



1ª CONFERÊNCIA  
**Veículos  
inteligentes**

Como eles irão afetar a nossa vida,  
os negócios e o transporte público?

## Cidades Inteligentes e integração do veículo com serviços de ITS

Carlos Vinicio Rodríguez Ron

APOIO:



REALIZAÇÃO:



MINISTÉRIO DA  
INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR  
E SERVIÇOS





# Agenda

**Cidades Inteligentes e integração do  
veículo com serviços de ITS**

Carlos V. Rodríguez Ron

- Introdução
- Conectividade em cidades Inteligentes
- Casos de uso
- Novas redes
- Considerações Finais

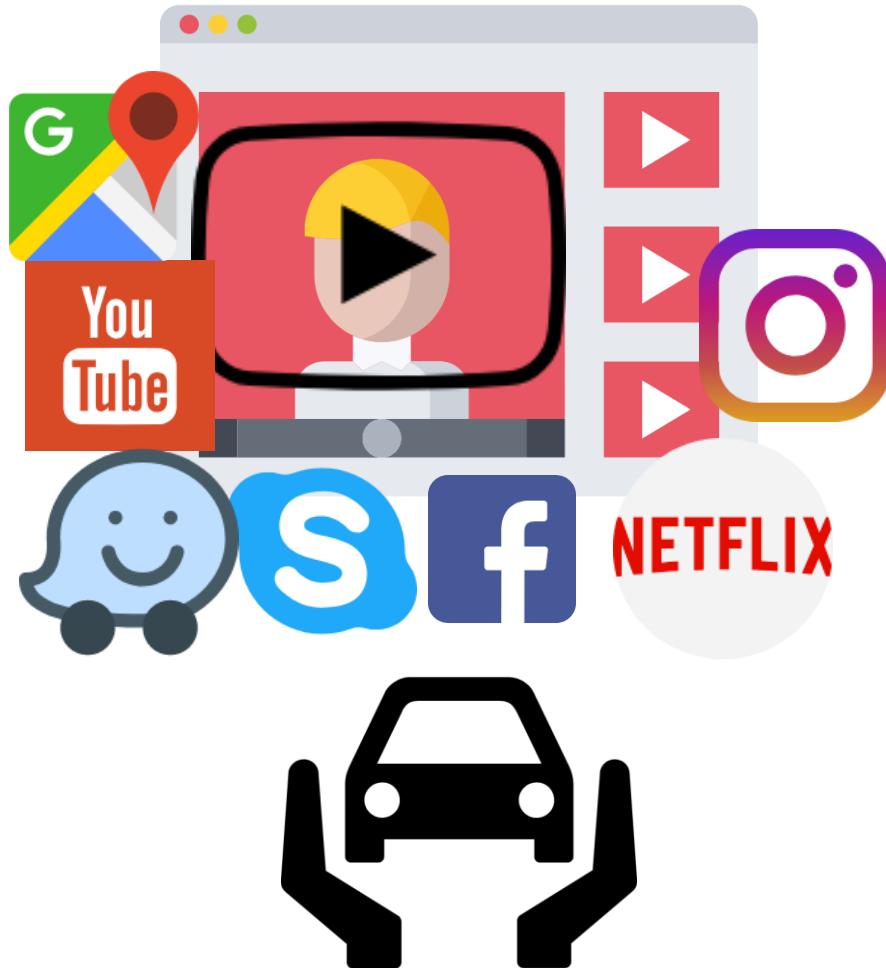


# Introdução

- É previsto que no futuro próximo o acesso a *Internet on-board* (ex: *streaming* de mídia online, acesso a redes sociais, aquisição de relatórios de tráfego em tempo real, navegação *online*), torne-se característica padrão de veículos motorizados.



Apple CarPlay



- Redes Veiculares e *Cooperative Intelligent Transportation Systems* (C-ITS) desenvolvidos na última década e novos sistemas avançados já mostraram melhorias notáveis na **eficiência e segurança do tráfego**.



# Introdução

## Motivação:

**Segurança:** No Brasil, o Ministério da Saúde mostrou que houve 37.306 óbitos e 204.000 feridos hospitalizados em 2015 e o Seguro DPVAT (em 2017, 41.150 indenizações por morte e 284.190 por invalidez)<sup>1</sup>. Número de acidentes de trânsito em 2017: 89.397 (Dados abertos nas rodovias federais, DPRF). Pesquisas recentes permitem avaliar em 40 bilhões de reais o custo de acidentes de trânsito no país.

