



MOBILIDADE E SISTEMAS DE TRANSPORTES

OFERTA E CAPACIDADE DOS SISTEMAS DE TRANSPORTES



Prof. Dr. Daniel Caetano

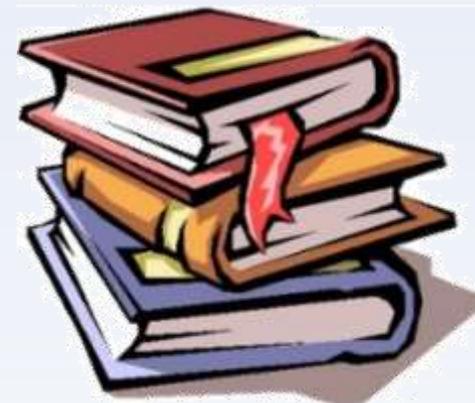
2019 - 1

Objetivos

- Conhecer os principais elementos da oferta de transportes
- Conhecer as principais tecnologias de transporte público coletivo
- Tomar contato com a metodologia de planejamento de oferta de T.P.



Material de Estudo



Material	Acesso ao Material
Apresentação	http://www.caetano.eng.br/ (Mobilidade e Sistemas de Transportes – Aula 9)
Minha Biblioteca	Qualidade e Produtividade nos Transportes, Cap 1 Engenharia de Infraestrutura de Transportes , Caps 1 a 4
Biblioteca Virtual	-
Material Adicional	-



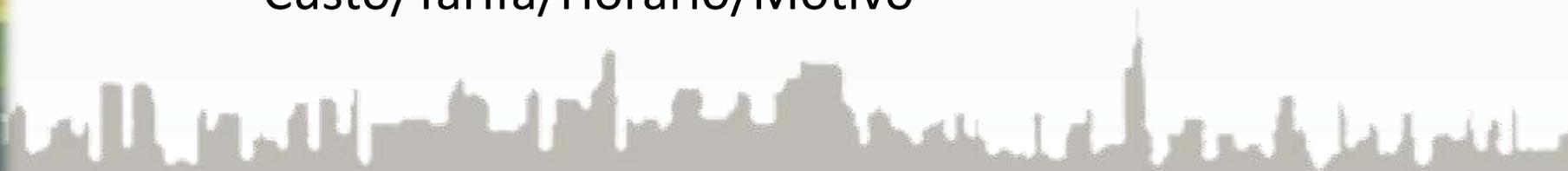
RETOMANDO...

DEMANDA POR TRANSPORTE



Demanda por Transporte

- Demanda por Viagens
 - Otimização da Operação
 - Curto prazo
 - Planejamento de infraestrutura
 - Médio e Longo Prazo
 - Influenciada por
 - Uso do solo
 - Oferta/Qualidade/Fatores socioeconômicos e culturais
 - Custo/Tarifa/Horário/Motivo



Demanda por Viagens

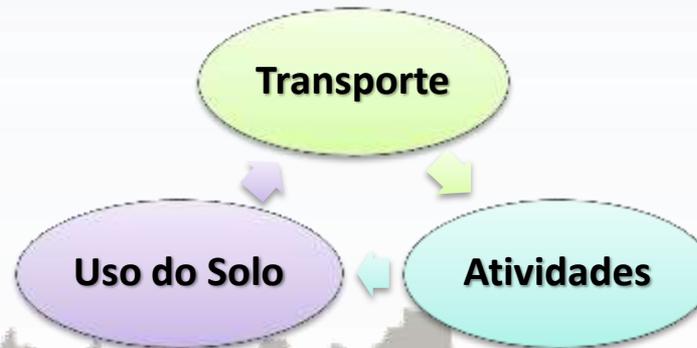
- Demanda presente
 - Pesquisas O-D
- Demanda Futura
 - Modelos Agregados / Escolha Discreta
 - 4 Etapas, Expansão/O-D “sintéticas”
 - Comportamentais
- Conceito de “Impedância” da viagem
 - Custo / Tempo Generalizado de Viagem
 - Não inclui custos ambientais

