

Sistemas “Inteligentes” de Transportes (ITS) [Intelligent Transport Systems]





CIDADES INTELIGENTES - SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE

0313562

PTR 2580 / PTR3514 / PTR5917

0313562 – Cidades “Inteligentes”

ITS

[Intelligent Transport Systems]

[Aula 2]

Objetivos da aula 8:

Agenda da Aula de ITS

- Gerenciamento da Demanda de Tráfego
- Planejamento de Transportes
- Macromodelo - Análise da Demanda
- Modelo de 4 Etapas
 - ▣ Geração de Viagens
 - ▣ Distribuição das Viagens
 - ▣ Divisão Modal

Objetivos

- ITS visa endereçar respostas nas seguintes áreas de aplicações:
 - Multimodalidade de viagem: informações ao usuário
 - Operações na “rede de transportes”
 - Gerenciamento de Tráfego
 - Gerenciamento do Transporte Público de Rota Fixa (TPC)
 - Operação de Veículos
 - Outras frotas, exceto o TPC de “rota fixa”
 - Mobilidade e conectividade da carga
 - Atividades de coordenação e resposta relacionadas à emergências e desastres
 - Estratégias de tarifação variável para (cargas) e viagens pessoais

14813 -1: Arquitetura(s) de modelo de referência para o setor de ITS



14813 – 1: Domínios de serviços (grupos) ITS

Arquitetura de referência de ITS

2. Operações e gerenciamento de tráfego

2.1 Gerenciamento e controle de tráfego

2.2 Gerenciamento de incidentes relacionados ao transporte

2.3 Gerenciamento de demanda

2.4 Gerenciamento de manutenção da infraestrutura do transporte

2.5 Diretrizes/ cumprimento das regras de trânsito

14813 – 1: Domínios de serviços (grupos) ITS

Arquitetura de referência de ITS

2. Operações e gerenciamento de tráfego

2.1 Gerenciamento e controle de tráfego

2.2 Gerenciamento de incidentes relacionados ao transporte

2.3 Gerenciamento de demanda

2.4 Gerenciamento de manutenção da infraestrutura do transporte

2.5 Diretrizes/ cumprimento das regras de trânsito

Operações e gerenciamento de tráfego (Traffic Management):

Serviços/funções envolvidas

- **Gerenciamento e controle (dos fluxos) de tráfego**
 - ▣ Traffic Management and Control (AUTROADS)
 - ▣ Traffic Control (CANADA)
- Gerenciamento de incidentes relacionados ao transporte
 - ▣ Incident Management (AUTROADS / CANADA)
- Gerenciamento de demanda
 - ▣ Demand Management (AUTROADS)
 - ▣ Travel Demand Management (CANADA)
- Gerenciamento de manutenção da infraestrutura do transporte
 - ▣ Infrastructure Maintenance Management (AUSTROADS)
- Diretrizes/ cumprimento das regras de trânsito
 - ▣ Policing / Enforcing Traffic Regulations (AUTROADS)
 - ▣ Automated Dynamic Warning and Enforcement (CANADA)
 - ▣ Emissions Testing And Mitigation (CANADA)

Operações e gerenciamento de tráfego: (ITS CANADA)

Gerenciamento e controle (dos fluxos) de tráfego

- Definição da Funcionalidade [**PROPÓSITO** (o que é ?)]:
- O Serviço de Gerenciamento e Controle do Fluxo de Tráfego prevê a integração e **controle adaptativo das vias** para:
 - melhorar o fluxo de tráfego
 - minimizar o congestionamento
 - maximizar o movimento de pessoas e bens
 - dar **preferência para o transporte público** e outros veículos de alta ocupação (HOV)

Operações e gerenciamento de tráfego: (ABNT/ISO 14813-1)

Gerenciamento e controle (dos fluxos) de tráfego

- Definição da Funcionalidade [**PROPÓSITO** (o que é ?)]:
 - Principais estratégias de controle:
 - **variação**, em tempo real, **do sincronismo dos sinais de trânsito** (semáforos) → **TSP** (prioridade ao HOV)
 - **controle responsivo do tráfego** das entradas em rampa para autoestradas/vias expressas → **Ramp Metering**
 - **controle de velocidade variável** (variação da velocidade máxima permitida ou da direção do tráfego) em tempo real, com relação:
 - ao volume de tráfego
 - existência ou formação de congestionamento
 - a ocorrência de incidentes ou condições ambientais adversas

Operações e gerenciamento de tráfego: (ABNT/ISO 14813-1)

Gerenciamento e controle (dos fluxos) de tráfego

- **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**
- **Outras estratégias de controle** incluem:
 - **priorização de rotas ao transporte público** e a veículos de emergência
 - gerenciamento de acesso a terminais de transporte e ligações intermodais
 - criação de **novas rotas dinâmicas de tráfego (desvios)** em função da ocorrência de **incidentes, obras na via, fechamentos na rede de rodovias ou até em função de eventos especiais** (de grande porte), tais como, shows, jogos, corridas, exposições, passeatas
 - **gerenciamento de áreas de estacionamentos**
 - **controle da emissão de gases poluentes**
 - ...
 - controle e **monitoramento de cruzamentos em nível com ferrovias** (para reduzir potenciais acidentes e colisões)
 - gerenciamento de acesso e **operações dentro de túneis e pontes** (incluindo pontes com vãos móveis)

Forma de Apresentação

❖ Considerações Gerais [“Dicas” (“Caveats”)]

▣ Alertas

- Considerações práticas quanto à implementação
 - para o usuário, organizacionais, ...
- Dificuldades tecnológicas
 - o lado “ruim” da tecnologia
 - problemas que podem ocorrer

▣ Reflexões

- Aspectos de **custo-benefício** (Benefícios Diretos e/ou Indiretos)
- **Potencial de Impactos e Impactos Medidos (Gerais na Operação)**
 - impactos causados pela aplicação dos serviços (ou variantes)

Gerenciamento e controle dos fluxos de tráfego (urbano)

ATMS: *Advanced Traffic Management Services*

□ **ATCS:** *Adaptive Traffic Control Systems*

□ **SCOOT:** *Split Cycle Offset Optimization Technique*

■ (HUNT et al., 1981)

□ **SCATS:** *Sydney Coordinated Adaptive Traffic System*

■ (LOWRIE, 1982)

□ **BALANCE:** *Balancing Adaptive Network Control Method*

■ (MERTZ, 2001)

□ **EPICS:** *Entire Priority Intersection Control System*

■ (BRAUN et al., 2008)

Operações e Gerenciamento de Tráfego: Gerenciamento e controle (dos fluxos) de tráfego

- **Reflexões: Potencial de Impactos e Impactos Medidos (Gerais na Operação)**
 - Quanto a **eficiência dos sistemas de controle dos semáforos**, o UTC **SCOOT**, que foi amplamente usado no Reino Unido e em vários países, inclusive no Brasil (São Paulo)
 - Faz ininterruptas pequenas mudanças nos tempos dos semáforos, baseado em informações em real tempo do fluxo do tráfego
 - Algumas versões do sistema introduziram muitas características que possibilitaram à autoridade local influenciar nos tempos dos semáforos
 - **Estudos detalhados na Europa mostraram que em média o SCOOT reduziu os atrasos em 12%, se comparados com planos fixos de tempo**
 - **Outros estudos em Londres mostraram que houve uma redução de 8% nos tempos de jornada**

Operações e Gerenciamento de Tráfego: Gerenciamento e controle (dos fluxos) de tráfego

