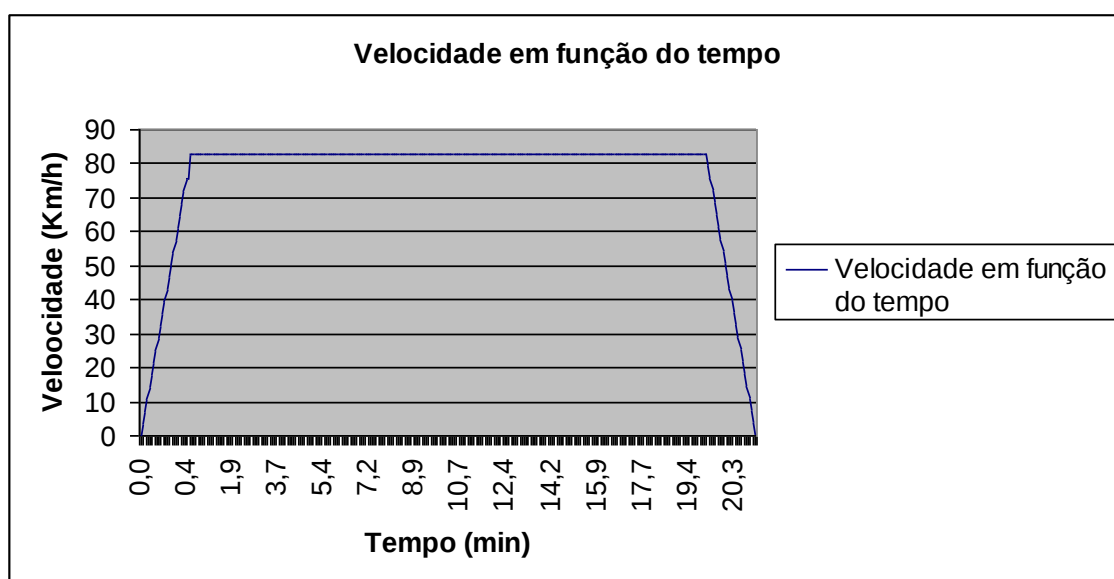
Aceleração (m/s^2) X Tempo (min) – Caso 1



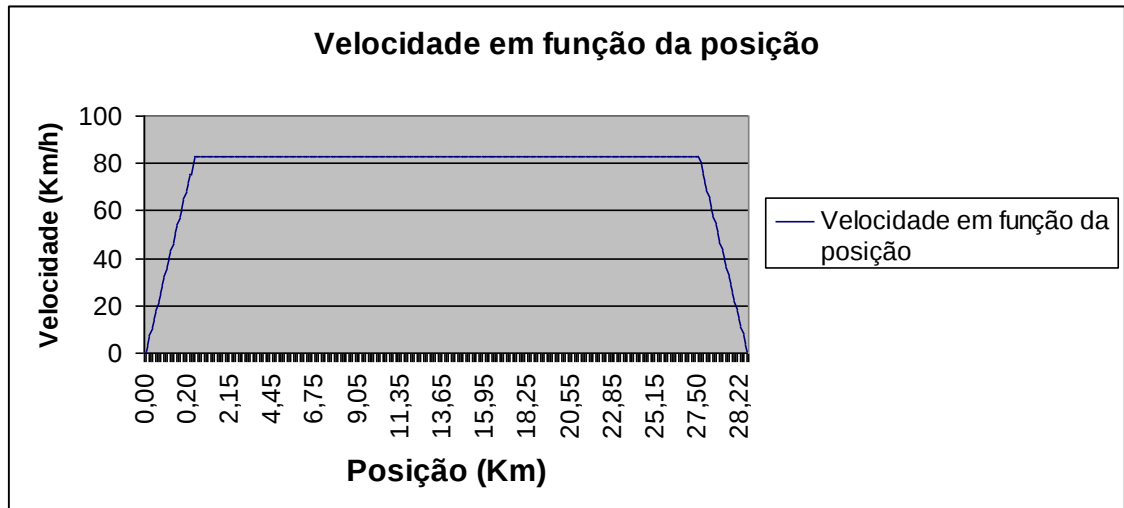
Posição(Km) X Tempo (min) – Caso 1



Velocidade (Km/h) em função do tempo (min) – Caso 1



Velocidade (Km/h) em função da posição (Km) – Caso 1



Caso 2: o Expresso Aeroporto faz todo o percurso em velocidade constante. $V=83\text{km/h}=23\text{m/s}$ até o final da curva cujo raio mínimo é 320 metros. Após este trecho sua velocidade aumenta para $27\text{m/s}=97,2\text{km/h}$ e termina o resto do percurso nesta velocidade.

Velocidade de cruzeiro: 83km/h e $97,2\text{km/h}$

Aceleração: 1m/s^2

Tempo da viagem: 19,4 minutos.

O trecho vermelho é realizado com $V=83\text{km/h}$, já o trecho em verde é realizado a $97,2\text{ km/h}$.