**Mobilidade:** Entre as pessoas que vivem nos grandes centros urbanos, 20% gastam mais de uma hora se deslocando de casa para o trabalho.<sup>2</sup> Em 2014 Rio de Janeiro e de São Paulo geraram custo econômico de R\$ 98 bilhões (Firjan) <sup>3</sup>.

**Meio Ambiente:** O Brasil consumiu 136 bilhões de litros de combustíveis em 2017<sup>4</sup>. com 2,278 bilhões de toneladas brutas de gás carbônico (CO2)



Sistema  
**FIRJAN**



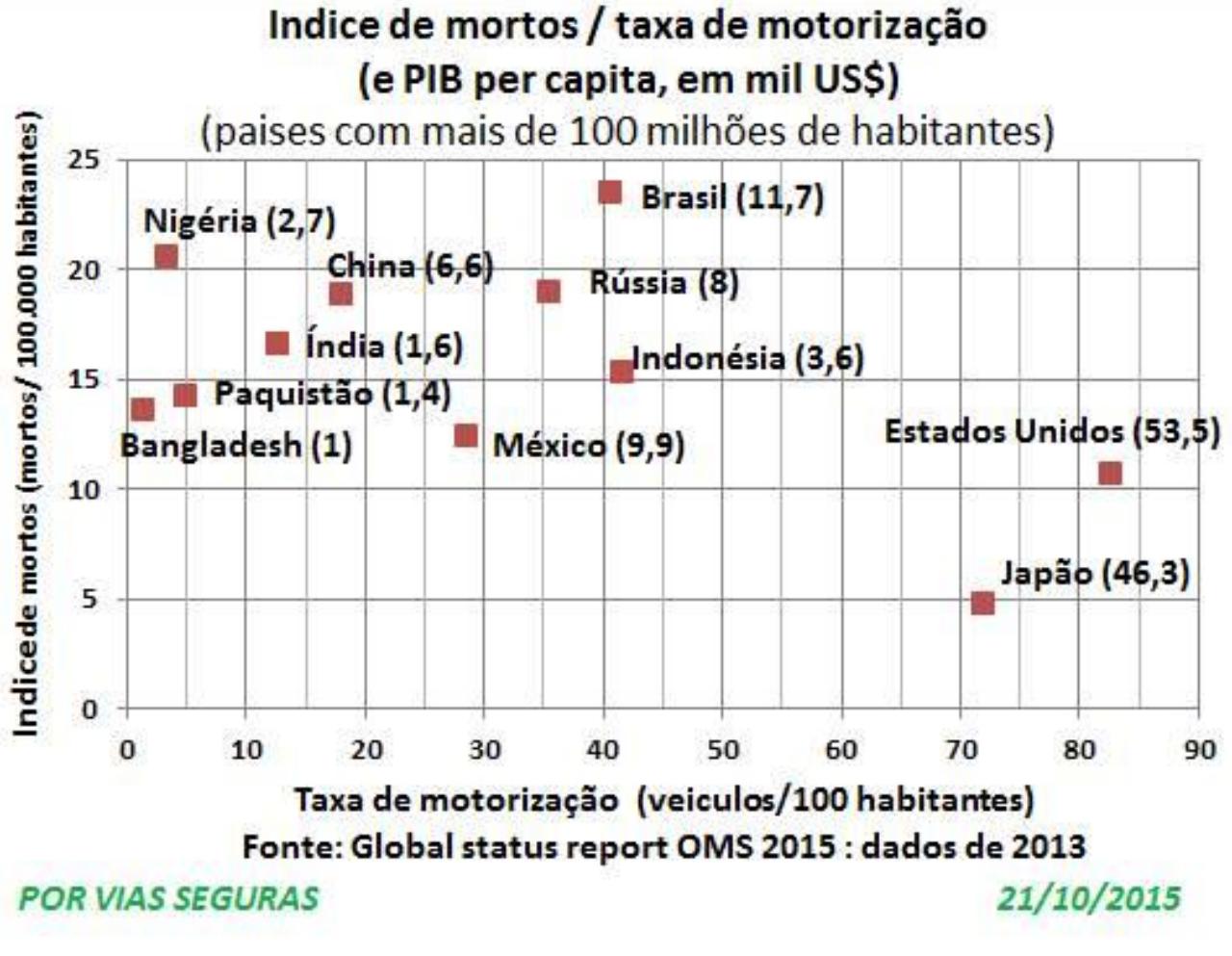
<sup>1</sup> [http://vias-seguras.com/pagina\\_inicial](http://vias-seguras.com/pagina_inicial)

