

**Solução de trem regional bimodal**  
**Solução de tecnologia japonesa monotrilho**

**Apresentação ao Ministério dos transportes**



## **1 Empresa**

---

## **2 Div. de sistemas de transporte**

---

## **3 Produtos**

---

## **4 Histórico da Hitachi Rail**

---

## **5 Experiência mundial recente**

---

## **6 Solução de trem regional (bimodal)**

---

## **7 Tecnologia japonesa monotrilho**

---

- Fundação: 1910
- Vendas líquidas: 10.000 bilhões de ienes (US\$ 102.045 milhões)
- Bens totais: 9.403 bilhões de ienes (US\$ 95.956 milhões)
- Total de colaboradores: 400,129
- Empresas afiliadas: 943 empresas

O balanço financeiro consolidado apresentado aqui é expresso em ienes e foram convertidos para dólares dos EUA na taxa de 98 ienes = US\$1, taxa cambial aproximada do mercado cambial de Tóquio em 31 de março de 2009.



*Fundador Namihei  
Odaira*

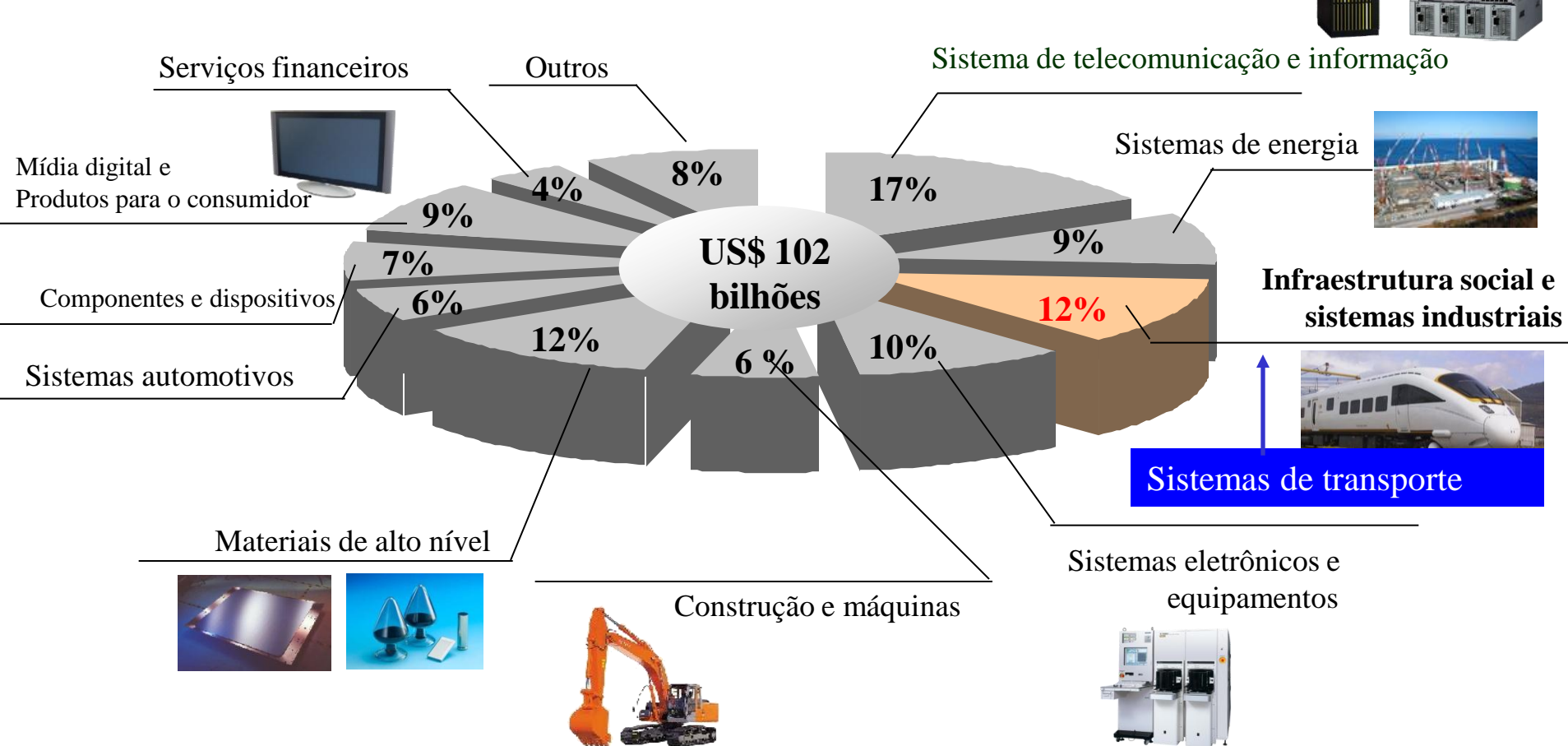
*Oficina de consertos original  
Província de Ibaraki, 1910*



# Proporção de vendas no grupo no ano fiscal 2009

Hitachi  
Inspire the Next

## Vendas por segmento industrial





## ■ Vendas em eletrônicos globais e equipamentos elétricos

(20 de julho de 2009)

Posição	Empresa	Vendas (US\$M)
1	Siemens	123,595
2	Samsung Electronics	110,350
3	Hitachi	99,544
4	LG	82,082
5	Panasonic	77,298
6	Sony	76,945
7	Toshiba	66,239
8	Hon Hai Precision Industry	61,861

**1 Empresa**

---

**2 Div. de sistemas de transporte**

---

**3 Produtos**

---

**4 Histórico da Hitachi Rail**

---

**5 Experiência mundial recente**

---

**6 Solução de trem regional (bimodal)**

---

**7 Tecnologia japonesa monotrilho**

---

# Localização das unidades de produção

## Div. Sistemas de transporte Kasado e produtos

(material rodante)



## Div. Engenharia dos sistemas de fonte de alimentação e produtos



(módulos IGBT)



(motor de tração)

(equipamentos de fonte de alimentação)



## Div. de sistema de informação e controle



(sistemas TMS e SCADA)

**Matriz**  
**Div. de sistemas de transporte**  
**engenharia e vendas)**

## Div. de produtos de sistema de transporte Mito



(componentes elétricos)



(sistema de sinalização)

## Sistemas de transporte

**Kasado Transportation**  
Div. de produtos de sistema

**Material Rodante, HVAC**

**Mito Transportation**  
Div. de produtos de sistema

**Material rodante  
Sistemas elétricos,  
Sistema de sinalização**

**Informações e controle**  
Div. de sistema

**Sistema de controle de trem**

**Sistemas de fonte de alimentação**  
Div. de engenharia e produtos

**Fonte de alimentação  
Equipamentos**

**Infraestrutura de informações e**  
Div. de sistemas de rede

**Sistemas de TI, rede**

**Lab. de pesquisas Hitachi**

**Sistema de  
informações e controle**

**Lab. de desenvolvimento  
de sistemas**

**Sistemas de TI, arquitetura  
de sistemas**

## ● Kasado Japão –

Material rodante, truque e componentes mecânicos principais  
Projeto, produção e teste



Instalações da  
Kasado

Unidade: 520,000m<sup>2</sup>

## ● Mito Japão –

Sistemas elétricos, TMS  
e projeto de tração,  
Produção e teste



Instalações da  
Mito

Unidade: 467,900m<sup>2</sup>

**1 Empresa**

---

**2 Div. de sistemas de transporte**

---

**3 Produtos**

---

**4 Histórico da Hitachi Rail**

---

**5 Experiência mundial recente**

---

**6 Solução de trem regional (bimodal)**

---

**7 Tecnologia japonesa monotrilho**

---



## Material rodante



## Pátio



Sistema de  
supervisão de  
manutenção

## Sistema de gestão de tráfego



**A Hitachi é  
a fornecedora de sistemas  
ferroviários totais  
com sistema confiável  
de alta qualidade**

## Fonte de alimentação



Transformador



## Sinalização



Equipamentos de  
intertravamento



## Estação



Segurança  
das portas

Segurança  
no  
fechamento

Elevador

Escada  
rolante

Alarme  
contra  
incêndio

# Variedades de material rodante Hitachi

**HITACHI**  
Inspire the Next



**Trem expresso (EMU)**



**Trem de alta velocidade (EMU)**



**SISTEMA DE MONOTRILHO**

**Produtos de material rodante Hitachi:**  
**Distribuídos em mais de**  
**6.000 carros elétricos**



**Trem TILT (EMU)**



**METRÔ LINEAR**



**Trem suburbano (EMU)**

# Trem produto A (carro conceito da Hitachi)

**HITACHI**  
Inspire the Next

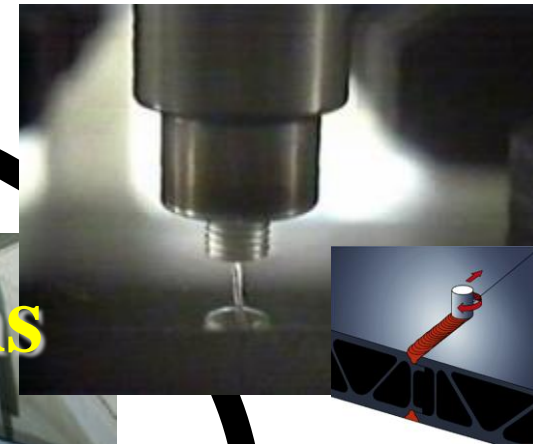


Estrutura de  
camada dupla de  
alumínio



Caixa do carro de alumínio

Soldagem por fricção (FSW)

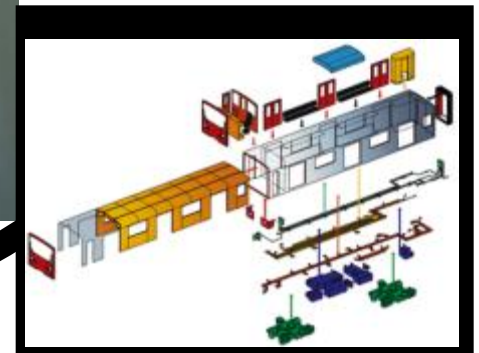


**Mais de 1.000 "trens  
A" em operação**  
A = Avanço,  
Amenidade,  
Aptidão,  
Alumínio



Sistema de tração

Conceito modular



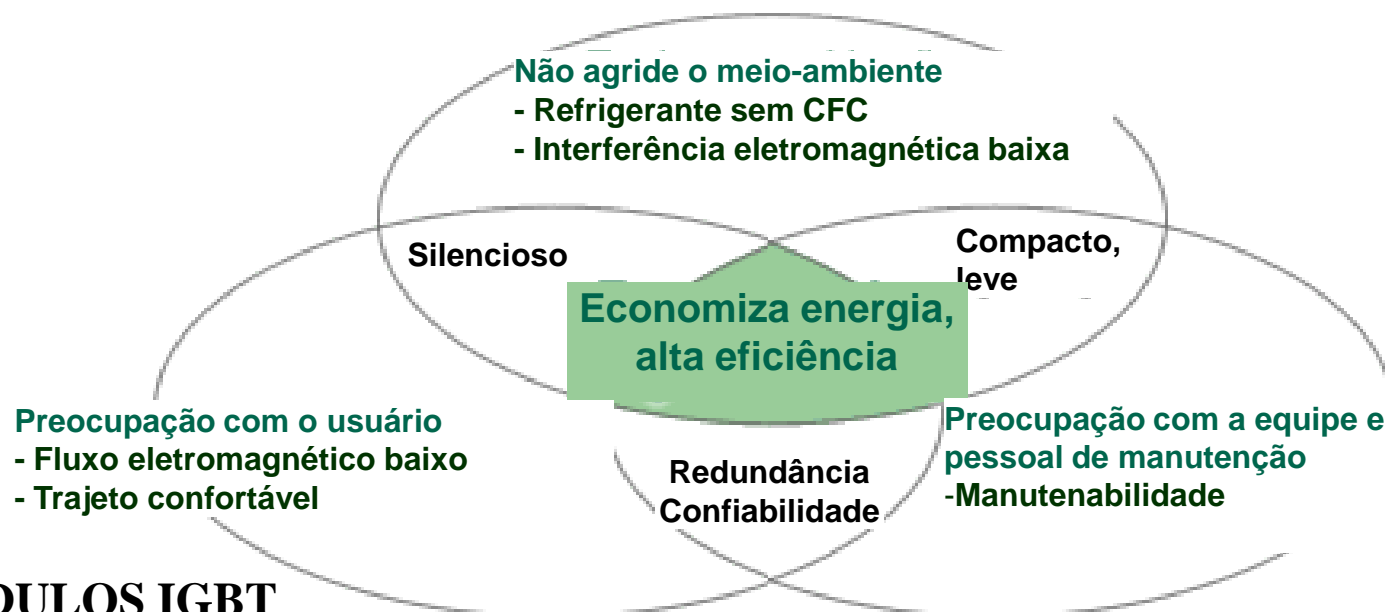
Truque





## ■ Características

– Inversor IGBT (transistor isolado de porta bipolar)



