OPERAÇÃO DO TRANSPORTE COLETIVO

Prof. Luis Antonio Lindau

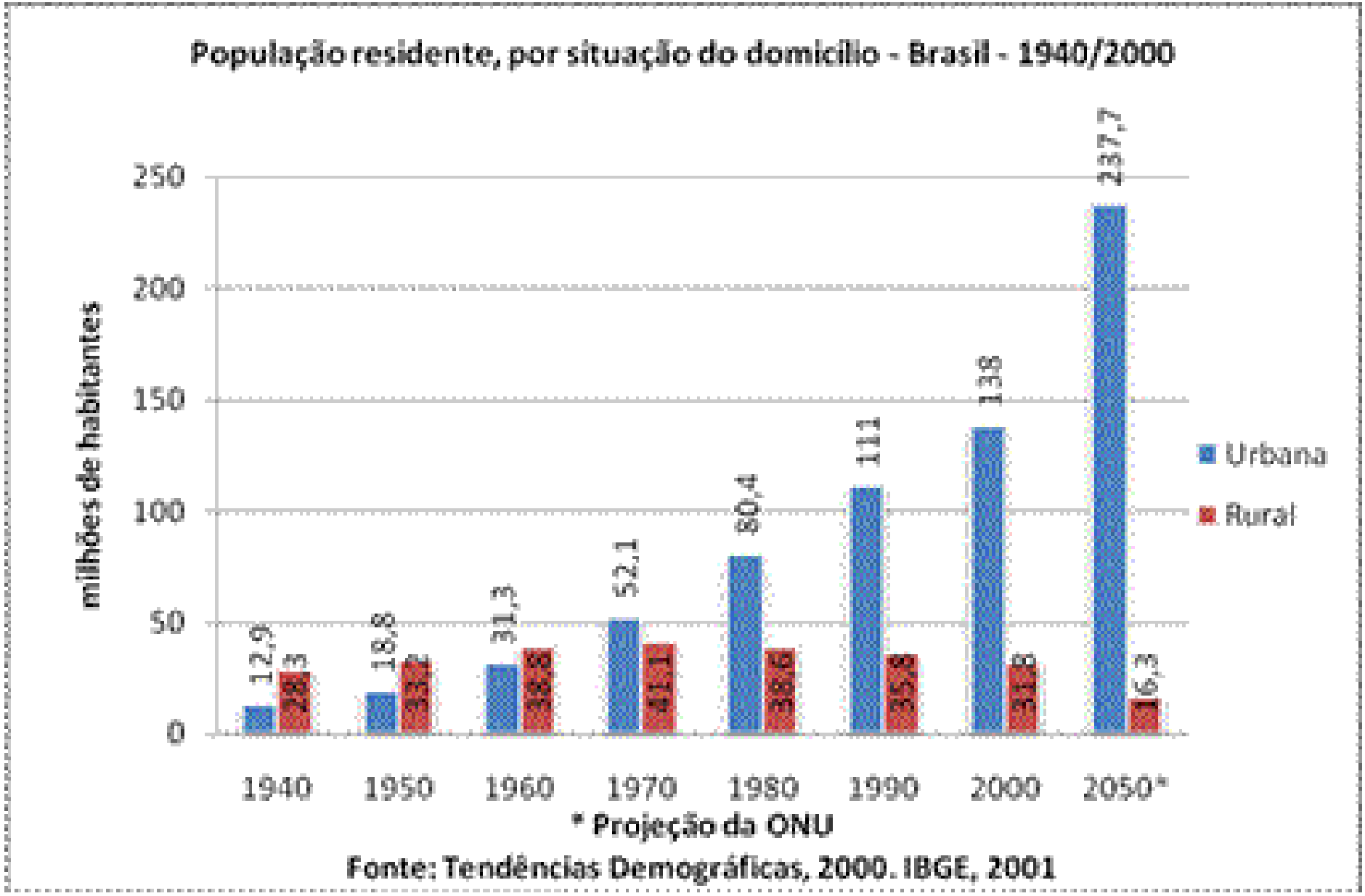
LASTRAN – Laboratório Sistemas de Transportes
DEPROT - Departamento de Engenharia de Produção e Transportes
UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Brasil urbano

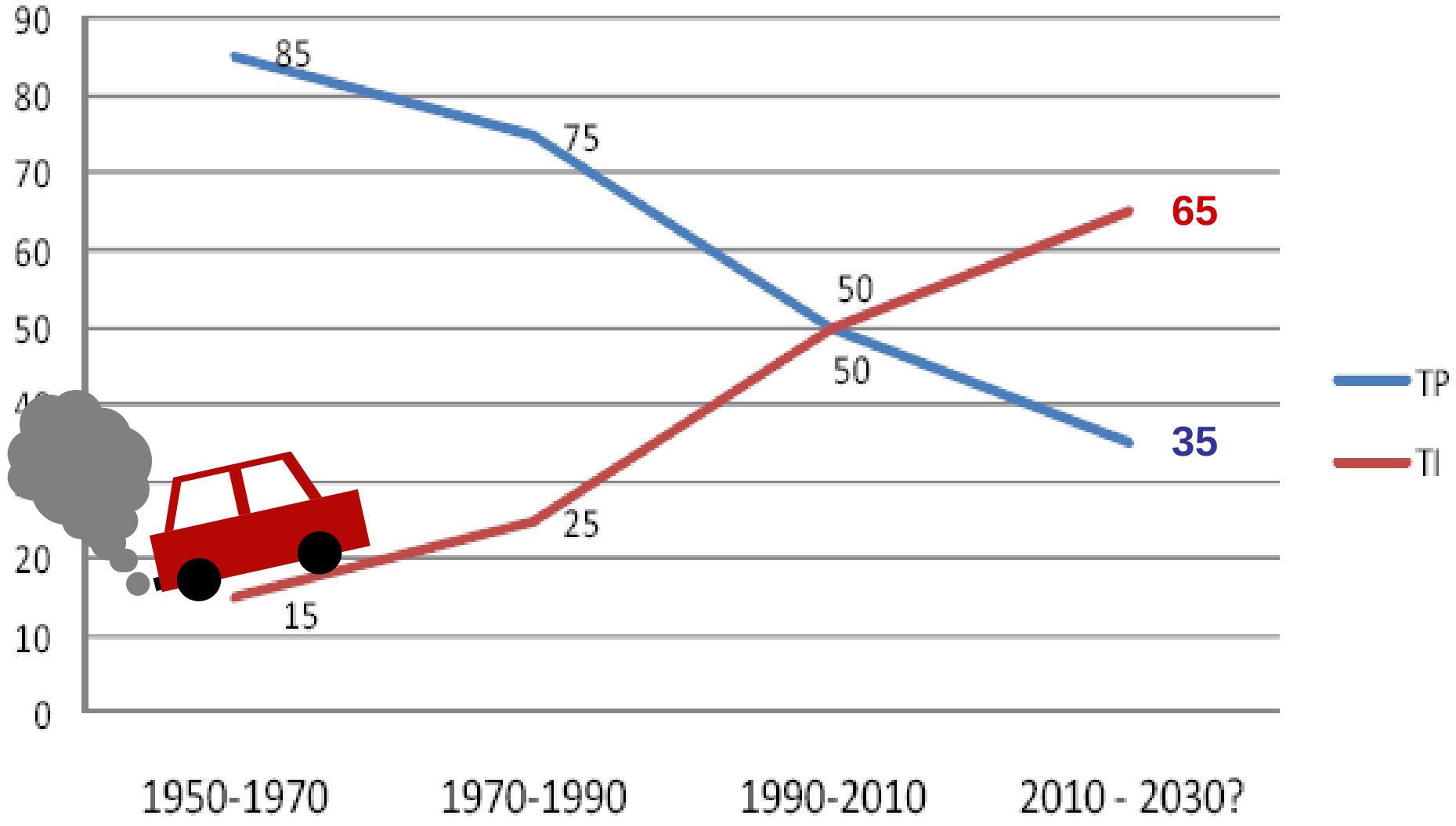
- Taxa de urbanização da população brasileira:

  30% (1940) $\Rightarrow$ 67% (1980) $\Rightarrow$ 75% (1991)

  $\Rightarrow$ 81% (2000) $\Rightarrow$ 84% (2010) ... 94% (2050)


População residente, por situação do domicilio - Brasil - 1940/2000
milhões de habitantes
250
200
150
100
50
0
12,9
28,3
18,8
33,2
31,3
38,8
52,1
41,1
80,4
38,6
111
35,8
138
31,8
237,7
16,3
1940
1950
1960
1970
1980
1990
2000
2050*
Urbana
Rural
* Projeção da ONU
Fonte: Tendências Demográficas, 2000. IBGE, 2001

