

# IMPLEMENTAÇÃO DE C-ITS E OS DESAFIOS PARA OS GESTORES DE INFRAESTRUTURAS RODOVIÁRIAS

João Campos Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Infraestruturas de Portugal, Soluções ITS, Rua Passeio do Báltico 4, 1990-036 LISBOA, Lisboa, Portugal

email: [joao.csilva@infraestruturasdeportugal.pt](mailto:joao.csilva@infraestruturasdeportugal.pt)

<http://www.infraestruturasdeportugal.pt>

---

## Sumário

*A introdução de sistemas de transporte cooperativos, conectados e automatizados promete benefícios aos níveis da segurança, ambiente, economia e eficiência. No modo rodoviário, a implementação de Sistemas de Transporte Inteligentes Cooperativos (C-ITS<sup>1</sup>) permitirá aos veículos comunicarem entre si e com a infraestrutura, criando as condições para a evolução no sentido da condução assistida e mesmo autónoma. O papel da Infraestrutura é fundamental para garantir o suporte a estas novas funções, cabendo aos Gestores de Infraestruturas uma significativa responsabilidade na realização desta visão. No entanto, as abordagens de implementação apresentam desafios aos níveis de necessidades de investimento e interoperabilidade. A presente comunicação visa apresentar alguns dos desafios mais relevantes para os Gestores de Infraestruturas e concluir sobre as estratégias que poderão ser seguidas de modo a garantir uma implementação progressiva de C-ITS.*

---

**Palavras-chave:** Infraestrutura Rodoviária; C-ITS; Mobilidade Conectada e Autónoma; LTE V2X; ITS-G5.

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento demográfico e a crescente urbanização provocam um aumento da exigência de mobilidade por parte dos cidadãos e dos atores económicos. Segundo o relatório [1] do Departamento de Assuntos Económicos e Sociais das Nações Unidas, em 2050, cerca de dois terços da população mundial irá viver em centros urbanos. Atualmente, 74% da população europeia vive em centros urbanos, e embora o seu crescimento seja inferior a outras zonas do globo, representa um nível muito elevado de densidade de cidadãos e empresas nas principais cidades. A pressão sobre os sistemas de transportes, associado ao crescimento da economia, provoca cada vez mais congestionamento das redes de transportes, em particular da rede rodoviária, com o consequente aumento de consumo de energia e impactos ambientais e sociais.

A disponibilização de Sistemas de Transportes Inteligentes (ITS<sup>2</sup>) é assumida como a forma de trazer o fenómeno da digitalização para o setor dos transportes, proporcionando ganhos para a sociedade e fomentando novos modelos de negócio e desenvolvimento para a economia. A integração digital dos meios de transporte e cidadãos tem já provas dadas na melhoria dos serviços de transporte e no apoio à nova economia digital.

Nesse sentido, a União Europeia desenvolveu uma estratégia de mercado digital para a área dos transportes através da Diretiva 2010/40/EU [2] que procura harmonizar os serviços digitais de modo a garantir a sua implantação coordenada e efetiva, promovendo especificações comuns que garantam a interoperabilidade e continuidade geográfica no espaço da União. Entre os diversos domínios de ITS alvo de subsequentes atos delegados, a ligação entre os veículos e as infraestruturas de transportes foi uma das áreas identificadas, tendo sido estabelecidas as medidas essenciais relativas aos veículos e ao desenvolvimento de Sistemas de Transporte Inteligentes Cooperativos (C-ITS).

Com a constituição da Plataforma C-ITS em 2014, parte da estratégia europeia para o Mercado Único Digital, criaram-se instrumentos políticos, financeiros e legais de suporte à condução conectada e autónoma,

---

<sup>1</sup> Sigla correspondente à designação comum de *Cooperative Intelligent Transport Systems* (C-ITS)

<sup>2</sup> Sigla correspondente à designação comum de *Intelligent Transport Systems* (ITS)

demonstrando um forte envolvimento da Comissão Europeia na promoção de uma mudança de paradigma no setor dos transportes. A importância desta disrupção na mobilidade de pessoas e bens conduziu à Declaração de Amsterdão [3] em abril de 2016, onde os Ministros dos Transportes estabeleceram os princípios gerais de cooperação para a implementação de uma estratégia para a condução conectada e automatizada, a qual viria a surgir em novembro do mesmo ano através de uma comunicação da Comissão Europeia [4], delineando o percurso europeu para atingir a mobilidade cooperativa, conectada e automatizada.