		PROGRAMA DE CO	
		Pesquisa O/D	
Bom Dia (Boa Tarde). O PROGRAMA DE CONCESSÃO DE RODOVIAS FED Vou lhe fazer algumas perguntas sobre a sua viagem e desde já agrade			
Hora	<input type="text"/>	A1. Qual cidade o Sr(a) está vindo (origem)?	Est
a	<input type="text"/>	A1. Qual cidade o Sr(a) está vindo (origem)?	Est

Transporte e Urbanismo



- Prever e Prover x Definir e Executar
- Modelos Int.: “Uso do Solo e Transportes”



OFERTA DE TRANSPORTES



Oferta de Transporte

- Foco: Atender a demanda
- Objetivos (conflitantes?)
 - Eficiência econômica
 - Sustentabilidade financeira
 - Sustentabilidade ambiental
 - Qualidade de Serviço → **atrair o usuário**
- Equilíbrio Oferta x Demanda
 - Pode ocorrer em diferentes níveis de qualidade!

} “Preço” baixo?

Oferta de Transporte

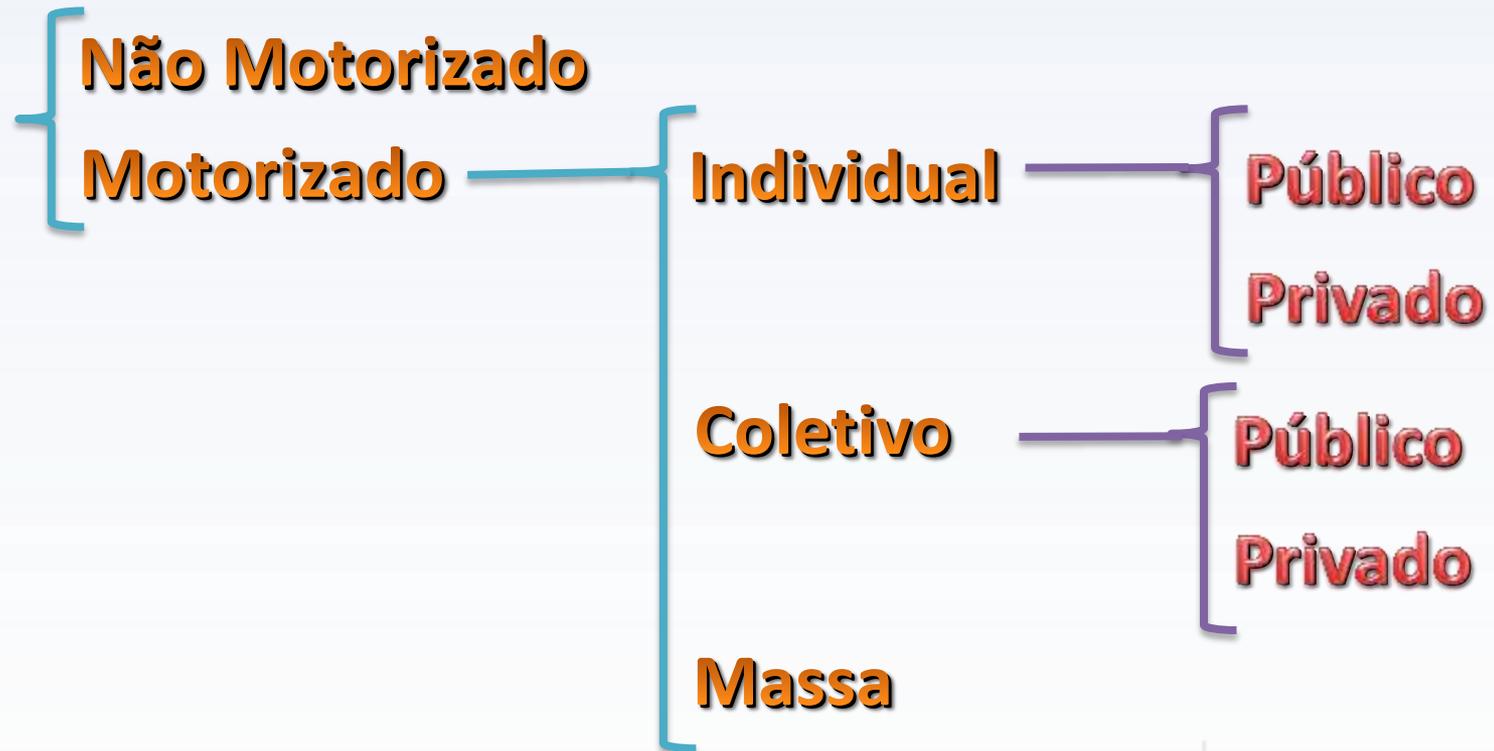
- Ofertar 500 passageiros por dia
 - 5 ônibus às 8:00 e 5 ônibus às 17:00
 - 1 ônibus por hora das 8:00 às 17:00
 - 1 micro-ônibus a cada 30' das 8:00 às 17:00
- Transporte Potencial (capacidade) x Real
 - Assento não é passageiro
- Oferta não é estocável!