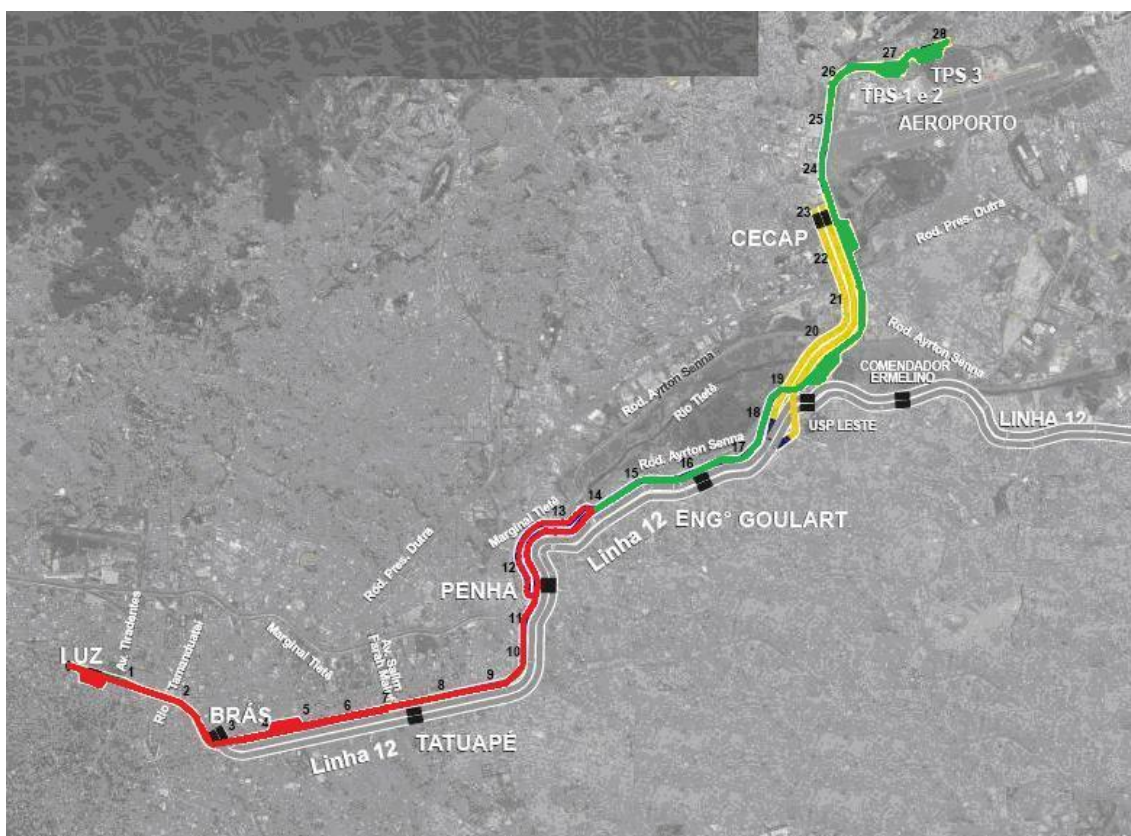
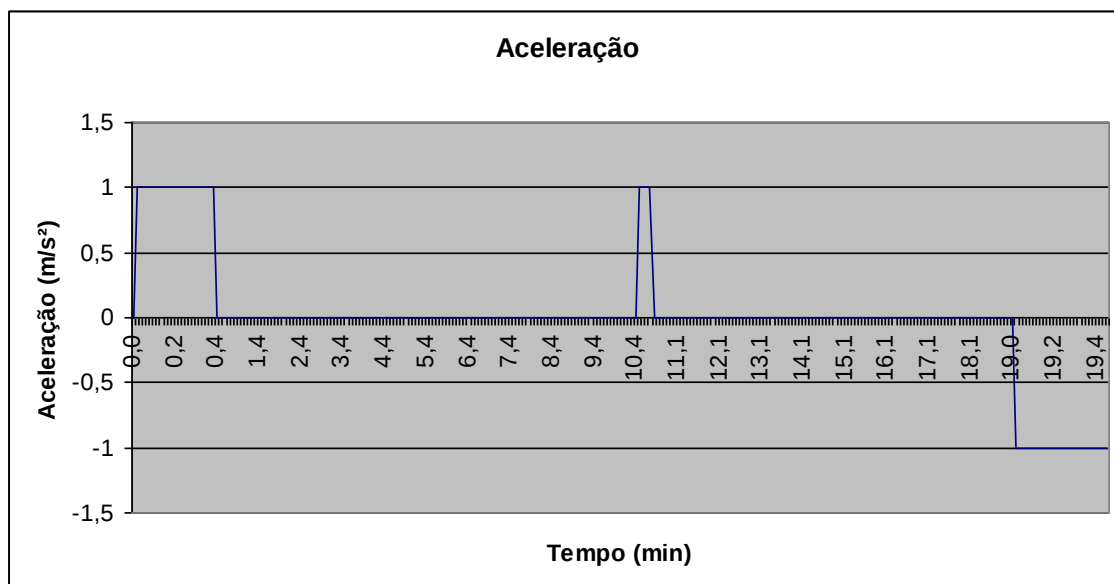
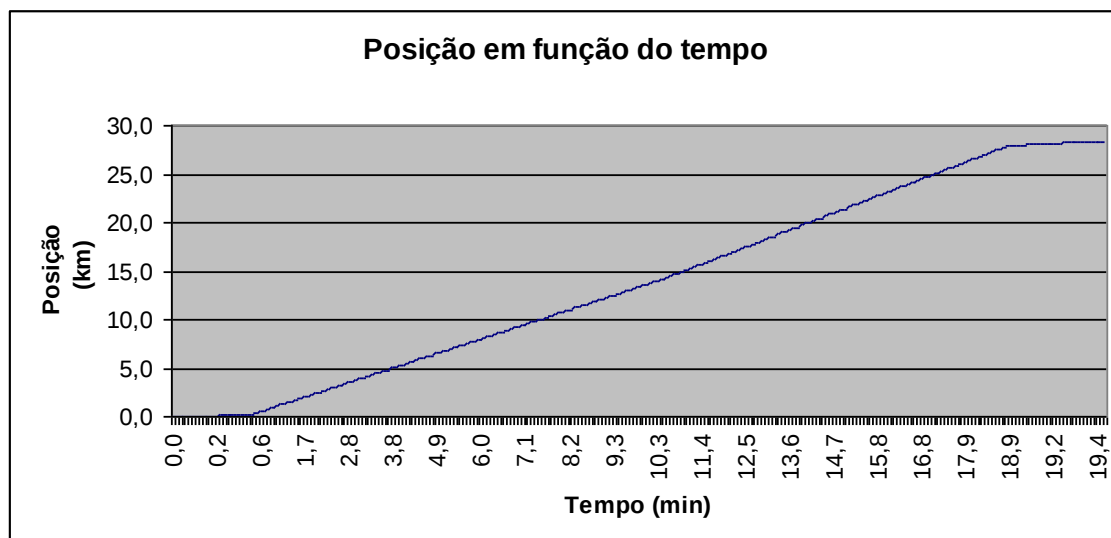