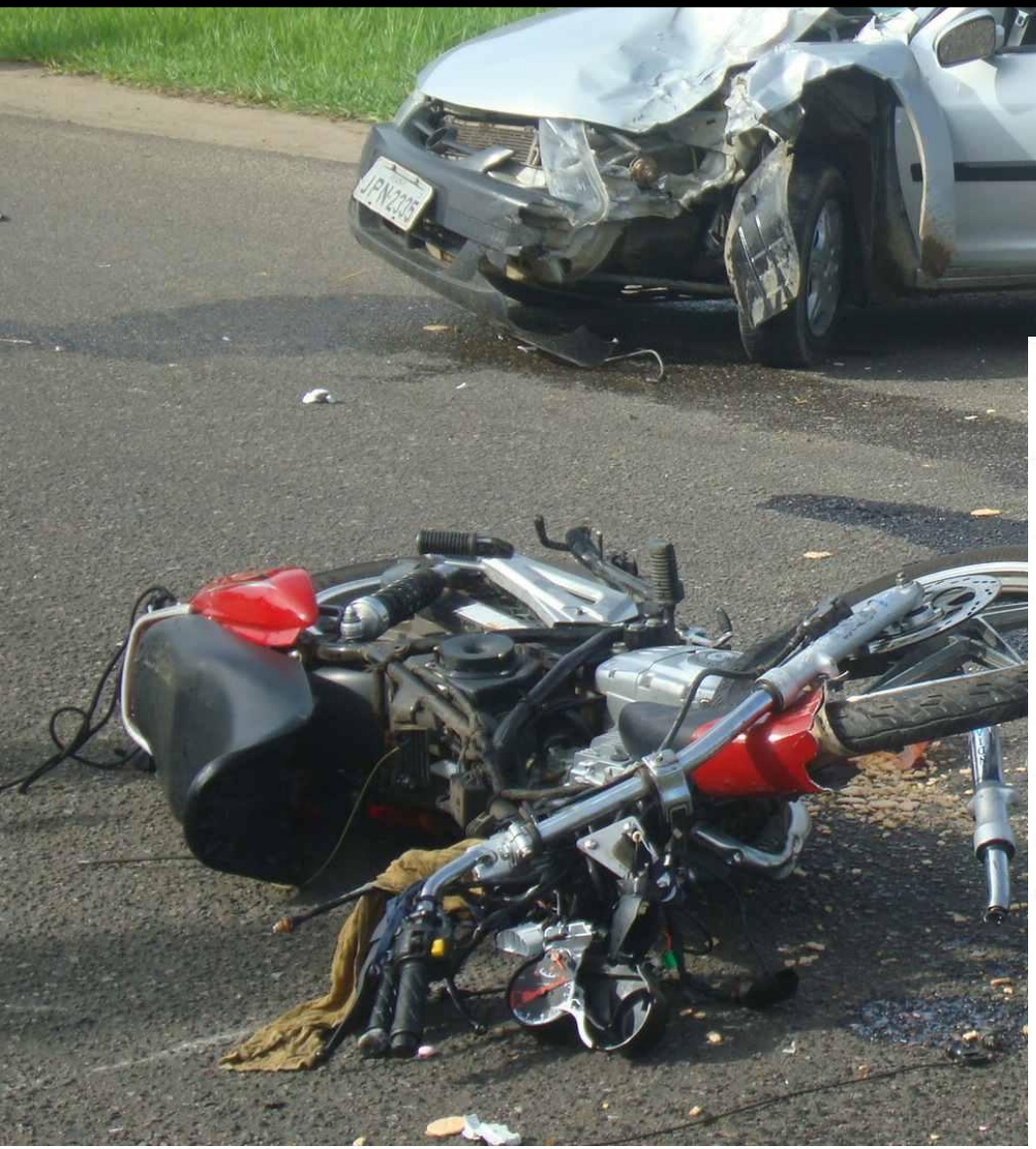
Tendência no Brasil

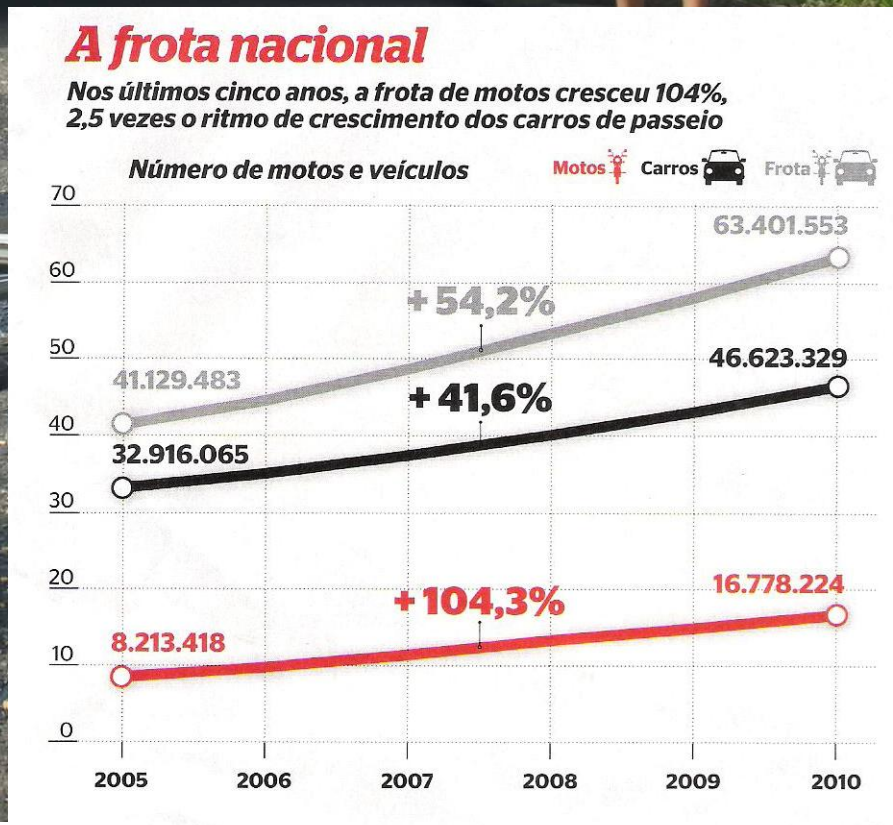


Demanda de TC e de TI, metrópoles do Brasil (%)

Acidentes com motos matam 10 mil/ano !

nos últimos dez anos, o número de mortes aumentou 1.000%.





Ciclo “vicioso” (ANTP, 1997)

– **“Quando o uso do automóvel é incentivado”**

$\Rightarrow$ área urbana expande

$\Rightarrow$ aumentam as distâncias e os custos

$\Rightarrow$ transporte coletivo fica menos eficiente

$\Rightarrow$ serviços de transporte coletivo são eliminados

$\Rightarrow$ usuários cativos (maioria) são prejudicados

$\Rightarrow$ aumenta interesse pelo automóvel

$\Rightarrow$ cresce o congestionamento ...

são paulo

inclui **cotidiano**

Caderno concluído às 23h

Quinta-Feira, 29 de fevereiro de 1996

Maluf diz que trânsito é progresso

Prefeito afirma a empresários que 'graças a Deus' há congestionamentos em São Paulo

"Graças a Deus que tem engarrafamento. Bendito engarrafamento. Engarrafamento é sinal de progresso."

(Do prefeito Paulo Maluf, durante simpósio para empresários do setor de transporte de carga)

"Esse é o compromisso que eu assumo através da imprensa. É o último ano de enchente no Aricanduva."

(Idem, durante visita a obras no córrego do Aricanduva. Ele fez a mesma promessa, no mesmo local, dia 7 de fevereiro de 1993)

"Não sou eu que jogo papel na rua. Parte da inundação é por causa da sujeira que jogam nos córregos."

(Idem, sobre as causas das enchentes)

CLÁUDIO AUGUSTO
Da Reportagem Local

O prefeito de São Paulo, Paulo Maluf (PPB), disse ontem que os congestionamentos da cidade são sinônimo de progresso. "Graças a Deus que tem engarrafamento. Engarrafamento é sinal de progresso", afirmou o prefeito.

A declaração foi feita para uma platéia de cerca de 200 empresários, no seminário do Sindicato das Empresas de Transportes de Carga de São Paulo e Regiões.

Os empresários afirmam que os congestionamentos atrapalham a circulação dos veículos que abastecem a cidade. Eles pediram que a restrição ao trânsito de caminhões na Avenida 23 de Maio durante o dia fosse suspensa.