Oferta de Transporte

- Oferta: três componentes principais
 - Espacial
 - Rede de transporte, origens e destinos...
 - Meios de transporte de interesse / transbordos
 - Caminhos de interesse
 - Temporal
 - Variação da demanda com o tempo / sazonalidade
 - Oferta é planejada: não há como mudar o tempo todo
 - Ex.: Transp. de Ônibus: Pico x Entre Picos
 - Tecnológico

Oferta de Transporte

- Relembrando a classificação básica...



Oferta de Transporte

- Cada modo depende de:
 - Entidades de fluxo (veículos)
 - Infra fixa (vias/terminais)
- A capacidade do sistema depende...
 - Capacidade das entidades de fluxo
 - Programação da operação
 - Capacidade da infra fixa



Oferta de Transporte

- Compatibilidade de capacidade: importante
 - Veículo/Programação x Terminais
- Medição da oferta x demanda
 - Pax/h x Assento/h x Tonelada/h
 - Chegam 2000 pax/h
 - Terminal < 2000 pax/h x Terminal > 2000 pax/h
- Produtividade
 - Pax.km
 - Tonelada.km

PRINCIPAIS MEIOS DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO



Meios de Transporte Urbano

- Critérios de Classificação:
 - **Posse/Operação:** Público ou Privado
 - **Capacidade:** individual, coletivo ou massa
 - **Velocidade:** baixa, média ou alta
 - **Combustível:** poluição sonora e do ar
 - **Custos:** Subsídios ou não
 - **Infra necessária**
 - Mobilidade: via exclusiva, segregada ou compartilhada
 - Terminais: Simples ou Complexos / Transbordos
 - **Horários:** fixo ou intervalo
- Foco: **públicos, coletivos ou de massa**

Meios de Transporte Urbano

- Transporte particular individual (pax/carga)
 - A pé
 - Bicicleta
 - Motocicleta
 - Autos
 - Caminhonetes
 - Vans
 - Caminhões
- Transporte público individual
 - Taxi
 - Moto-taxi



Transporte Público Coletivo

- **Micro-ônibus**
 - **Capacidade:** baixa (25 pax)
 - **Velocidade:** baixa
 - **Combustível:** gasolina/diesel
 - **Custos:** bons para baixas demandas
 - **Mobilidade:** compartilhada, itinerário flexível
 - **Terminais:** pontos simples
 - **Horários:** em geral, intervalo



Transporte Público Coletivo

- Ônibus simples
 - **Capacidade:** baixa (85 pax)
 - **Velocidade:** baixa
 - **Combustível:** diesel
 - **Custos:** baixo
 - **Mobilidade:** compartilhada, itinerário flexível
 - **Terminais:** pontos simples
 - **Horários:** em geral, intervalo



