

# Rodovias Inteligentes: Estudo de Casos e Adequação de Parâmetros de Projeto

## **Orientador:**

**Prof. Dr. Cláudio Luiz Marte**

Ana Carolina Kobuti Rentes ....7632131

Elias Dantas Neto .....7633148

Victor Monte Verde Romão .....7631790

Vinícius Moraes Spricigo .....7632724

# Agenda

**A** Introdução

**B** *Intelligent Transportation Systems*

**C** Estudo de Casos

**D** Identificação de Tendências

**E** Parâmetros de Projeto

**F** Conclusão

# Agenda

**A** Introdução

**B** *Intelligent Transportation Systems*

**C** Estudo de Casos

**D** Identificação de Tendências

**E** Parâmetros de Projeto

**F** Conclusão

# Introdução

CARACTERIZAÇÃO  
DO  
PROBLEMA

OBJETIVOS

METODOLOGIA

## Critérios de Pesquisa:

Tecnologias de Comunicação V2I/I2V

Instalação de equipamentos em **RODOVIAS**

Preferência por iniciativas **INOVADORAS**.

Estudo  
de  
Casos

## Frentes de Análise

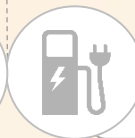
- *Safety* – segurança no tráfego;
- *Security* – confiabilidade e segurança na transmissão de dados.

- Controle da emissão de poluentes;
- Aumento na qualidade de vida.

Segurança



Sustentabilidade



Tecnologia



Operação



- Sistemas de detecção;
- Comunicação e transmissão de dados.

- Gestão do projeto;
- Funcionalidades do sistema.

# Agenda

**A** Introdução

**B** *Intelligent Transportation Systems*

**C** Estudo de Casos

**D** Identificação de Tendências

**E** Parâmetros de Projeto

**F** Conclusão

CONCEITOS E  
APLICAÇÕES

PANORAMA  
GERAL

## Conceitos

- ✓ **ITS:** Conjunto de tecnologias de informação e comunicação aplicadas de forma a garantir decisões mais seguras, coordenadas e “inteligentes”
- ✓ **V2I/I2V:** Comunicação entre veículo e infraestrutura
- ✓ **V2V:** Comunicação entre veículos
- ✓ **V2X:** Comunicações entre o veículo e qualquer outro elemento, inclusive o usuário
- ✓ ***Dedicated Short Range Communication (DSRC):*** Uma comunicação de curto alcance, geralmente de 5,9GHz, que garante transmissão nos dois sentidos
- ✓ **Probe Vehicle Data:** Dados fornecidos pelo veículo

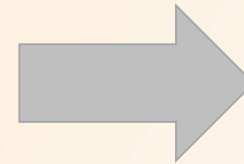
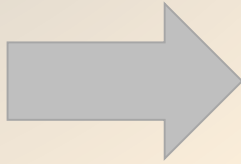
## Aplicações

- ✓ **Adaptação inteligente de velocidade**
- ✓ **Sinalização de velocidade limite variável**
- ✓ **Proteção para pedestres e ciclistas em cruzamentos**
- ✓ **Sistema de aviso de colisão**
- ✓ **Aviso de desvio em relação à faixa ou à rodovia**
- ✓ **Sinais de velocidade aconselhável para caminhões**

# Intelligent Transportation Systems

CONCEITOS E  
APLICAÇÕES

PANORAMA  
GERAL



Três  
Correntes de  
Pensamento

- ✓ **Comunicação V2X (Veículos + Infraestrutura + Usuários). Exemplos: GM e Toyota;**
- ✓ Comunicação Exclusiva V2V. Exemplos: *Volvo, BMW e Mercedes;*
- ✓ Não há necessidade de comunicação. Exemplos: *Google e Sentience.*