- Impactos Medidos (Gerais na Operação)
- Eficiência dos sistemas de controle dos semáforos (UTC SCOOT)
 - ▣ No projeto PROMPT, o TPU utilizou os sistemas de controle de tráfego avançado UTC - SCOOT e o UTOPIA/SPOT em Londres, Turim e Gothenburg
 - Os resultados obtidos em Londres foram:
 - **Atraso de ônibus: 22%-33%**
 - **Tempos de jornada: 7%-8%**
 - **Variação na demora de ônibus: 6%-25%**
 - Os impactos medidos, com a aplicação dos Sistemas de **Prioridade ao TPU** em Gothenburg, chegaram às diminuições dos seguintes parâmetros:
 - **Parada de Veículo: 23,3%**
 - **Consumo de Combustível: 5%**
 - **Emissões de CO₂, NO_x e CO: 4% a 5%**

ATMS - (Intelligent) Advanced Traffic Management Services

2016

Análise de Comportamento de Operação de Ônibus Urbanos sob o impacto de chuva utilizando as Técnicas de Árvores de Regressão ChAID e Estatística Geográfica

2017

□ Erick Sobreiro GONÇALVES

Avaliação de sistemas de otimização semafórica em tempo real: um estudo de caso na Cidade de São Paulo

2019

LUCA Di Biase



Simulation with

PTV EPICS and BALANCE



14813 – 1: Domínios de serviços (grupos) ITS

Arquitetura de referência de ITS

2. Operações e gerenciamento de tráfego

2.1 Gerenciamento e controle de tráfego

2.2 Gerenciamento de incidentes relacionados ao transporte

2.3 Gerenciamento de demanda

2.4 Gerenciamento de manutenção da infraestrutura do transporte

2.5 Diretrizes/ cumprimento das regras de trânsito

Operações e gerenciamento de tráfego

(Traffic Management): Serviços/funções envolvidas

- **Gerenciamento e controle (dos fluxos) de tráfego**
 - Traffic Management and Control (AUTROADS)
 - Traffic Control (CANADA)
- Gerenciamento de incidentes relacionados (à rede) de transportes
 - Incident Management (AUTROADS / CANADA)
- **Gerenciamento de demanda**
 - Demand Management (AUTROADS)
 - Travel Demand Management (CANADA)
- Gerenciamento de manutenção da infraestrutura do transporte
 - Infrastructure Maintenance Management (AUSTROADS)
- Diretrizes/ cumprimento das regras de trânsito
 - Policing / Enforcing Traffic Regulations (AUTROADS)
 - Automated Dynamic Warning and Enforcement (CANADA)
 - Emissions Testing And Mitigation (CANADA)

Operações e gerenciamento de tráfego:

(ABNT/ISO 14813-1) Gerenciamento de demanda

- **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**
 - ▣ Abrange o desenvolvimento e a implementação de **estratégias de gerenciamento e controle** que possam **influenciar a demanda** por viagens
 - ▣ **Por exemplo - em períodos diferentes do dia/semana:**
 - pela **tarifação**: variável, menor fora do horário de pico (FHP)
 - pelo **controle de acesso**: bicicletas permitidas aos domingos
 - pela **disponibilização de modos variados de transporte**: **maior** integração entre controle de estacionamento e Transporte Público (TP)

Operações e gerenciamento de tráfego:

(ABNT/ISO 14813-1) Gerenciamento de demanda

- **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**
 - Serviços tais como:
 - **Pedagiamento** para circulação em áreas mais congestionadas ou com baixa qualidade do ar
 - **Controle de acesso e circulação** em determinadas áreas
 - controlar o acesso de veículos particulares em regiões históricas ou centros de cidade
 - Exemplos: **Barcelona (Espanha)** e **Roma (Itália)**
 - **Rodízio** para circulação de veículos
 - **Gerenciamento de estacionamentos**
 - por meio de PMVs os condutores podem ser alertados sobre o **número de vagas nos estacionamentos em determinadas regiões, nas ruas ou fora delas,**
 - Exemplo: **Cologne - Alemanha**
 - **Gerenciamento de tarifas do Transporte Público**
 - **“Gerenciamento ambiental”**

Operações e Gerenciamento de Tráfego

Gerenciamento de demanda

Sistemas de Pedágamento nas Cidades



- Vários esquemas (zona, cordão, tempo)
- Estático, variável, precificação dinâmica

Sistemas de Restrição de Acesso



- Áreas Sensitivas
- Áreas Residenciais
- Centros históricos
- Zonas de Estacionamento nas ruas

Sistemas de Zonas de Baixa Emissão



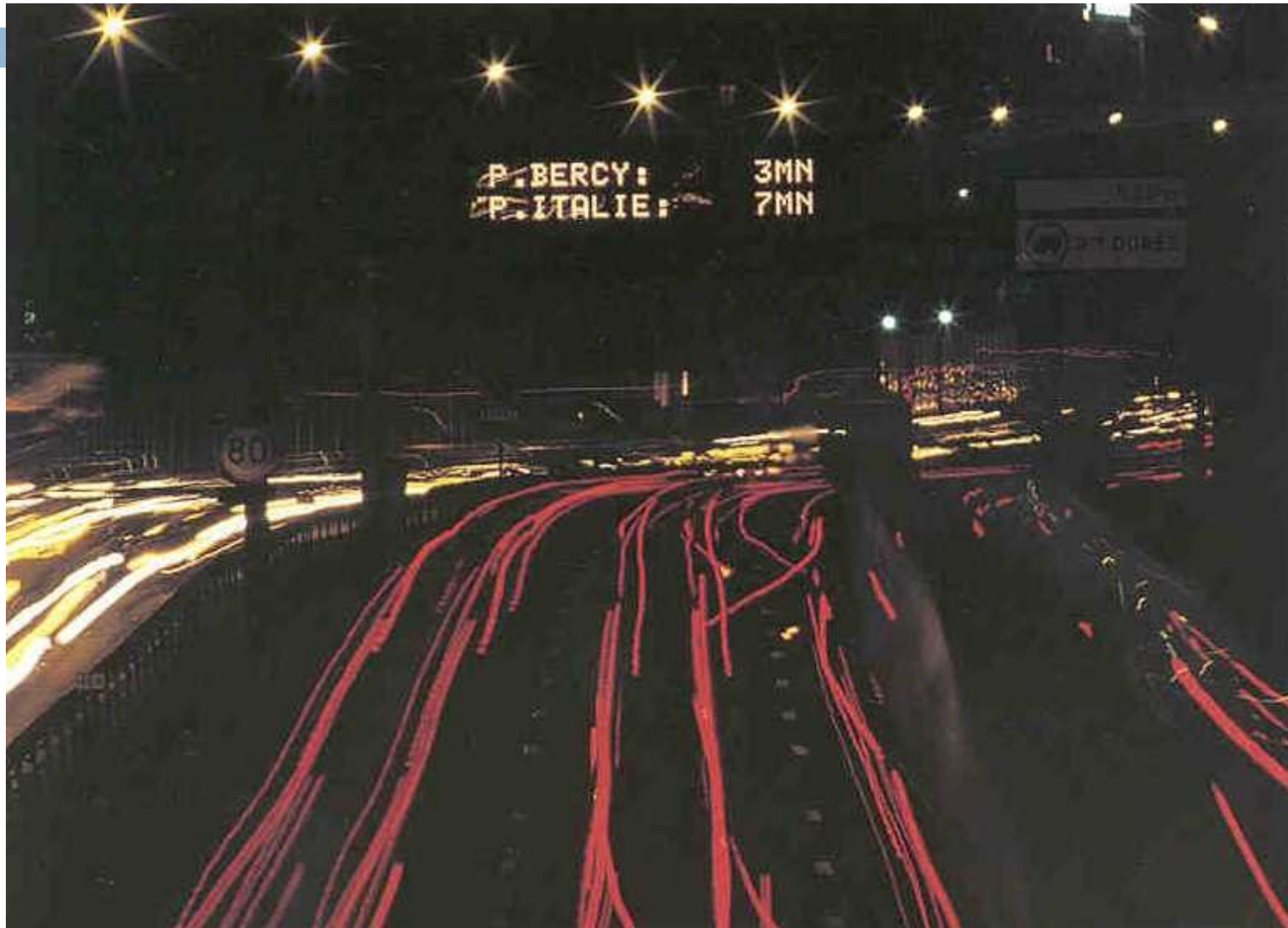
- Zonas de Baixa Emissão
- Sensitiva à poluição
- Sensitiva aos veículos