## MÓDULOS IGBT



*1700V-400,800A,  
1200A, 1600A*



*3300V-400,600,800,1200A  
4500V-900A*

## Inversor IGBT



## ■ Progresso de desenvolvimento de IGBTs e inversores

## ● Pioneiro do inversor IGBT

**A HITACHI desenvolveu o primeiro inversor IGBT para sistemas de transporte em 1993.**

## ● Progresso do desenvolvimento

**As tecnologias para  
inversor de tração tornam-  
se mais poderosas,  
confiáveis e respeitosas.**



- **Sistema ecológico**
  - Baixo consumo de energia
  - Emissões reduzidas
- **Custo reduzido de manutenção**



Sistema híbrido de tração para JR Leste  
“Trem NE”

- 1º passo: - Sistema híbrido a diesel
- Operação do trem iniciou em 2003
  - Uso comercial em julho de 2007
- 2º passo: - Sistema híbrido de células combustíveis

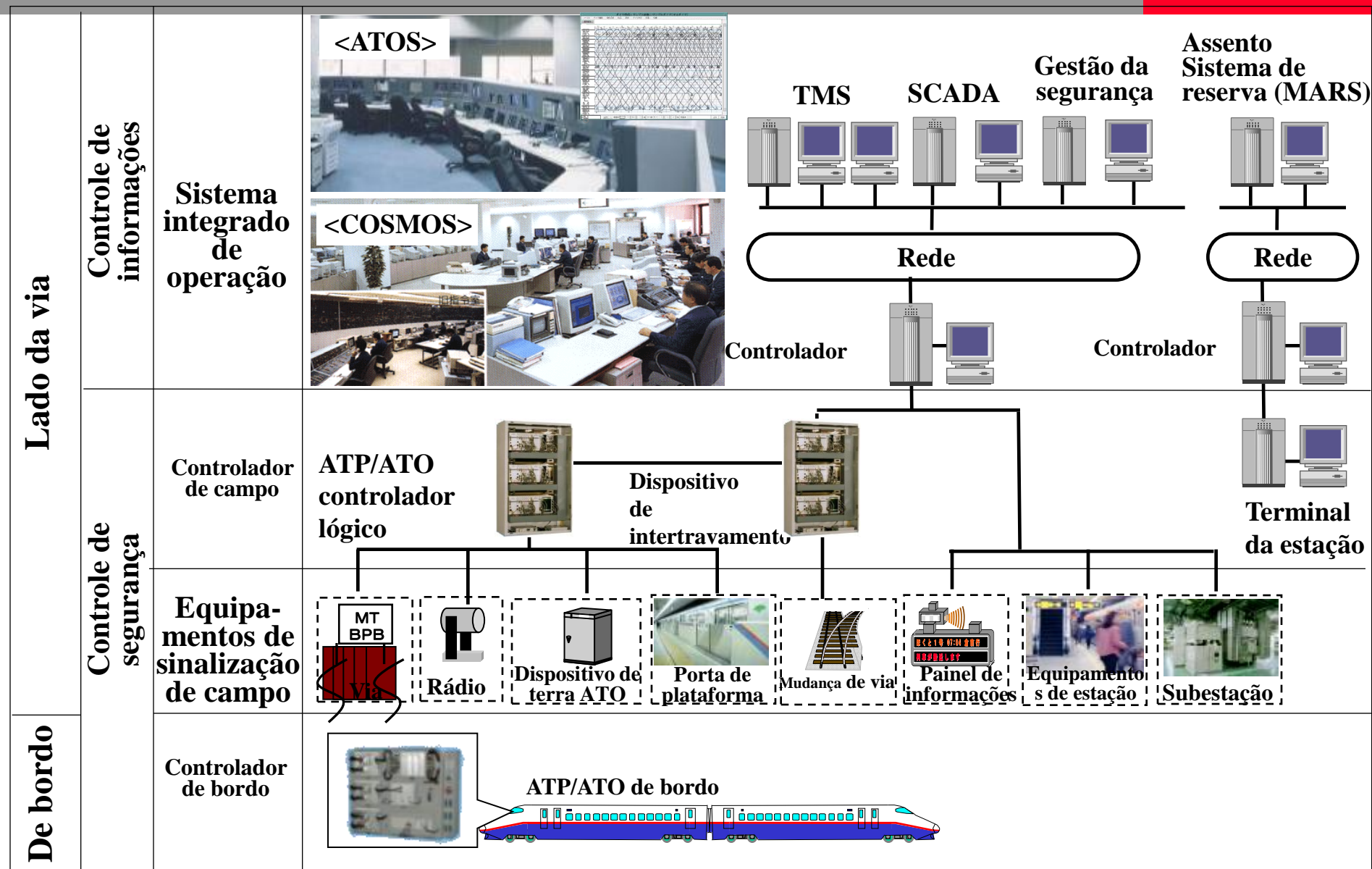


Sistema híbrido de tração instalado  
no TAV

Para verificar a eficiência de energia e  
a confiabilidade nas rotas na GB em 2007



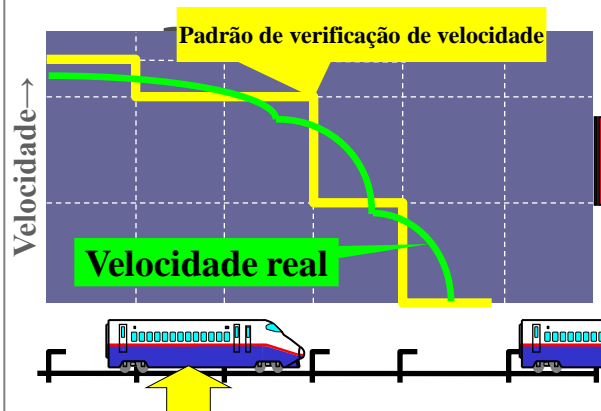
# Produto – sistema TMS e de sinalização



# Produto – solução de sinalização Hitachi

**HITACHI**  
Inspire the Next

## ATP de via



Circuitos de via analógicos

Controle permitido de velocidade  
via **circuitos** de via analógicos

Detecção de trem

por circuitos de via analógicos

Posição de trem de bordo

Nenhuma

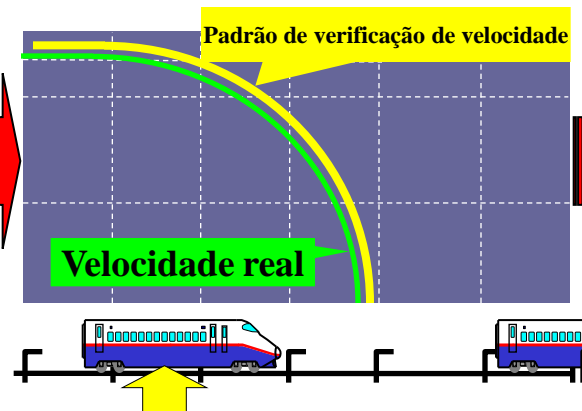
Padrão de freio

Multipassos

Controle do trem

Velocidade permitida  
via circuitos de via analógicos

## ATP de via



Circuitos de via digitais

Controle de distância a percorrer  
via **circuitos** de via digitais

Detecção de trem

por circuitos de via digitais

Posição de trem de bordo

via Transponder

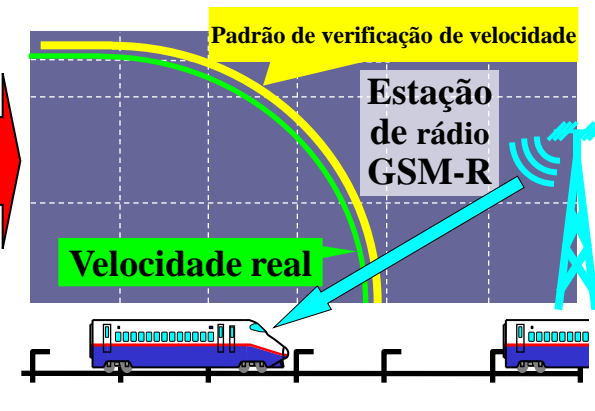
Padrão de freio

Passo único

Controle do trem

Limita da autoridade de movimentação  
via circuitos de via digitais

## ETCS nível 2



Controle de distância a percorrer  
via **comunicação** GSM-R

Detecção de trem

por circuitos de via digitais

Posição de trem de bordo

via baliza

Padrão de freio

Passo único

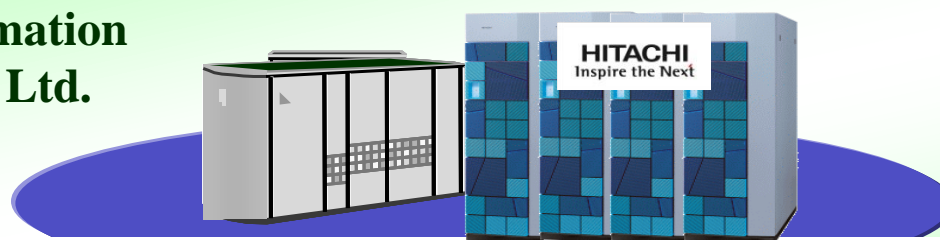
Controle do trem

Limite da autoridade de movimentação  
via comunicação de rádio GSM-R

## MARS : Sistema de reserva multiacesso

- Reserve a passagem e o assento do trem e do avião
- O primeiro sistema on-line nacional no Japão começou a operar em fevereiro de 1964

**Railway Information  
Systems Co., Ltd.**



Computador host x 2, servidor UNIX x 70, servidor PC x 150

**Janelas de  
passagens**



( 3,500 )

**Terminais de  
passagens**



( 1,750 )

**Companhia aérea**



**Agência de turismo**



**Internet**



**1 Empresa**

---

**2 Div. de sistemas de transporte**

---

**3 Produtos**

---

**4 Histórico da Hitachi Rail**

---

**5 Experiência mundial recente**

---

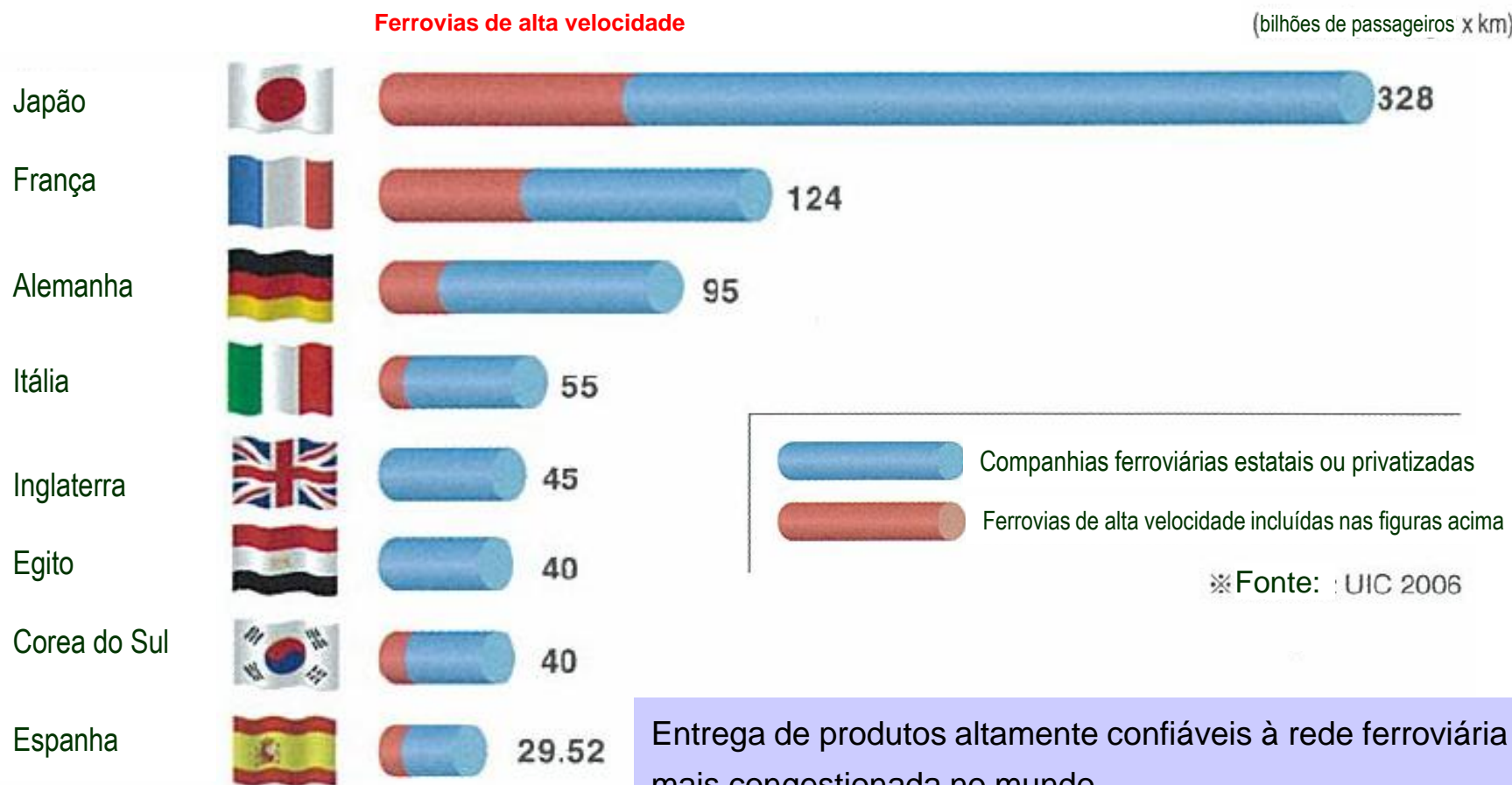
**6 Solução de trem regional (bimodal)**