# Agenda

**A** Introdução

**B** *Intelligent Transportation Systems*

**C** Estudo de Casos

**D** Identificação de Tendências

**E** Parâmetros de Projeto

**F** Conclusão



# Estudo de Casos

**COOPERATIVE ITS  
CORRIDOR - JOINT  
DEPLOYMENT**

**SOUTHEAST MICHIGAN  
CONNECTED VEHICLE  
DEPLOYMENT**

**ITS SPOT SERVICES**

**CITI PROJECT**



# Estudo de Casos

**COOPERATIVE ITS  
CORRIDOR - JOINT  
DEPLOYMENT**

**SOUTHEAST MICHIGAN  
CONNECTED VEHICLE  
DEPLOYMENT**

**ITS SPOT SERVICES**

**CITI PROJECT**



# Estudo de Casos

COOPERATIVE ITS  
CORRIDOR - JOINT  
DEPLOYMENT

SOUTHEAST MICHIGAN  
CONNECTED VEHICLE  
DEPLOYMENT

ITS SPOT SERVICES

CITI PROJECT



## Amsterdam Group

ASECAP - associação europeia profissional dos operadores de infraestruturas rodoviárias;  
CEDR - organização europeia dos administradores das rodovias nacionais;  
POLIS - Rede de cidades e regiões europeias que trabalha conjuntamente para desenvolver tecnologias inovadoras e regulamentações para o trânsito local;  
CAR2CAR - Communication Consortium - organização europeia de pesquisadores e fabricantes de equipamentos de veículos.



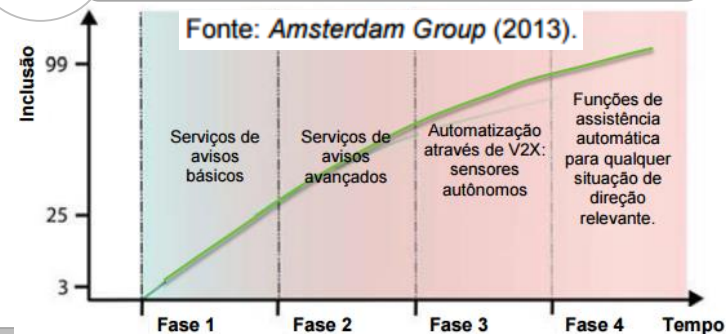
## Serviços

Fonte: Amsterdam Group (2013).

| Comunicação V2V                         | Comunicação V2I/I2V                   |
|---|---------------------------------------|
| Aviso de localização de perigo          | Avisos de trabalhos/reformas na pista |
| Aviso de veículo lento                  | <i>In-Vehicle Information</i>         |
| Aviso de congestionamento à frente      | Segurança nas Intersecções            |
| Aviso de veículo parado                 | <i>Probe Vehicle Data</i>             |
| Luz de emergência de freio              |                                       |
| Aviso de emergência do veículo          |                                       |
| Indicação de motocicleta se aproximando |                                       |



## Fases



## Especificação

- **Aviso de trabalhos/reformas na pista:** Pode ser transmitido através de trailers estratégicos ou para o dispositivo do veículo
- **In-Vehicle Information:** Informações úteis disponibilizadas nos painéis dos veículos
- **Segurança nas Intersecções:** Auxilia no cruzamento de semáforos, fornecendo informações sobre a duração das suas fases
- **Probe Vehicle Data:** Dados fornecidos pelos veículos

# Estudo de Casos

**COOPERATIVE ITS  
CORRIDOR - JOINT  
DEPLOYMENT**

**SOUTHEAST MICHIGAN  
CONNECTED VEHICLE  
DEPLOYMENT**

**ITS SPOT SERVICES**

**CITI PROJECT**



# Estudo de Casos

COOPERATIVE ITS  
CORRIDOR - JOINT  
DEPLOYMENT

SOUTHEAST MICHIGAN  
CONNECTED VEHICLE  
DEPLOYMENT

ITS SPOT SERVICES

CITI PROJECT



## Organização



With Support From  
**MDOT** PURE MICHIGAN  
Michigan Economic Development Corporation



## Fases

Projeto Precursor:

- *Connected Vehicle Safety Pilot Model Deployment*,  
Plataforma da Inovação (MTC):
  - I. *Ann Harbor Connected Vehicle Test Environment* (2015);
  - II. *Southeast Michigan Connected Vehicle Deployment* (2016);
  - III. *Ann Harbor Automated Vehicle Field Operational Test* (2017).