Transporte Público Coletivo

- Ônibus padron
 - **Capacidade:** média (110 pax)
 - **Velocidade:** baixa
 - **Combustível:** diesel
 - **Custos:** baixo
 - **Mobilidade:** compartilhada, itinerário flexível
 - **Terminais:** pontos simples
 - **Horários:** em geral, intervalo



Transporte Público Coletivo

- Trólebus
 - **Capacidade:** média (110 pax)
 - **Velocidade:** baixa
 - **Combustível:** elétrico
 - **Custos:** baixo
 - **Mobilidade:** compartilhada, itinerário pouco flexível
 - **Terminais:** pontos simples
 - **Horários:** em geral, intervalo



Transporte Público Coletivo

- Ônibus articulados ou biarticulados
 - **Capacidade:** alta (170/220 pax)
 - **Velocidade:** baixa
 - **Combustível:** diesel
 - **Custos:** baixo
 - **Mobilidade:** segregado, itinerário pouco flexível
 - **Terminais:** pontos simples
 - **Horários:** em geral, intervalo



Transporte Público Coletivo

- *Bus Rapid Transit (BRT)*
 - **Capacidade:** alta (170/220 pax)
 - **Velocidade:** média
 - **Combustível:** diesel
 - **Custos:** Médio (R\$10 a 15mi/km, 2013)
 - **Mobilidade:** segregado/exclusiva, itinerário fixo
 - **Terminais:** Alta qualidade/bilhete/nível
 - **Horários:** em geral, intervalo
 - **Ex.:** Curitiba, Bogotá, BH, São Paulo...

Transporte Público Coletivo

- *Bus Rapid Transit (BRT)*



Bogotá



Curitiba

Transporte Público Coletivo

- Veículo Leve s/ Trilhos (VLT) Light Rail Transit (LRT)
 - **Capacidade:** média (100 a 150 pax) – 3 a 6 carros
 - **Velocidade:** média
 - **Combustível:** diesel ou elétrico
 - **Custos:** Alto (R\$20 a 50mi/km, 2013)
 - **Mobilidade:** segregado, superfície
 - **Terminais:** Alta qualidade/bilhete/nível
 - **Horários:** em geral, intervalo (15 minutos)
 - Ex.: SP (Monotrilho), Maceió, Brasília...

Transporte Público Coletivo

- Veículo Leve s/ Trilhos (VLT) Light Rail Transit (LRT)



Cuiabá



Maceió

Transporte Público Coletivo

- Trem Metropolitano (CPTM, em SP)
 - **Capacidade:** alta – 12 vagões, 20m cada
 - **Velocidade:** alta (até 90km/h)
 - **Combustível:** elétrico
 - **Custos:** Alto (R\$50 a 150mi/km*)
 - **Mobilidade:** segregado, superfície
 - **Terminais:** Relativamente simples, distantes
 - **Horários:** em geral, intervalo (15 a 90 minutos)

Transporte Público Coletivo

- Trem Metropolitano (CPTM, em SP)



São Paulo



Rio de Janeiro

Transporte Público Coletivo

- Metrô
 - **Capacidade:** alta – 6 vagões, 20m cada
 - **Velocidade:** alta (até 80km/h)
 - **Combustível:** elétrico
 - **Custos:** Muito alto (R\$100 a 500mi/km)
 - **Mobilidade:** segregado, subterrânea (em geral)
 - **Terminais:** Complexas, próximos
 - **Horários:** em geral, intervalo (2 a 3 minutos)

Transporte Público Coletivo

- Metrô



São Paulo



Brasília

Transporte Público Coletivo

- Balsa
 - **Capacidade:** alta (pax e veículos)
 - **Velocidade:** muito baixa
 - **Combustível:** diesel
 - **Custos:** baixo/médio
 - **Mobilidade:** flexível, desde que haja terminais
 - **Terminais:** Específicos
 - **Horários:** em geral, fixo