Sistemas de Estacionamento de Zona Aberta



- Estacionamento nas ruas
- Sensitiva ao usuário

Painéis de Mensagens Variáveis informando aos motoristas sobre o tempo de viagem para determinados destinos (Paris / França)



Sistema de Controle de Vagas em Estacionamentos em Cologne / Alemanha (<http://www.netcologne.de/koelnverkehr>)



Sistema de Avisos sobre Poluição em Atenas / Grécia



Reflexões: Potencial de Impactos e Impactos Medidos

“Gerenciamento ambiental”: Atenas (Grécia)

- Cidades sensíveis às condições climáticas e que podem se complicar
 - ▣ piorando a qualidade do ar
 - ▣ devido ao aumento no volume de tráfego
- Necessitam de sistemas:
 - ▣ para medir esses parâmetros
 - ▣ relacionando qualidade do ar e condições atmosféricas
- Repassando as informações aos condutores
 - ▣ pelo rádio, PMVs
 - ▣ sistemas de controle de acesso determinando o **valor dos sistemas de pedágio urbano** (***Congestion pricing*** / ***Air quality based zone pricing***) em função da qualidade do ar

Modelos para Reflexões



Mobility as a Service (MaaS): estudos de caso e perspectivas para São Paulo

2018

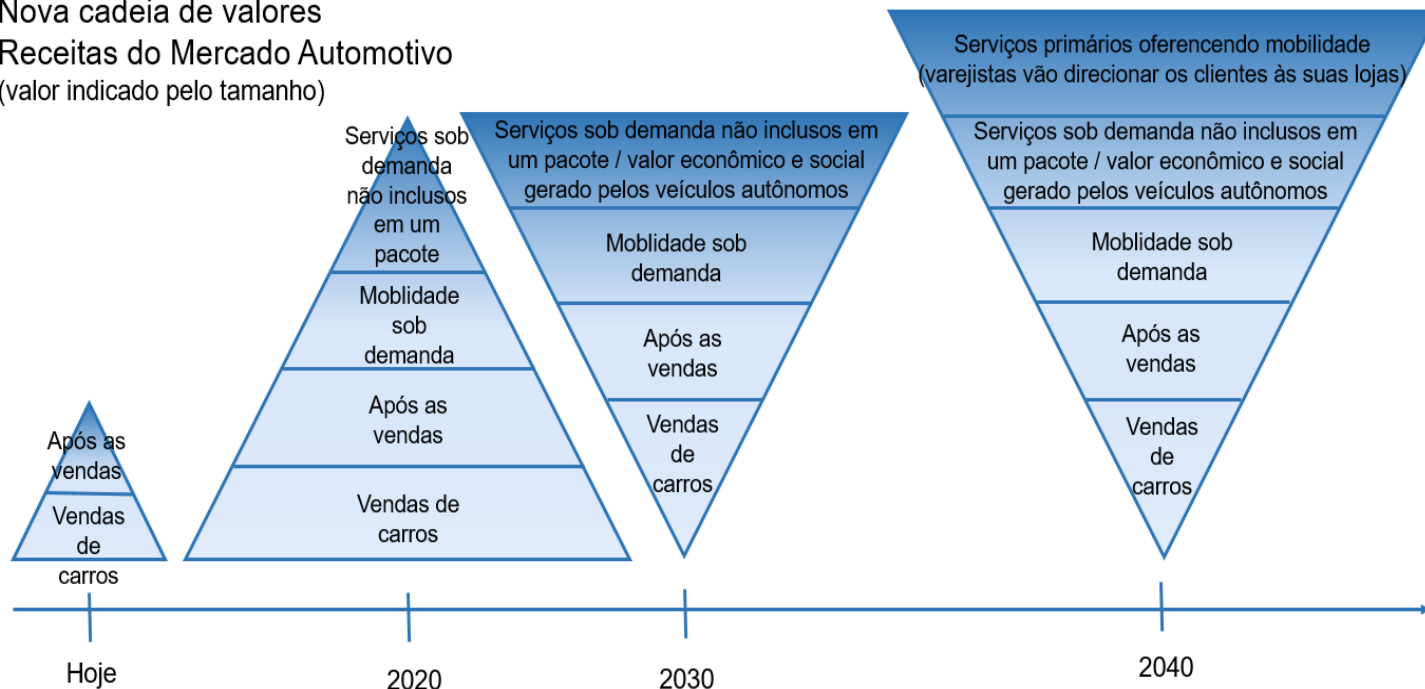
MACHADO, B. S. S.; GONÇALVES, M. T.
L. V.; ROBLES, V. M.

Evolução do mercado automobilístico com a introdução do **MaaS (Mobilidade como Serviço)** - disponibilização de novos serviços

Nova cadeia de valores

Receitas do Mercado Automotivo

(valor indicado pelo tamanho)



Fonte: adaptado de Accenture (2018)

Objetivos da aula 8:

Agenda da Aula de ITS

- Gerenciamento da Demanda de Tráfego
- **Planejamento de Transportes**
- Macromodelo - Análise da Demanda
- Modelo de 4 Etapas
 - ▣ Geração de Viagens
 - ▣ Distribuição das Viagens
 - ▣ Divisão Modal

Pra que serve o planejamento de transportes?



O planejamento de transportes visa adequar as necessidades de transporte de uma região ao seu desenvolvimento, atendendo a sua demanda.

Isso pode ser feito a partir da implantação de novos sistemas ou na melhoria dos já existentes.

Um método bastante usado para previsão de demanda é o método de 4 etapas.

Planejamento de Transportes e Engenharia de Tráfego

ALGUNS CONCEITOS DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO

Alguns dados de entrada dos macromodelos são **características das vias**, como:

- **Capacidade**: máximo volume de tráfego que a via comporta (**veículos/km**)
- **Grau de saturação**: relação entre o fluxo em dado momento e a capacidade da via
- **Velocidade em fluxo livre**: velocidade média dos veículos na via sem tráfego
- **Número de faixas**

Outros são relativos à:

- **Demanda**: veículos que desejam passar (**veículos/hora**)
- **Fluxo de tráfego**: número de veículos contados em uma seção da via em um período T (**veículos/hora**)

Planejamento de Transportes

PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

❑ Objetivo

Estimar o padrão de fluxos (viagens de pessoas e veículos), num determinado horizonte, a fim de avaliar alternativas de investimentos no Sistema de Transporte Público e na malha viária, de forma a atender a demanda futura de forma satisfatória.