Os Gestores de Infraestruturas assumem uma parte significativa dessa estratégia, conjuntamente com o setor automóvel, sendo responsáveis pela implementação das tecnologias e estruturas que permitirão a circulação de veículos conectados e automatizados de modo transparente para os cidadãos e empresas, garantindo a interoperabilidade de sistemas e continuidade de serviços em todo o espaço europeu. Este desafio apresenta sérias dificuldades decorrentes dos elevados investimentos que são necessários para a cobertura integral das redes rodoviárias e o risco tecnológico associado à sua recente introdução.

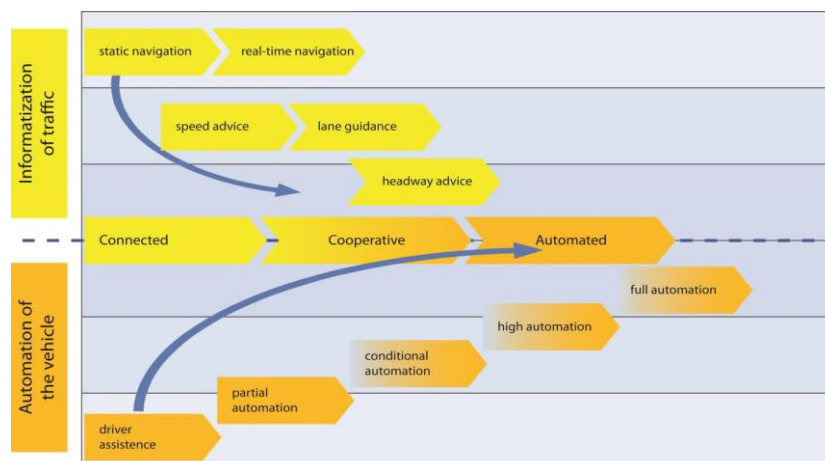
O presente artigo aborda as diferentes envolventes ao Gestor de Infraestrutura na implementação de C-ITS e analisa as principais linhas de desenvolvimento estratégico que poderão ser seguidas, considerando os diversos projetos, iniciativas do setor e tecnologias disponíveis. Não se pretende orientar ou fornecer uma interpretação do caminho a desenvolver por cada Gestor de Infraestrutura, mas apresentar de modo crítico as implicações de cada linha de ação estratégica.

## 2 MOBILIDADE COOPERATIVA, CONECTADA E AUTOMATIZADA

Deste a introdução da Convenção de Sinalização Rodoviária [5] de Viena que a circulação de veículos nas redes rodoviárias se mantém inalterada, baseando-se na capacidade dos condutores, condições de veículos e de infraestrutura, para garantir a segurança e fluidez de tráfego. Com a crescente demografia e dinamismo dos centros urbanos, as consequências ao nível de poluição, dependência energética e sinistralidade tornam-se críticas e sem possibilidade de regressão apesar dos esforços de todas as entidades envolvidas.

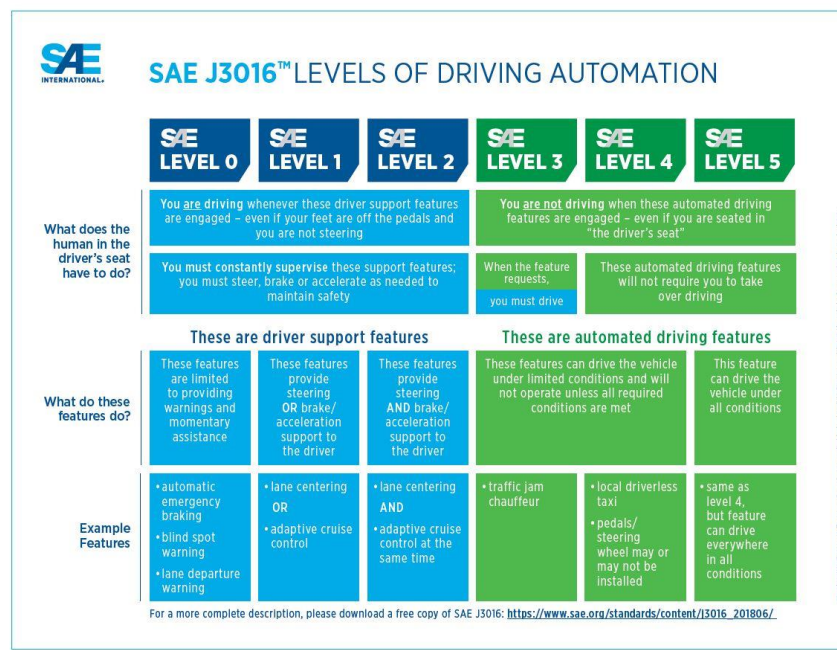
A introdução de novas tecnologias de comunicação e computação permite efetuar uma alteração profunda no paradigma da mobilidade rodoviária. A colaboração entre os veículos que circulam nas redes rodoviárias torna-se possível através da Mobilidade Conectada com a partilha de informação e serviços. A interação com a infraestrutura permite também aumentar a eficiência da Gestão de Tráfego e garantir níveis de coordenação acrescidos, quer pela disponibilização de informação ao condutor, quer pela utilização dos próprios sensores dos veículos como fonte de conhecimento sobre as condições de circulação.