---

**7 Tecnologia japonesa monotrilho**

---

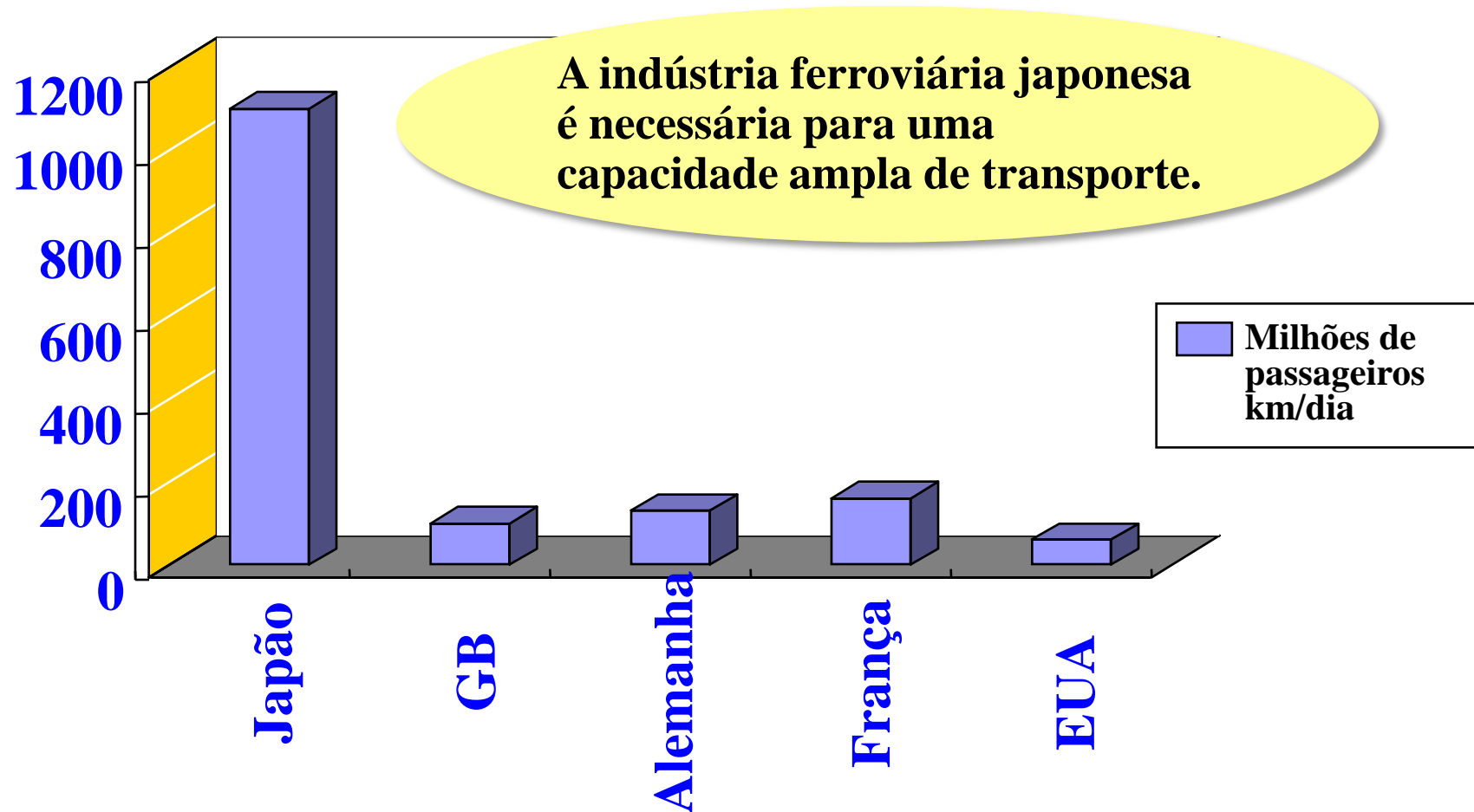
## Volume de passageiros (bilhões de passageiros km)



Entrega de produtos altamente confiáveis à rede ferroviária mais congestionada no mundo

\* Exceto China e Índia

## ■ Volumes de passageiros por ferrovia





## ■ Devido ao grande impacto social



A estação Shinjuku é utilizada por **3.460.000** passageiros por dia  
( **Livro dos Recordes Guinness** )

## ■ Visão diária



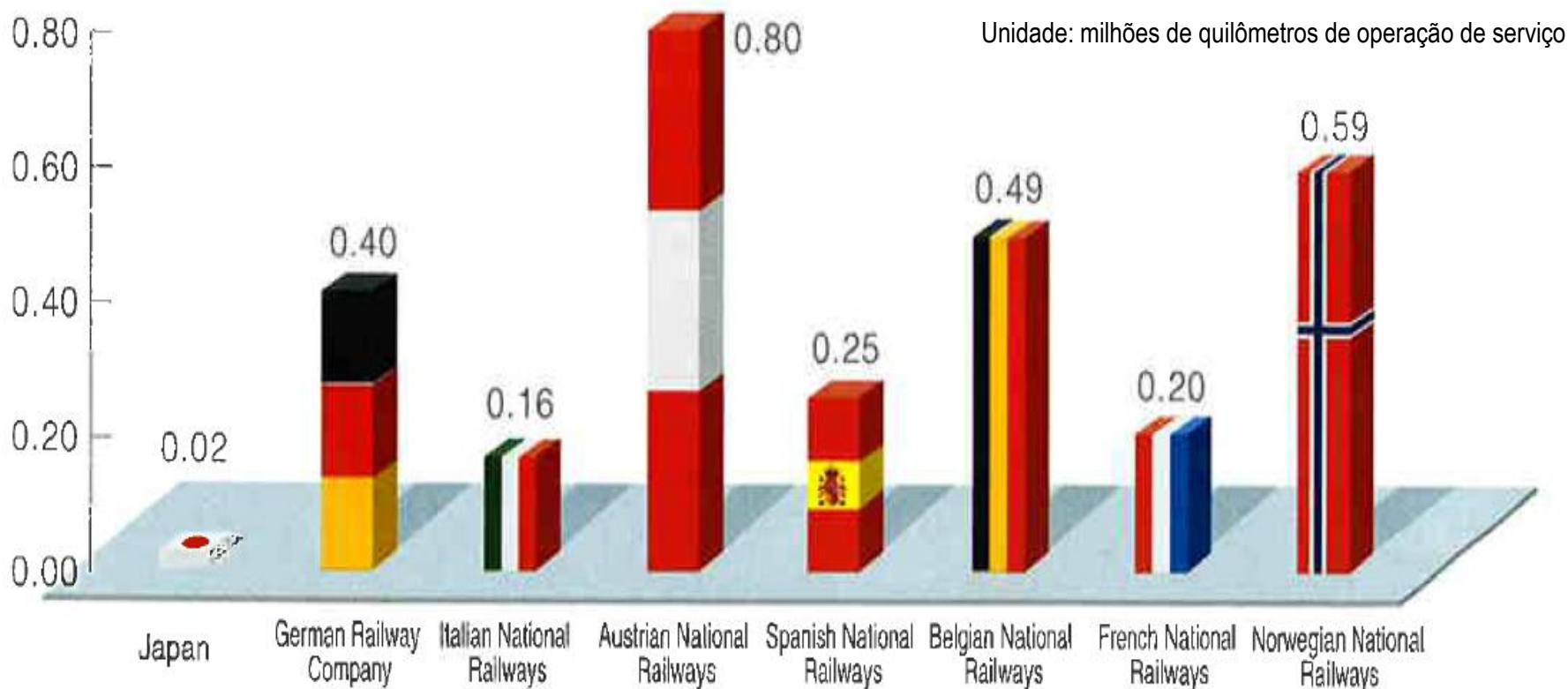
**Necessidade de  
segurança**



**“Pessoal de empurrar” nos horários de pico**

## ■ A indústria ferroviária japonesa adquiriu sistemas de segurança.

● Segurança - incidência de acidentes sérios





## ■ Recorde japonês de via

**SEGURANÇA**

**0** ferimentos em 46 anos  
Sem mortes ou ferimentos desde 1964 em Shinkansen

**PONTUALIDADE**

**0.3**

**Média de atraso em minutos/trem**

Mais de 46 anos de operação em Shinkansen

**CONFIABILIDADE**

**4.7**

**Milhões de milhas / IGBT**

Operação em TRTA ( 600V CC)

**QUALIDADE**

**A Hitachi suporta esse recorde de via com sua qualidade**

**1 Empresa**

---

**2 Div. de sistemas de transporte**

---

**3 Produtos**

---

**4 Histórico da Hitachi Rail**

---

**5 Experiência mundial recente**

---

**6 Solução de trem regional (bimodal)**

---

**7 Tecnologia japonesa monotrilho**

---

## ■ Trens de alta velocidade

- **N700 para JR Central (desde 2007)**  
**Velocidade máxima: 300kph**
- **E2-1000 para JR Leste (desde 2001)**  
**Velocidade máxima: 275kph**
- **E5 para JR Leste (2010)**  
**Velocidade máxima: 350kph**





## ■ Trens suburbanos

- **Série 20000 para Tsukuba Express (desde 2003)**
- **Série 50000 para Tobu Railway (desde 2005)**
- **Série 10000 para Metrô de Tóquio (desde 2007)**
- **Série 30000 para Seibu Railway (desde 2007)**



# Projetos domésticos Hitachi

**HITACHI**  
Inspire the Next

## Europa



● GB  
Trem expresso  
classe 395



● Gb  
Propulsão de trem  
suburbano classe 465



● GB  
Programa expresso intercidades  
Trem expresso (2014)



● GB  
Obras de manutenção  
(Pátio Ashford)



● Bulgária  
Propulsão do  
Metrô de Sofia

## Oriente Médio



● EAU  
Monotrilho de Dubai



● Austrália  
Sydney Propulsão do trem  
suburbano

## Oceania



● Cingapura  
Monotrilho de Sentosa



● Taiwan  
Trem pendular



● Coreia  
Trem Expresso Korail

## Ásia



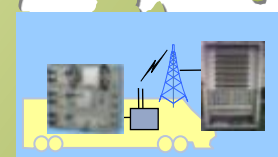
● China  
Velocidade intermediária  
e alta  
Propulsão do trem



● China  
Projeto e produção de  
componentes elétricos



● China  
Propulsão do Metrô  
de Pequim



● China  
Sistema de sinalização  
Trem de alta velocidade  
(Guangzhou-Shenzhen)



● China  
Monotrilho de Chongqing



● Korea  
Monotrilho de Daegu  
(2014)