Figura 14: Concepção apresentada pela CPTM – Fonte: CPTM

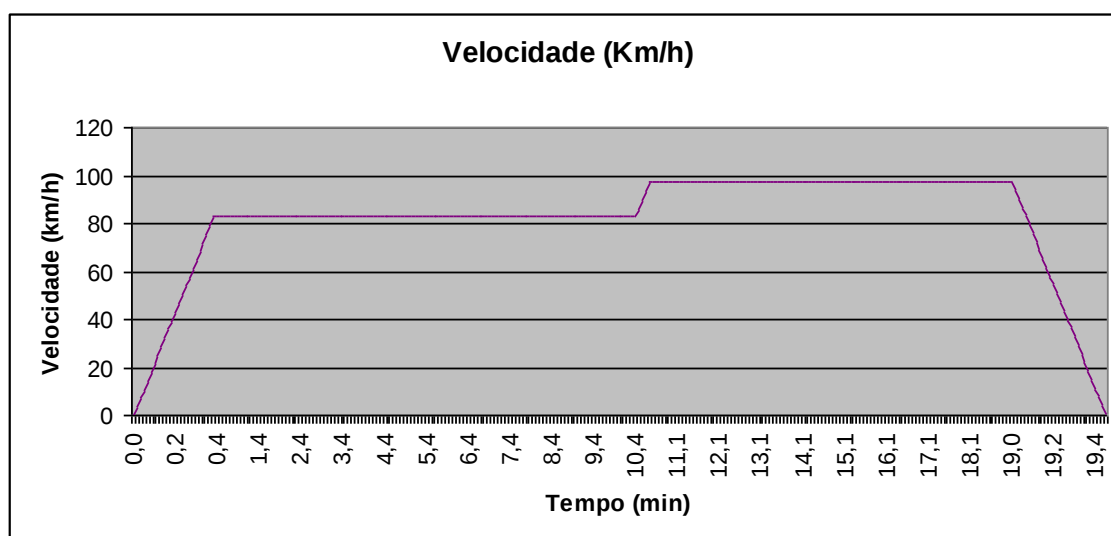
Aceleração (m/s^2) X Tempo (min) – Caso 2



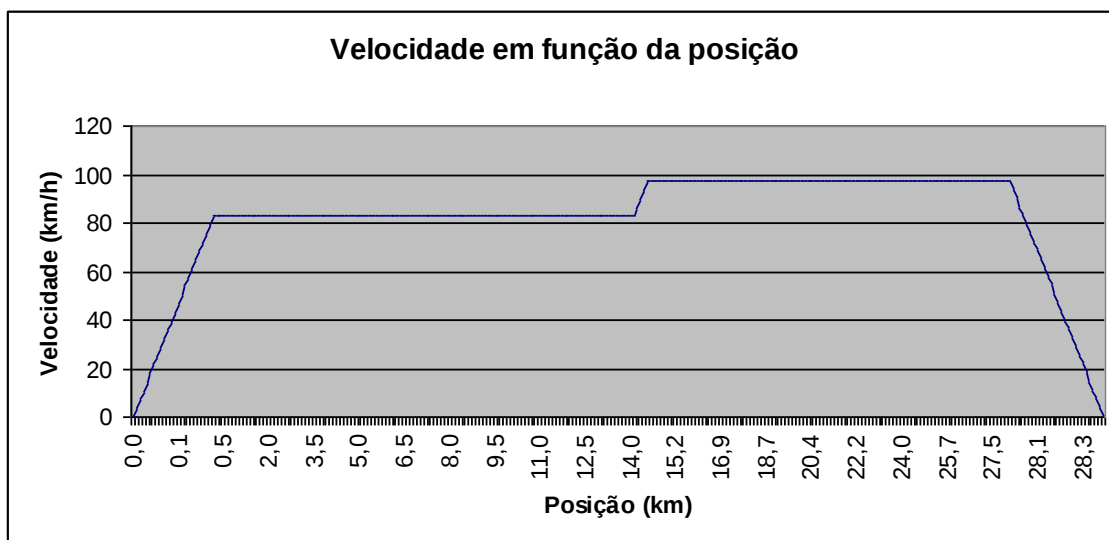
Posição(Km) X Tempo (min) – Caso 2



Velocidade (Km/h) em função do tempo (min)



Velocidade (Km/h) em função da posição (Km)



Modelo de trem utilizado

Em consulta ao caderno de Concepção Operacional e Funcional do projeto do Expresso Aeroporto elaborado pela CPTM, pode-se obter as seguintes características do serviço de transporte:

Período de Funcionamento: deverá operar todos os dias em suas vinte e quatro horas.

Tempo de Viagem: deverá ser de no máximo 20 minutos entre as Estações Terminais.

Headway Operacional: o intervalo entre trens, no período de maior movimento (hora-pico) de demanda, no sentido mais carregado, para atender o carregamento máximo neste período, considerando-se a capacidade máxima do trem, deverá ser inicialmente inferior a doze minutos no período da hora de maior movimento da demanda.

Nível de Conforto: os passageiros deverão ser transportados sentados, com espaço suficiente para suas bagagens pessoais. Não será permitido que passageiros viajem em pé neste serviço.

Tempo de Parada nas Estações Terminais: o tempo de parada nas estações terminais deverá ser inferior a 02 (dois) minutos.

Aceleração e Velocidade máxima: deve ter aceleração maior que $0,8\text{m/s}^2$ e possibilidade da velocidade de cruzeiro

Regularidade do serviço: a regularidade do serviço traduz a estabilidade do headway e, assim sendo, com o tempo de espera do usuário na plataforma, deve ser superior a 90%.

A regularidade deve ser medida a cada intervalo de operação.

A análise dinâmica e do check-in levou em conta estes critérios. O trajeto deve ser feito em menos de 20 minutos e o trem deve ficar parado na estação terminal apenas dois minutos, o raio mínimo é de 320 metros na curva na altura de 14km partindo da estação central.

Também não se alterou o número de trens que irão circular uma vez que qualquer mudança em um destes critérios de projeto afetaria toda a natureza do problema e permitira que adaptações convenientes fossem feitas o que descaracterizaria o problema de engenharia proposto.

Na análise de qual modelo seria adotado para a simulação das viagens foram considerados quatro modelos:

Desiro UK Class 360 – utilizado no Heathrow Express

Eletric 332 Multiple Unit - utilizado no Heathrow Express, foi substituído pelo Desiro UK Class 360 em 2005.

Desiro ET Multiple Unit - utilizado no Klia Ekpress

Eletric Multiple Unit – CPTM São Paulo

Todos os modelos considerados são da Siemens uma vez que esta foi a única empresa que concordou em fornecer dados sobre os modelos de trens que podem vir a ser implantados no Expresso Aeroporto.

Os modelos são da linha Desiro e podem ser construídos para rodar com Diesel ou eletricidade. Esta família de trens é utilizada normalmente para serviços regionais.

Escolheu-se o modelo Desiro UK Class 360 uma vez que este modelo preenche todos os requisitos necessários: atinge a aceleração e velocidade necessária, tem o tamanho para comportar os cerca de 240 passageiros por viagem, é composto por 4 carros para passageiros com a possibilidade de expansão para um carro a mais para bagagens e permite que se utilizem oito carros mais dois para bagagens, o que atende a demanda estipulada pela CPTM.