A automação das tarefas de condução é percebida como uma das principais disrupções da mobilidade rodoviária, reduzindo a probabilidade de erro humano, maximização da capacidade das vias e aumentando a eficiência energética. No entanto, níveis superiores de automação apenas são possíveis com o apoio da mobilidade conectada, tal como ilustra a figura seguinte introduzida na declaração de Amsterdão [3].



**Figura 1 - Contribuição da automação e informação para a condução autónoma**

A Condução Conectada e Automatizada (CAD<sup>3</sup>) parte do conceito de que o veículo deverá possuir elevados níveis de automatismo e estar permanentemente conectado ao ambiente que o rodeia, de modo a obter a informação que necessita para o seu desempenho. Trata-se de uma interpretação direta do conceito de Digitalização aplicado ao automóvel, o qual dispondo de um número crescente de sensores e tecnologias de informação permitirá aumentar por si só a eficiência da condução. A figura seguinte apresenta a referência normalmente utilizada para definir os níveis de condução autónoma, tal como apresentados na norma J3016 [6] da SAE.



**Figura 2 - Níveis de automação de condução (SAE 2018)**

Por outro lado, o conceito de Mobilidade Cooperativa, Conectada e Automatizada (CCAM<sup>4</sup>) amplia o âmbito para a necessidade de articulação com as restantes entidades do ambiente rodoviário, bem como distanciar-se do ato de condução do veículo para abraçar a mobilidade de pessoas e bens como fim a atingir. Este conceito, mais abrangente no que diz respeito à abordagem das partes envolvidas, tem no Gestor de Infraestruturas um pilar essencial da sua realização enquanto entidade que simultaneamente estrutura a utilização da rede rodoviária, como também atua como elemento central coordenador no seu espaço de responsabilidade.

Mesmo assim, é importante garantir a neutralidade face às diversas entidades envolvidas, procurando participar em espaços de obtenção de consensos face a abordagens tecnológicas diversas, como são exemplo as que se apresentam no capítulo seguinte.

### 3 ABORDAGEM ETSI ITS-G5

A Comissão Europeia, através da DG MOVE, criou em 2014 uma plataforma que reúne as entidades do setor, as autoridades nacionais e a própria Comissão, com o objetivo de criar uma visão e estratégia comuns para a disseminação dos Sistemas de Transporte Inteligentes Cooperativos (C-ITS) e a evolução para a existência de veículos conectados e autónomos.

<sup>3</sup> Sigla correspondente à designação comum de *Connected and Automated Driving* (CAD)

<sup>4</sup> Sigla correspondente à designação comum de *Cooperative, Connected and Automated Mobility* (CCAM)

### 3.1 Plataforma C-ITS

A Plataforma C-ITS, através dos seus grupos de trabalho, procurou obter as melhores soluções e consensos nas áreas técnicas e legais relacionadas com os sistemas cooperativos envolvendo V2I e V2V. Com esta base de trabalho, a indústria e o setor dos transportes têm desenvolvido as soluções que tornam os sistemas cooperativos uma realidade, fomentando um clima de colaboração internacional e motivação para a sua implementação. Após a conclusão da primeira fase da plataforma C-ITS, foram apresentadas as conclusões no relatório final [7].