● Material Rodante, Propulsão ● Monotrilho ● Sinalização

## ■ Ligação ferroviária do túnel do canal - serviços domésticos

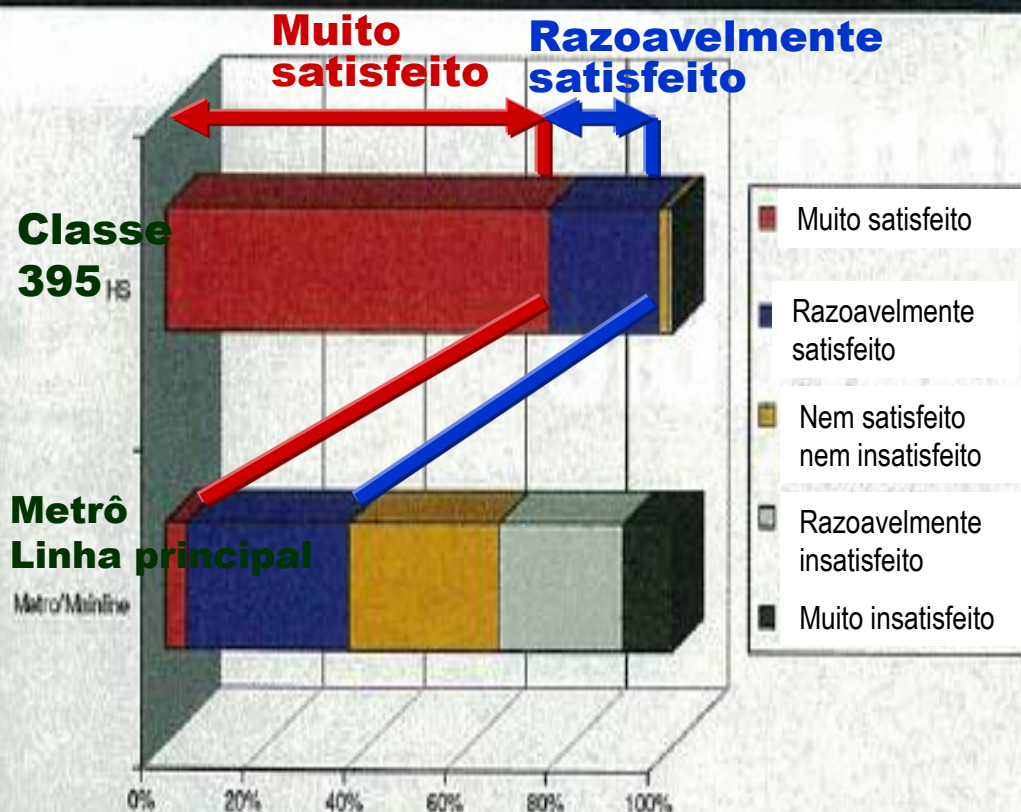
### Ano de inauguração 2009 (entrega 2007-2009)

- Proprietário: HSBC Rail GB
- Operadora: Govia /South Eastern
- Velocidade máx.: 225kph(Linha CTRL)  
160kph(linha existente)
- Fonte de alimentação: CA 25kV 50Hz, CC 750V
- Configuração: Composição de 6 carros por trem x 29 composições
- Manutenção: Máximo de 35 anos (primeiro semestre 7)



## ■ Ligação ferroviária do túnel do canal - serviços domésticos

### Níveis de satisfação de passageiro



**Reputação notável graças à alta qualidade e confiabilidade**

Os trens classe 395 atingiram grau alto de satisfação entre os passageiros em comparação com Metrô e linha principal.

Mais de 90% dos passageiros satisfeitos com a viagem da classe 395.

Fonte: Modern Railways Nov. 2009

Pesquisado por: Modern Railways e MVA Consultancy

Responderam à pesquisa: 6.713 pessoas

Período da pesquisa: Primeira semana de set. 2009



## Pátio Ashford



- *A velocidade máxima foi atingida um mês após a entrega*
- *Serviço inicial a partir de 29 de junho (6 meses adiantado)*
- *Serviço comercial a partir de 13 de dezembro no prazo*

## Cerimônia na estação de St. Pancras em 6 de novembro de 2007



## Cerimônia de abertura em 14 de dezembro de 2009





## ■ Projeto de substituição de tração da classe 465 (UK)

Ano de inauguração 2009 (entrega 2009-2010)

- Proprietário: HSBC Rail GB
- Operadora: South Eastern
- Configuração: 196 pacotes de tração para 94 trens
- Manutenção: 10 anos



- *Na GB, uma quebra a cada 95.000 quilômetros costuma ser a tolerância.*
- *Classe 465 chegou a 2,5 milhões de quilômetros sem quebra, e provou o alcance da qualidade Hitachi.*

# Projetos internacionais Hitachi (GB) -Classe 465

## ■ Projeto de substituição de tração da classe 465 (GB)

### Tração aprovada e altamente confiável

Ano de inauguração 2009

(Entrega 2009-2010)

- Proprietário: HSBC Rail GB
- Operadora: South Eastern
- Configuração: 196 pacotes de tração para 94 trens
- Manutenção: 10 anos



**Modern Railways** FEBRUARY 2010

### Rolling stock updates

More on Networkers and Thameslink

Hitachi has provided an update on the reliability of the replacement converters being fitted in the Breda-built Class 465/1 Network electric multiple-units which, as reported in the "Informed Sources" NFRIP Special last month, by November had covered one million miles.

Europe MD Alistair Doerner has fired out some detail on the three-year reliability target which the converters are already beating.

This is 60,000 miles Mean Distance Between Failures, which is still rate as pretty conservative, but then it is backed up with a 'punitive' performance regime. Conversion is also a case of new wine in an old bottle with all that means in terms of design and systems integration, which introduces additional risk.

According to the latest NFRIP (National Fleet Reliability Improvement Programme) figures the Class 465/1's moving annual averages have begun to creep up. It will be interesting to see how going from a traction failure every 38,000 miles to very few in a lot of miles is reflected in overall train reliability.

**Politics and procurement**

As reported above, DfT Rail has set a d of 25 March for selecting the supplier of new Thameslink fleet. Why a Thursday wondered. A quick flip through the page my diary revealed a possible answer: if, expected, the general election is held on May, the six weeks of 'purdah', during the Government can't make major announcements, starts on - you've guessed it, 25 March.

Of course the announcement could go either way in terms of political advantage. If Bombardier wins, voters will favour a party backing British jobs. But if Siemens is power.

So with Thameslink, the new policy is to keep Bombardier and Siemens in play and

**With 74 converted units in service as this column goes to press, the total mileage, still without a failure, is now two million. In resp**

**• Desde sua inauguração em março de 2009, o classe 465 percorreu 3 milhões de quilômetros sem uma única falha na tração até fevereiro de 2010.**

## ■ Projeto de sinalização ERTMS/ETCS

### ● Teste de nível 2 ERTMS / ETCS

- Em setembro de 2007, assinou um projeto de teste de nível 2 ERTMS / ETCS com a Network Rail (empresa de infraestrutura na GB)
- Entrega da unidade de bordo Hitachi
- Início da operação de teste em 2012

### ● Nível 2 ERTMS / ETCS para o programa expresso intercidades

- Sinalização para trens de passageiros de 200km/h
- Utilização da unidade de bordo Hitachi
- Interoperação com equipamentos ao lado da via UNISIG
- Entrega do trem a partir de 2014

\*ERTMS : Sistema europeu de gestão de tráfico ferroviário

\*ETCS : Sistema europeu de controle de trem



Imagem do expresso intercidades



## ■ Programa expresso intercidades

Ano de inauguração 2014 (entrega 2014-2017)

- Proposta preferencial em 2011, negociação do contrato
- Projeto de substituição geral do trem bala da linha tronco  
(Locomotiva diesel de 30 anos para EMU com carro elétrico)
- 500 carros de 2014 a 2017
- Contratado pela primeira PPP  
(composição de SPV para aprovisionamento de trens,  
base de manutenção e operação)

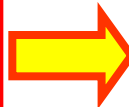
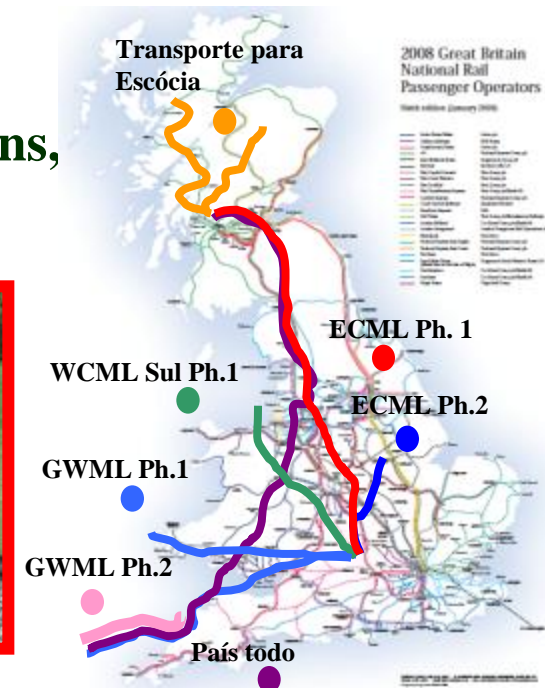


Imagem do expresso intercidades



## ■ PPP mais importante no governo britânico

### IEP : Projeto expresso intercidades

O programa de investimento de material rodante mais importante na GB em mais de 30 anos, e uma oportunidade única para o mercado contribuir para o desenvolvimento, introdução e operação de longo prazo de uma nova geração de trens para atender as rotas de longa distância da rede ferroviária britânica bem no século XXI.

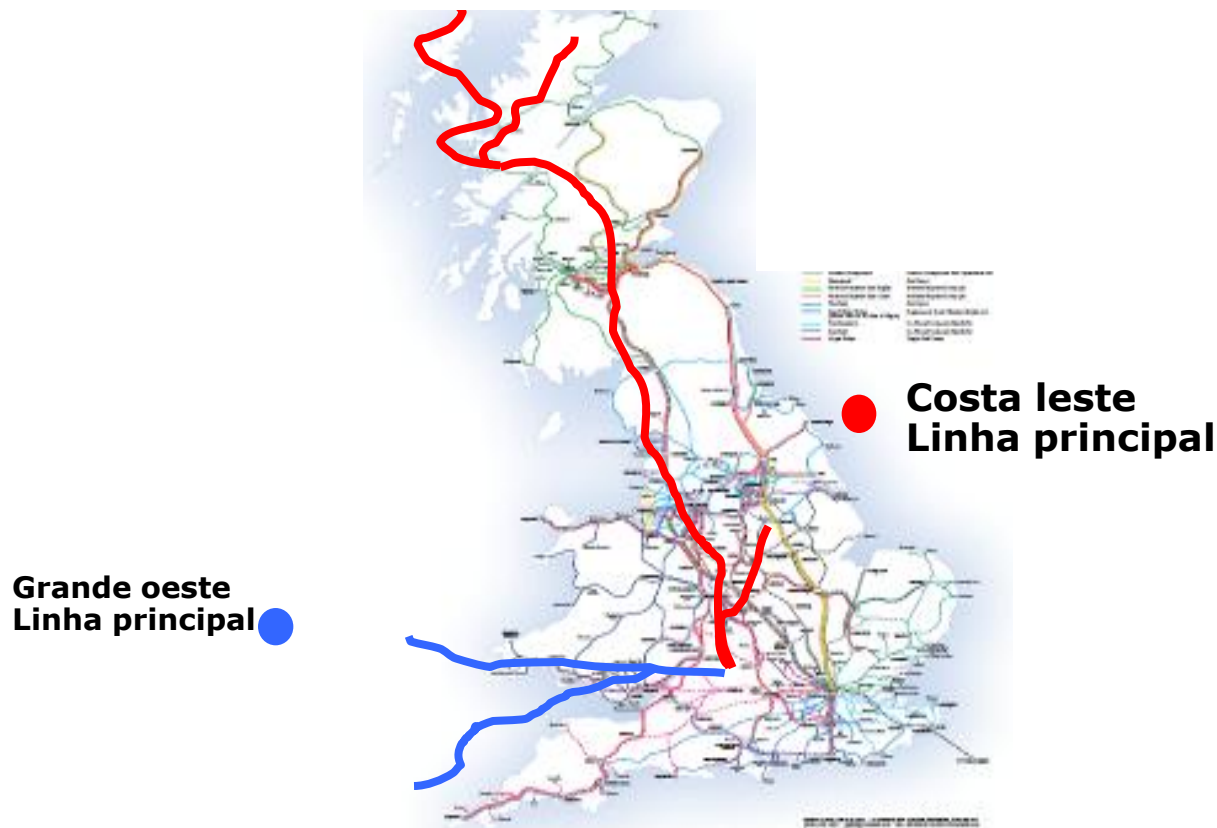
1. Projeto do Departamento de Transportes do governo britânico (DfT) para substituir os trens antigos de alta velocidade para serviço regional.
2. IEP compreende um projeto único que inclui as seguintes atividades com a estrutura da PPP (Parceria Público-privada):
  - Material rodante (velocidade máx.: 200km/h, aprox. 500 carros)
  - Manutenção diária do material rodante (aprox. 30 anos)
  - Disponibilização de pátios de manutenção do material rodante
  - Financiamento do projeto
3. SPC<sup>(\*)</sup> foi anunciado como o proponente preferencial em 2011.  
\*Empresa de fins especiais para IEP de propriedade da Hitachi e sua parceira.
4. Contrato a ser finalizada até o fim de 2011.
5. A operação dos trens começa em 2016.