<sup>2</sup> <https://exame.abril.com.br/blog/instituto-millenium/o-custo-dos-engarrafamentos/>

<sup>3</sup> <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2014-07/custo-de-congestionamentos-no-rio-e-sao-paulo-atinge-r-98-bilhoes>



# Introdução





# Introdução

O que tem sido feito:

- Melhorias na infraestrutura.
- Melhorias em aspectos de segurança.
- Treinamento de condutores.

Mas os índices continuam altos, então a procura por novos mecanismos, técnicas e tecnologias permitirão reduzir altos índices de acidentes, isto poderia ser resolvido por meio do ITS. Iniciativas já publicadas desde 1991 com definições e conceitos.

*"Services to support travelers of all classes—drivers, passengers and pedestrians—and to assist road network management and performance by using systems for information, communication, and control in the field of urban and rural surface transportation, to provide improved safety and an enhanced traveling experience, including intermodal and multimodal aspects. Such services include accident pre-vention and mitigation, emergency services response and support, driver assistance, traveler information, traffic management, infotainment en-route, public transport, commercial transport and services, theft prevention and after theft recovery, and public safety and security."*

Williams e Skinner



# Redes de comunicação para ITS

Várias tecnologias embarcadas já foram desenvolvidas nos últimos 20 anos, como itens obrigatórios, No futuro é esperado desenvolver mais recursos com os seguintes benefícios esperados:

**Mobilidade:** Com menos colisões, redução do tempo de deslocamento em estradas bloqueadas, sugestão de velocidade.

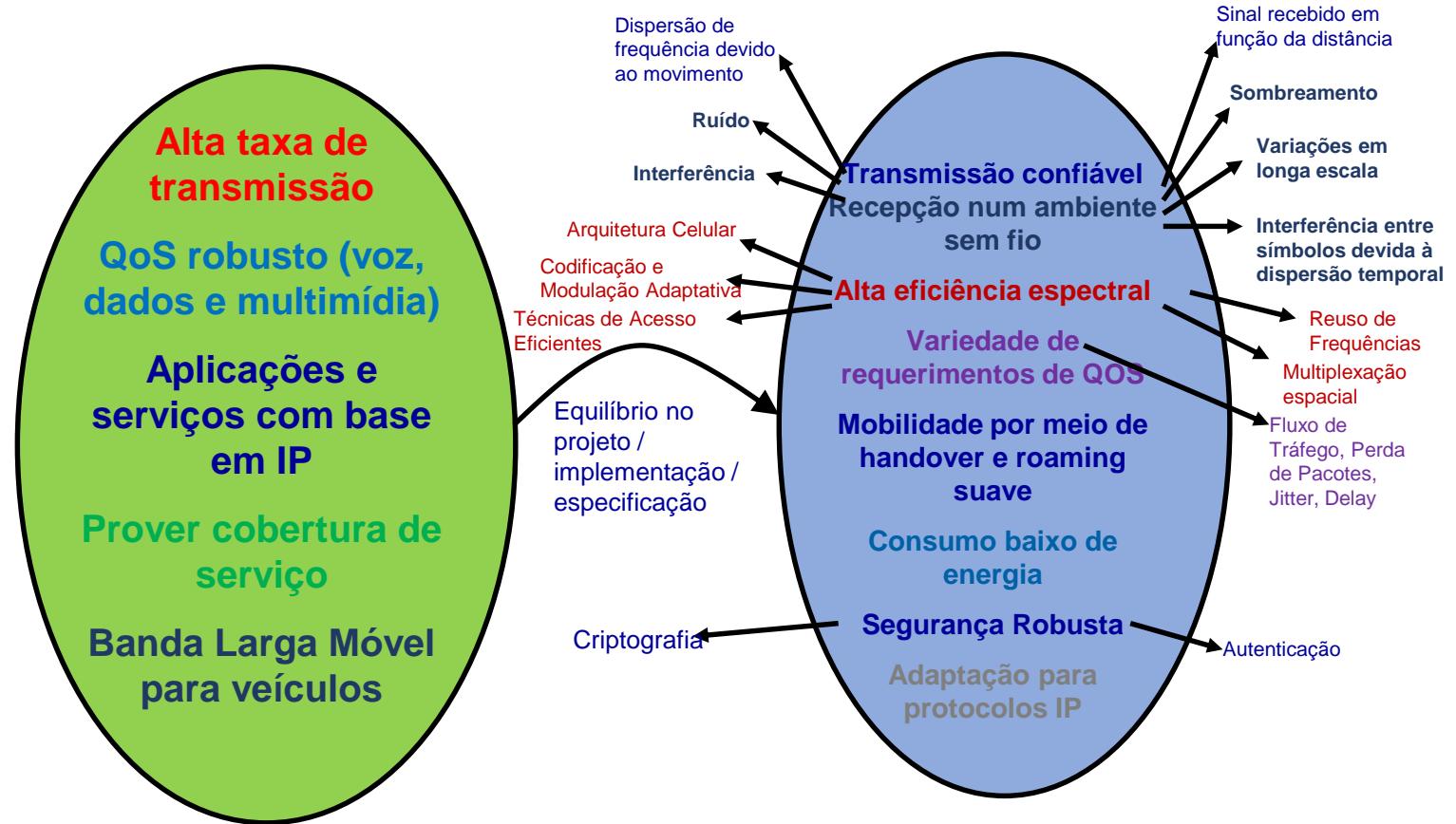
**Ambientais:** Com melhoria dos aspectos de mobilidade levam a menos congestionamentos e consequentemente à redução de emissões de gases poluentes.