Ao nível dos serviços digitais de C-ITS, foi adotada a definição de serviços “*Day 1 Services*”, cuja tecnologia é considerada madura e que têm maior prioridade, e serviços de “*Day 1.5 Services*” que apesar de também serem considerados de tecnologia madura, carecem de especificação e definição mais detalhada. Devido à sua criticidade, a maior parte dos serviços de C-ITS centra-se sobre aspetos de segurança, quer da circulação, quer da envolvente rodoviária, e por isso, torna-se necessária a intervenção da infraestrutura, através da informação gerida pela componente de gestão de tráfego, sensorização ou mesmo coordenação de planos de tráfego e controlo de semaforização.

A segunda fase da plataforma C-ITS teve o seu relatório final [8] direcionado para a evolução dos resultados do primeiro relatório, a preparação do Ato Delegado C-ITS ao abrigo da Diretiva ITS e a introdução da dimensão urbana (Urban C-ITS). Este relatório apresenta também uma clara indicação de que deve ser contemplada a evolução para a tecnologia 5G para desenvolvimento futuro do CCAM, realçando a posição de neutralidade tecnológica e a necessidade de obter a coexistência de tecnologias de comunicação existentes, tais como ITS G5 e LTE-V2X.

### 3.2 Standard ETSI ITS-G5

A componente de comunicações é suportada pelas normas ETSI ITS-G5, as quais se baseiam no 802.11p sobre a banda ITS dos 5.9GHz, numa arquitetura composta por unidades de transmissão localizadas na infraestrutura (RSU<sup>5</sup>), que efetuam a comunicação com os veículos, os quais estão equipados com unidades embarcadas (OBU<sup>6</sup>).

Mensagens V2X ETSI-G5:

- CAM - Cooperative Awareness Message (ETSI EN 302 637-2)
- DENM - Decentralized Environmental Notification Message (ETSI EN 302 637-3)
- SPAT/MAP - Signal Phase and Timing/Map Topology (SAE-J2735;ISO 19091)
- IVI - In Vehicle Information (ISO/TS 19321)

Devido às características de propagação de sinal, estas estações têm alcances entre os 500m e 1000m, tornando-se necessária a sua distribuição pela infraestrutura para obter cobertura integral. Por esse motivo, a estratégia apresentada pela Comissão considerou necessária a utilização de comunicação celular para obter a cobertura complementar de serviços, designada de comunicação híbrida.

A comunicação híbrida atua de modo complementar ao ETSI ITS-G5 no sentido em que recorre a comunicações celulares, 3G e 4G (ou mesmo 5G), para estabelecer a comunicação de dados com os veículos e deste modo garantir uma cobertura abrangente, mesmo que com latências de serviço maiores. O veículo, através da sua OBU, deverá receber o mesmo tipo de mensagens quando sob alcance de uma RSU, ou em zonas não cobertas, com recurso do serviço público de telecomunicações.

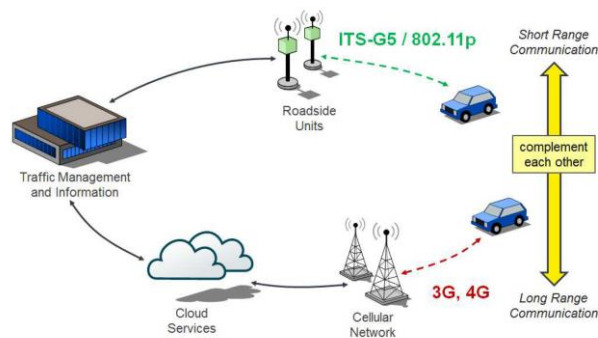
Pela natureza das comunicações de dados celulares, o tipo de serviços que é permitido disponibilizar neste canal pode suplantiar os que são suportados pelas normas ITS-G5, assumindo uma lógica de *Cloud Services* face à comunicação direta entre infraestrutura e veículo. Será admissível que mesmo em cenário de cobertura integral por RSU ITS-G5, sejam considerados alguns serviços de mobilidade menos relevantes para a segurança, tais como serviços informativos ou complementares, com recurso a esta ligação alternativa.

---

<sup>5</sup> Sigla referente à designação comum de *Road Side Unit* (RSU)

<sup>6</sup> Sigla referente à designação comum de *On Board Unit* (OBU)

Assim, as comunicações diretas entre veículos e com a infraestrutura com recurso à transmissão 802.11p caracterizam-se como *Short Range* e as disponibilizadas pela tecnologia de dados celulares como *Long Range*, funcionando em complementaridade, tal como apresentado na figura seguinte.