Tabela 15: Dados do Desiro UK Class 360

Número de carros	4+1
Potência Máxima [kW]	1550
Velocidade Máxima [km/h]	160
Aceleração média [m/s ²]	1
Peso [t]	170
Bitola [mm]	1435
Número de lugares	266

Fonte: Manual da Siemens (Reference List)

A tensão de alimentação dependerá da tecnologia a ser adotada para a captação ou geração interna da energia tração do trem. O nível de tensão será adotado como 33 kV.

7. CONCLUSÃO E PRÓXIMOS PASSOS

Síntese

O objetivo do trabalho de realizar um estudo sobre a implantação e operação de um trem de passageiros entre o Centro de São Paulo e o Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos iniciou com um estudo sobre o desenvolvimento e as dificuldades que o transporte ferroviário encontrou para se estabelecer no Brasil. Foi feito também um estudo sobre a RMSF para entender a situação geral do transporte na região.

Realizou-se um estudo sobre as conexões aeroportuárias no mundo com foco nos projetos referencia em diversos aspectos, como o HEX e o Klia Express. A partir desta análise pode-se definir as principais características que fazem com que estes projetos sejam um sucesso técnico e comercial. Estas características e práticas foram listadas.

Na segunda etapa do projeto focou-se em dois aspectos do projeto do Expresso Aeroporto de São Paulo, a questão do check-in na estação remota, onde se concluiu que não deve ser adotado e uma análise dinâmica do projeto, definindo a velocidade com que o trem percorre o trajeto. Nesta análise foram considerados dois casos, um em que a velocidade é constante e outro onde a velocidade varia após passar pela curva com raio mínimo de todo o trajeto.

Desta forma pode-se detalhar um pouco mais o projeto do Expresso Aeroporto e levantou-se alguns pontos que devem ser revistos do caderno funcional e operacional.

Análise Crítica

Inicialmente o projeto de um Expresso Aeroporto foi considerado como um projeto padrão que já existia em vários lugares do mundo sendo que o projeto de São Paulo seria apenas uma adaptação de benchmarks.

No entanto rapidamente se descobriu que as conexões aeroportuárias não são projetos padronizados e que cada solução tecnológica adotada é única e de difícil duplicação.

A própria CPTM, mais especificamente a Gerência de Projetos funcionais e Integração de Transportes acredita que as propostas do Expresso Aeroporto serão muito diferentes entre si.

Nos dois itens estudados mais profundamente, o check-in na estação remota e a análise dinâmica pode-se notar que os parâmetros estabelecidos no caderno funcional e operacional devem ser revistos.

Será muito difícil desenvolver um sistema de check-in na estação central sem que isto gere grandes mudanças não só no

projeto da estação como também no Aeroporto de Cumbica. Será preciso de uma grande cooperação entre todos os stakeholders além de diversos outros problemas citados. A exigência de o trem ficar parado apenas dois minutos na estação terminal é um grande problema que para ser resolvido provavelmente envolverá em perda de qualidade do serviço. Como o projeto terá que conquistar um market-share expressivo para ser um sucesso, um pouco acima da média mundial de conexões aeroportuárias este ponto deve ser revisto

A análise dinâmica revelou que o trem não consegue fazer todo o percurso em uma velocidade constante dentro do tempo determinado, ou seja, 20 minutos. Isto ocorre devido à geometria da via, que necessita de raio mínimo de 320 metros, o que implica em uma velocidade durante o percurso menos à velocidade média proposta. Nesse caso foi proposta uma segunda configuração de velocidades em que após passar pela curva com raio mínimo de 320 metros o trem acelera e mantém-se com uma outra velocidade constante. Essa outra velocidade foi calculada utilizando o raio mínimo do resto do percurso. A velocidade varia de 83km/h para 97,2km/h

Desdobramentos

O critério de check-in na estação remota deve ser mais bem discutido, uma vez que sua adoção deve ser estabelecida logo no começo do projeto, mas suas conseqüências se arrastam por todo o resto do projeto e vida útil do empreendimento.

Devem-se realizar ensaios mecânicos como os que o ADFR do IPT realiza para determinar o coeficiente de descarrilamento, dessa forma será possível determinar se o critério geométrico esta superdimensionado ou não. Dependendo do resultado poderá ser determinado a velocidade do trem durante todo o trajeto.

Sendo esta uma análise inicial não se levou em conta a situação de rampas e declividades pelo simples fato de que nenhum estudo sobre as possibilidades de existência de rampas terem sido feitos. Após estudos serem realizados sobre o assunto será mais fácil conseguir determinar a velocidade do trem em todos os instantes da viagem.

CONCLUSÃO

O Expresso Aeroporto é uma solução de transporte prioritária e o setor público tem mecanismos para prosseguir na atração de parceiros privados. É essencial que o Brasil adote o modelo de transporte de passageiros como solução para o estrangulamento pelo qual as cidades estão passando.

Os gastos que o Brasil tem com o modelo de transporte rodoviário são maiores do que se costuma pensar, uma vez que normalmente não se computa os gastos com as externalidades.

Os ganhos econômicos da maioria das linhas são negativos, no caso do Expresso Aeroporto os ganhos são positivos e os ganhos socioeconômicos, este sim positivo para as linhas de trem, em uma análise preliminar também são positivos e grandes.

A formatação da licitação da Concessão é decisiva para ampliar o leque de competidores e de soluções de negócio – edital, TR. O Estado deve desenvolver em conjunto com a iniciativa privada um modelo de parceria que seja proveitoso para ambos e que viabilize não apenas o projeto do Expresso Aeroporto, mas outros projetos de trens de passageiros.

Este modelo deve dar requisitos razoáveis e flexibilidade para a definição do modelo empresarial pelos agentes privados, que se inicia a partir da fase de licitação

A rentabilidade futura em grande medida é definida por variáveis de mercado e de implantação do sistema de trem expresso de aeroporto.

Os modelos mais bem sucedidos geralmente são orientados pelo mercado, com regulação mínima

A pesquisa dos modelos de ligações aeroportuárias mostrou que a qualidade do serviço prestado é essencial para o sucesso do Expresso Aeroporto. O público-alvo é exigente e o serviço deve ser de alta qualidade para atraí-lo. Mesmo com os ganhos de tempo que as ligações aeroportuárias trazem para seus usuários, o serviço tem papel de protagonista na escolha do meio de transporte para ou do Aeroporto. As soluções que tiverem as necessidades dos clientes

Neste caso a escolha de separar o Expresso Aeroporto do Trem de Guarulhos foi uma decisão acertada, uma vez que permite que um serviço de alta qualidade seja implantado.