❑ Metodologia

No Brasil, o modelo mais tradicional para previsão futura da demanda é o **Modelo 4 etapas**.

❑ Banco de dados

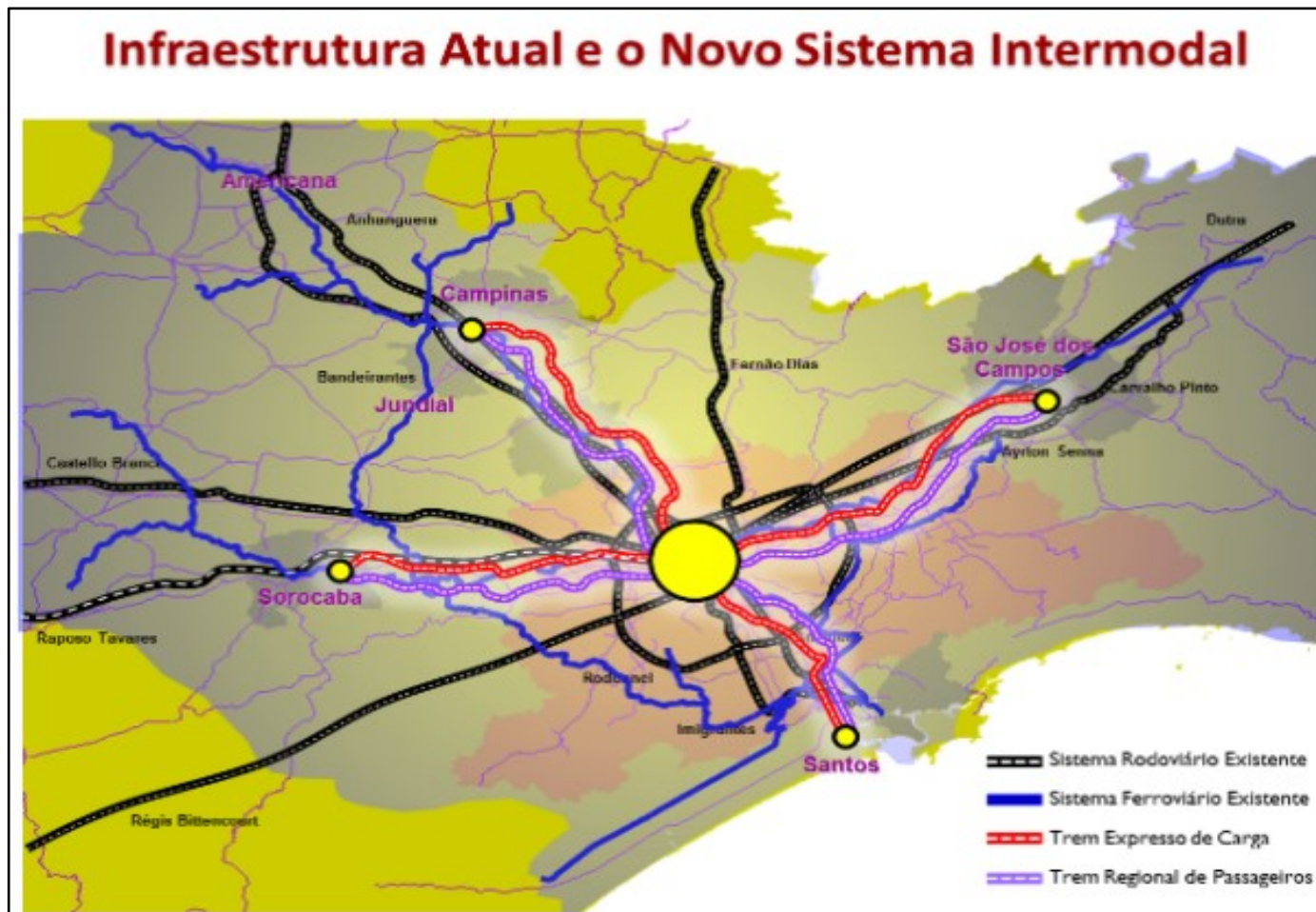
- Informações a respeito do sistema: rede viária, sistema de transporte coletivo, viagens atraídas e produzidas, pesquisa Origem e Destino, entre outros.
- Coleta de variáveis socioeconômicas (densidade populacional, renda, empregos, escolas, etc.).
- Estudos de legislação sobre uso e ocupação do solo (Plano Diretor, Leis de Zoneamento, etc.).

Planejamento de Transportes (*)

- **Nível Estratégico**
 - ▣ Garantir que a oferta de transportes esteja em um nível de serviço adequado para um período de longo prazo
 - ▣ Necessita de dados que caracterizem a região
 - população
 - fatores econômicos e
 - **pesquisas de origem e destino (O/D)**
 - ▣ **Adequar a oferta de transporte à demanda da população**
- Neste nível também se encontram os modelos macroscópicos de tráfego
 - ▣ Permitem simular as políticas e estratégias que os gestores pretendem implantar, avaliando seus resultados e julgando sua viabilidade

(*) Vânia Barcellos Gouvêa Campos. Planejamento de Transportes – Conceitos e Modelos

Projeto Intermodal para Carga e Passageiros na Macrometrópole Paulista



Scalable method for origin-destination demand estimation using automatic vehicle identification data

2019 (Qualif)

DOUGLAS F W Capelossi Martins

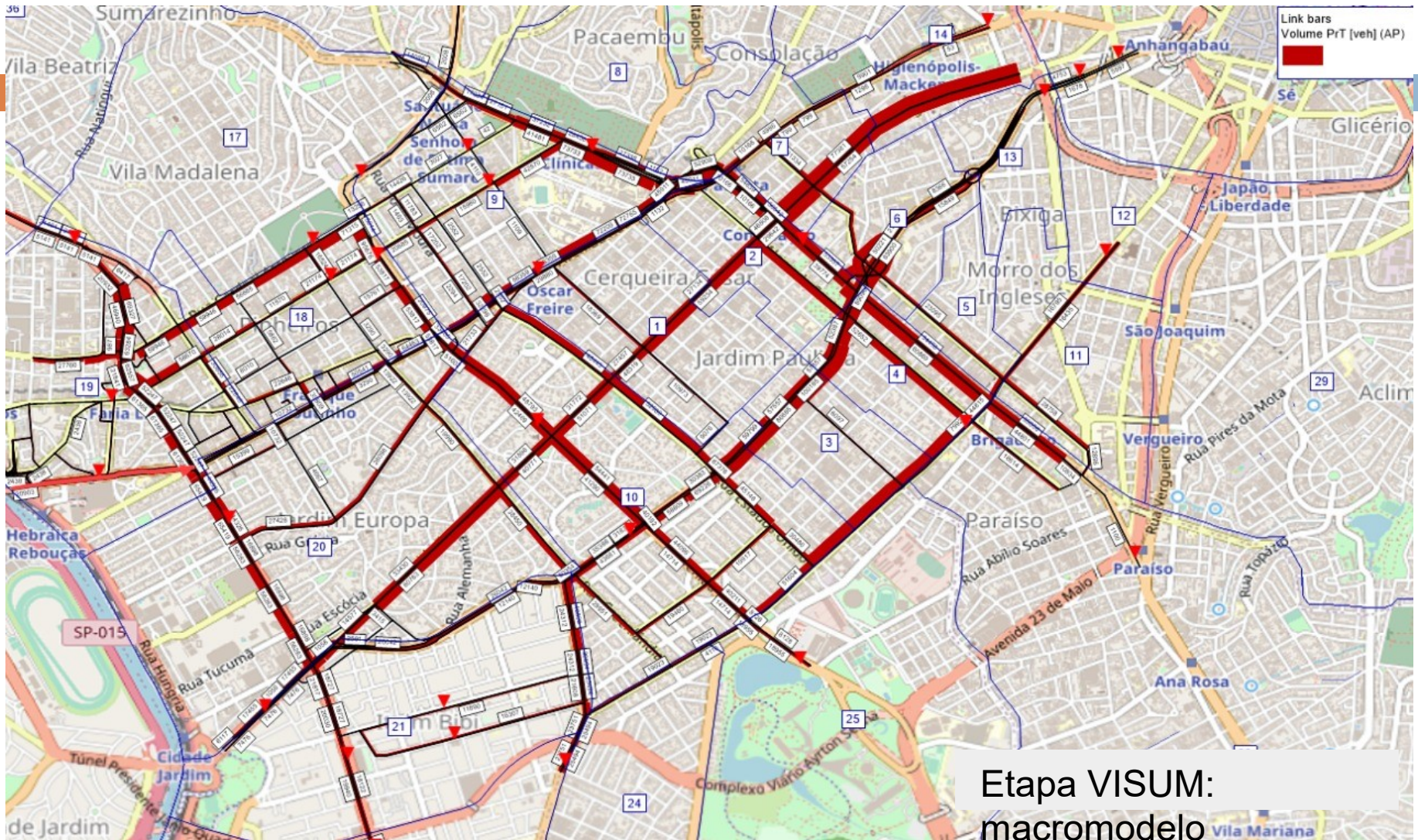
Objetivos da aula 8:

Agenda da Aula de ITS

- Gerenciamento da Demanda de Tráfego
- Planejamento de Transportes
- **Macromodelo - Análise da Demanda**
- **Modelo de 4 Etapas**
 - ▣ Geração de Viagens
 - ▣ Distribuição das Viagens
 - ▣ Divisão Modal

Macromodelo de Simulação

- Lab ITS 10 (VISUM_1): Construção da Rede de Simulação
- Lab ITS 11 (VISUM_2): Análise da Demanda no Macromodelo (Modelo de 4 Etapas – Etapa 4: Alocação na Rede)
- Lab ITS 12 (VISUM_3): Cenários Futuros



Macromodelo de Simulação

The screenshot displays the PTV Visum 64 Bit software interface for network editing. The main window shows a map of a city area with a network of roads and links. A dialog box titled "Edit link" is open, showing the following details for link number 12235:

- Number: 12235
- From node: 743
- To node: 700
- Type: 03 Arterial 2
- Transport systems: B,C,W

The dialog box also contains a table of parameters for the link:

Parameter	Value
Number	10
Permitted	<input checked="" type="checkbox"/>
v0	60km/h
vCur	1km/h
t0	5s
tCur	4min 45s
Volume	105612.000
Cross-section	161671.685
Impedance	28542
AddVal	0
Toll	0.00

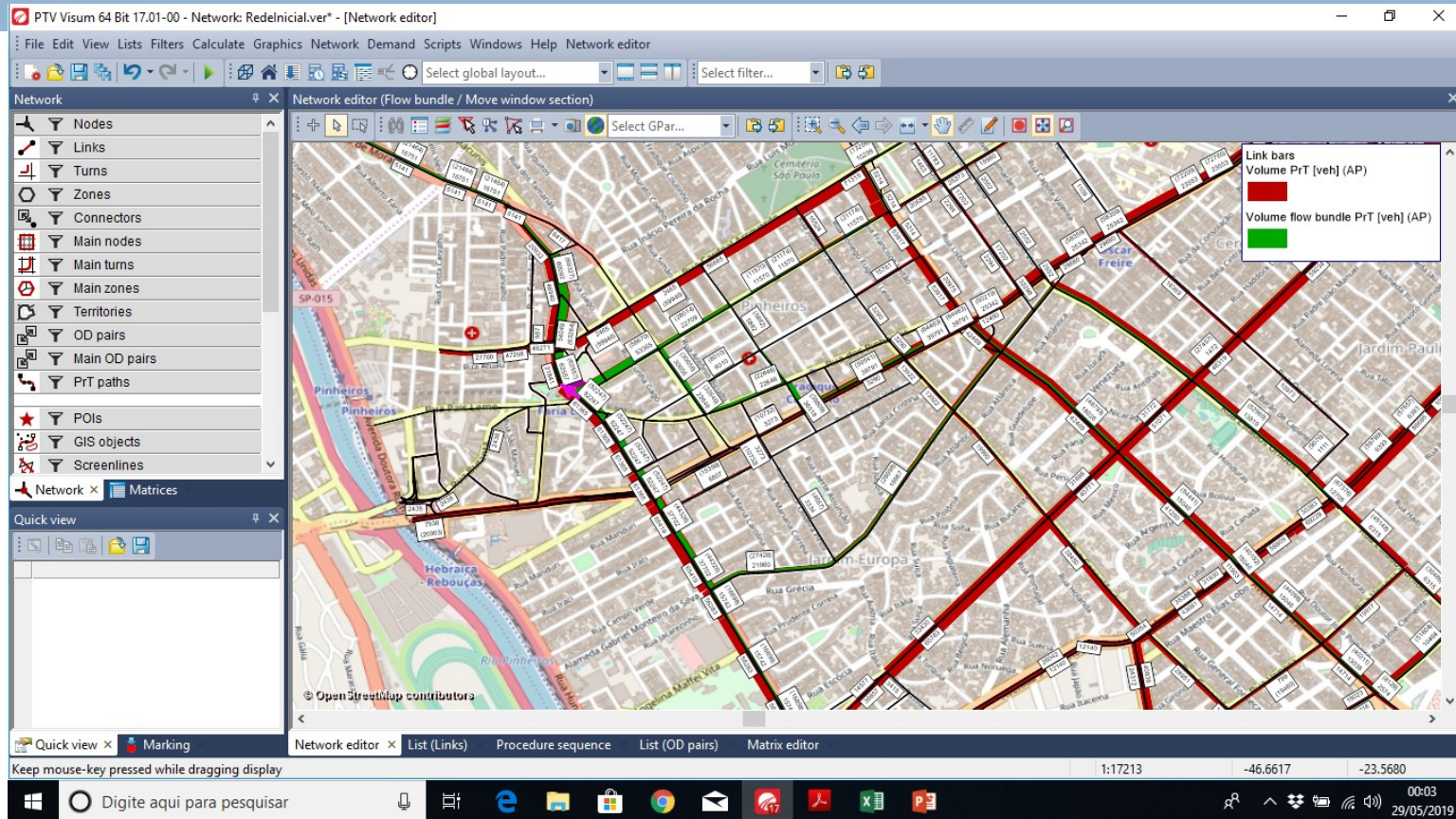
Below the table, there are options for "Transfer changes to reverse direction" (Opposite) and buttons for "OK" and "Cancel".

The interface also includes a "Quick view (Links)" panel on the left, showing a table of link details for the selected link (Number 12235):

Field	Value
Count	1
No	12235
FromNodeNo	743
ToNodeNo	700
TypeNo	3
TSysSet	B,C,W
Length	0.083km
CapPrT	24000
VDPPrT	60km/h
VolVehPrT(AP)	105612

The status bar at the bottom shows the current link number (12235) and its coordinates (1:17213, -46.6940, -23.5668). The system tray at the bottom right shows the time (23:52) and date (28/05/2019).