**Figura 3 - Comunicações híbridas (C-ROADS)**

Para garantir a segurança e confidencialidade das comunicações, a transmissão é validada por uma infraestrutura de PKI, apresentada pela Comissão como *C-ITS Security* [9][10] e que assenta sobre a existência de um órgão central europeu que garante as relações de confiança e gestão de processos de segurança entre as diversas autoridades certificadoras. Este órgão central também pode assumir o papel de autoridade certificadora como raiz de confiança. Embora seja clara a definição da nova infraestrutura de segurança, existem diversas implementações com arquiteturas incompatíveis e que deverão ser migradas.

### 3.3 Plataforma C-ROADS

A implementação da estratégia para a CCAM em todo o espaço europeu exige a articulação de todos os atores, em particular os estados membros e a indústria, de modo a atingir a harmonização necessária à transversalidade dos sistemas C-ITS. Nesse sentido, foi criada em 2016 a plataforma C-ROADS, lançada pela Comissão Europeia e por 12 estados membros iniciais, aos quais se juntaram elementos da indústria. Em 2017, o conjunto dos estados membros foi alargado para 16, entre os quais o estado Português através da constituição do C-ROADS PORTUGAL.

A plataforma C-ROADS reúne um conjunto de iniciativas e projetos nas áreas da condução conectada, cooperativa e autónoma, sendo constituída a nível central pelos grupos de trabalho que estabelecem e harmonizam as especificações funcionais e técnicas dos serviços de mobilidade conectada. Através da ligação aos pilotos nacionais, cria um espaço de referência para as diversas implementações e testes de interoperabilidade, tanto a nível tecnológico como de harmonização transfronteiriça.

Com ligações a outras iniciativas, tais como o consórcio CAR2CAR, baseia-se nos princípios estabelecidos na estratégia definida pela Comissão Europeia, em particular, na implementação das comunicações ETSI ITS-G5 e redes celulares existentes. Sendo o objetivo principal a implementação de C-ITS no espaço europeu a partir de 2019, a abordagem de comunicações híbridas apenas contempla tecnologias *Market* e *Close to Market*, recorrendo a apenas a 3G/4G como referência para as comunicações celulares.

## 4 ABORDAGEM LTE-V2X(5G)

O setor das telecomunicações, juntamente com alguns dos principais fabricantes de automóveis, criou em 2016 a 5GCAR como uma ação de investigação e inovação no âmbito da 5G PPP, com o objetivo de desenvolver soluções de comunicação entre V2X, o que significa Veículo para todos. A abordagem é a integração de tecnologias de comunicação das novas gerações de transmissões móveis utilizadas pelos operadores de telecomunicações, que irá progressivamente substituir o 3G e 4G.

A investigação de soluções tecnológicas efetuada pelo 5GCAR contribui para a elaboração de *standards* e normativos por organizações como o 5GAA e o 3GPP, apresentando resultados relacionados com os desafios do V2X, tais como os aspetos técnicos, modelos de negócio e a demonstração de casos de uso.

#### 4.1 5GAA - 5G Automotive Association

Com o objetivo de promover a utilização das tecnologias 5G para suporte à condução conectada e autónoma, em particular a implementação e demonstração de soluções baseadas em LTE-V2X, foi criada em setembro de 2016 a *5G Automotive Association (5GAA)*.

A missão assumida pela 5GAA é a união entre a indústria automóvel e o setor das telecomunicações como motor das novas soluções de mobilidade, tendo em vista os mais elevados níveis de condução autónoma designados de *Highly Autonomous Driving (HAD)* e *Fully Autonomous Driving (FAD)*, respetivamente correspondentes aos níveis 4 e 5 da classificação SAE.

Composta por especialistas dos fabricantes de automóveis, indústria eletrónica de componentes e operadores de telecomunicações, desenvolve a sua atividade na conceção de soluções de mobilidade e no desenvolvimento dos *standards* relacionados com 5G aplicado ao V2X.

As principais áreas de atuação são:

- Use Cases and Technical Requirements
- System Architecture and Solution Development
- Evaluation, Testbeds, and Pilots
- Standards and Spectrum
- Business Models and Go-To-Market Strategies

#### 4.2 Standard 3GPP LTE-V2X

Também designada de *Cellular-V2X (C-V2X)*, e apesar de não estar ainda disponível, esta tecnologia permite integrar as comunicações de curto alcance utilizando a banda ITS dos 5.9GHz e as comunicações de longo alcance utilizando as bandas comercialmente licenciadas para a transmissão de comunicações móveis. Tecnologicamente, anuncia-se mais avançada e otimizada do que o ITS-G5, proporcionando melhor gestão de espectro e integração transparente de comunicações multicanal.