Transporte Público Coletivo

- Balsa



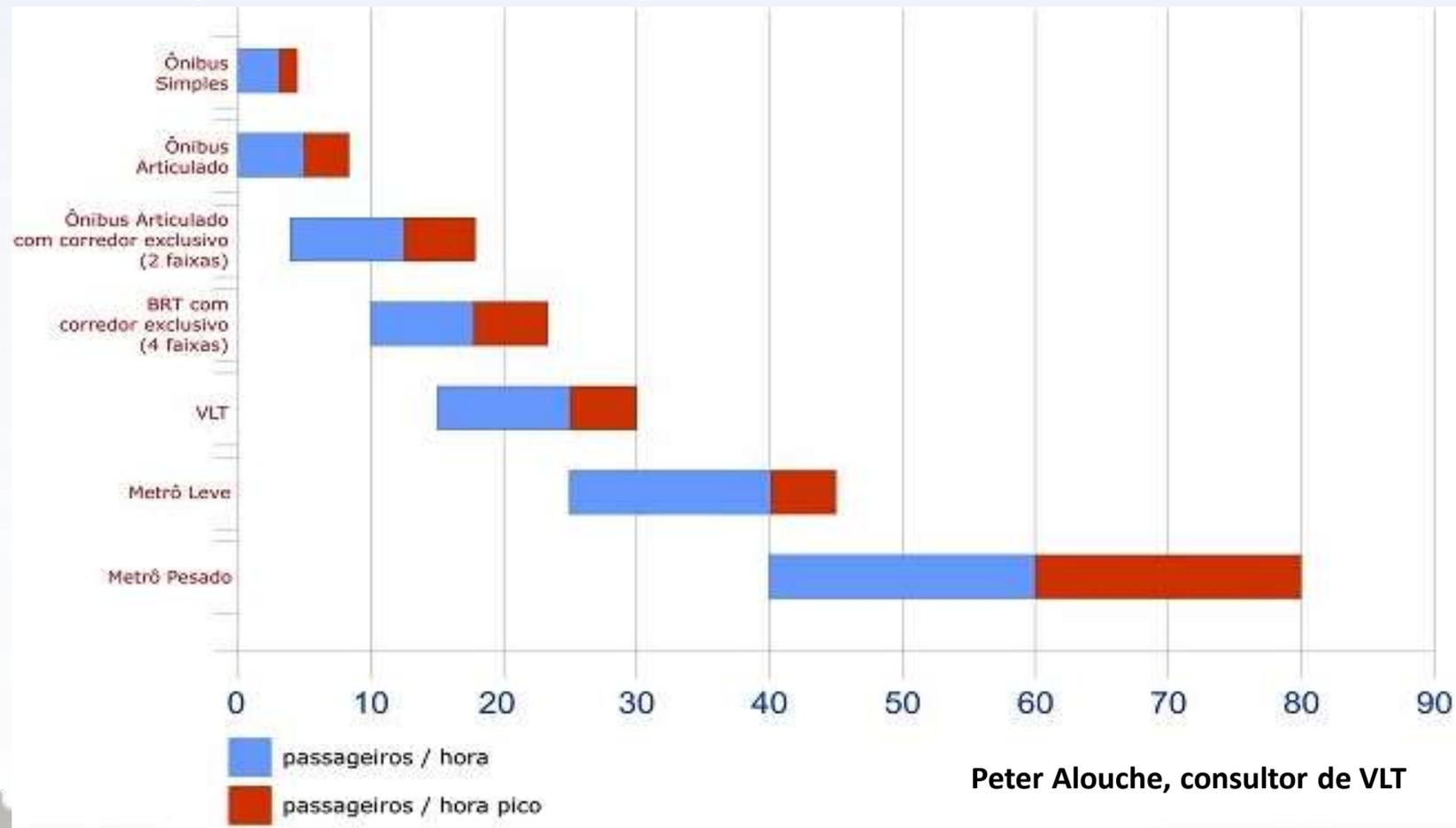
Santos-Guarujá



Ilhabela

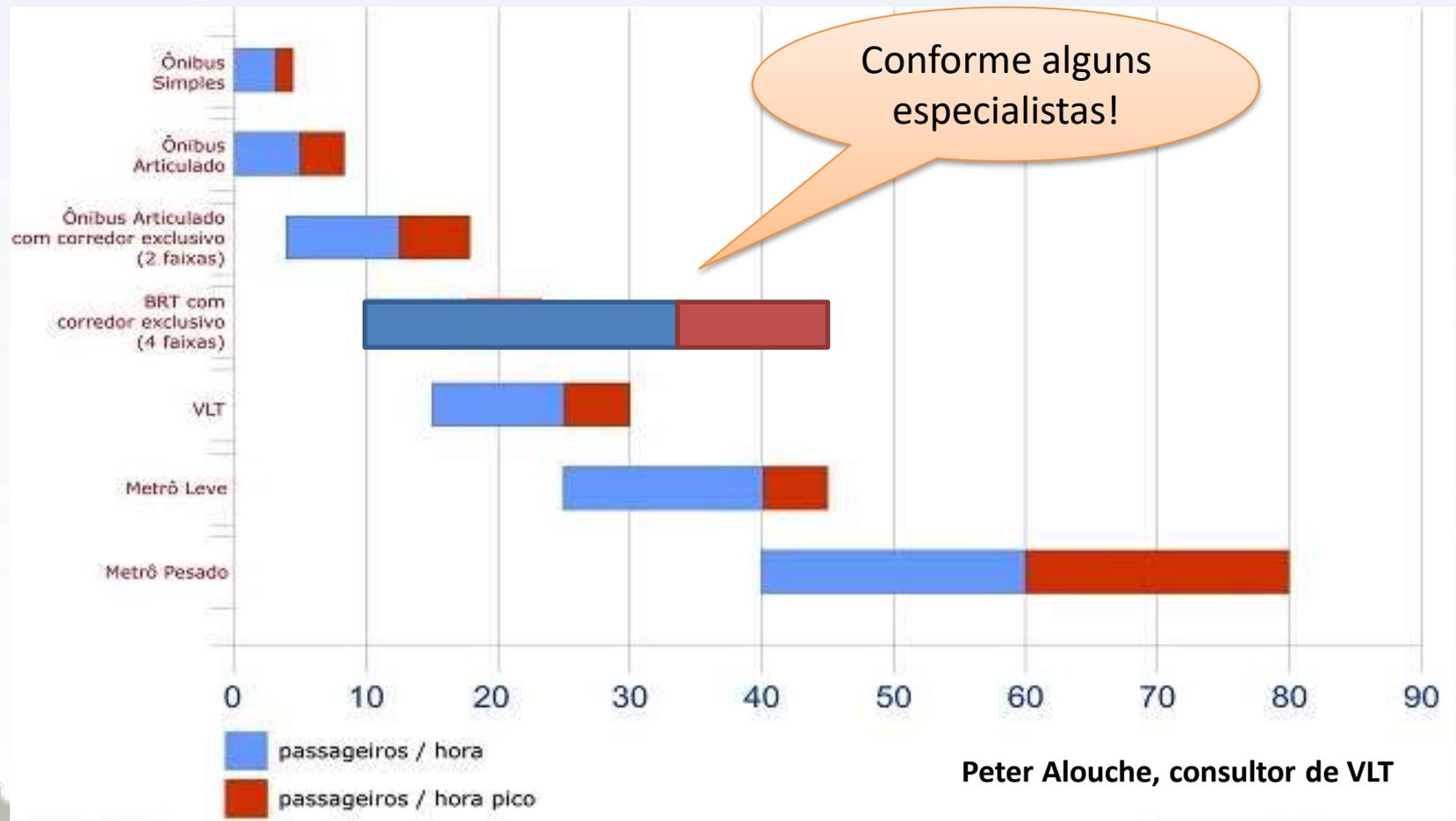
Resumo das Capacidades

- Comparativo de Capacidade



Resumo das Capacidades

- Comparativo de Capacidade



DIMENSIONAMENTO DE FROTA DE TRANSPORTE PÚBLICO



Dimensionamento de Frota