## ■ Mapa da rota (serviço regional de alta velocidade)

O programa visa substituir o material rodante em duas linhas que formam o núcleo da rede ferroviária intercity da GB: Linha principal da costa leste (ECML) e linha principal do grande oeste (GWML).

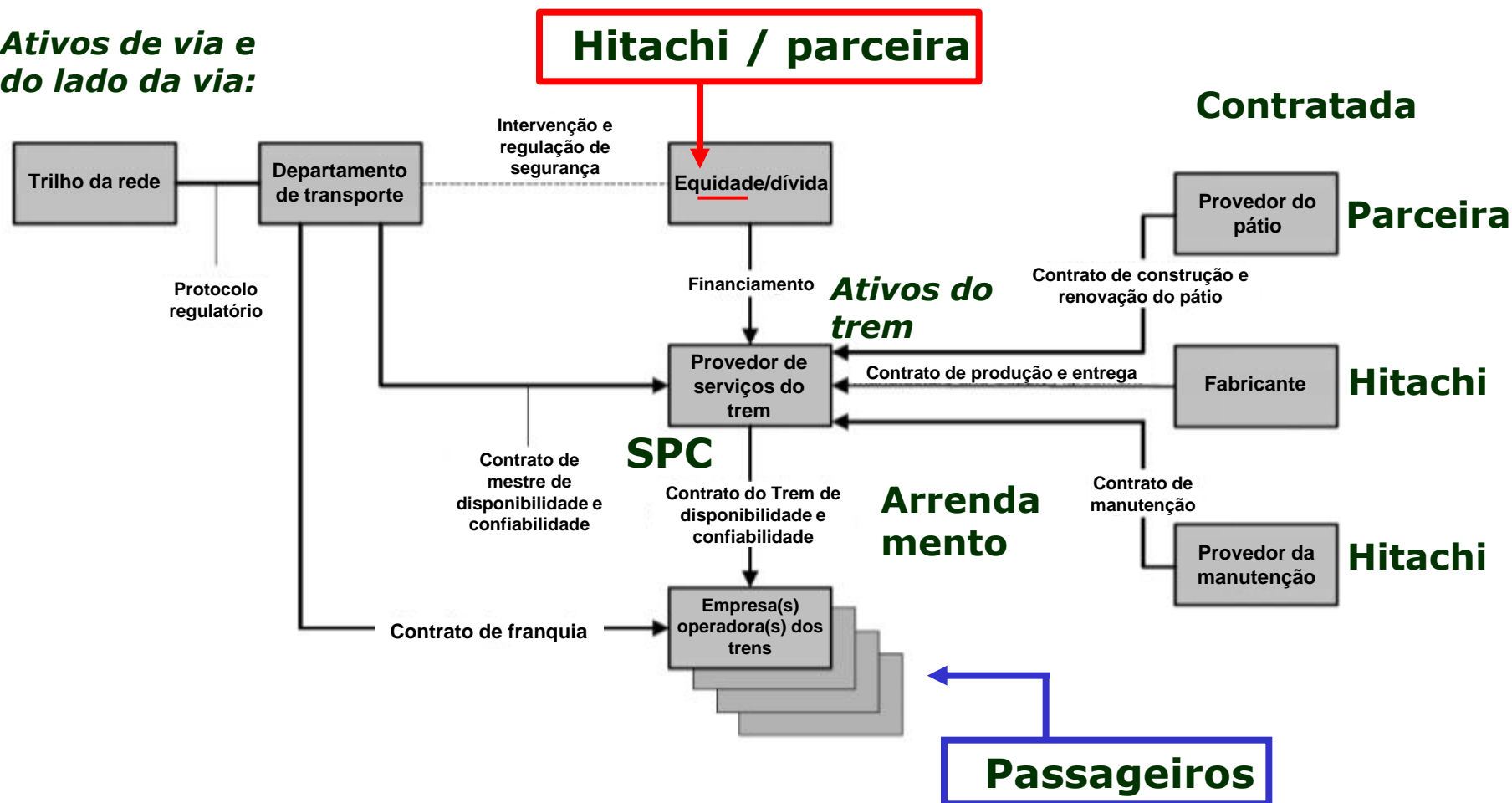


## ■ Estrutura contratual PPP (1)

- 1. A estrutura contratual segue amplamente a forma padrão dos projetos PPP/PFI britânicos (forma padrão dos contratos de projeto v4 – “SoPC4”), mas aplicada ao escopo contratual da indústria ferroviária.**
- 2. Os principais contratos serão com DfT (disponibilidade mestre e contrato de confiabilidade) e com empresas operadoras de trens (TOCs) (disponibilidade do trem e contrato de confiabilidade).**  
**\*Consulte a "Estrutura contratual (2)" em anexo.**
- 3. Riscos alocados para o provedor de serviço de trens (Agility Trains) são geralmente alocados para a Hitachi e sua parceira no contrato de produção e fornecimento, contrato de construção e renovação do pátio e contrato de manutenção.**
- 4. A Agility Trains será financiada por dívida e equidade em uma base limitada de recursos.**

## ■ Estrutura contratual (2)

*Ativos de via e do lado da via:*





## ■ Para o mercado de alta velocidade

### ● EMU de velocidade intermediária e alta tipo CRH2

Ano de inauguração 2007

- Propulsão, ar condicionado, ventilação, circuito a vácuo, sistema de parada
- 144 carros de velocidade intermediária, 240 carros de alta velocidade
- Fornecedor dos carros: **CSR Qingdao Sifang**

### ● EMU de alta velocidade de tipo CRH3

Ano de inauguração programa 2010

- Controle de propulsão e trem e sistema de monitoramento
- 400 carros
- Fornecedor dos carros: **CNR**

### ● **Hitachi Yonge Electric Equipment (Xi'an) Co., Ltd.**

- Projeto e produção de componentes elétricos
- Fundada em 2003





## ■ Para o mercado do Metrô

- Sistema de propulsão e freio para Pequim  
Linha 13 do metrô (para 224 veículos)  
(Colaboração com CNR)

Ano de inauguração 2003

- Inversores, ar condicionado, sistema de freio a ar para a Linha 5 do Metrô de Pequim  
(96 conjuntos de inversores IGBT, 192 composições de ar condicionado e sistema de freio a ar)  
(Colaboração com CNR)

Ano de inauguração 2007



## ■ Projeto de sinalização ETCS

### ● ETCS/STM na China

- Trem de passageiros de 250km/h
- Compartilhamento de unidade de bordo de 73% (160/220 frotas)
- Em operação desde abr. 2007

### ● ETCS nível 2 na China (em obras)

- Trem de passageiros de 350km/h
- Comprimento da linha: 113km (Guangzhou-Shenzhen)
- Interoperação com a Bombardier em Guangzhou
- Início da operação comercial em 2010

\*ETCS : Sistema europeu de controle de trem



**ETCS/STM**  
2007- em operação



**ETCS2**  
2010 em obras



- **EMU pendular (48 carros)  
para Taiwan Railway Administration**  
*Ano de inauguração 2007*
- **Trem de alta velocidade de sistema de controle de tráfego  
para Taiwan High-speed Rail  
(como membro do consórcio japonês)**  
*Ano de inauguração 2006*
- **Sistema de fonte de alimentação  
para o Aeroporto Internacional de Taiwan CKS  
MRT de acesso**  
*Ano de inauguração 2010*



- **Melbourne Silver Liner : 348 carros Clyde e Hitachi 1971 - 81**
- **Queensland : 86 carros locomotivos elétricos Comeng e Hitachi 1986**
- **Queensland : 22 carros locomotivos elétricos Clyde e Hitachi 1994**
- **Queensland : 12 carros EMU pendulares EDI e Hitachi 1996 - 97**
- **Nova Zelândia: Trator de transposição classe TR 6 DHLs e 14 carros de passageiros**



- **Pacote de tração de trem suburbano de dois andares**
  - **Proprietário: PPP Reliance Rail**
  - **Operadora: RailCorp**
  - **Configuração: 312 pacotes de tração para 94 trens**  
(Colaboração com fabricante local australiano / EDI rail)

*Ano de inauguração 2010 - 2013*





**A Hitachi é o provedor total de solução do sistema de monotrilho.**



**Monotrilho de Chongqing (China)**  
**Ano de inauguração 2005**  
**14,4km, 14 estações, CC1,500V**



**Monotrilho de Sentosa (Cingapura)**  
**Ano de inauguração 2006**  
**2,1km, 4 estações, CC750V**



**Monotrilho Palm (Dubai, EAU)**  
**Ano de inauguração 2008**  
**5,0km, 4 estações, CC1500V**



**Daegu Monotrilho (Coreia)**  
**Ano de inauguração 2014**  
**24,0km, 30 estações, CC1,500V**

**1 Empresa**

---

**2 Div. de sistemas de transporte**

---

**3 Produtos**

---

**4 Histórico da Hitachi Rail**

---

**5 Experiência mundial recente**

---

**6 Solução de trem regional (bimodal)**

---

**7 Tecnologia japonesa monotrilho**

---

## ■ Economia de custos

- **Eficiência de disponibilidade de frota**

**A condução bimodal faz com que o mesmo trem seja operado na seção eletrificada e não eletrificada**

### **Economia no custo inicial de investimento**

- **Sem necessidade de unidades de eletrificação no lado da via**

**(Subestação de energia, Linha alimentadora de energia, Trabalho de cabeamento)**

# Combinação flexível para hub-rede

Combinação flexível de atender várias necessidades em cada linha de hub-rede

(seção eletrificada/seção não eletrificada)

Não eletrificada

Eletrificada

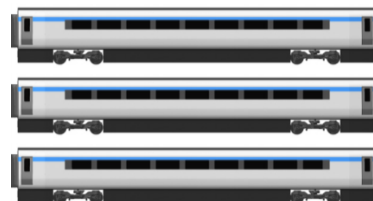
**Diesel**

Auto alimentação diesel



**Diesel**

Auto alimentação diesel



Carro de passageiros motorizado



**Elétrico**

Condução de carro de passageiros com coletor de alimentação



Carro de passageiros de reboque



**Elétrico**

Condução de carro de passageiros com coletor de alimentação

# Combinação flexível para hub-rede

**Eletrificada**

**Não eletrificada**

Operação bimodal (por meio de serviço)



**Elétrico**

Condução de veículo  
de passageiros  
com pantógrafo



Não há investimento para  
eletrificação no lado da via.

O mesmo trem (bimodal) pode ser  
operado em ambas as seções, o que  
torna a gestão da frota eficiente e,  
como resultado, o retorno sobre o  
investimento pode ser aumentado  
drasticamente para operação de  
rede.



**Diesel**

Auto alimentação diesel



# Combinação flexível para hub-rede

## Conceito geral como diretriz

### (1) Tipo 1-A **Cheio** (Intercidades) e tipo 1-B (Interurbano)



### (2) Tipo 2 **Bimodal cheio** (Intercidade)



### (3) Tipo 3 **Elétrico metade** (suburbano)



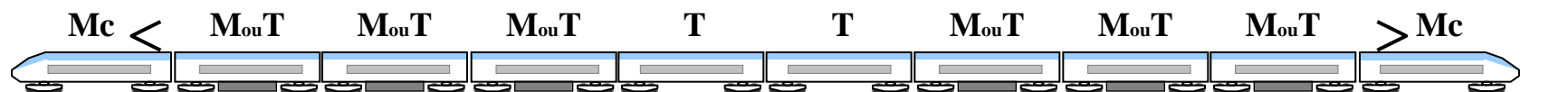
### (4) Tipo 4 **Bimodal metade** (suburbano)



#### OBSERVAÇÃO:

Em comparação com a disposição da locomotiva com carga pesada de eixo, o arranjo múltiplo contribui para dano menor no lado da via em operação em alta velocidade.