A ligação aeroportuária de São Paulo tem uma importância enorme, uma vez que servirá como elemento transformador na cultura dos usuários que compõem a elite financeira, cultural e social brasileira e que não estão acostumados a andar de trem. Da mesma forma que a primeira linha de trem foi construída para convencer o Imperador das boas qualidades do transporte ferroviário, o Expresso Aeroporto poderá ter o mesmo efeito no século XXI.

8. REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS

- David, Eduardo Gonçalves. A ferrovia e sua História: EFCB Ed. Aenfer 1998 vol 1.
- II. Brito, Nascimento. Meio Século de Estradas de Ferro. Ed Livraria São José, RJ, sd.
- Popoutchi, Isaac e Sarmento, Antônio Carlos. A organização das Ferrovias Urbanas no Brasil. Ed. CBTU RJ 1984
- Buzzelin, José Emílio de Castro H. Carros Budd no Brasil Ed. Memória do Trem 2002
- Lima, Ieda Maria de Oliveira e Alcântara, Eduardo Vasconcellos (coord) Quantificação das Deseconomias do Transporte Público: Uma Resenha das Experiências Internacionais. IPEA Brasília 1998
- IPEA e ANTP, Redução das Deseconomias Urbanas Com a Melhoria do Transporte Público-Relat. Síntese. Maio e Agosto de 1998 Ed. IPEA e ANTP
- IPEA e ANTP, Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas
- Aglomerações Urbanas Brasileiras- Relat. Executivo. IPEA-ANTP Brasília 2003
- Vasconcellos, Eduardo de Alcântara. Transporte e Meio Ambiente- Conceitos e Informações para Análise de Impactos. Ed. do Autor SP. 2006
- ATI, Air Transport Intelligence (2005). Swiss hands Geneva-Paris route to Air France.
- Air Transport Intelligence News. ATI, Air Transport Intelligence (2007). European rail operators form airline-style alliance. Air Transport Intelligence News.
- IARO, International Air Rail Organisation (2007a). Case study on Frankfurt Airport. Relatório da IARO.
- IARO, International Air Rail Organisation (2007b). Case study on Zürich Airport. Relatório da IARO.
- IARO, International Air Rail Organisation (2007c). Case study on Paris Charles de Gaulle Airport. Relatório da IARO.
- IARO, International Air Rail Organisation (2007d). Check-in on airport railways. Relatório da IARO.
- Railway Gazette (2006a). Airport rail links must focus on Service. Railway Gazette International, Dezembro de 2006
- Railway Gazette (2006b). Construction wave adds high speed lines in six states. Railway Gazette International, Dezembro de 2006

Inácio, Sergio Ferreira, Entrevista Dr. Engenheiro Sérgio Inácio Ferreira do ADFR-Agrupamento de Desenvolvimento Ferroviário e Rodoviário do IPT. 15/10/2008

Schurgelies, Cláudio Fernando, Entrevista com o Engenheiro Cláudio Fernando Schurgelies da CPTM. Entrevista dia 1/11/2008

Secretaria dos Transportes Metropolitanos STM
Disponível em: <<http://www.stm.sp.gov.br/>>
Acesso em: 10/5/2008

CPTM - Companhia Paulista de Trens Metropolitanos
Disponível em: < <http://www.cptm.sp.gov.br/default.asp> >
Acesso em: 14/5/2008

Metrô - Companhia do Metropolitano de São Paulo
Disponível em: < <http://www.metro.sp.gov.br/> >
Acesso em: 13/5/2008

EMTU – Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo S.A.
Disponível em: < <http://www.emtu.sp.gov.br> >
Acesso em: 9/5/2008

Emplasa - Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano SA
Disponível em:
< <http://www.emplasa.sp.gov.br/portalemplasa/index.asp> >
Acesso em: 7/5/2008

IPT - Instituto de Pesquisa Tecnológica
Disponível em: < <http://www.ipt.br> >
Acesso em: 20/5/2008

Infraero
Disponível em:
<http://www.infraero.gov.br/aero_prev_home.php?ai=43>
Acesso em: 15/5/2008

Agência Nacional de Transportes Terrestres
Disponível em: < <http://www.antt.gov.br> >
Acesso em: 16/5/2008

Associação Brasileira da Indústria Ferroviária
Disponível em: < <http://www.abifer.org.br/principal.htm> >
Acesso em: 18/5/2008

AD=TREM Agência de Desenvolvimento de Trens Rápidos Entre Municípios

Disponível em: < <http://www.adtrem.com.br/> >

Acesso em: 5/5/2008

Revista Ferroviária

Disponível em: < <http://www.revistaferroviaria.com.br/> >

Acesso em: 10/4/2008

Segundo seminário Trem de Aeroporto

Disponível em:

< <http://www.revistaferroviaria.com.br/nt2008/palestras.asp> >

Acesso em: 9/3/2008

Heathrow Express

Disponível em: <

<https://www.heathrowexpress.com/index.asp?SID={75CF2C3A-1645-400F-9062-C2D8CDEA108B}> >

Acesso em: 1/4/2008

Arlanda Express

Disponível em: < <http://www.arlandaexpress.com/> >

Acesso em: 10/4/2008

Flytoget

Disponível em: <<http://www.flytoget.no/> >

Acesso em: 7/2/2008

Klia Ekspress

Disponível em: < <http://www.kliaekspres.com/> >

Acesso em: 10/2/2008

IARO - International Air Rail Organisation

Disponível em: < <http://www.iaro.com/index2.shtml> >

Acesso em: 10/2/2008

CAA, Civil Aviation Authority. Montreal Convention. Acesso em: 20/10/2008

Disponível em:

<<http://www.caa.co.uk/default.aspx?catid=306&pagetype=90&pageid=529>>

DB, Deutsche Bahn.

Acesso em: 15/9/2008

Disponível em:

<<http://reiseauskunft.bahn.de/bin/bhftafel.exe/en?evalId=8003330&boardType=dep&time=00:00&productsDefault=1111101&start=yes>>

Marco Trailers. Product Index.