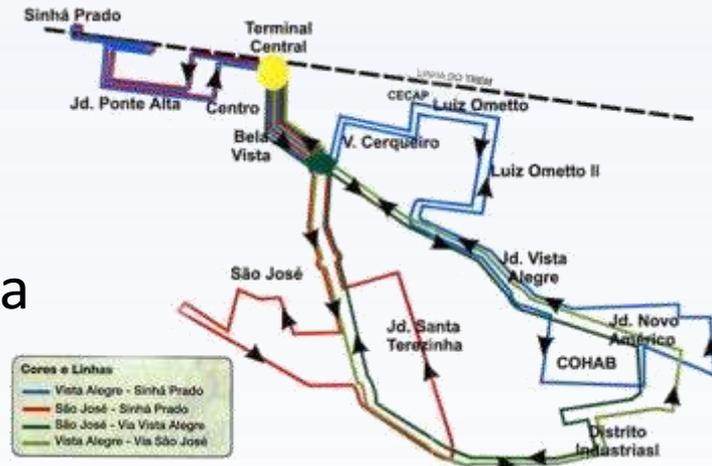
- Quais são os objetivos?
 - Equilibrar oferta e demanda (!!)



- Insumos
 - Critérios de Qualidade
 - Informação sobre a demanda

Dimensionamento de Frota de TP

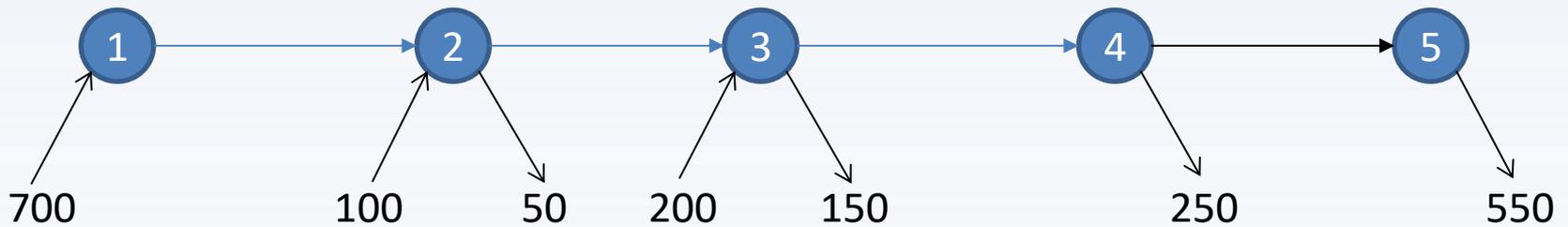
- Informações sobre a demanda?
 - Matriz O-D horária
- Objetivo do Procedimento
 - Determinar (por sentido)