### (5) Tipo 5 **Elétrico cheio** (Intercidade)



**1 Empresa**

---

**2 Div. de sistemas de transporte**

---

**3 Produtos**

---

**4 Histórico da Hitachi Rail**

---

**5 Experiência mundial recente**

---

**6 Solução de trem regional (bimodal)**

---

**7 Tecnologia japonesa monotrilho**

---

## ■ Monotrilho de Sentosa em operação em uma ponte



## ■ Monotrilho Sentosa em operação ao longo da rua





# Visual do trem monotrilho

**HITACHI**  
Inspire the Next





## ■ Monotrilho de Chongqing em operação sobre um parque



*Fino e leve*



**Guia da estrutura da laje**



**Guia da viga da via**

## Estimativa suposta da infraestrutura (case japonês)

**Pilha**

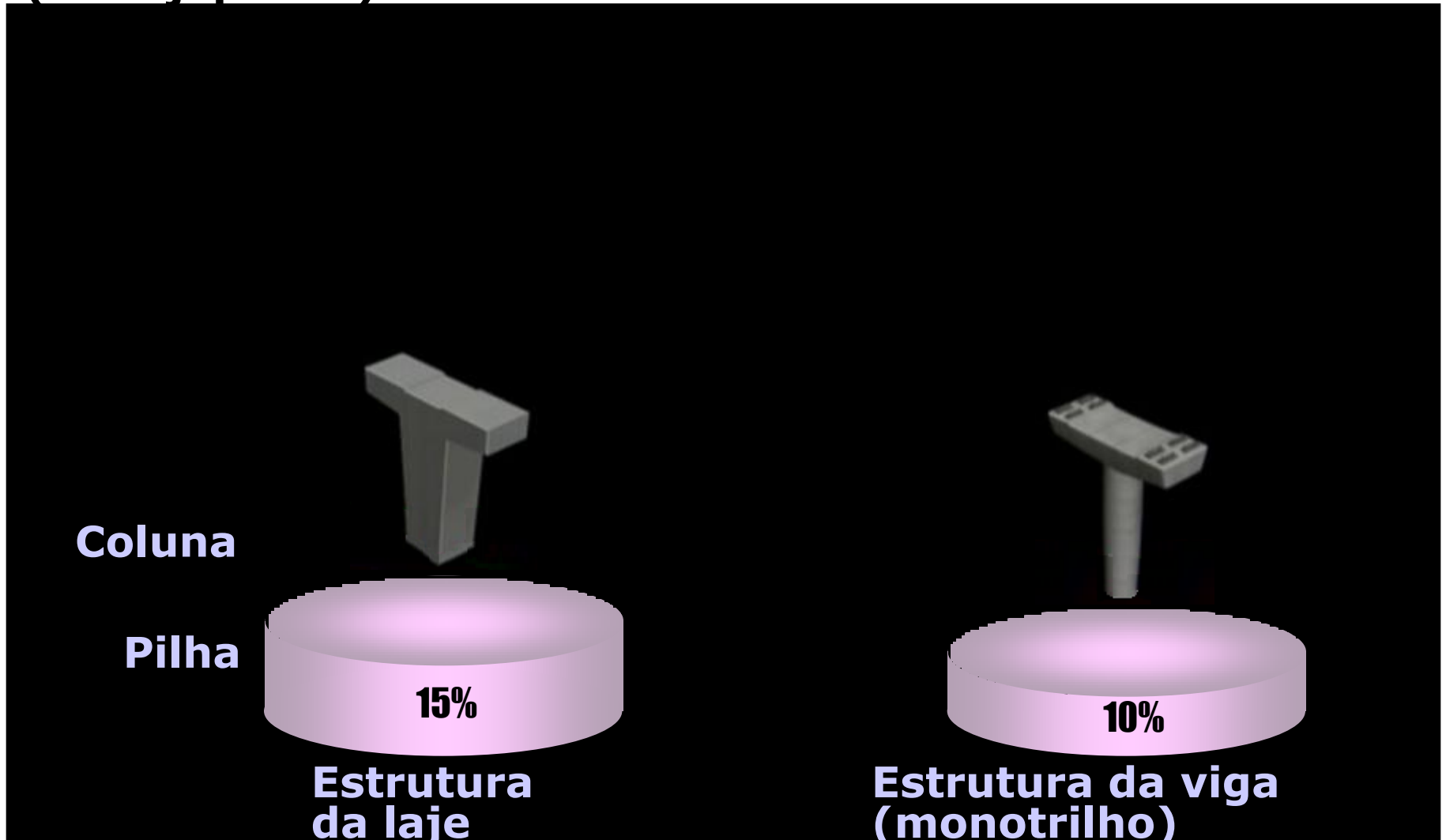


**Estrutura  
da laje**

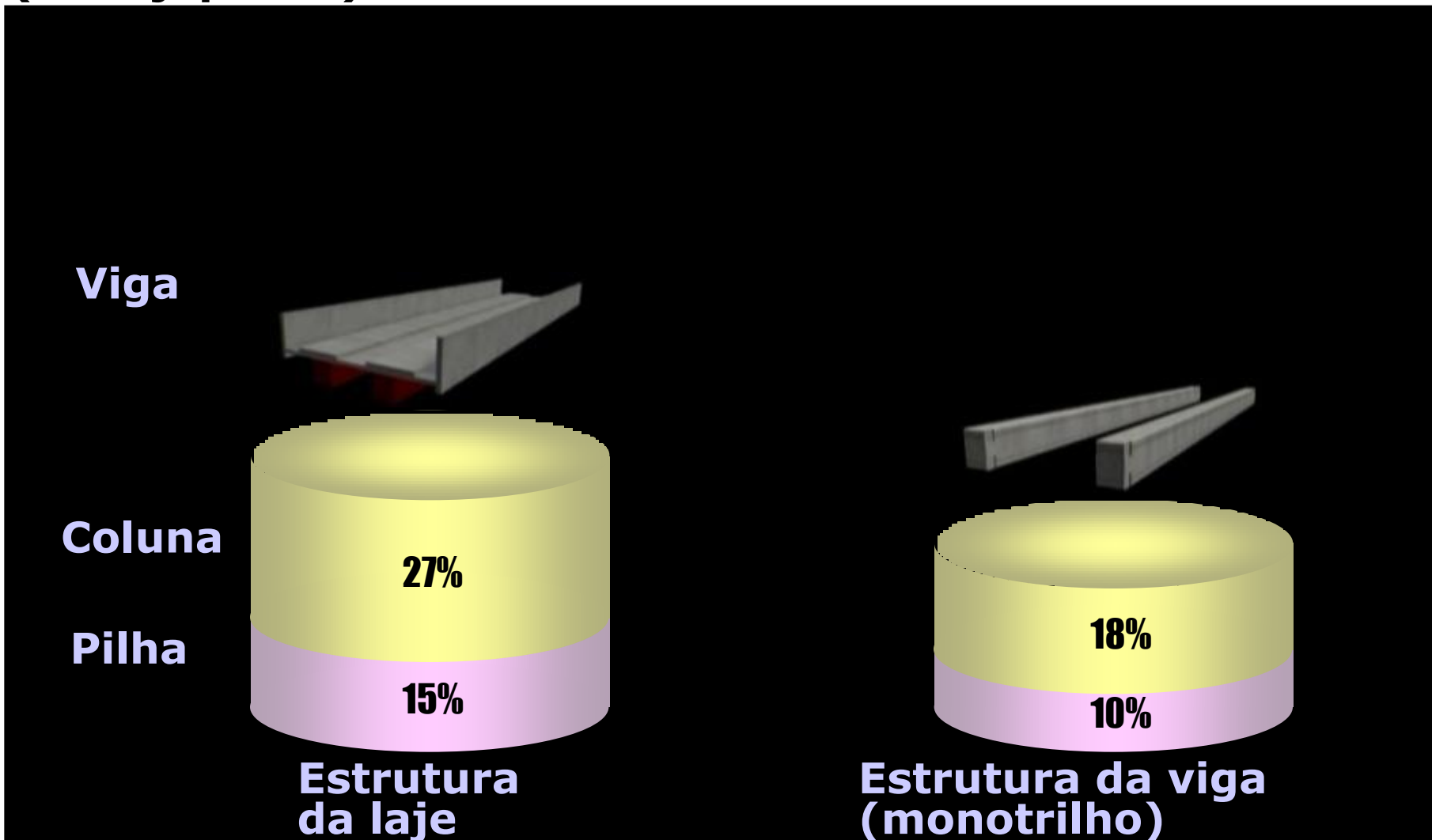


**Estrutura da viga  
(monotrilho)**

## Estimativa suposta da infraestrutura (case japonês)

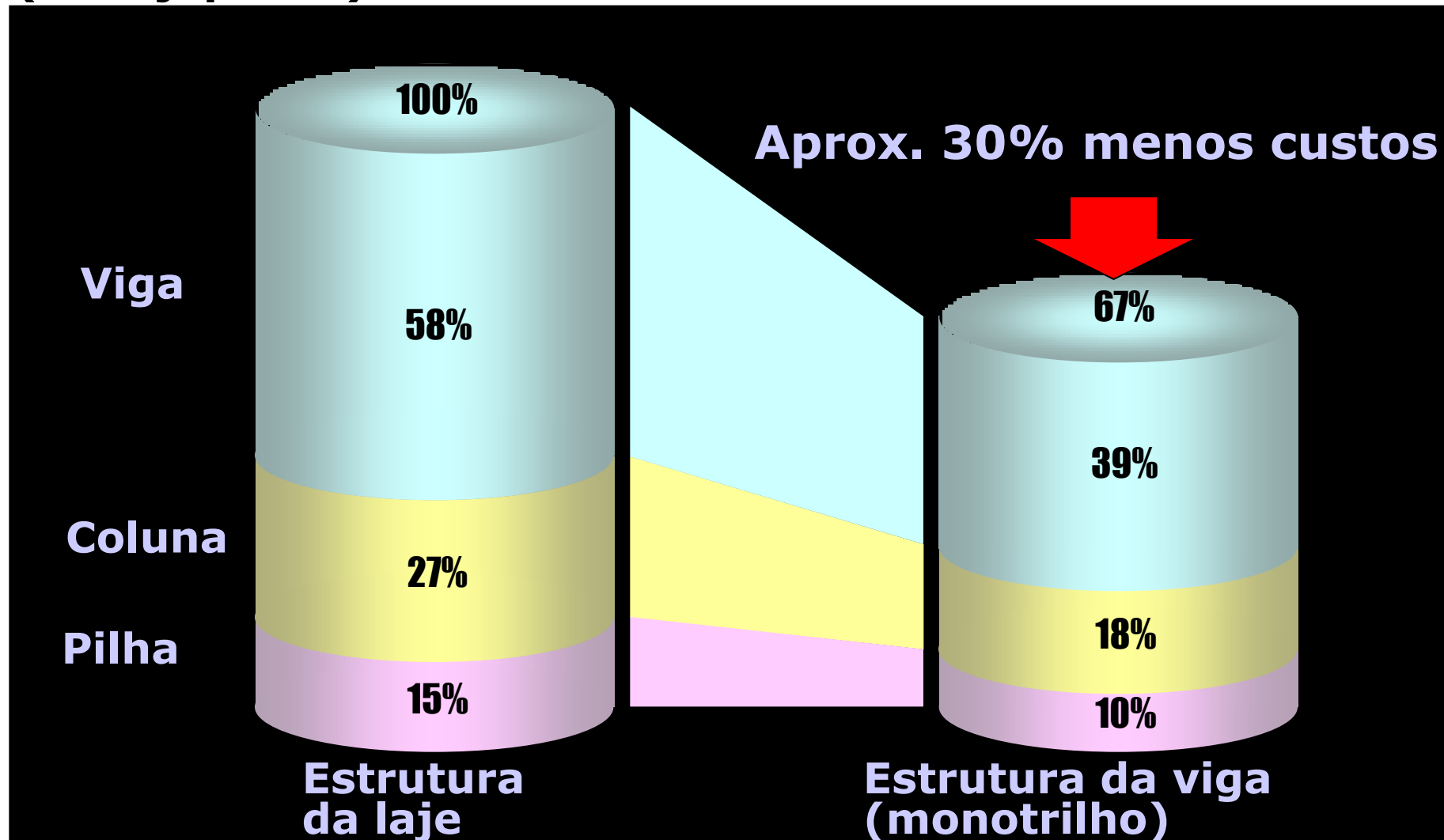


## Estimativa suposta da infraestrutura (case japonês)



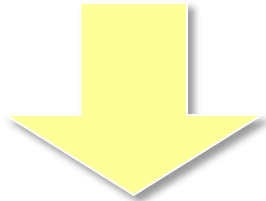


## Estimativa suposta da infraestrutura (case japonês)



## ■ Processo de construção da viga da via

1. Produção de feixe de **concreto pré-moldado** no pátio temporário de fundição
2. Entrega no local e colocação na coluna com guindaste **à noite**