Acesso em 12/10/2008

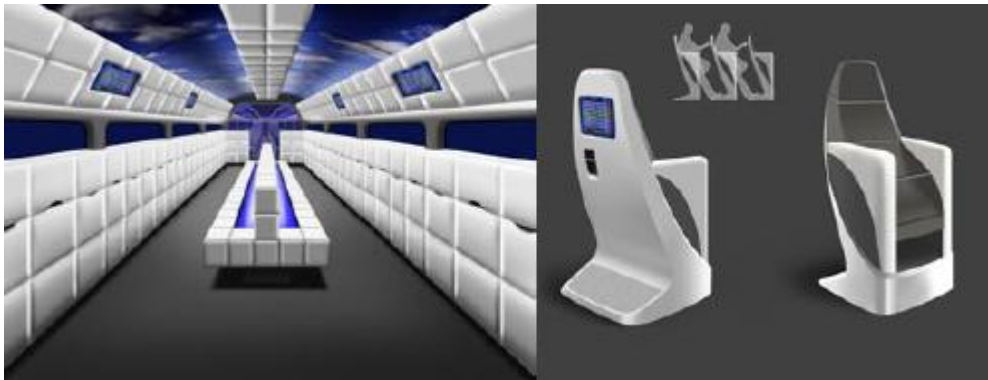
Disponível em: <http://www.marcotrailers.co.uk>

Apêndice A - Layout interno do Trem

Layout interno do trem

Como parte do processo de escolha do trem e baseado nas informações obtidas com a pesquisa junto ao público-alvo do empreendimento pode-se começar a pensar no futuro layout do trem do Expresso Aeroporto de São Paulo. Esta questão é tratada de forma superficial, pois foge ao escopo do projeto, sendo apenas uma sugestão. Considerou-se que todos os passageiros devem viajar sentados, com conforto e com a possibilidade de viajar próximo às suas bagagens de mão de forma que o layout deve ter a maioria de suas estruturas transparentes.





Apêndice B – Tabela de Valores do Caso 2:

Esta tabela foi criada a partir de uma macro que tinha como input a velocidade e aceleração e as posições no trecho onde estas começavam a atuar, Ou seja os inputs eram:

V1=23m/s

A1=1m/s²

S1=0m

V2=27m/s

A2=1m/s²

S2=14.000m

V3=0m/s

A1=-1m/s²

S3=27.935,5m

Tempo (s)	Tempo(min)	Aceleração (m/s ²)	Velocidade (m/s)	Velocidade (Km/h)	Posição (m)	Posição (Km)
0	0	0	0	0	0	0
1	0,016666667	1	1	3,6	0,5	0,0005
2	0,033333333	1	2	7,2	2	0,002
3	0,05	1	3	10,8	4,5	0,0045
4	0,066666667	1	4	14,4	8	0,008
5	0,083333333	1	5	18	12,5	0,0125
6	0,1	1	6	21,6	18	0,018
7	0,116666667	1	7	25,2	24,5	0,0245
8	0,133333333	1	8	28,8	32	0,032
9	0,15	1	9	32,4	40,5	0,0405
10	0,166666667	1	10	36	50	0,05
11	0,183333333	1	11	39,6	60,5	0,0605
12	0,2	1	12	43,2	72	0,072
13	0,216666667	1	13	46,8	84,5	0,0845
14	0,233333333	1	14	50,4	98	0,098
15	0,25	1	15	54	112,5	0,1125
16	0,266666667	1	16	57,6	128	0,128
17	0,283333333	1	17	61,2	144,5	0,1445
18	0,3	1	18	64,8	162	0,162
19	0,316666667	1	19	68,4	180,5	0,1805
20	0,333333333	1	20	72	200	0,2
21	0,35	1	21	75,6	220,5	0,2205
22	0,366666667	1	22	79,2	242	0,242
23	0,383333333	1	23	82,8	264,5	0,2645
25	0,416666667	0	23	82,8	310,5	0,3105
30	0,5	0	23	82,8	425,5	0,4255
35	0,583333333	0	23	82,8	540,5	0,5405
40	0,666666667	0	23	82,8	655,5	0,6555
45	0,75	0	23	82,8	770,5	0,7705
50	0,833333333	0	23	82,8	885,5	0,8855
55	0,916666667	0	23	82,8	1000,5	1,0005
60	1	0	23	82,8	1115,5	1,1155

65	1,083333333	0	23	82,8	1230,5	1,2305
70	1,166666667	0	23	82,8	1345,5	1,3455
75	1,25	0	23	82,8	1460,5	1,4605
80	1,333333333	0	23	82,8	1575,5	1,5755
85	1,416666667	0	23	82,8	1690,5	1,6905
90	1,5	0	23	82,8	1805,5	1,8055
95	1,583333333	0	23	82,8	1920,5	1,9205
100	1,666666667	0	23	82,8	2035,5	2,0355
105	1,75	0	23	82,8	2150,5	2,1505
110	1,833333333	0	23	82,8	2265,5	2,2655
115	1,916666667	0	23	82,8	2380,5	2,3805
120	2	0	23	82,8	2495,5	2,4955
125	2,083333333	0	23	82,8	2610,5	2,6105
130	2,166666667	0	23	82,8	2725,5	2,7255
135	2,25	0	23	82,8	2840,5	2,8405
140	2,333333333	0	23	82,8	2955,5	2,9555
145	2,416666667	0	23	82,8	3070,5	3,0705
150	2,5	0	23	82,8	3185,5	3,1855
155	2,583333333	0	23	82,8	3300,5	3,3005
160	2,666666667	0	23	82,8	3415,5	3,4155
165	2,75	0	23	82,8	3530,5	3,5305
170	2,833333333	0	23	82,8	3645,5	3,6455
175	2,916666667	0	23	82,8	3760,5	3,7605
180	3	0	23	82,8	3875,5	3,8755
185	3,083333333	0	23	82,8	3990,5	3,9905
190	3,166666667	0	23	82,8	4105,5	4,1055
195	3,25	0	23	82,8	4220,5	4,2205
200	3,333333333	0	23	82,8	4335,5	4,3355
205	3,416666667	0	23	82,8	4450,5	4,4505
210	3,5	0	23	82,8	4565,5	4,5655
215	3,583333333	0	23	82,8	4680,5	4,6805
220	3,666666667	0	23	82,8	4795,5	4,7955
225	3,75	0	23	82,8	4910,5	4,9105
230	3,833333333	0	23	82,8	5025,5	5,0255
235	3,916666667	0	23	82,8	5140,5	5,1405
240	4	0	23	82,8	5255,5	5,2555
245	4,083333333	0	23	82,8	5370,5	5,3705
250	4,166666667	0	23	82,8	5485,5	5,4855
255	4,25	0	23	82,8	5600,5	5,6005
260	4,333333333	0	23	82,8	5715,5	5,7155
265	4,416666667	0	23	82,8	5830,5	5,8305
270	4,5	0	23	82,8	5945,5	5,9455
275	4,583333333	0	23	82,8	6060,5	6,0605
280	4,666666667	0	23	82,8	6175,5	6,1755
285	4,75	0	23	82,8	6290,5	6,2905
290	4,833333333	0	23	82,8	6405,5	6,4055
295	4,916666667	0	23	82,8	6520,5	6,5205
300	5	0	23	82,8	6635,5	6,6355
305	5,083333333	0	23	82,8	6750,5	6,7505
310	5,166666667	0	23	82,8	6865,5	6,8655