Macromodelo de Simulação



Modelagem macroscópica de tráfego: construção da rede viária

- Para começar a simular uma rede, assim como no software VISSIM, primeiro é necessário construí-la
- Os elementos de rede são “parecidos” com os do VISSIM, no entanto, existem alguns a mais

1º) Sobre uma imagem de "*background*" ou "imagem de fundo", importada de serviços de mapas como o **Open Street Maps**, usam-se três elementos: *links*, *nós*, e *turns*

2º) Criam-se **zonas**, polígonos responsáveis por representar grandes regiões da área de simulação

- Para efeitos de simulação, a zona é representada com todas as suas propriedades por um elemento pontual chamado centróide
- Todo o tráfego oriundo e entrante, numa zona, é carregado em seu centróide
- Conecta-se, através do objeto "conectores", o centróide aos nós que representam adequadamente a origem do tráfego em cada uma das zonas

Modelagem macroscópica de tráfego: análise da demanda

- Com a rede viária já geometricamente definida o próximo passo é alocar o volume de tráfego de cada zona a partir do seu **centróide** para **simular como se dá o fluxo de veículos nas vias**
- Isso pode ser feito importando arquivos de uma base de dados, como, por exemplo, os dados coletados pela Companhia de Engenharia de Tráfego (CET) em São Paulo
- A alocação ocorre de maneira diferente para os transportes público e privado

Modelagem macroscópica de tráfego: análise da demanda

- Para começar a simular uma rede, assim como no software VISSIM, primeiro é necessário construí-la
- Os elementos de rede são “parecidos” com os do VISSIM, no entanto, existem alguns a mais

1º) Sobre uma imagem de "*background*" ou "imagem de fundo", importada de serviços de mapas como o Open Street Maps, usam-se três elementos: *links*, *nós*, e *turns*

2º) Criam-se **zonas**, polígonos responsáveis por representar grandes regiões da área de simulação

- Para efeitos de simulação, **a zona é representada com todas as suas propriedades por um elemento pontual chamado centróide**
- **Todo o tráfego oriundo e entrante, numa zona, é carregado em seu centróide**
- Conecta-se, através do objeto "**conectores**", o centróide aos nós que representam adequadamente a origem do tráfego em cada uma das zonas

Modelagem macroscópica de tráfego: análise da demanda

- Com uma rede construída, deve-se ter conhecimento das viagens que são realizadas pelos habitantes da região, de onde eles saem e para onde eles vão
- O conjunto desses “desejos de deslocamento” recebem o nome de **demanda de tráfego**
- **A demanda deixa de ser algo abstrato e se concretiza com a construção de uma matriz origem e destino**
- A matriz OD, como é conhecida, é uma matriz quadrada, com o número de linhas e de colunas igual ao número de **zonas**, sejam elas **censitárias ou de tráfego**
- Na intersecção de linhas e colunas hipotéticas, X e Y, respectivamente, se encontra o número de pessoas que saem da zona X e viajam para a zona Y

Modelagem macroscópica de tráfego: análise da demanda

- Para que se tenha uma matriz OD é necessário determinar o **zoneamento da região**
- As **zonas** podem ter **diferentes formas e tamanhos**, e possuem seus limites geralmente demarcados por algumas vias ou mesmo rios
- Elas podem ser **agregadas ou desagregadas** conforme o interesse do pesquisador
 - ▣ **Áreas próximas** de onde se deseja fazer análises mais precisas - há **maior discretização das zonas**
 - ▣ **Áreas mais afastadas** do local de interesse - as **zonas podem ser agregadas** sem causar grandes alterações nos resultados

Modelagem macroscópica de tráfego: análise da demanda

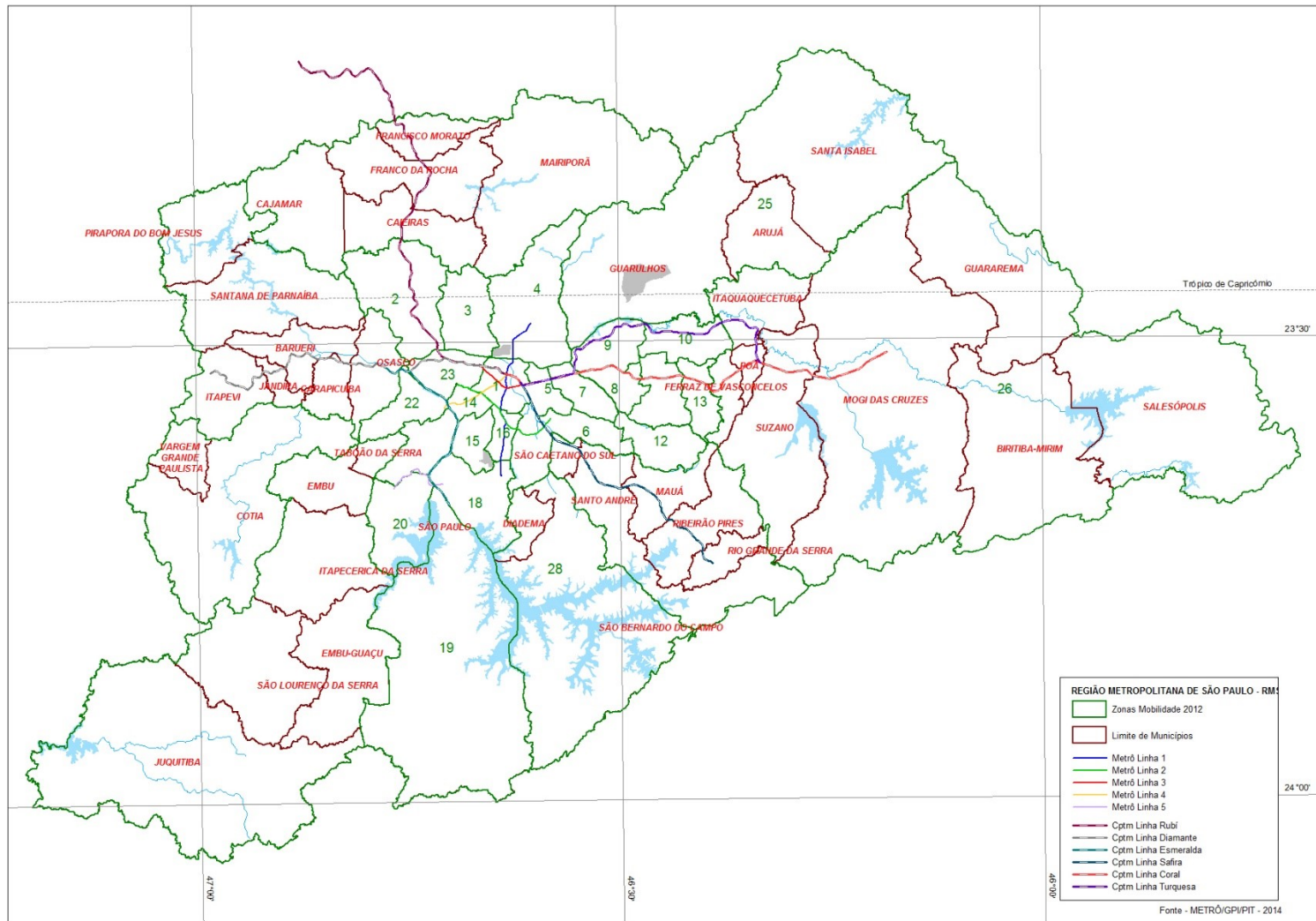
- Cada zona possui também um **centroide**
 - ▣ É dele que **saem** e é nele que **chegam** as viagens referentes à zona
 - ▣ Ele é essencial para promover a interação entre a demanda de tráfego e a rede
- Neste contexto entra em cena o elemento **conector**
 - ▣ **Conecta a zona, representada pelo seu centroide, à rede**
 - ▣ Se estendendo do centroide até os pontos em que a rede será carregada ou descarregada, escolhidos pelo usuário.