No simpósio, Maluf defendeu o automóvel. "Ele dá status, liberdade", disse, referindo-se a uma pesquisa feita pela CEF (Caixa Econômica Federal). "As pessoas queriam ter carro, mesmo antes de ter uma casa", afirmou.

O prefeito disse que, em vez de 1 milhão de veículos por ano, as montadoras deveriam produzir 2 milhões para gerar empregos.

No debate, um dos diretores do sindicato criticou Maluf. "Eu não gosto de congestionamento, prefeito." "Então, você tem que morar em Kathmandu", respondeu [illegible] a capital do Nepal. Ao contrário do que sugeriu o prefeito, essa cidade asiática tem um trânsito conturbado.

Maluf defendeu o investimento em obras viárias. Ele disse que os 700 mil veículos que passam pelas marginais Pinheiros e Tietê diariamente justificam o investimento nestas vias expressas que dão acesso a várias estradas.

Ele afirmou ser responsável pela construção de 90% das marginais. Segundo Maluf, seus adversários disseram que as marginais eram fruto de mania de grandeza.

Lúcio Gregori, secretário dos Transportes na gestão Erundina (PT), ironizou a declaração do prefeito. "Ouvi isso na faculdade. Vou ter de ouvir aos 60 anos?"

LEIA MAIS
Sobre [illegible] e o trânsito às págs. 2 e 3

PACOTES E PASSAGENS
NACIONAIS/INTERNACIONAIS

AMSTERDAM	US	984,00	MILÃO	US	
BARCELONA	US	859,00	MIAMI	US	569,00
FRANKFURT	US	949,00	NEW YORK	US	609,00
LISBOA	US	819,00	PARIS	US	819,00
LONDRES	US	819,00	ROMA	US	949,00
LOS ANGELES	US	879,00	ZURICH	US	819,00
MADRID	US	819,00			

Preço p/ baixa estação
Consulte nossos financiamentos
LLADO E MARTINEZ Viagens e Turismo
Tels.: (011) 231-0790
259-9216 • 978-7080

Neste verão a TECH CE[illegible] dá um refresco nos pre[illegible]

MOTOROL[illegible]
CELL STAR
POCKET 850
Acompanha: B[illegible] standard • Co[illegible] over night • 3[illegible] numéricas • [illegible]
2X R$ [illegible]
À VISTA R$ [illegible]

MOTOROL[illegible]
PT 550
BÁSICO
Acompanha: [illegible] grossa branca Carregador Ov[illegible] 30 memórias nu[illegible]
2X R$ 18
À VISTA R$ 362

MOTOROL[illegible]
PT [illegible] LUXO
Acompanha: [illegible] grossa 24 HRS • [illegible] fina • Carregador • Capa • 99 mem[illegible] alfanuméricas
2X R$ 29
À VISTA R$ 58

Preços válidos para a[illegible] 02/96 ou até o término do nosso estoque - 10 peças por produto anunciado

São Paulo, 1996

Ciclo “virtuoso” (ainda não existe no Brasil)

– **“Resgatando o transporte coletivo”**

⇒ congestionamento cresce no tempo e espaço

⇒ congestionamento é taxado pelo custo marginal

⇒ recursos revertem para o transporte coletivo

⇒ transporte coletivo tem melhor qualidade

⇒ usuários cativos (maioria) são beneficiados

⇒ aumenta o “desinteresse” pelo uso do auto no pico

Agentes do sistema TC

usuários, operadores, comunidade

- interesses conflitantes

  $\Rightarrow$ poder público (mediador)

- exemplos de conflitos:

  ...

Componentes físicos

veículos:

UT - unidade de transporte:

individual (ex: micros, ônibus, autos)

composição de *n* veículos acoplados

(ex: típica de sist. ferroviários)

BLACK Prince
MARYLAND ST.

North East
S825 OFT

147 OUTER DRV EXP
P752
cta
7631
SPEAK NO EVIL?

Metro Washington (Wikipedia, 2007)

VLT, Hanover (Wikipedia, 2007)

Componentes físicos

vias:

garantem o direito de circulação das UTs

categoria C - via partilhada

categoria B - via segregada

categoria A - via exclusiva

Monorail, Sydney (Wikipedia, 2007) – exemplo de via exclusiva

Faixa de ônibus, Mannheim (Wikipedia, 2007) – exemplo de via segregada

Componentes físicos

terminais, estações e paradas:

- passageiros, manobras, trocas, estocagem,etc

Parada de onibus em Singapura (Wikipedia, 2007)

Parada do Sistema BRT de Curitiba (Wikipedia, 2007)

Estação da Linha 14 do Metro de Paris (Wikipedia, 2007)

Terminal do Bonde a Cabo de São Francisco (Wikipedia, 2007)

Terminal de transferência Indios Verdes – fonte: Metrobus

Estação de transferência
em Singapura (antes e depois
-em prédio de shopping center)
Wikipedia (2007)

Terminal Barreiro: Belo Horizonte

VIASHOPPING

Saída
PREFEITURA
BELO HORIZONTE
Elevador
CINEART
CORREIOS

EMOREIRA
EMOREIRA
EMOREIRA
ELEVADOR

ATENÇÃO USUÁRIO DO CARTÃO BHBUS
TILIZAÇÃO DO EQUIPAMENTO PARA SAIR DA ESTAÇÃO E VOLTAR EM 60 MINUTOS SEM PAGAR
Observe as luzes do validador:
1. Encoste o cartão. Acendem luzes verde e vermelha
2. ESPERE a luz vermelha apagar e ficar acesa apenas a verde. RETIRE O CARTÃO e acesse o Shopping pela roleta de saída
O benefício de acesso ao Shopping SÓ PODE SER UTILIZADO uma vez por cartão.
Se utilizar mais de uma vez será cobrada passagem no retorno.
Este benefício só funciona se o cartão tiver sido utilizado em alguma linha do Barreiro primeiro. NÃO é válido comprar um cartão só para acessar para o Shopping.
Este sistema funciona de 10:00 às 21:00 horas
CARTÃO BHBUS

Componentes físicos

sistema de controle:

- detecção, comunicação e sinalização:
  - integrar componentes físicos (CCO)
  - regular a operação
  - promover a segurança

sistemas de apoio:

- informação, circulação, etc

Sinalização em sistema ferroviário (Wikipedia, 2007)

Estação do Metro de Estocolmo (Wikipedia, 2007)

Componentes físicos

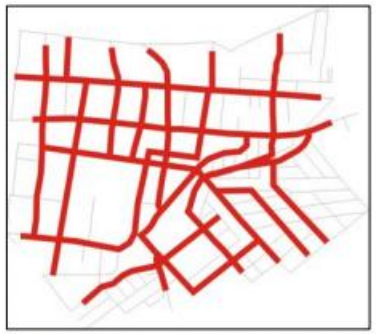
- vias (arcos)
- paradas, estações e terminais (nós)
- linha (conjunto de vias, paradas, estações, terminais)
- rede (conjunto de linhas)

Mais importante ter redes que linhas

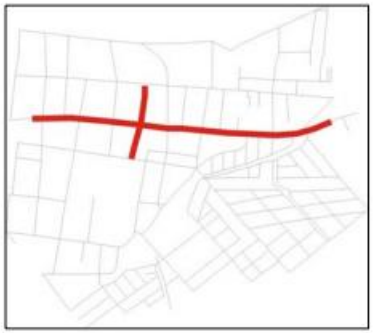
FETRANSPOR
Federação das Empresas de Transportes de Passageiros do Estado do Rio de Janeiro

Transporte Coletivo: Chegando mais rápido ao futuro

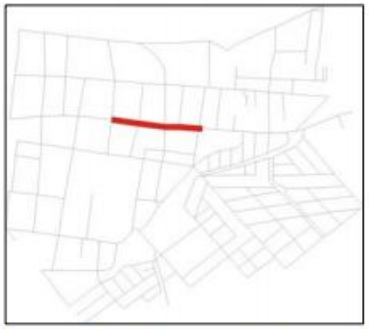
O que fazer em Transporte ➢ Com US$ 1 bilhão poderia-se construir **uma** dentre as seguintes opções