- Obra de construção no local simples e rápida
- Para evitar a ocupação no local em via pública durante o dia
- Menos congestionamento em via pública



Construção à noite

# Menos barulho e bom conforto de percurso

**Carro monotrilho:** ◎ Caixa de alumínio

⇒ Peso leve

◎ Truque

**Eixo tandem**

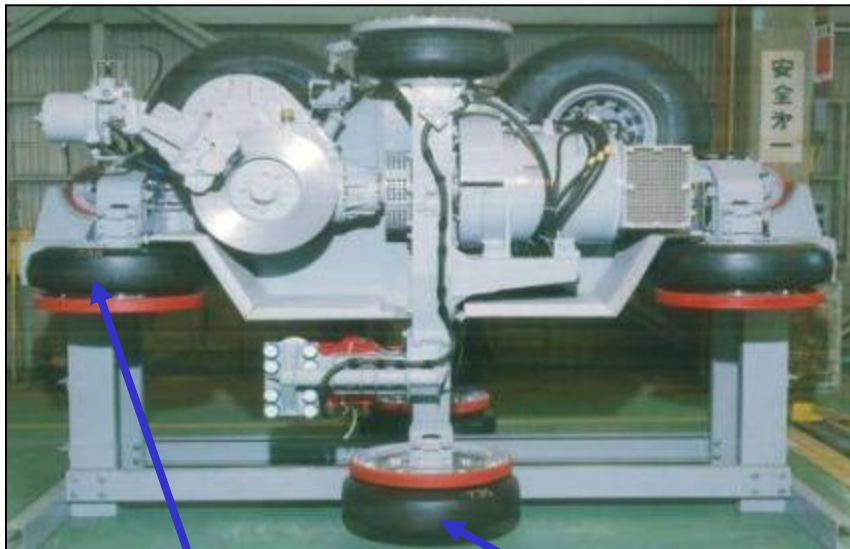
⇒ Bom conforto do percurso

**Pneu de borracha**

⇒ Menos ruído

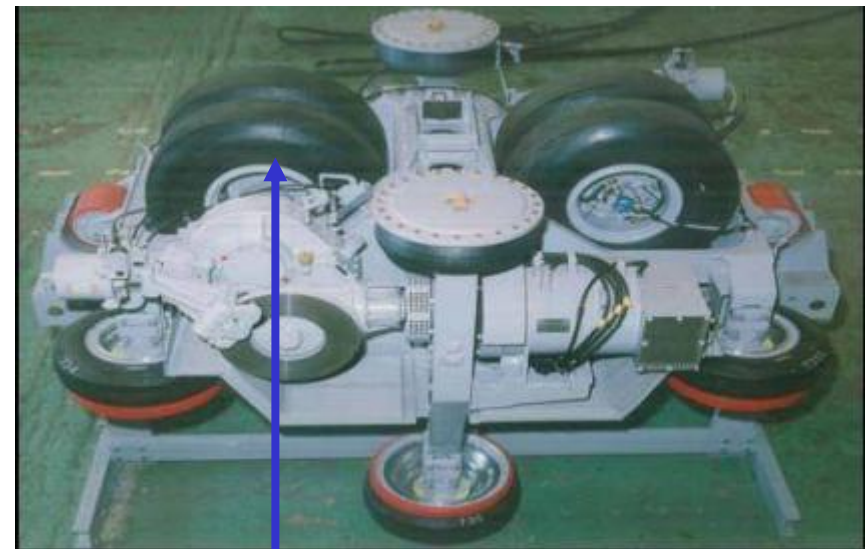
Nenhuma vibração

## Truque de eixos tandem Hitachi



Pneu de borracha guia

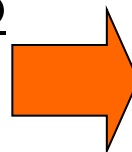
Pneu de borracha de  
suporte



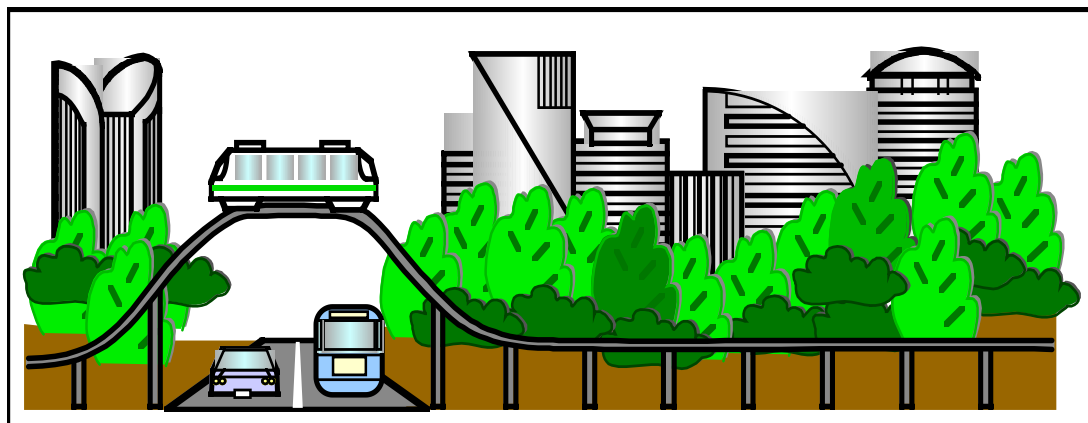
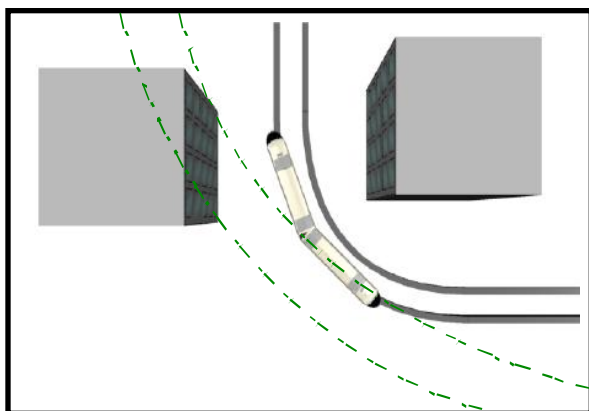
Pneu de borracha de  
operação

## ■ Alinhamento flexível de linha

- Raio mín. de curva    60m na linha principal  
                                  50m no depósito
- Máx.. Gradiente        6% na linha principal  
                                  6% no depósito



**Mitigação de  
interferência  
territorial nos prédios  
e moradias existente**



## ■ Grau de inclinação de escala monotrilho de Okinawa



**Máx.6%**



## ■ Curva menor do rádio de compensação do monotrilho

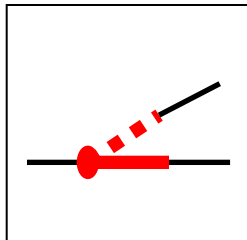
Mín:  
**R60m**  
R40m  
(Tipo pequeno)



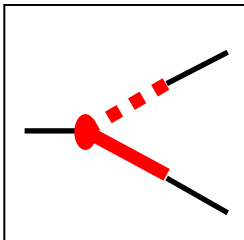
## ■ Comutador de 1 modos (Monotrilho de Okinawa)



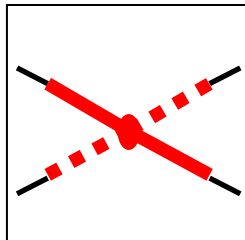
- **Vários tipos de comutadores nos disponibiliza com flexibilidade da linha e economize espaço no depósito.**



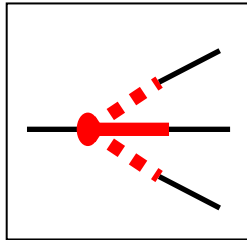
Comutador de 2 modos  
reto e tipo 1 lado)



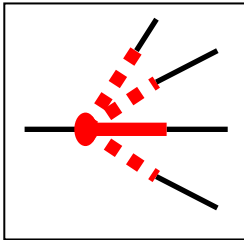
Comutador de 2 modos  
(Tipo de ambos os lados)



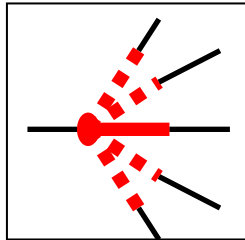
Comutador de  
modo transversal



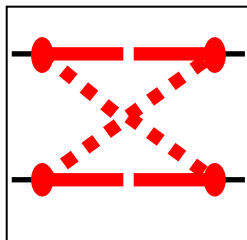
Comutador de 3 modos



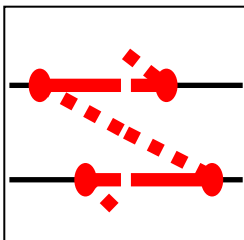
Comutador de 4 modos



Comutador de 5 modos



Comutador de  
tesoura



Comutador de  
transferência  
com via de  
escape



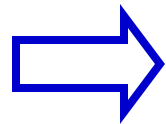
Vista aérea do depósito do monotrilho de Tama



# Ativador de desenvolvimento de monotrilho de trabalho pesado

*Construção ferroviária  
no centro de Tóquio*

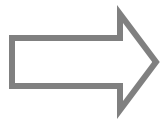
■ Em 1960, MOT tem as seguintes 3 opções em Tóquio



**Option 1**  
**At Grade**

**Ferrovia  
de  
superfície**

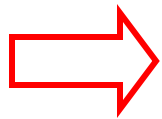
Aquisição de terreno de  
ocupação de terreno com rolo  
Alto custo, casos legais e  
consumo de tempo



**Opção 2**  
**Subterrâneo**

**Subterrâneo**

Cavamento de buracos/túneis  
subterrâneos  
**MUITO CARO** e leva tempo

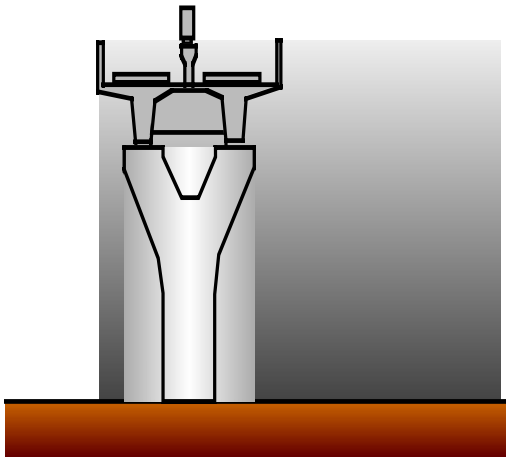


**Opção 3**  
**No ar**

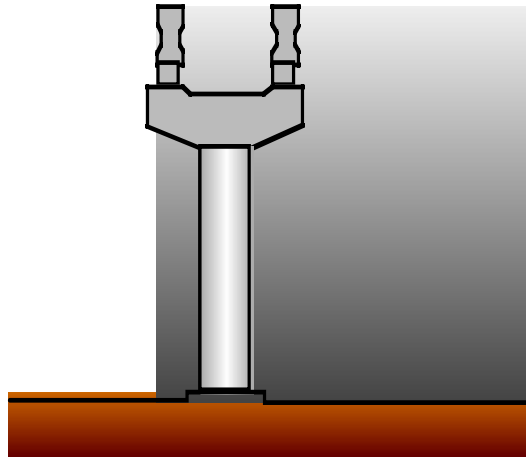
**Elevado  
(monotrilho)**

Espaço aéreo utilizado para o  
público

**Outros**

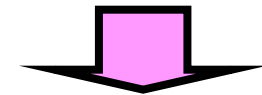


**Monotrilho**



*Conceito de desenvolvimento :*

**Simples e fino**



**Curto prazo  
Construção**

**Econômica  
para construir**

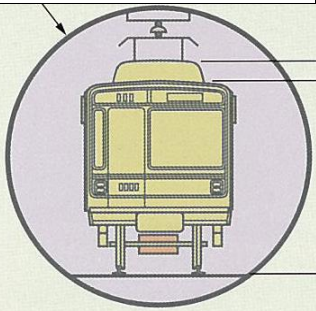


**Cidade bela  
Meio ambiente**



# Custo e entrega da construção

## Metrô subterrâneo/AGT/Monotrilho

Estudo de caso do Japão

<b>Sistema (capacidade)</b>	<b>Imagem</b>	<b>Custo (15km de comprimento, 10 estações 12.000 pphpd)</b>	<b>Entrega</b>
<b>Subterrâneo</b>		<b>300%</b>	<b>45 meses</b>
<b>AGT/LRT</b>		<b>130%</b>	<b>36 meses</b>
<b>Monotrilho</b>		<b>100%</b>	<b>28 meses</b>