315	5,25	0	23	82,8	6980,5	6,9805
320	5,333333333	0	23	82,8	7095,5	7,0955
325	5,416666667	0	23	82,8	7210,5	7,2105
330	5,5	0	23	82,8	7325,5	7,3255
335	5,583333333	0	23	82,8	7440,5	7,4405
340	5,666666667	0	23	82,8	7555,5	7,5555
345	5,75	0	23	82,8	7670,5	7,6705
350	5,833333333	0	23	82,8	7785,5	7,7855
355	5,916666667	0	23	82,8	7900,5	7,9005
360	6	0	23	82,8	8015,5	8,0155
365	6,083333333	0	23	82,8	8130,5	8,1305
370	6,166666667	0	23	82,8	8245,5	8,2455
375	6,25	0	23	82,8	8360,5	8,3605
380	6,333333333	0	23	82,8	8475,5	8,4755
385	6,416666667	0	23	82,8	8590,5	8,5905
390	6,5	0	23	82,8	8705,5	8,7055
395	6,583333333	0	23	82,8	8820,5	8,8205
400	6,666666667	0	23	82,8	8935,5	8,9355
405	6,75	0	23	82,8	9050,5	9,0505
410	6,833333333	0	23	82,8	9165,5	9,1655
415	6,916666667	0	23	82,8	9280,5	9,2805
420	7	0	23	82,8	9395,5	9,3955
425	7,083333333	0	23	82,8	9510,5	9,5105
430	7,166666667	0	23	82,8	9625,5	9,6255
435	7,25	0	23	82,8	9740,5	9,7405
440	7,333333333	0	23	82,8	9855,5	9,8555
445	7,416666667	0	23	82,8	9970,5	9,9705
450	7,5	0	23	82,8	10085,5	10,0855
455	7,583333333	0	23	82,8	10200,5	10,2005
460	7,666666667	0	23	82,8	10315,5	10,3155
465	7,75	0	23	82,8	10430,5	10,4305
470	7,833333333	0	23	82,8	10545,5	10,5455
475	7,916666667	0	23	82,8	10660,5	10,6605
480	8	0	23	82,8	10775,5	10,7755
485	8,083333333	0	23	82,8	10890,5	10,8905
490	8,166666667	0	23	82,8	11005,5	11,0055
495	8,25	0	23	82,8	11120,5	11,1205
500	8,333333333	0	23	82,8	11235,5	11,2355
505	8,416666667	0	23	82,8	11350,5	11,3505
510	8,5	0	23	82,8	11465,5	11,4655
515	8,583333333	0	23	82,8	11580,5	11,5805
520	8,666666667	0	23	82,8	11695,5	11,6955
525	8,75	0	23	82,8	11810,5	11,8105
530	8,833333333	0	23	82,8	11925,5	11,9255
535	8,916666667	0	23	82,8	12040,5	12,0405
540	9	0	23	82,8	12155,5	12,1555
545	9,083333333	0	23	82,8	12270,5	12,2705
550	9,166666667	0	23	82,8	12385,5	12,3855
555	9,25	0	23	82,8	12500,5	12,5005
560	9,333333333	0	23	82,8	12615,5	12,6155

565	9,416666667	0	23	82,8	12730,5	12,7305
570	9,5	0	23	82,8	12845,5	12,8455
575	9,583333333	0	23	82,8	12960,5	12,9605
580	9,666666667	0	23	82,8	13075,5	13,0755
585	9,75	0	23	82,8	13190,5	13,1905
590	9,833333333	0	23	82,8	13305,5	13,3055
595	9,916666667	0	23	82,8	13420,5	13,4205
600	10	0	23	82,8	13535,5	13,5355
605	10,08333333	0	23	82,8	13650,5	13,6505
610	10,16666667	0	23	82,8	13765,5	13,7655
615	10,25	0	23	82,8	13880,5	13,8805
620	10,33333333	0	23	82,8	13995,5	13,9955
625	10,41666667	0	23	82,8	14110,5	14,1105
626	10,43333333	1	24	86,4	14134	14,134
627	10,45	1	25	90	14158,5	14,1585
628	10,46666667	1	26	93,6	14184	14,184
629	10,48333333	1	27	97,2	14210,5	14,2105
630	10,5	0	27	97,2	14237,5	14,2375
635	10,58333333	0	27	97,2	14372,5	14,3725
640	10,66666667	0	27	97,2	14507,5	14,5075
645	10,75	0	27	97,2	14642,5	14,6425
650	10,83333333	0	27	97,2	14777,5	14,7775
655	10,91666667	0	27	97,2	14912,5	14,9125
660	11	0	27	97,2	15047,5	15,0475
665	11,08333333	0	27	97,2	15182,5	15,1825
670	11,16666667	0	27	97,2	15317,5	15,3175
675	11,25	0	27	97,2	15452,5	15,4525
680	11,33333333	0	27	97,2	15587,5	15,5875
685	11,41666667	0	27	97,2	15722,5	15,7225
690	11,5	0	27	97,2	15857,5	15,8575
695	11,58333333	0	27	97,2	15992,5	15,9925
700	11,66666667	0	27	97,2	16127,5	16,1275
705	11,75	0	27	97,2	16262,5	16,2625
710	11,83333333	0	27	97,2	16397,5	16,3975
715	11,91666667	0	27	97,2	16532,5	16,5325
720	12	0	27	97,2	16667,5	16,6675
725	12,08333333	0	27	97,2	16802,5	16,8025
730	12,16666667	0	27	97,2	16937,5	16,9375
735	12,25	0	27	97,2	17072,5	17,0725
740	12,33333333	0	27	97,2	17207,5	17,2075
745	12,41666667	0	27	97,2	17342,5	17,3425
750	12,5	0	27	97,2	17477,5	17,4775
755	12,58333333	0	27	97,2	17612,5	17,6125
760	12,66666667	0	27	97,2	17747,5	17,7475
765	12,75	0	27	97,2	17882,5	17,8825
770	12,83333333	0	27	97,2	18017,5	18,0175
775	12,91666667	0	27	97,2	18152,5	18,1525
780	13	0	27	97,2	18287,5	18,2875
785	13,08333333	0	27	97,2	18422,5	18,4225
790	13,16666667	0	27	97,2	18557,5	18,5575