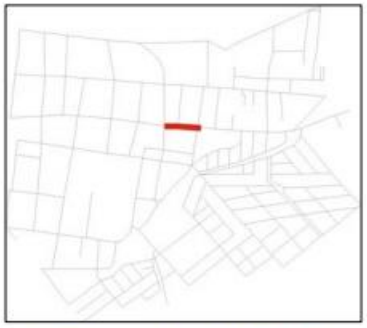
426 km de Corredores de Ônibus



40 km de VLT

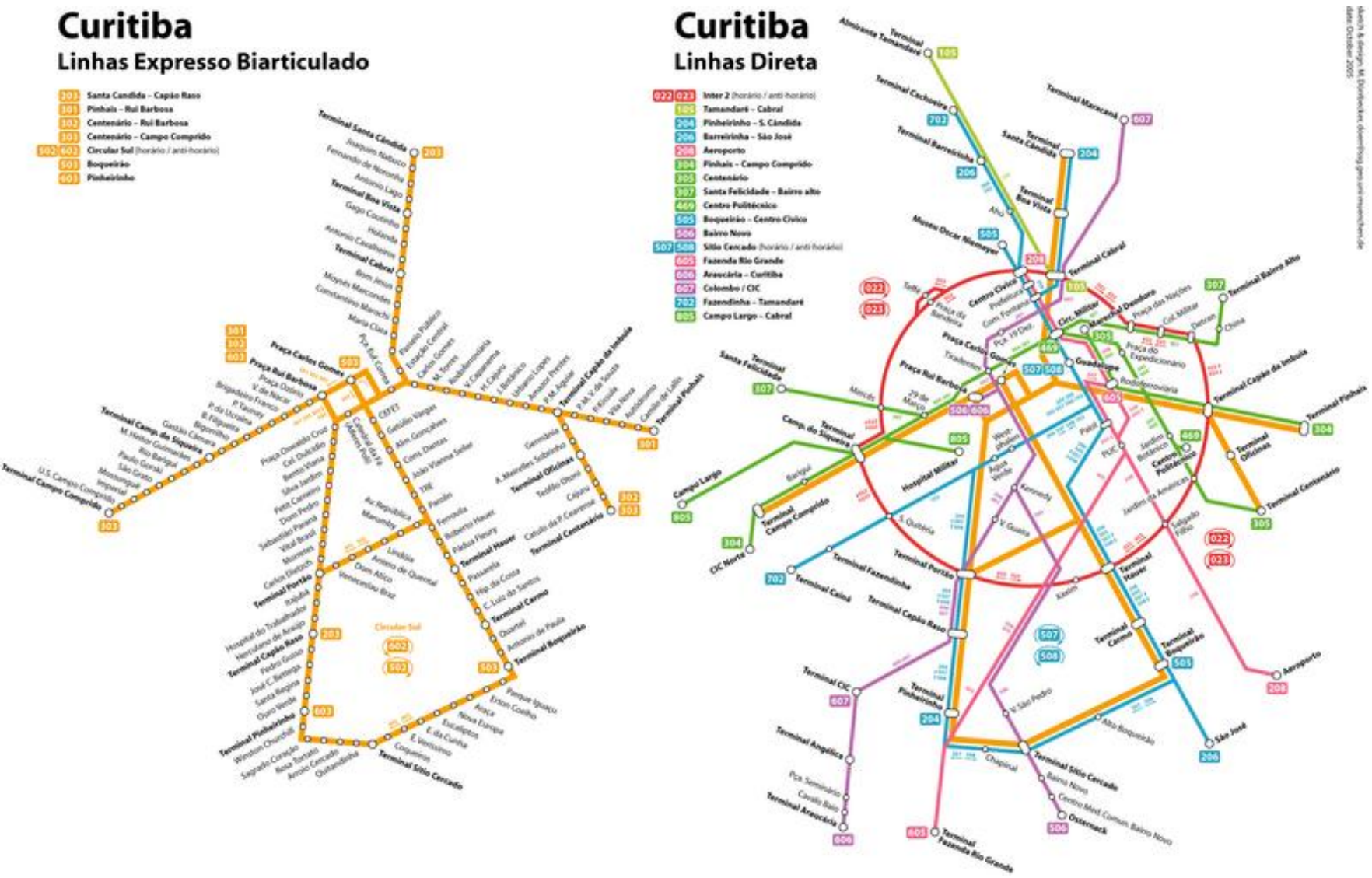


14 km de Trem Elevado

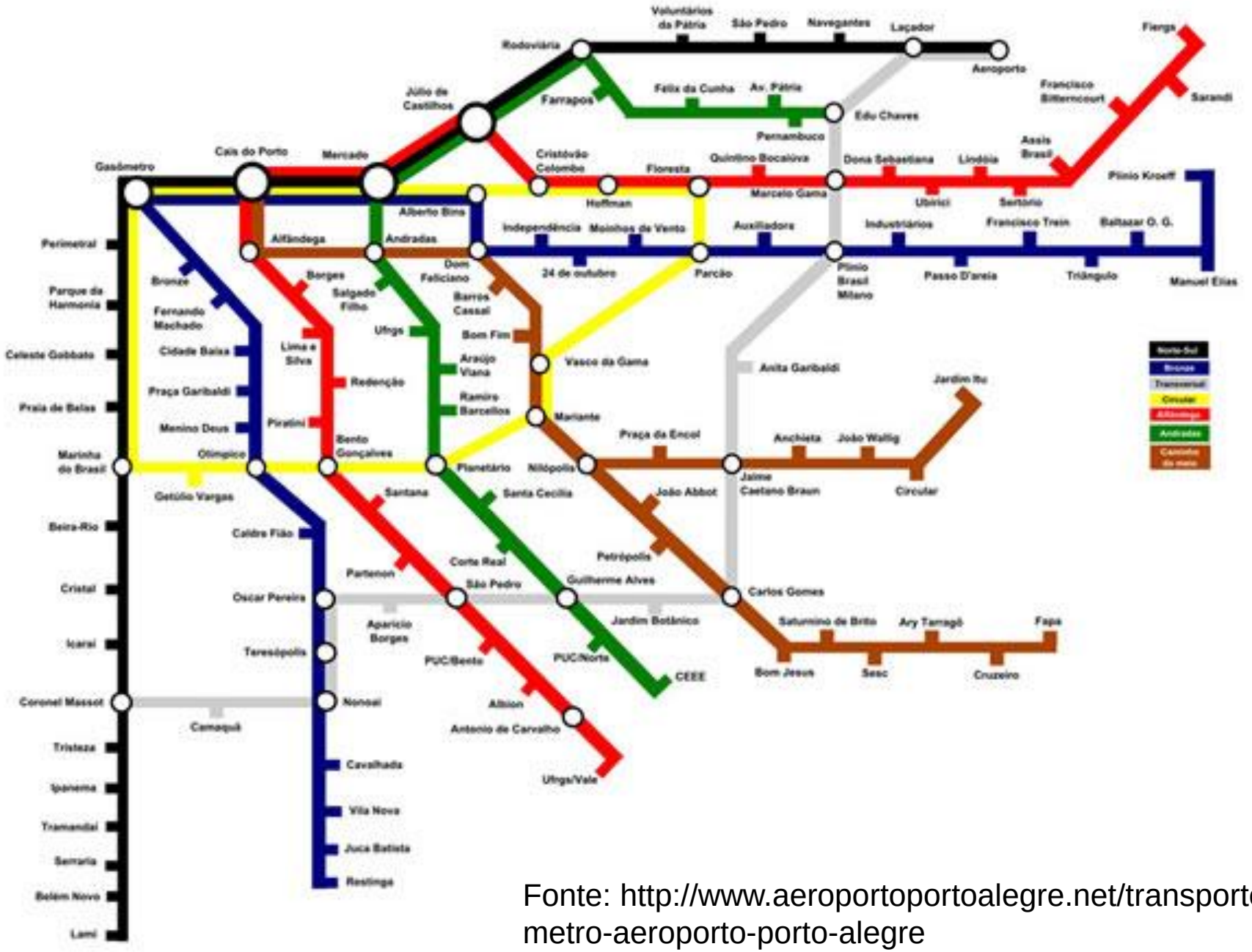


7 km de Metrô

RIT: Curitiba



Provável (?) rede de transporte de Porto Alegre



Fonte: http://www.aeroportoportoalegre.net/transporte-metro-aeroporto-porto-alegre

Tipo de serviço do TC

tipo de linha:

local, urbana e regional

tipo de programação de paradas:

parador, acelerado, expresso

tipo de programação de horário:

serviço regular

serviço sazonal (picos)

serviço especial

Viagem urbana

deslocamento:

1 pessoa, 1 origem, 1 destino, 1 motivo

componentes:

deslocamento inicial (pé):

do local de origem ao sistema de transporte

+ espera pelo veículo:

no ponto de embarque

+ deslocamento intermediário:

dentro do(s) veículo(s)

+ deslocamento final (pé):

do sistema de transporte ao local de destino

Demanda de viagens

- pesquisa O/D (base domiciliar)