## Como fazer isto?:

Se colocarmos **os carros em rede**: a comunicação é realizada entre carros (Ex. o carro da frente analisa o que esta acontecendo no seu entorno, processa a informação e se comunica para o carro que viria pela mesma rota, assim podendo evita-la). O ideal seria todo sistema de trânsito, com **todos os carros e agentes de trânsito serem conectados**, identificando o que está acontecendo e comunicando aos motoristas, para a tomada de decisão mais adequada ao volante, com segurança.



# Especificações de rede de dados veicular



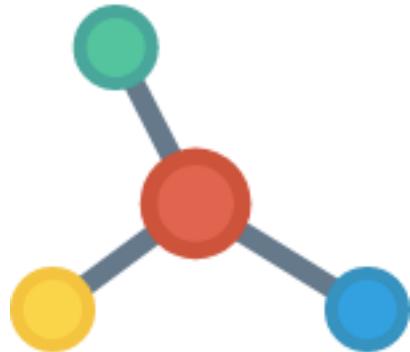
Requerimentos de serviço

Desafios Técnicos



## Vehicle-to-Vehicle, Device and Infrastructure - Vehicle to Everything (V2X)

- Sistemas de comunicações veiculares são **redes** cujos veículos e vias de tráfego são **nós de comunicação**, fornecendo informações entre si, como aviso de seguranças e informação de tráfego.
- Requer cooperação entre veículos e entre veículos e seus arredores (ex., entre veículos e pedestres com seus smartphones) para melhorar a segurança da via e a eficiência do tráfego no futuro.
- Comunicações ***Vehicle-to-everything*** (V2X) é a passagem de informação de uma veículo para **qualquer entidade** que possa afetar o veículo e vice-versa. Tais serviços V2X requerem **links de comunicações confiáveis que permitam a transmissão de pacotes com garantida máxima latência mesmo em veículos em alta velocidade.**





# Tipos de comunicações V2X

- **V2V – Veículo para Veículo**

- Veículos autônomos, assistência avançada ao motorista
- Evitar colisões, posição & velocidade de dados

- **V2I - Veículo para Infraestrutura**

- Gerenciamento de tráfego, regulação de velocidade, segurança
- Notificações, troca de dados operacionais, controle de fluxo