Projeto 8 anos e \$100 milhões (25% da U-M)



## Serviços

- V2V
  - Forward Collision Warning (FCW)
  - Emergency Electronic Brake Light (EEBL)
  - Blind Spot/Lane Change Warning (BSW/LCW)
  - Do Not Pass Warning (DNPW)
  - Intersection Movement Assist (IMA)
  - Left Turn Assist (LTA)
- V2I
  - Curve Speed Warning (CSW)
  - Red Light Violation Warning (RLWW)
  - Stop Sign Gap Assist (SSGA)
  - Smart Roadside
  - Transit Pedestrian Warning



## SE Michigan Connected Vehicle Deployment



- 20.000 veículos;
- 500 nós de infraestrutura;
- 5.000 equipamentos;
- Sistema funcional de segurança.

“...quando finalizado, este deverá ser o maior desenvolvimento da tecnologia V2I nos EUA, e um dos maiores do mundo!” (BARRA, 2014)

# Estudo de Casos

**COOPERATIVE ITS  
CORRIDOR - JOINT  
DEPLOYMENT**

**SOUTHEAST MICHIGAN  
CONNECTED VEHICLE  
DEPLOYMENT**

**ITS SPOT SERVICES**

**CITI PROJECT**



# Estudo de Casos

## COOPERATIVE ITS CORRIDOR - JOINT DEPLOYMENT

## SOUTHEAST MICHIGAN CONNECTED VEHICLE DEPLOYMENT

## ITS SPOT SERVICES

## CITI PROJECT



### Organização

- MLIT: Ministério de Terra, Infraestrutura, Transporte e Turismo
- NAP: Agência Nacional de Polícia
- MIC: Ministério de Assuntos Internacionais e Comunicação
- METI: Ministério da Economia, Indústria e Comércio
- ITS *Standardization Committee*: Comitê de padronização
- ITS *Japan*: Responsável por incentivar e manter a indústria e a academia em contato



### Serviços Básicos

- *Dynamic Route Guidance*: Utiliza os dados coletados, processados, para a escolha da melhor rota
- *Assisting Safety Driving*: Através de informações quanto as condições da via, visa orientar os motoristas para garantir uma condução com maior segurança
- ETC (*Electronic Toll Collection*): Coleta eletrônica de taxas

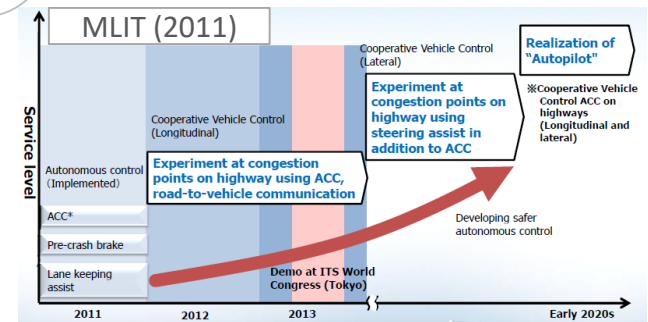


### System Architecture

- Informa sobre a disponibilidade de vagas e as reserva
- Informa sobre as condições da superfície da rodovia
- Auxilia o motorista a mudar de faixa
- Monitora a operação de veículos sobrecarregados
- Controla a sinalização de trânsito para dar prioridade aos veículos de emergência
- Informa os veículos sobre a aproximação de um veículo de emergência