- pesquisas E/D

O que o futuro nos reserva ? →

Oferta

- lugares / h
- passageiros / h

Capacidade útil de um automóvel na cidade

≈ 1,5 passag. / auto

Oferta

Capacidade de um veículo de transporte coletivo

$$C_{vi} = a + d_i . U$$

- onde:

C_{vi} = capac. para o nível de serviço i (lugares / veic)

a = número de assentos (assentos / veic)

d_i = densidade (passag. em pé / m^2)

U = área útil para passageiros em pé (m^2 / veic)

Carro da Linha A do Metro de Buenos Aires (Wikipedia, 2007)

O transporte coletivo urbano é realmente necessário ?

http://www.youtube.com/watch?v=guodaBkDPP0

(demonstração)

Caso da Av. Assis Brasil

Demanda diária: 250.000 pessoas/dia

Demanda na hora pico: _____ pessoas/h

Distribuição por sentido no pico: _____ % / _____ %

ARICA
ARICA

BRT Transition – Planning to Implementation

2003-08 Chiragh Delhi

BRT: o Conceito

em inglês:

_B_us _R_apid _T_ransit

“T”

Transporte Coletivo

Ônibus, ou veículo tipo ônibus

A letra chave: “R” de Rápido

BRT ≠ BT

Importante não confundir

BT: versão Transporte Coletivo por Ônibus em Faixa Segregada

São Paulo

BT: versão Transporte Coletivo por Ônibus em Faixa Segregada

BT: versão Transporte Coletivo por Ônibus em Faixa Segregada

BT

Foco do *"R"*:

na percepção do Usuário =

+ Velocidade Operacional

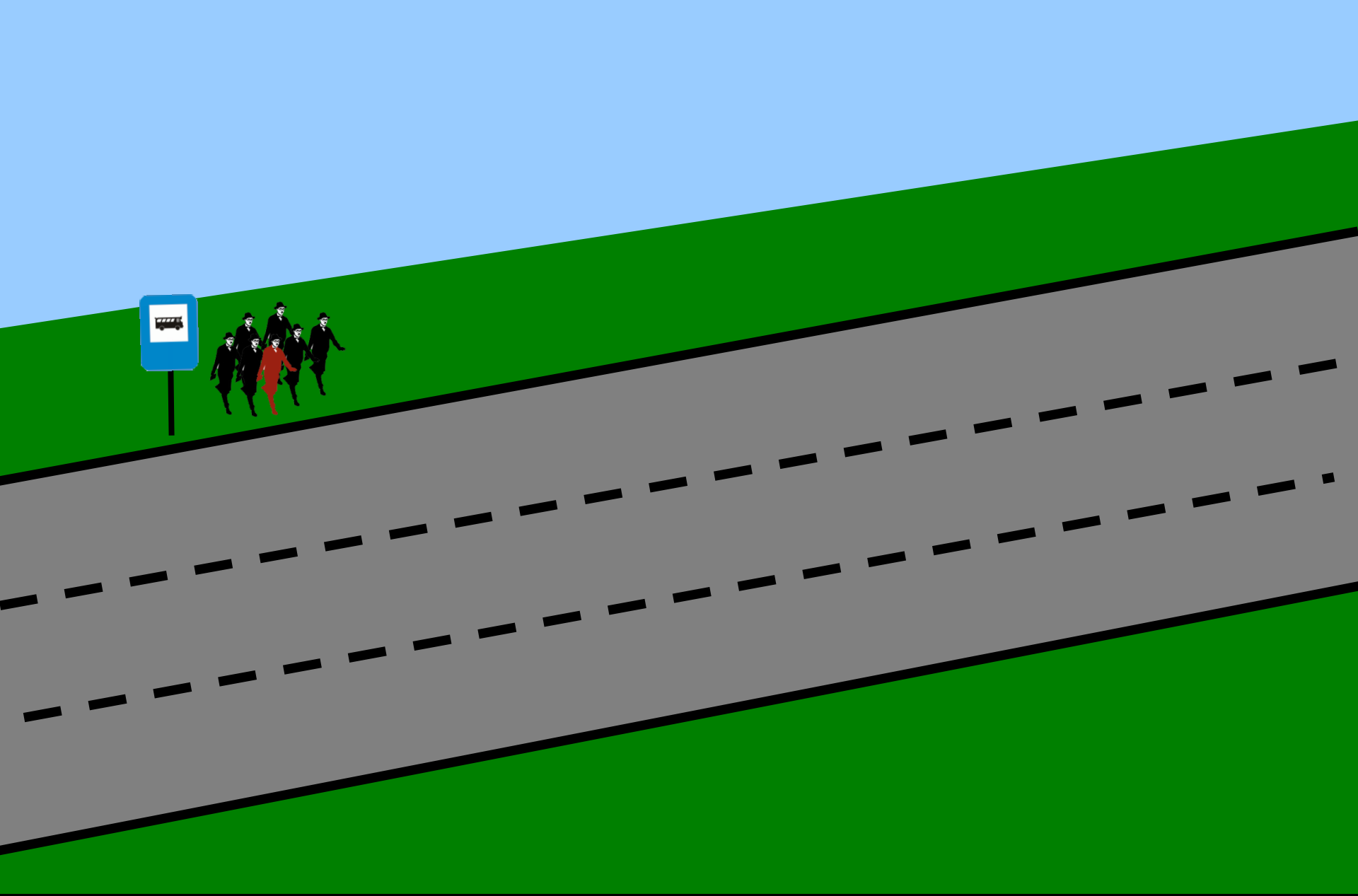
+ Serviço

+ Confiabilidade

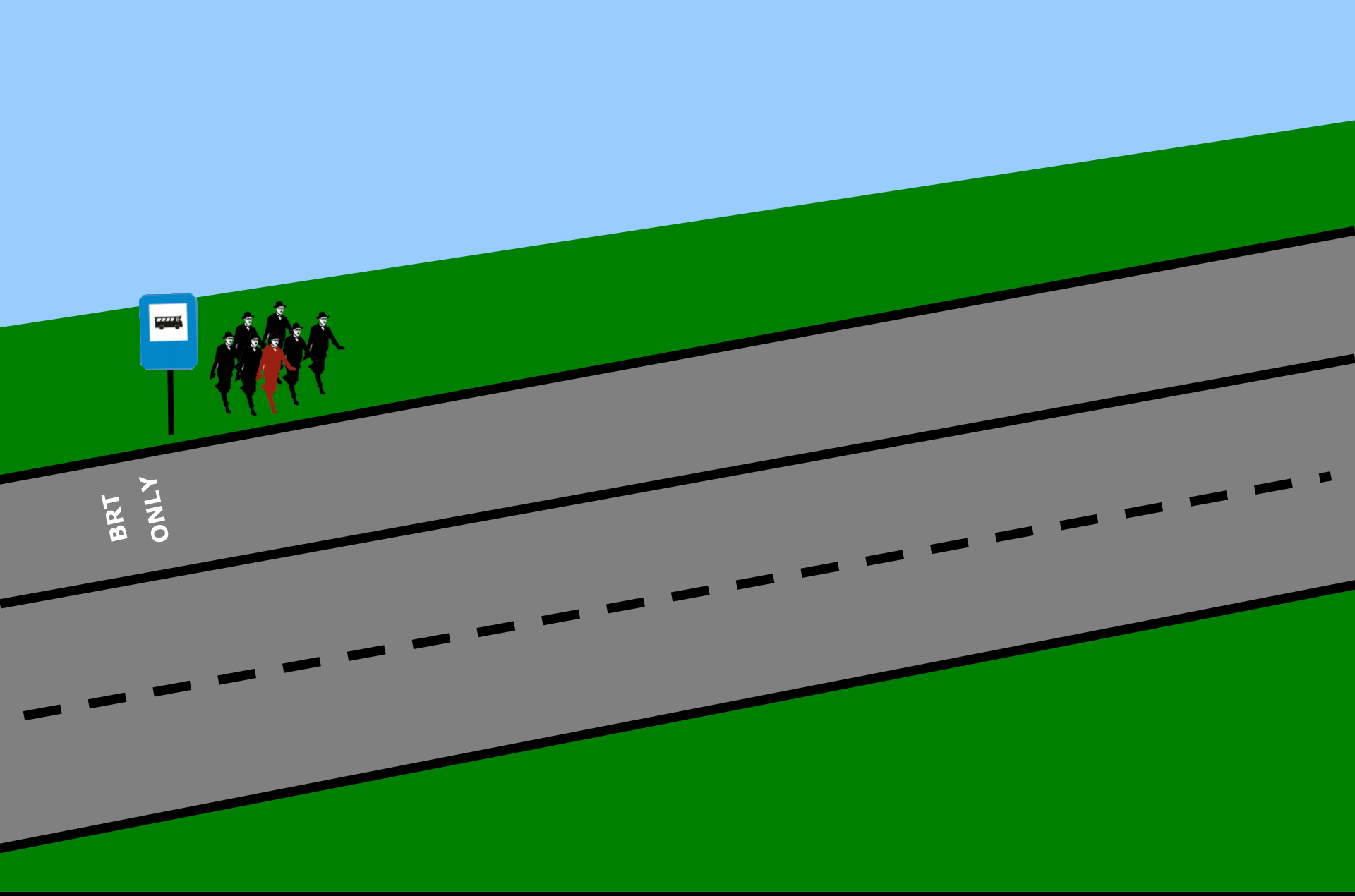
+ Velocidade Operacional

++ Velocidade Operacional

+++ Velocidade Operacional



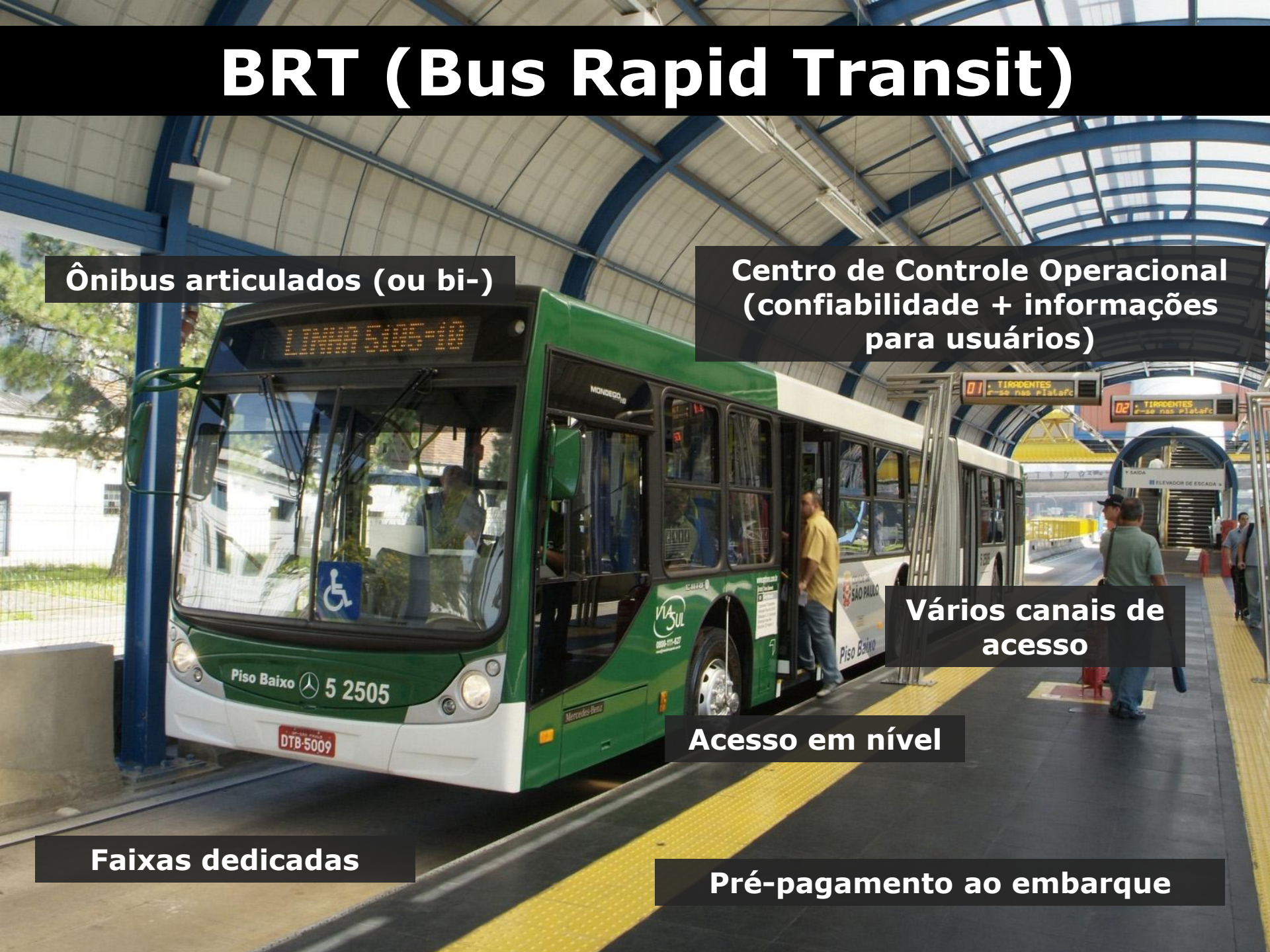
Serviço (BT)



+ Serviço (BRT)

+ Confiabilidade

BRT (Bus Rapid Transit)



Ônibus articulados (ou bi-)

Centro de Controle Operacional (confiabilidade + informações para usuários)