- **V2P - Veículo para Pedestre**

- Notificação de segurança para pedestre, evitar colisões

- **V2N – Veículo para Rede**

- Comunicação com servidores de aplicações V2X



## Características técnicas do ITS legado e avançado

	Legado ITS	ITS Avançado
Tecnologias	TTT ETC	ETSI ITS-G5, IEEE 802.11p WAVE, IEEE 802.11p ITS Connect, ARIB STD-T109 C-V2X, LTE-V2X
Redes Veiculares	V2I	V2X includes V2I, V2V, V2N, V2P
Performance de Rádio	Radio coverage: Max. 100 m Data rate: ~ 4 Mbps Packet size: ~100 bytes	Radio coverage: Max. 1 000 m Data rate: Max. 27 Mbps Packet size: Max. 2 kbytes Latency: within 100 msec within 1 000 msec for V2P

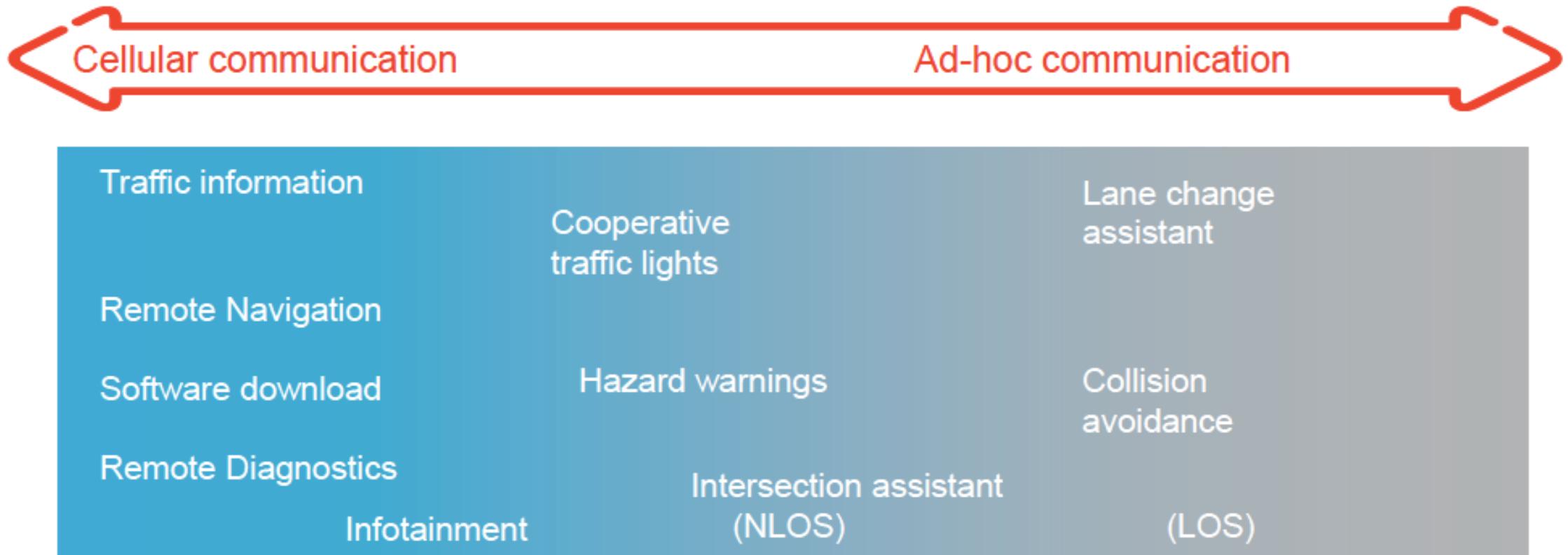


# Sistemas Avançados do ITS

	V2X (WAVE)	V2X (ETSI ITS-G5)	V2X (LTE based V2X)	V2X (ITS Connect)
Nome e padrão	WAVE, IEEE 802.11p	ETSI ITS-G5 IEEE 802.11p	3GPP LTE based V2X	ARIB STD-T109
Caso de uso	V2V, V2I, V2P	V2V, V2I, V2P	V2V, <b>V2N</b> , V2I, V2P	V2V, V2I, V2P
Desempenho	Radio coverage: Max. 1 000 m  Data rate: Max. [27 Mbps]  Packet size: Max. 2 kbytes  Latency : within 100 msec	Radio coverage: Max. 1 000 m  Data rate: Max. 27 Mbps  Packet size: Max. 2 kbytes  Latency : within 100 msec	Radio coverage: Max. 1 000 m  Data rate: Max. 27 Mbps  Packet size: Max. 2 kbytes  Latency: within 100 msec  within 1 000 msec for <b>V2N</b>	Radio coverage: Max. 1 000 m  Data rate: Max. 18 Mbps  Packet size: Max. 100 bytes (from Vehicle)  Max 1 500 bytes (from Infrastructure)  Latency : within 100 msec]