Pesquisa Origem e Destino (O/D)

PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

- Identifica as principais viagens diárias das pessoas segundo o motivo e modo de transporte.
- As viagens mapeadas são uma fotografia dos fluxos na cidade, que permite identificar as carências no sistema de transporte
- Permite estabelecer relações quantitativas entre as viagens realizadas e as características socioeconômicas das população, assim como aspectos físicos da ocupação urbana.
- Pesquisa de Mobilidade da RMSP de 2012: 31 zonas de pesquisa, 32,4 mil pessoas entrevistadas

Zoneamento da Pesquisa O/D 2012



Pesquisa O/D 2012

nome da pessoa _____

dia da semana zona subzona domicílio nº da família nº da pessoa nº do viagem

bloco 3

1. Em que lugar estava quando iniciou esta viagem? (origem)

endereço 1 _____

 bairro/cidade _____
 referência/estipina _____ zona

2. Para onde foi? Em que endereço? (destino)

endereço 2 _____

 bairro/cidade _____
 referência/estipina _____ zona

3. Por que estava no endereço 1?

de	motivo	para
01	trabalho/indústria	01
02	trabalho/comércio	02
03	trabalho/serviços	03
04	escola/educação	04
05	compra	05
06	médico/dentista/ouvido	06
07	recreação/visita a familiar	07
08	residência	08
09	procurar emprego	09
10	assuntos pessoais	10

4. Por que foi para o endereço 2?

5. Serviu passageiro?

no endereço 1 no endereço 2

1. sim 2. não

6. Quais condições utilizou para chegar ao endereço 2?

modo	m1	m2	m3	m4
ônibus municipal S. Paulo	01	01	01	01
ônibus outros municipais	02	02	02	02
ônibus metropolitano	03	03	03	03
ônibus fretado	04	04	04	04
taxi	05	05	05	05
dirigido autônomo	06	06	06	06
passageiro de auto	07	07	07	07
taxi	08	08	08	08
microônibus/sem município S. Paulo	09	09	09	09
microônibus/sem outro município	10	10	10	10
microônibus/sem metropolitano	11	11	11	11
marô	12	12	12	12
trava	13	13	13	13
roda	14	14	14	14
bicicleta	15	15	15	15
a pé	16			
outros	17	17	17	17

m1 m2 m3 m4

7. Em que locais realizou as condições?

1ª _____

 2ª _____

 3ª _____

8. A que hora saiu do endereço 1?

hora da saída hora minutos

9. A que hora chegou no endereço 2?

hora da chegada hora minutos

10. Quanto tempo andou do endereço 1 até a primeira condição?

tempo andando minutos

11. Quanto tempo andou da última condição até o endereço 2?

tempo andando minutos

Objetivos da aula 8:

Agenda da Aula de ITS

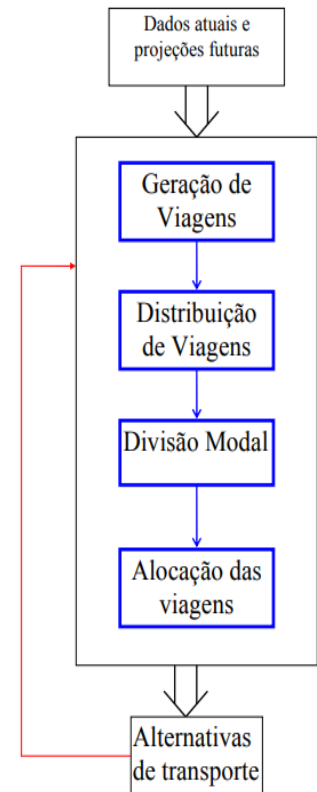
- Gerenciamento da Demanda de Tráfego
- Planejamento de Transportes
- Macromodelo - Análise da Demanda
- **Modelo de 4 Etapas**
 - ▣ Geração de Viagens
 - ▣ Distribuição das Viagens
 - ▣ Divisão Modal



Modelo 4 Etapas

Este é o modelo clássico de planejamento de transporte no Brasil.

Ele é representado pela seguinte sequência:
Geração e distribuição de viagens, divisão modal e alocação de tráfego.



Modelo 4 etapas

- **Geração de viagens:** os dados do ano-base são utilizados para estimar o número total de produção e atração de viagens em cada zona da área de estudo.
- **Distribuição de viagens:** realiza-se a distribuição dessas viagens entre as zonas, resultando em uma matriz futura de viagens (matriz de pares origem/destino).
- **Divisão Modal:** escolha do modo de transporte para cada viagem (repartição em matrizes para cada modo de transporte).
- **Alocação de tráfego:** alocação das viagens – de cada modo de transporte - na rede viária, obtendo-se os volumes de veículos nas vias e o número de passageiros no transporte público.

Modelo 4 Etapas: 1 e 2

- **(1) Geração de Viagens**
 - ▣ Visa **estimar as viagens que serão atraídas por uma zona em um determinado período de tempo**
 - ▣ Nesse processo **considera-se a soma de viagens produzidas e atraídas em cada zona**
 - ▣ **Laboratório VISUM 4 (ITS13)**

- **(2) Distribuição de Viagens**
 - ▣ O objetivo é **estimar o número de viagens entre cada zona de tráfego, ou seja, calcular as viagens entre cada par origem e destino**
 - ▣ **Laboratório VISUM 5 (ITS14)**

Modelo 4 Etapas: 3 e 4

□ (3) Divisão Modal

- Visa chegar a uma estimativa de como será a divisão modal destas viagens inseridas na matriz
- Ou, visa conhecer quantas destas viagens ocorrerão por meio de cada sistema de transporte, como carro, ônibus, bicicleta, a pé, metrô etc.
- Laboratório VISUM 6 (ITS15)

□ (4) Alocação de tráfego

- Ocorre o carregamento da rede, de acordo com o número de viagens determinadas
- Laboratório VISUM 7 (ITS16)

Modelagem macroscópica de tráfego

- Modelos macroscópicos possuem **algoritmos que simulam a escolha de rotas** feita pelos motoristas e, por isso, o carregamento da rede é feito alocando as viagens, conforme o custo das rotas vai variando
- O **custo** é um indicador que tem a função de **informar ao programa quais rotas valem mais a pena** e, portanto, seriam escolhidas pelos motoristas
 - ▣ Compõem este custo fatores como o comprimento do trajeto e o tempo a ser gasto

Modelagem macroscópica de tráfego

- Para o procedimento de alocação de tráfego privado, importante para a distribuição da escolha de caminhos pela rede de transporte privado, alguns fatores devem ser considerados
 - ▣ O primeiro deles é o procedimento de alocação de tráfego privado a utilizar
- Espera-se que o volume de veículos inserido se "acomode" na rede antes de adicionar o restante

Modelagem macroscópica de tráfego

- As formas mais comuns são:
 - "Incremental"
 - por "Equilíbrio"
 - por "Equilíbrio LUCE"
 - por "Equilíbrio LOHSE"
- A "Incremental", por exemplo, carrega na rede partes do total do volume de veículos em momentos diferentes