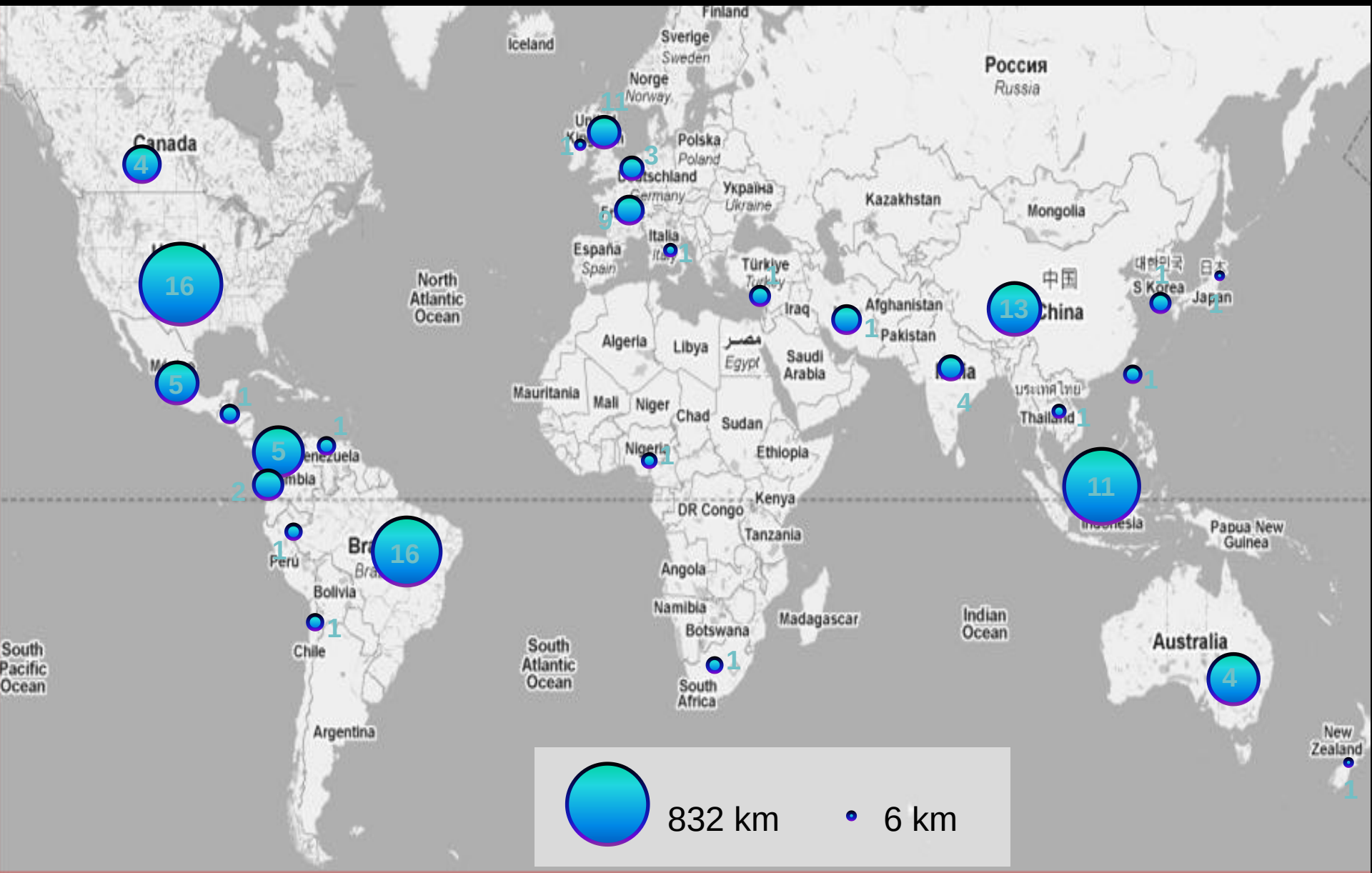
Vários canais de acesso

Acesso em nível

Faixas dedicadas

Pré-pagamento ao embarque

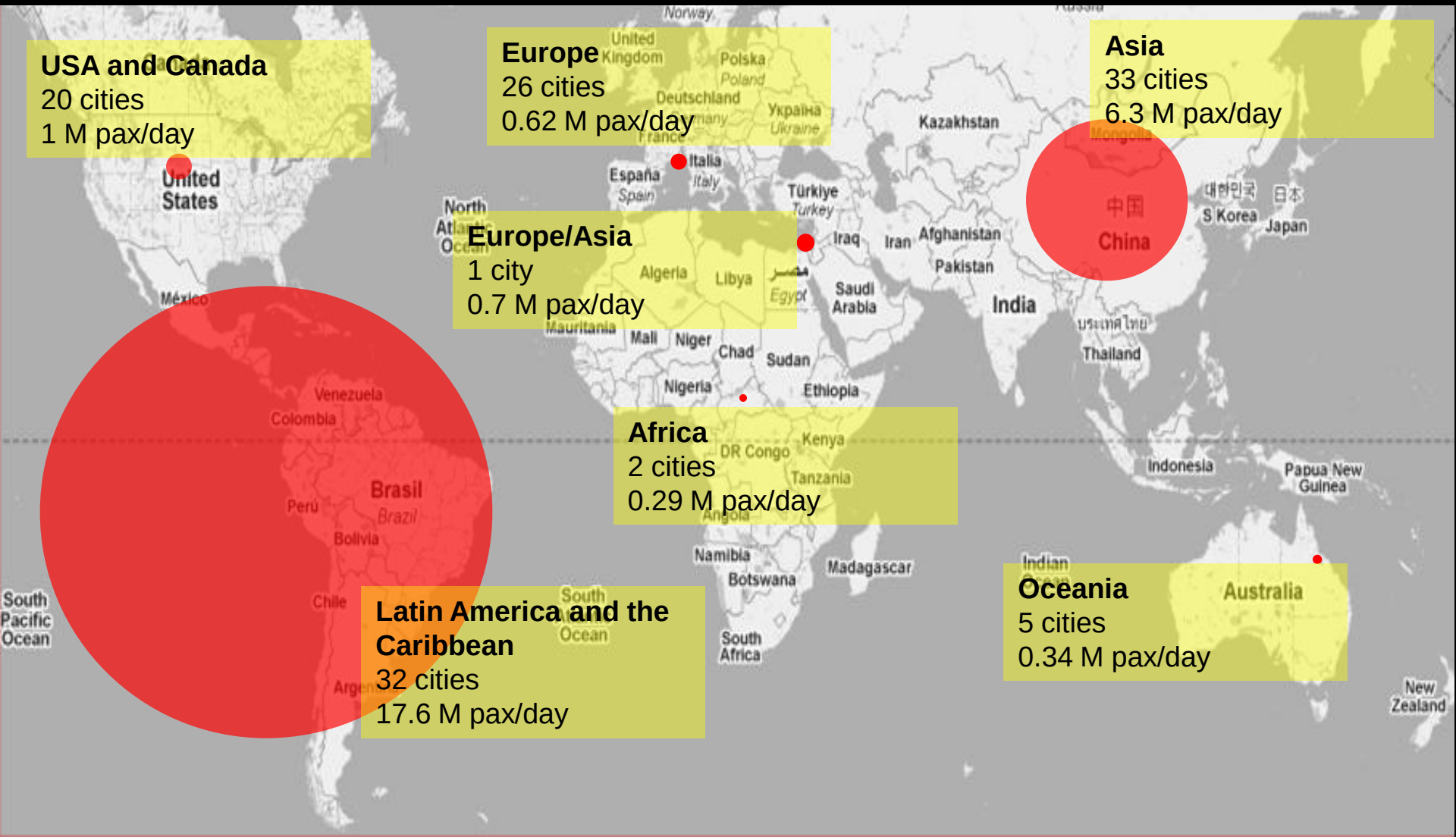
BRT + busways = 4,335 km in 119 cities



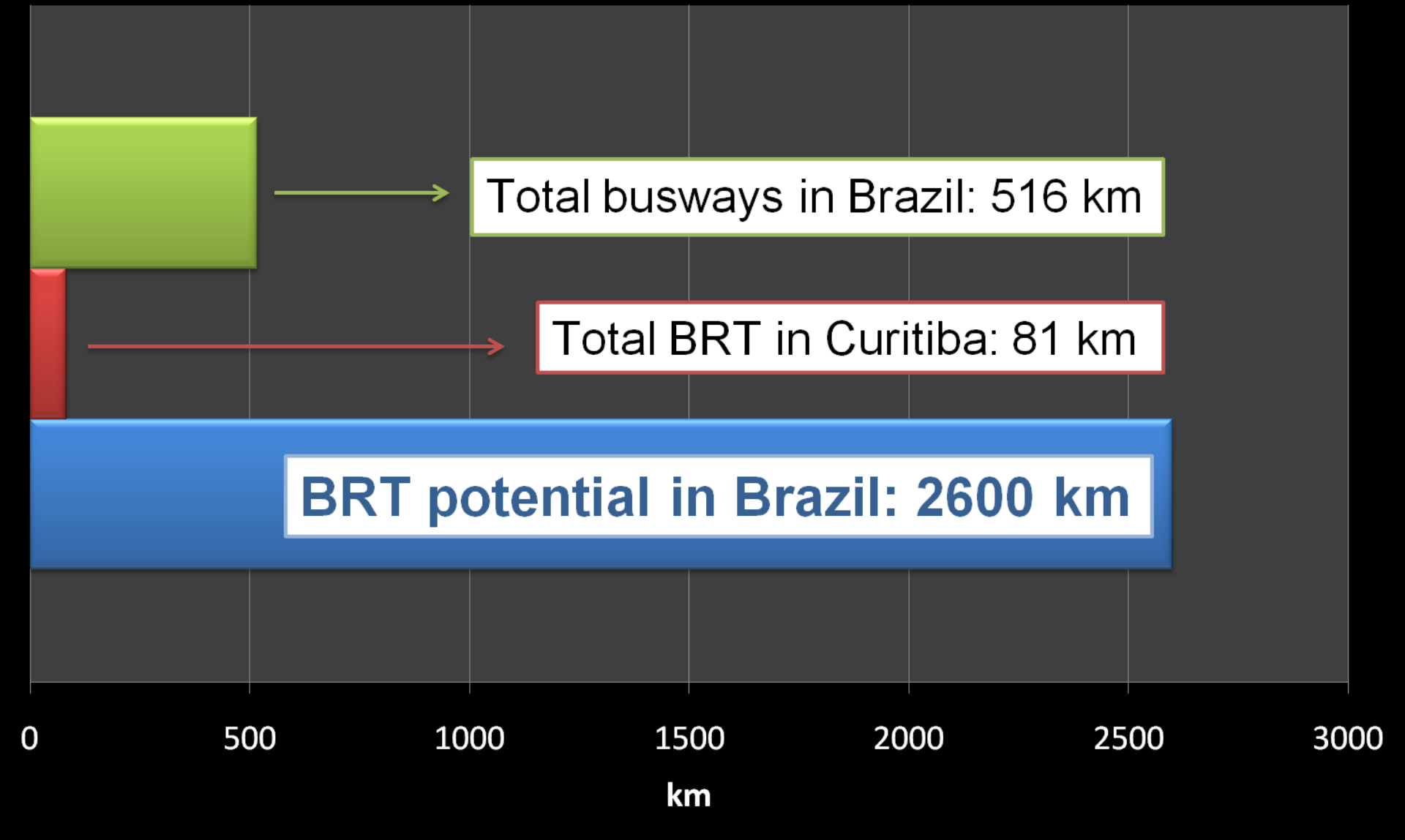
BRT + busways = 26.9 M pax/day in 119 cities