# Os sistemas podem se complementares





# Casos de uso V2V

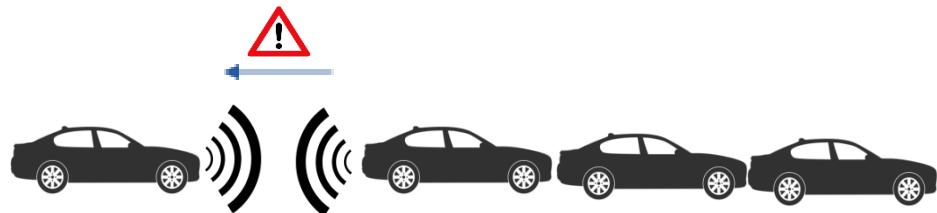
- Aviso de colisão frontal



- Aviso de não ultrapassagem



- Aviso de congestionamento



- Cooperação adaptativa de controle de navegação/*Platooning*



- Aviso de Ponto Cego
- Aviso de Mudança de Pista
- Aviso de Perda de Controle
- Aviso de não Passagem
- Luz Eletrônica de Freio de Emergência
- Alerta de Emergência no Veículo
- Aviso de Colisão Frontal
- Assistência de Movimentação em Cruzamentos
- Indicação de Aproximação de Motocicletas
- Situational Awareness (“Consciência Situacional”)
- Aviso de Erro no Caminho
- Parada de Emergência
- Segurança de Usuários Vulneráveis de Estrada
- Aviso de Enfileiramento de Veículos
- Mensagens de sinais dinâmicos
- CFTV para compor soluções



# Casos de uso V2I

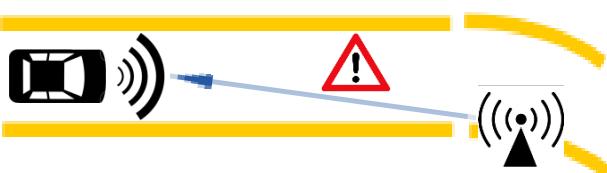
- Descoberta de vaga:



- Aviso de velocidade:



- Aviso de velocidade em curvas:



- Aviso de Velocidade em Curvas
- Comunicações de Emergência e Informação de Evacuação
- Chamada Antecipada de Veículo de Emergência
- Aviso de Desaceleração no Fim de Ladeira
- Suporte Melhorado ao Sistema de Suporte a Decisão
- Alerta de Obras para Motoristas e Trabalhadores
- Sinalização no Veículo
- Aviso de Limite de Altura do Veículo
- Aviso de Pedestres na Faixa Sinalizada
- Aviso de Violação de Passagem em via Férrea
- Aviso de Avanço no Sinal Vermelho
- Aviso de Zona de Velocidade Reduzida/ Fechamento de Pista
- Aviso de Estreitamento de Pista
- Iluminação de Estrada
- Aviso de Falta de Sinal de Parada
- Aviso de Violação do Sinal de Parada
- Veículo em Transito em uma Estação/Aviso de Parada
- Veículo Virando à Direta em frente
- Descoberta/Cobrança de Vaga de Estacionamento
- Parada de Emergência



# Redes de comunicação em cidades Inteligentes

Às redes de acesso com protocolos já vistos se adicionam mais tecnologias:

## Tecnologias de Backbone:

- Fibra óptica (metro ethernet, GPON)
- Sistemas de transmissão sem fio de alta capacidade
  - Ponto-a-ponto
  - Ponto-a-multiponto

## Tecnologias de *Core Network*:

- Virtualização (NFV)
- Serviços de mobilidade
- Autenticação

## Tecnologias de análise de dados:

Bid Data

IA



## Novas Redes – 5G

O sistema emergente de celular 5G permite conexões **confiáveis** e universais para veículos em áreas urbanas densamente povoadas.