 - Carregamento horário da linha
 - Trecho crítico
 - Carregamento crítico
 - Demanda horária atendida (passageiros)
 - Índice de Renovação



$$IR = \frac{\textit{Demanda Horária na Linha}}{\textit{Carregamento Horário no Trecho Crítico}}$$

Dimensionamento de Frota de TP

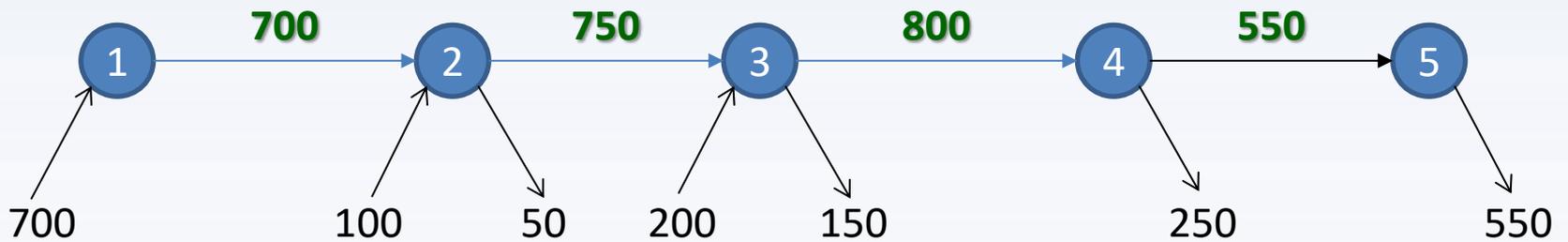
- Movimento nos Pontos (pela matriz O-D)