46% of the BRT + busways´ demand in 16 Brazilian cities

65% of BRT + busways´ world demand concentrated in **32 Latin American cities**

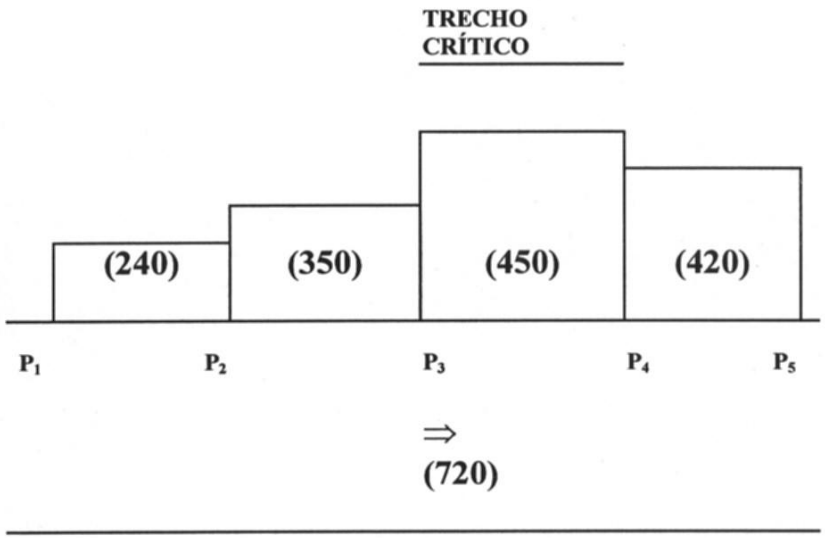


BRT & Busways in Brazil



LINHA 40 – Ponta Negra ⇒ Centro

DIA: útil
PERÍODO: 07:00 às 08:00 hs
SENTIDO: bairro – centro



Ponto inicial	⇗		⇗ ⇘		⇗ ⇘		⇗ ⇘	⇘	**Ponto Final**
Bairro	**240**		**185**	**75**	**160**	**60**	**135**	**165**	**420**	**Centro**

onde: ⇒ **sentido da viagem**

⇗ **n°. de passageiros que embarcam**

⇘ **n°. de passageiros que desembarcam**

( ) n°. de passageiros transportados no trecho

Representação da Demanda de Passageiros no Trecho Crítico

Dimensionamento de uma linha

- **Fator de Renovação (FR)**

indicador da renovação de passageiros na linha.

FR = TT / TCr

onde:

TT = total de passageiros transportados na linha (pass / h)

TCr = total de passageiros no trecho crítico (pass / h)

Freqüência de Partidas (FP, em ônibus/h)

quantidade de partidas de ônibus para atender a demanda.

$$FP = TCr / CV$$

onde:

CV = capacidade de um veículo (pass / veic.)

- **Intervalo entre Partidas (IP, em min entre veic.)**

inverso da freqüência de partidas

IP = 60 min / FP

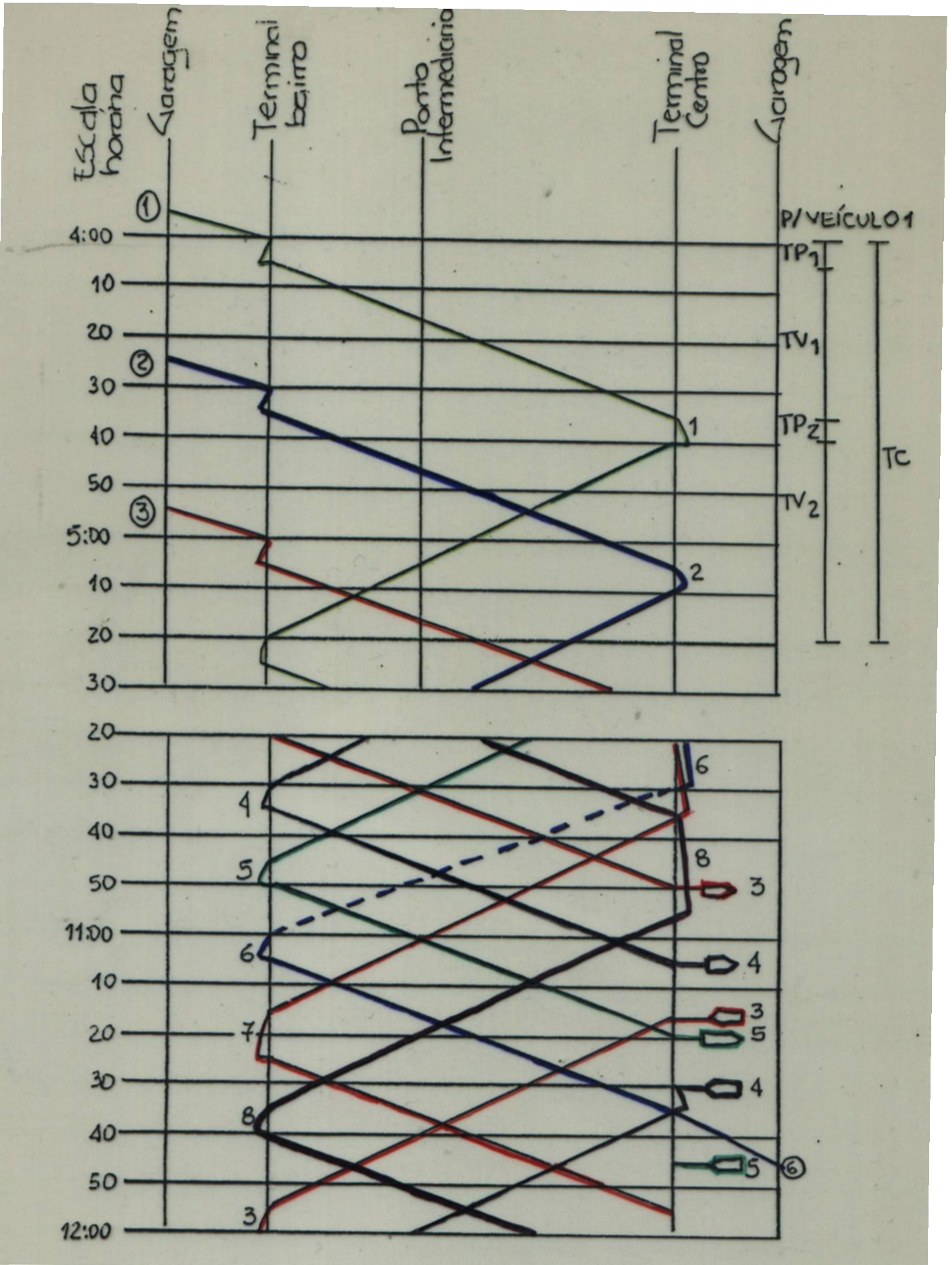
importante garantir um intervalo máximo:

max [IP] = 20 a 40 min.

- **Cálculo da Frota (em veic.)**

quantidade de veic. necessária para atender a demanda durante a hora de pico

Depende do Tempo de Ciclo (demonstrar a partir de um Diagrama de Programação Horária)


Escala horária
Garagem
Terminal bairro
Ponto Intermediário
Terminal Centro
Garagem
P/ VEÍCULO 1
TP1
TV1
TP2
TV2
TC
4:00
10
20
30
40
50
5:00
10
20
30
11:00
10
20
30
40
50
12:00
1
2
3
4
5
6
7
8

Exemplo:

Seja uma linha de transporte coletivo com paradas equidistantes de 400 m e com vel. operacional de 25 km/h nos dois sentidos. Supondo que o deslocamento dos passageiros, na hora pico, possa ser representado pela seguinte matriz Embarque/Desembarque:

Emb. / Des.	Tbairro	1	2	3	4	5	6	7	Tcentro
Tbairro	-	5	7	8	6	13	10	12	25
1	10	-	2	5	4	10	10	12	18
2	10	5	-	2	4	5	8	9	15
3	15	10	5	-	2	5	8	9	10
4	20	5	10	6	-	3	7	7	8
5	20	10	15	9	16	-	6	7	6
6	25	8	20	14	20	9	-	5	4
7	30	15	20	10	22	15	15	-	1
Tcentro	35	20	22	25	34	25	19	10	-

1. Estabeleça, para o sentido Bairro - Centro:
   - o fator de renovação da linha;
   - supondo um micro-ônibus com capacidade de 18 pass., calcule a frequência de saídas

2. A partir de um Diagrama de Programação Horária, demonstre a frota necessária para operar a linha.

Bibliografia

- ANTP (1997). Transporte Humano: cidades com qualidade de vida. Disponivel em: www.antp.org.br
- Mercedes Benz do Brasil (1987). Sistema de transporte coletivo urbano por ônibus: planejamento e operação. Departamento de Sistemas de Trânsito e Transporte.
- Vuchic, V. (2007) Urban Transit Systems and Technology. Ed. John Wiley & Sons, USA.
- Wikipedia (2007). Disponivel em: www.wikipedia.org