### Perspectivas



# Estudo de Casos

**COOPERATIVE ITS  
CORRIDOR - JOINT  
DEPLOYMENT**

**SOUTHEAST MICHIGAN  
CONNECTED VEHICLE  
DEPLOYMENT**

**ITS SPOT SERVICES**

**CITI PROJECT**





# Estudo de Casos

COOPERATIVE ITS  
CORRIDOR - JOINT  
DEPLOYMENT

SOUTHEAST MICHIGAN  
CONNECTED VEHICLE  
DEPLOYMENT

ITS SPOT SERVICES

CITI PROJECT



## Localização

✓ Porto Kembla



Intersecção c/ Hume  
Highway Picton  
(New South Wales)



## Fases

- ✓ Estudo e Concepção feito pela *Austroads* e finalizado em setembro de 2011
- ✓ Implantação a partir 2º semestre de 2014 (Etapa 1)



## Serviços

- ✓ Aumento do nível de segurança da Via, com meta de reduzir nº de acidentes em 35%
- ✓ **Aviso de colisão em intersecções; assistência para conversões à esquerda ou à direita; prevenção de colisões frontais**



## Especificação

- ✓ DSRC de até 300m, nos dois sentidos, com  $f=5,9\text{GHz}$
- ✓ Na etapa 1: serão 30 caminhões
- ✓ Na etapa 2: mais 120 ônibus
- ✓ Diferencial: preocupação com movimentação pesada de veículos

# Agenda

**A** Introdução

**B** *Intelligent Transportation Systems*

**C** Estudo de Casos

**D** Identificação de Tendências

**E** Parâmetros de Projeto

**F** Conclusão

# Identificação de Tendências

QUADRO  
COMPARATIVO

TENDÊNCIAS

| Aplicações          | Europa                              | EUA                                 | Japão                               | Austrália                           |
|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| DSRC                | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Meteorologia        | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |
| Cruise Control      |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Alinhamento Horiz.  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Sist. Aut. Frenagem | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
|                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |
| <b>Gestão</b>       |                                     |                                     |                                     |                                     |
| Governo             | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Indústria           | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Academia            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |

# Identificação de Tendências

QUADRO  
COMPARATIVO

TENDÊNCIAS

Uso de DSRC com frequência de 5,9GHz

Redução de acidentes: 70% a 80 % segundo a USDOT, 25% a 35% segundo a Austroads e 60% segundo dados de uma curva no Japão

**Melhora na capacidade da via segundo a Austroads: 43% utilizando V2V e 243% utilizando V2I**

**Grande importância de tecnologias V2I para o gerenciamento de tráfego**

Grande importância de tecnologias V2I para o funcionamento do sistema Cruise

Utilização de PPP's para o desenvolvimento de novas tecnologias

Necessidade de regulamentação de PPP's e responsabilidades

Desenvolvimento de veículos autônomos

# Agenda

**A** Introdução

**B** *Intelligent Transportation Systems*

**C** Estudo de Casos

**D** Identificação de Tendências

**E** Parâmetros de Projeto

**F** Conclusão

# Parâmetros de Projeto

## Velocidade Diretriz / Velocidade de Operação:

- Velocidade diretriz condiciona o projeto;
- $V_{op} = 85\%$  da velocidade do tráfego em segurança;
- *Cruise Control* ou veículos automatizados podem gerar alterações na velocidade de operação;
- Velocidade variável para trechos menores e para condições da via.

## Distância de Visibilidade:

- DVP, DVTP, DVU;
- Sistema automático de frenagem pode gerar alterações no DVP;
- Comunicação V2V, no geral, pode quase que eliminar DVU.

## Largura da Faixa de Rolamento:

- Utiliza-se entre 2,7 e 3,6 m (AASHTO, 2011);
- Redução da faixa gera economia e aumenta a capacidade de tráfego, mas prejudica segurança;
- Alinhamento horizontal poderia garantir segurança e possibilitar a redução.

## Raio de Curvatura Horizontal:

- Depende do valor de velocidade de projeto;
- Nas rodovias já existentes, há mais segurança que a velocidade estabelecida será obedecida;
- Alerta para aproximação de curva.