795	13,25	0	27	97,2	18692,5	18,6925
800	13,33333333	0	27	97,2	18827,5	18,8275
805	13,41666667	0	27	97,2	18962,5	18,9625
810	13,5	0	27	97,2	19097,5	19,0975
815	13,58333333	0	27	97,2	19232,5	19,2325
820	13,66666667	0	27	97,2	19367,5	19,3675
825	13,75	0	27	97,2	19502,5	19,5025
830	13,83333333	0	27	97,2	19637,5	19,6375
835	13,91666667	0	27	97,2	19772,5	19,7725
840	14	0	27	97,2	19907,5	19,9075
845	14,08333333	0	27	97,2	20042,5	20,0425
850	14,16666667	0	27	97,2	20177,5	20,1775
855	14,25	0	27	97,2	20312,5	20,3125
860	14,33333333	0	27	97,2	20447,5	20,4475
865	14,41666667	0	27	97,2	20582,5	20,5825
870	14,5	0	27	97,2	20717,5	20,7175
875	14,58333333	0	27	97,2	20852,5	20,8525
880	14,66666667	0	27	97,2	20987,5	20,9875
885	14,75	0	27	97,2	21122,5	21,1225
890	14,83333333	0	27	97,2	21257,5	21,2575
895	14,91666667	0	27	97,2	21392,5	21,3925
900	15	0	27	97,2	21527,5	21,5275
905	15,08333333	0	27	97,2	21662,5	21,6625
910	15,16666667	0	27	97,2	21797,5	21,7975
915	15,25	0	27	97,2	21932,5	21,9325
920	15,33333333	0	27	97,2	22067,5	22,0675
925	15,41666667	0	27	97,2	22202,5	22,2025
930	15,5	0	27	97,2	22337,5	22,3375
935	15,58333333	0	27	97,2	22472,5	22,4725
940	15,66666667	0	27	97,2	22607,5	22,6075
945	15,75	0	27	97,2	22742,5	22,7425
950	15,83333333	0	27	97,2	22877,5	22,8775
955	15,91666667	0	27	97,2	23012,5	23,0125
960	16	0	27	97,2	23147,5	23,1475
965	16,08333333	0	27	97,2	23282,5	23,2825
970	16,16666667	0	27	97,2	23417,5	23,4175
975	16,25	0	27	97,2	23552,5	23,5525
980	16,33333333	0	27	97,2	23687,5	23,6875
985	16,41666667	0	27	97,2	23822,5	23,8225
990	16,5	0	27	97,2	23957,5	23,9575
995	16,58333333	0	27	97,2	24092,5	24,0925
1000	16,66666667	0	27	97,2	24227,5	24,2275
1005	16,75	0	27	97,2	24362,5	24,3625
1010	16,83333333	0	27	97,2	24497,5	24,4975
1015	16,91666667	0	27	97,2	24632,5	24,6325
1020	17	0	27	97,2	24767,5	24,7675
1025	17,08333333	0	27	97,2	24902,5	24,9025
1030	17,16666667	0	27	97,2	25037,5	25,0375
1035	17,25	0	27	97,2	25172,5	25,1725
1040	17,33333333	0	27	97,2	25307,5	25,3075

1045	17,41666667	0	27	97,2	25442,5	25,4425
1050	17,5	0	27	97,2	25577,5	25,5775
1055	17,58333333	0	27	97,2	25712,5	25,7125
1060	17,66666667	0	27	97,2	25847,5	25,8475
1065	17,75	0	27	97,2	25982,5	25,9825
1070	17,83333333	0	27	97,2	26117,5	26,1175
1075	17,91666667	0	27	97,2	26252,5	26,2525
1080	18	0	27	97,2	26387,5	26,3875
1085	18,08333333	0	27	97,2	26522,5	26,5225
1090	18,16666667	0	27	97,2	26657,5	26,6575
1095	18,25	0	27	97,2	26792,5	26,7925
1100	18,33333333	0	27	97,2	26927,5	26,9275
1105	18,41666667	0	27	97,2	27062,5	27,0625
1110	18,5	0	27	97,2	27197,5	27,1975
1115	18,58333333	0	27	97,2	27332,5	27,3325
1120	18,66666667	0	27	97,2	27467,5	27,4675
1125	18,75	0	27	97,2	27602,5	27,6025
1130	18,83333333	0	27	97,2	27737,5	27,7375
1135	18,91666667	0	27	97,2	27872,5	27,8725
1136	18,93333333	0	27	97,2	27899,5	27,8995
1137	18,95	0	27	97,2	27926,5	27,9265
1138	18,96666667	-1	26	93,6	27953	27,953
1139	18,98333333	-1	25	90	27978,5	27,9785
1140	19	-1	24	86,4	28003	28,003
1141	19,01666667	-1	23	82,8	28026,5	28,0265
1142	19,03333333	-1	22	79,2	28049	28,049
1143	19,05	-1	21	75,6	28070,5	28,0705
1144	19,06666667	-1	20	72	28091	28,091
1145	19,08333333	-1	19	68,4	28110,5	28,1105
1146	19,1	-1	18	64,8	28129	28,129
1147	19,11666667	-1	17	61,2	28146,5	28,1465
1148	19,13333333	-1	16	57,6	28163	28,163
1149	19,15	-1	15	54	28178,5	28,1785
1150	19,16666667	-1	14	50,4	28193	28,193
1151	19,18333333	-1	13	46,8	28206,5	28,2065
1152	19,2	-1	12	43,2	28219	28,219
1153	19,21666667	-1	11	39,6	28230,5	28,2305
1154	19,23333333	-1	10	36	28241	28,241
1155	19,25	-1	9	32,4	28250,5	28,2505
1156	19,26666667	-1	8	28,8	28259	28,259
1157	19,28333333	-1	7	25,2	28266,5	28,2665
1158	19,3	-1	6	21,6	28273	28,273
1159	19,31666667	-1	5	18	28278,5	28,2785
1160	19,33333333	-1	4	14,4	28283	28,283
1161	19,35	-1	3	10,8	28286,5	28,2865
1162	19,36666667	-1	2	7,2	28289	28,289
1163	19,38333333	-1	1	3,6	28290,5	28,2905
1164	19,4	-1	0	0	28291	28,291