Com uma grande largura de banda e baixo custo, a rede de celular 5G permitiria aplicações de serviço para veículos e mais importante, conduziria eficientemente a convergência da rede de veicular para rede existente de internet e aplicações como cloud computing e video streaming.

O serviço ultra-reliable Machine-Type Communication (uMTC) do 5G, é proposto como um meio de fornecer ultra confiabilidade e baixa latência para aplicações críticas.

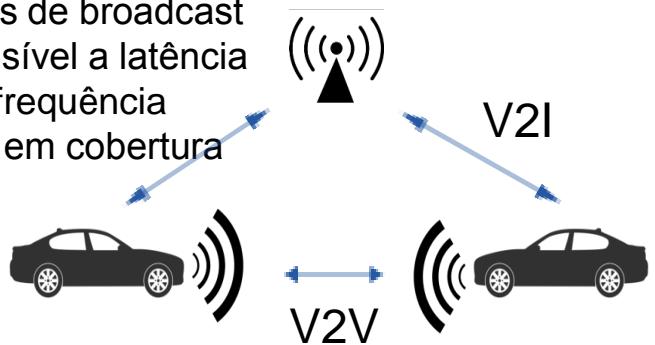


# Requisitos de redes veiculares – 5G

- Requerimentos mais rigorosos para serviços veiculares emergentes:
- Latência  
10ms com indisponibilidade de  $10^{-5}$   
(ultrapassagem automatizada, platooning de alta densidade)
- Precisão de posicionamento
  - 10 cm (Descoberta de usuário de estrada vulnerável) ou 20 cm (ultrapassagem automatizada, platooning de alta densidade, anti-colisão cooperativa)
  - Taxa de dados  
50 Mb/s com 50 ms de latência ou 10 Mb/s com 50 ms

V2I

- Mensagens de broadcast
- Menos sensível a latência
  - Multi-frequência
- Somente em cobertura



- Comunicação direta (D2D)
- Sensível a latência & velocidade
  - Alta velocidade/ Doppler
  - Alta densidade
- Dentro & fora de cobertura



# Novas tecnologias em 5G

- Maior *link budget* (ganho de código, potência de transmissão, período de transmissão) para duplicar o alcance (centenas de metros)
- Técnicas de sincronização melhoradas (ex: maior # de símbolos de referência)
- Com interface de comunicação direta para redes dentro e fora de cobertura
- Meta alvo de 1 ms de latência
- Melhorias no LTE, PHY/MAC, melhor estimativa de canal, variantes do OFDM.
- Maior eficiência de alocação de recursos:
  - Separação de Control-Plane, User-Plane
  - Técnicas avançadas de antenas (ex: beamforming adaptativo)
- Melhorias nas camadas PHY / MAC para D2D
- Melhorar o LTE para uso da sincronização/tempo do GPS em áreas fora da rede
- Fornecer múltiplas conexões para sobrevivência a falhas e redundância de enlace de comunicação
- Novas interfaces aéreas
- Redes Ultra Densas
- Concentração de Tráfego
- MIMO Massivo
- Ondas Milimétricas



# Considerações finais

- Para redes veiculares com vistas ao uso dos carros autônomos, redes de comunicação confiáveis são um aspecto importante. Tecnologias como LTE-V2X, IEEE 802.11p e no futuro as redes 5G oferecerão maiores facilidades para uma grande gama de aplicações.
- As redes de acesso em cidades inteligentes vem complementadas pelo uso de redes que atualmente estão disponíveis, como fibra óptica, LTE, e enlaces de comunicação ponto-a-ponto de grande capacidade.
- É importante o monitoramento e acompanhamento de indicadores de desempenho dos sistemas (KPI) e verificação dos índices de melhoria de segurança e diminuição de acidentes.
- Viabilizar políticas públicas para fomentar o uso de tecnologias que permitam a melhoria da qualidade de vida por meio de:
  - Facilidade de implantação de redes de comunicação (legislação, impostos e fiscalização)
  - Identificação de mecanismos de incentivo à implantação, por meio de cooperação das aplicações OTT neste novo mercado
- Laboratórios de teste e medição de parâmetros de qualidade (HW/SW, sensores, redes).
- Novos modelos de negócios, integração com transporte público, compartilhamento.



**Obrigado**

---

**Carlos V. Rodríguez Ron**  
**Pesquisador**