Embarques/Desembarques Horários

Dimensionamento de Frota de TP

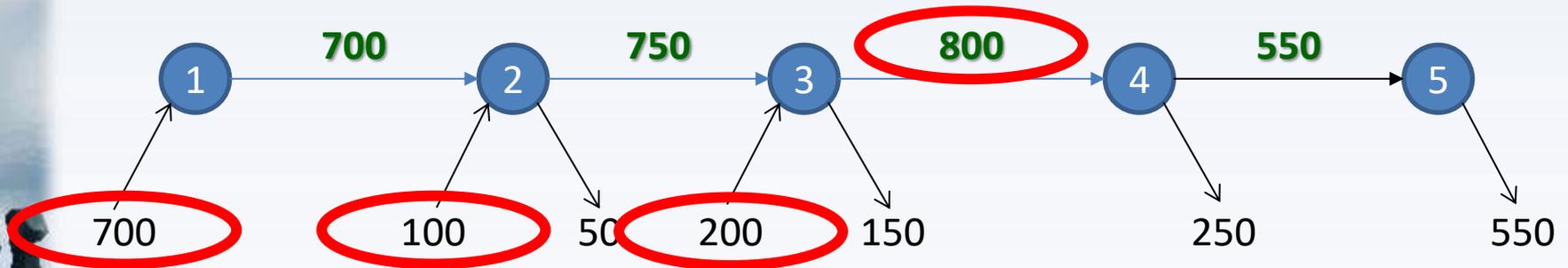
- Movimento nos Pontos (pela matriz O-D)



Carregamento da Linha (Horário)

Dimensionamento de Frota de TP

- Movimento nos Pontos (pela matriz O-D)



- Demanda Linha: 1000 pax
- Carregamento Trecho Crítico: 800 pax

$$IR = \frac{1000}{800} = 1,25$$

Maior IR: Maior Rotatividade

Dimensionamento de Frota de TP

- Calculando a Frequência no Pico

$$Freq = \frac{\textit{Carregamento Horário no Trecho Crítico}}{\textit{Ocupação de Projeto}} \quad [\textit{Veíc./hora}]$$

$$Freq = \frac{\textit{Demanda Horária Da Linha}}{\textit{IR . Ocupação de Projeto}}$$

$$Freq = \frac{1000}{1,25 \cdot 50} = 16 \textit{ veículos por hora}$$

– Ocupação de Projeto

- f(tipo de veículo, qualidade de serviço)

Dimensionamento de Frota de TP

- Calculando a Frequência Fora do Pico
 - Intervalo máximo de projeto
 - Tempo de espera médio
- Usuário observa a frequência?
 - Observa suas consequências!
 - Ocupação
 - Tempo de Espera
 - Tarifa
 - ...



Dimensionamento de Frota de TP

- Tamanho da Frota

$$***Frota = Freq . Tempo de Ciclo***$$

$$***Tempo de Ciclo = \frac{Extens\~ao}{Velocidade Andando} + N_p \cdot t_p + N_{sem} \cdot t_{sem} + t_{folga}***$$

$$***Frota = Freq \cdot \frac{Extens\~ao da Linha}{Velocidade Comercial}***$$

CONCLUSÕES



Resumo

- Grande variedade de equipamentos
 - Três elementos da oferta
 - Veículos, Programação e Terminais
 - Dimensionamento do T.P. coletivo
 - Trecho mais carregado
-
- Planejamento de Oferta: Vias
 - Noções de capacidade
 - Questões de segurança

PERGUNTAS?