Alocação por Equilíbrio

- A alocação por Equilíbrio distribui a demanda segundo o primeiro princípio de Wardrop:
- *“Cada condutor escolhe a sua rota de tal forma que a impedância de todas as rotas alternativas é a mesma, pelo que a mudança para uma rota diferente aumentará o seu tempo de viagem (ótimo do utilizador)”.*
- **Esta hipótese de comportamento baseia-se na assunção irrealista de que cada condutor tem um conhecimento perfeito do estado da rede.**

- Esta assunção demonstra-se por redução ao absurdo:
 - Se houvesse um caminho de custo menor que os outros, algum dos condutores de um desses outros caminhos viria experimentá-lo e passaria a adotá-lo;
 - Com isso, a velocidade nesse (seu novo) caminho baixaria um pouco e a velocidade no outro (o seu antigo) caminho aumentaria um pouco;
 - Enquanto ainda não estiverem iguais, haverá outro condutor que irá experimentar e assim sucessivamente até que quem experimente conclua que, afinal, não valia a pena alterar o percurso porque os tempos de percurso eram idênticos nos dois caminhos.

Modelagem macroscópica de tráfego

- Alguns outros fatores podem ser considerados, mas os três citados já garantem uma **alocação de transporte privado bastante precisa**:
 - ▣ **Procedimentos de alocação de tráfego privado**
 - ▣ **Função de impedância (ou custo generalizado)**
 - ▣ **Funções de degradação de velocidade (VDF)**

Modelagem macroscópica de tráfego

- Para a **alocação de transporte público ou coletivo**, o **procedimento é mais simples** pelo fato das linhas de trajeto já serem pré-definidas
- Basta considerar os pontos de embarque e desembarque, o tempo de parada e o volume de passageiros que embarca em cada ponto de acesso aos veículos

Objetivos desta aula 7:

Agenda da Aula de ITS_2

- Gerenciamento da Demanda de Tráfego
- Planejamento de Transportes
- Macromodelo - Análise da Demanda
- **Modelo de 4 Etapas**
 - **Geração de Viagens**
 - Distribuição das Viagens
 - Divisão Modal

Geração de viagens (PTR3431)

Qual é o número de viagens produzidas (O_i) e atraídas (D_j) pelas zonas de tráfego, da região de estudo, em um dado período de tempo ?

Distribuição de viagens

Qual é o número de viagens (T_{ij}) entre pares de zonas de tráfego em um dado período de tempo ?

Divisão Modal

Qual é o número de viagens (T_{ij}) entre pares de zonas de tráfego - pelo modo de transporte k - em um dado período de tempo ?

PTR3514 – “Fundamentos” de ITS

- Claudio L. Marte
 - Tel (Poli): 999 183 655
 - E-mail: claudio.marte@usp.br

- STOA:
 - PTR3514_2sem20
 - Sistemas Inteligentes de Transporte

Modelos para Reflexões



Leitura Citada

-
- SMITH, Laurence C. **O mundo em 2050** – Como a demografia, a demanda de recursos naturais, a globalização, a mudança climática e a tecnologia moldarão o futuro. Campus (Elsevier Editora Ltda), 2011.
 - ▣ Caps. 1, 2 e 3
 - ▣ Cap 1: as forças globais
 - ▣ Cap 2: Que tipo de cidade queremos ? (pág 30)
 - **ONU: “XXI é o Século da Cidade”**
 - Cingapura *versus* Lagos (Nigéria)

Sistema de Controle de Acesso em Barcelona / Espanha



Reflexões: Potencial de Impactos e Impactos Medidos

Controle de Acesso: Barcelona (Espanha)

- Durante os Jogos Olímpicos de **1992** foi instalado um sistema de controle de acesso, visando à proteção de áreas residenciais da cidade
- Em **1995** esse sistema foi ampliado no centro histórico da cidade
 - ▣ Residentes e pessoas que trabalhavam na área puderam obter permissão eletrônica de entrada
 - ▣ Outros - somente com permissão temporária ou restrita
- Este esquema
 - ▣ **reduziu para um terço o tráfego entrante em cada área**
 - ▣ **incrementou em 15% a disponibilidade de vagas em estacionamentos**

Modelo para Reflexões:

Barcelona (Espanha)

- Tem desenvolvido seguidos projetos para tornar-se uma cidade que faz uso intensivo de tecnologia para conectar pessoas, informações e utilidades da cidade, com os objetivos de:
 - Melhorar a qualidade de vida
 - Atrair negócios inovadores e competitivos
 - Tornar o gerenciamento e a manutenção mais fáceis e baratos
 - Ser uma cidade sustentável e que faz uso de tecnologias limpas
- Para isso, tem investido no uso de serviços inteligentes e ricos em informação
 - adotando tecnologias de última geração
- Possui um plano de infraestrutura que inclui um reprojeto de toda a cidade, com um plano de mobilidade que
 - contempla 150.000 pontos de conexão de transportes intermodais (*commuters*)
 - renovação do espaço público

Modelo para Reflexões:

Barcelona (Espanha)

- Também estava em projeto piloto uma **plataforma única para gerenciamento de sensores** de vários fabricantes e que possuem diversos objetivos
 - ▣ tais como: sensores de estacionamento, fluxo de tráfego e poluição (do ar e sonora)
- Outros projetos em andamento tentam fazer o **rastreamento de visitantes e do compartilhamento de bicicletas**
- O projeto “22@ district” tenta fazer da cidade um campo de testes para a última fase de desenvolvimento de produtos e serviços inovadores com impacto urbano para tornar a cidade uma “**smart city**”
 - ▣ Foram mais de 20 aplicações em experimentação

Modelo para Reflexões:

Estocolmo (Suécia)

- Locais de trabalho predominantemente no norte da cidade e moradias no sul
- Número de ciclistas cresceu 75% num período de 10 anos
 - A cidade possuía 760 km de ciclovias
- O tráfego era a maior fonte de emissões prejudiciais à saúde e também a maior fonte de emissão de gás estufa
 - Mais de um terço dos carros novos vendidos são veículos limpos
 - Todos os veículos de propriedade da cidade são limpos
- Os ônibus utilizam combustíveis renováveis, crescendo fortemente a utilização de biogás
 - A frota de ônibus que utiliza etanol é a maior do mundo!
 - O objetivo é em 2025 não possuir ônibus com combustíveis fósseis
 - As empresas de ônibus trabalham para aumentar a utilização de transporte público, com estratégias tais como:
 - informações sobre o meio ambiente
 - aumento na frequência do serviço
 - investimentos em novas infraestruturas

Modelo para Reflexões:

Estocolmo (Suécia)

- A **taxa de congestionamento** foi introduzida em 2006 para os carros que cruzam os limites da cidade durante o dia e em dias regulares de trabalho
 - ▣ Experimental entre jan e jul.2006 e implantada em 2007
 - ▣ Essa taxa, que depende do horário, é aplicada pelo governo aos carros registrados na Suécia
 - ▣ Os carros são automaticamente registrados em estações de pagamento e a taxa é paga mensalmente por meio de uma “invoice” enviada ao proprietário
- Os **gases de efeito estufa** foram reduzidos em 14% no centro da cidade e a **qualidade do ar** subiu de 2 a 10%
- O **tráfego** entrando e saindo do centro da cidade caiu aproximadamente 20% e o tempo de filas no centro e em seu entorno caiu de 30 a 50 %