# Capacidade de transporte de passageiros

## Capacidade de transporte

Caso dos 6 carros/trem, comprimento de plataforma de 90m								(passageiros)	
		Mc1	M1	M2	M3	M4	Mc2	Total	Taxa de pessoas sentadas
6 passageiros s/m <sup>2</sup>	Sentados	26	24	24	24	24	26	148	12%
	Em pé	174	178	178	178	178	174	1060	
	Total	200	202	202	202	202	200	1208	
8 passageiros s/m <sup>2</sup>	Sentados	26	24	24	24	24	26	148	9%
	Em pé	232	237	237	237	237	232	1412	
	Total	258	261	261	261	261	258	1560	
10 passageiros s/m <sup>2</sup>	Sentados	26	24	24	24	24	26	148	8%
	Em pé	290	296	296	296	296	290	1764	
	Total	316	320	320	320	320	316	1912	

Intervalo operacional mínimo entre trens:

90 s

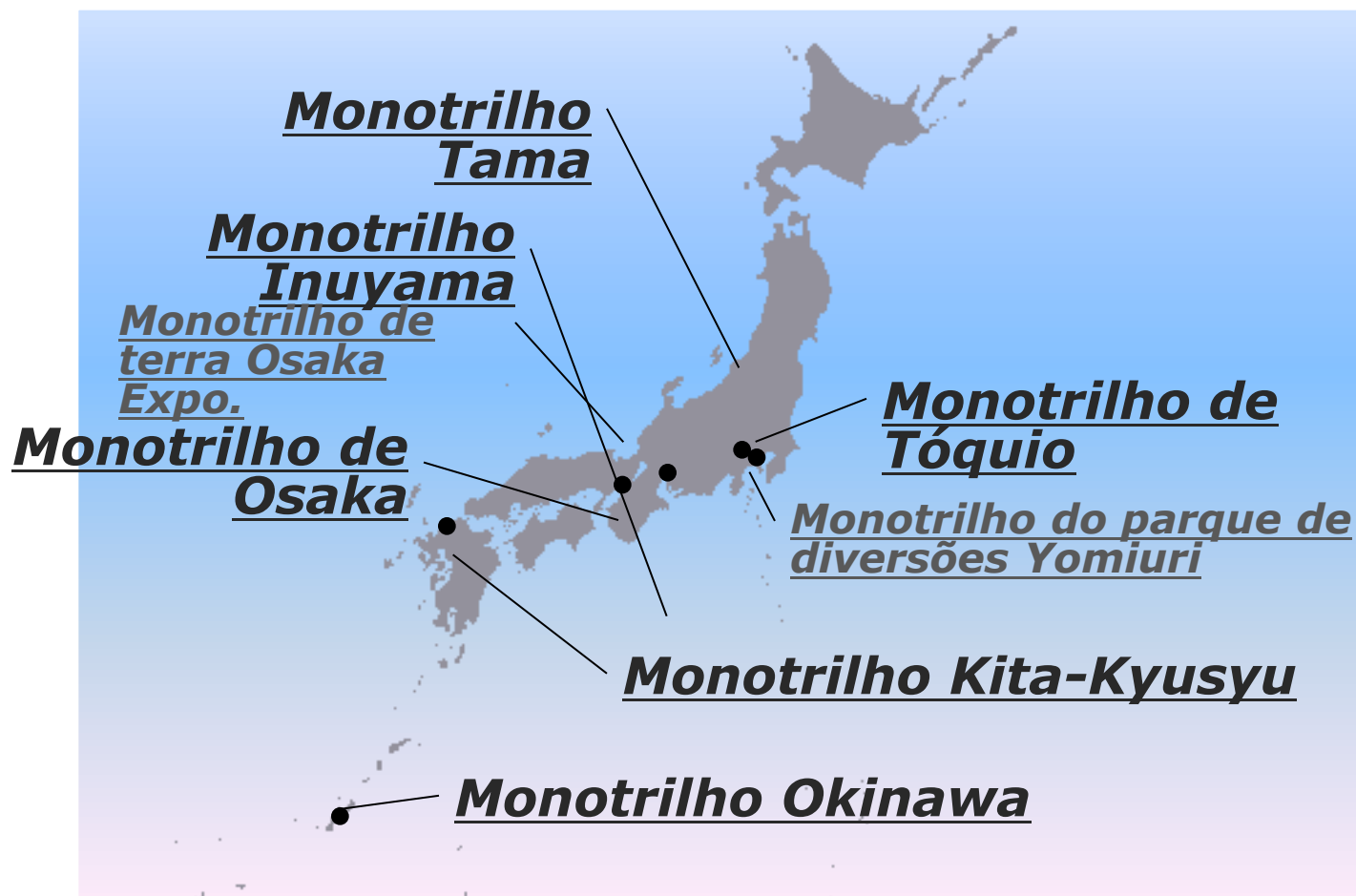
$3.600 \text{ s} / 90 \text{ s} = 40 \text{ trens por hora}$

Portanto, no caso de @6pass/m<sup>2</sup>

$1.208 \text{ pass} \times 40 \text{ trens} = 48.320 \text{ pphpd}$

Status	Capacidade de transporte
Cheio (6 passageiros / m <sup>2</sup> )	<b>48.320 pphpd</b>
Lotado (8 passageiros / m <sup>2</sup> )	<b>62.400 pphpd</b>
Limite estrutural (10 passageiros / m <sup>2</sup> )	<b>76.480 pphpd</b>

## ■ Japão



## Uso de parque temático

### *Monotrilho Inuyama*

Ano de inauguração: 1962

Descrição do sistema

Tipo	Protótipo
Via	Via simples
Comprimento da linha	<b>1,3km</b>
Nº da estação	2
Nº da composição	2
Formação do trem	3carros/composição
Tensão da linha	CC1.500V
Velocidade máx. de serviço	35km/h
Estilo de operação	Dois homens



### *Monotrilho do parque de diversões Yomiuri*

*(abolição 1978)*

Ano de inauguração: 1964

Descrição do sistema

Tipo	Protótipo pequeno
Via	Loop simples
Comprimento da linha	<b>3,1km</b>
Nº da estação	4
Nº da composição	2
Formação do trem	3carros/composição
Tensão da linha	CC600V
Velocidade máx. de serviço	40km/h
Estilo de operação	Dois homens





## *Monotrilho de Tóquio*

Ano de inauguração: 1964

Descrição do sistema

Tipo	Médio
Via	Via dupla
Comprimento da linha	17,8km
Nº da estação	11
Nº da composição	20
Formação do trem	6 carros/composição
Tensão da linha	CC750V
Velocidade máx. de serviço	80km/h
Estilo de operação	Um condutor ATP desde 2002 (Dois homens ATP antes de 2002)

## Primeiro serviço público



## *Monotrilho de terra Osapa Expo.*

(abolição 1970)

Ano de inauguração: 1970

Descrição do sistema

Tipo	Médio
Via	Loop simples
Comprimento da linha	4,3km
Nº da estação	4
Nº da composição	4
Formação do trem	4 carros/composição
Tensão da linha	CC1.500V
Velocidade máx. de serviço	50km/h
Estilo de operação	Um condutor ATO

## Operação completamente automática





## *Monotrilho Kita-Kyushu*

Ano de inauguração: 1985

Descrição do sistema

Tipo Grande

Via Via dupla

Comprimento da linha 8,8km

Nº da estação 13

Nº da composição 13

Formação do trem 4 carros/composição

Tensão da linha CC1.500V

Velocidade máx. de serviço 65km/h

Estilo de operação Um condutor ATO

### Piso plano



## *Monotrilho de Osaka*

Ano de inauguração: 1990

Descrição do sistema

Tipo Grande

Via Via dupla

Comprimento da linha 28,0km

Nº da estação 16

Nº da composição 20

Formação do trem 4 carros/composição

Tensão da linha CC1.500V

Velocidade máx. de serviço 70km/h

Estilo de operação Um condutor ATP

### Suportou o grande furacão de 1995



## ***Monotrilho Tama***

Ano de inauguração: 1998

Descrição do sistema

Tipo Grande

Via Via dupla

Comprimento da linha **16,0km**

Nº da estação 19

Nº da composição 16

Formação do trem 4 carros/composição

Tensão da linha CC1.500V

Velocidade máx. de serviço 60km/h

Estilo de operação Um condutor ATO

## **Inversor VVVF**



## ***Monotrilho Okinawa***

Ano de inauguração: 2003

Descrição do sistema

Tipo Médio

Via Via dupla

Comprimento da linha **13,1km**

Nº da estação 15

Nº da composição 12

Formação do trem 2 carros/composição

Tensão da linha CC1.500V

Velocidade máx. de serviço 60km/h

Estilo de operação Um condutor ATP

## **Proteção contra água salgada e vento**





## Mundo

**Monotrilho Taegu**  
**(Coreia)**

**Monotrilho**  
**Chongqing**  
**(China)**

**Monotrilho Palm**  
**(Dubai, EAU)**

**Monotrilho**  
**Sentosa**  
**(Cingapura)**



## ***Monotrilho de Chongqing (China)***

Ano de inauguração: 2005

Descrição do sistema

Tipo Grande

Via Via dupla

Comprimento da linha **19,2km**

Nº da estação 18

Nº da composição 21

Formação do trem 4 carros/composição

Tensão da linha CC1.500V

Velocidade máx. de serviço 60km/h

Estilo de operação Um condutor ATP

**Provisão para 30.000 pphpd**



## ***Monotrilho de Sentosa (Cingapura)***

Ano de inauguração: 2006

Descrição do sistema

Tipo Pequeno

Via Via dupla

Comprimento da linha **2,1km**

Nº da estação 4

Nº da composição 4

Formação do trem 2 carros/composição

Tensão da linha CC750V

Velocidade máx. de serviço 60km/h

Estilo de operação Um condutor ATP

**Carro pequeno operando em área tropical**





Primeira aplicação na região do golfo com operação sem condutor completamente automatizada

## **Monotrilho Palm (Dubai, EAU)**

**Ano de inauguração: 2009**

Descrição do sistema

<b>Tipo</b>	<b>Médio</b>
<b>Via</b>	<b>Via dupla</b>
<b>Comprimento da linha</b>	<b>5,1km</b>
<b>Nº da estação</b>	<b>4</b>
<b>Nº da composição</b>	<b>4</b>
<b>Formação do trem</b>	<b>3carros/composição</b>
<b>Tensão da linha</b>	<b>CC1500V</b>
<b>Velocidade máx. de serviço</b>	<b>70km/h</b>
<b>Estilo de operação</b>	<b>ATÔ com atendente</b>



## Segunda aplicação com operação sem condutor completamente automatizada

### **Monotrilho Daegu (Coreia)**

**Ano de inauguração: 2014**

Descrição do sistema

<b>Tipo</b>	<b>Grande</b>
<b>Via</b>	<b>Via dupla</b>
<b>Comprimento da linha</b>	<b>24 km</b>
<b>Nº da estação</b>	<b>30</b>
<b>Nº da composição</b>	<b>28</b>
<b>Formação do trem</b>	<b>3carros/composição</b>
<b>Tensão da linha</b>	<b>CC1500V</b>
<b>Velocidade máx. de serviço</b>	<b>80km/h</b>
<b>Estilo de operação</b>	<b>ATÔ com atendente</b>





**Obrigado**