Os serviços que estão a ser definidos nesta abordagem são mais relacionados com a coordenação ativa entre veículos, nomeadamente a junção de filas, platooning e outros. A disponibilização de cartografia de alta definição ou serviços de posicionamento de alta precisão são fatores diferenciadores desta tecnologia pois permitem garantir a fiabilidade e largura de banda necessárias. Existe também um foco bastante relevante no fornecimento de serviços de valor acrescentado aos veículos, como é o exemplo do infotainment ou serviços de assistência remota.

Para além das comunicações V2V e V2I comuns das arquiteturas C-ITS, são também identificadas as V2P, V2N, P2N e I2N na arquitetura preconizada, representada na figura seguinte.

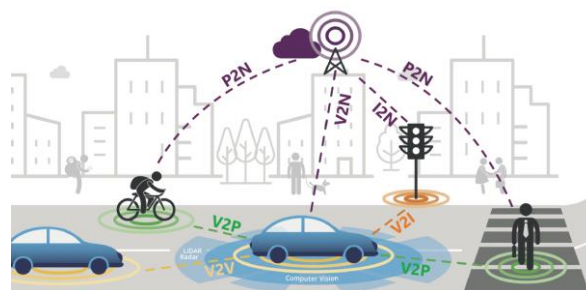
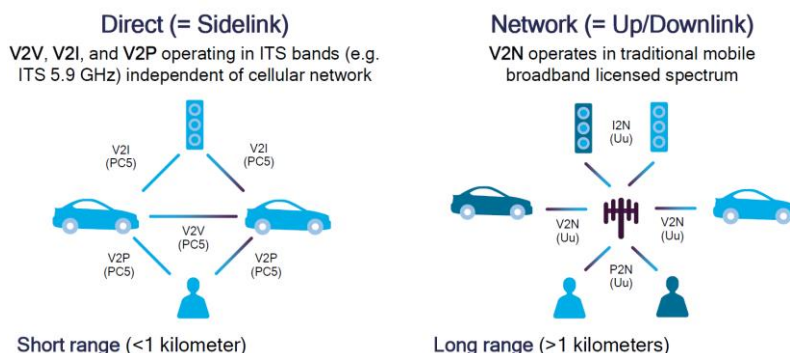


Figura 4 - Comunicações C-V2X (5GAA)

A integração de um conceito de Network enquanto ator de C-ITS é um dos fatores diferenciadores desta tecnologia, complementando as ligações *Short Range* na banda ITS dos 5.9GHz com a utilização de

comunicações *Long Range* dedicadas em espectro licenciado para as comunicações móveis, com a configuração apresentada na figura seguinte, separando entre comunicações diretas e com recurso a rede de transmissão.



**Figura 5 - Modos de comunicação C-V2X (5GAA)**

Embora não seja necessária a existência de rede de telecomunicações celulares para o funcionamento das comunicações *Short Range*, as vantagens mais significativas são quando se utiliza o suporte da arquitetura 5G, como por exemplo o *Network Slicing* ou *Mobile Edge Computing*.

### 4.3 Maturidade tecnológica e conflito com ITS-G5

As especificações do LTE-V2X encontram-se em constante evolução, sem no entanto ainda existirem produtos disponíveis no mercado. Embora tenham já sido efetuados diversos testes de campo por todo o mundo, centram-se em aplicações de alto nível, tais como assistência em intersecções, acesso a mapas de alta resolução ou transmissão de imagem frontal de camiões.

No entanto, existe um conflito com o ITS-G5 pois as tecnologias são incompatíveis, interferindo na banda ITS dos 5.9GHz, tal como foi concluído no workshop [11] de 5 de setembro de 2017 promovido pela Comissão Europeia e com a participação da ACEA, 5GAA, C-ROADS e C2C-CC. Não havendo ainda acordo para a compatibilização na banda ITS dos 5.9GHz, não é garantida a coexistência de ambos os sistemas ou mesmo a evolução de ITS-G5 para LTE-V2X.

Como solução de coexistência o LTE-V2X propôs [12] a repartição da banda do 5.9GHz atribuída aos sistemas C-ITS pelas duas tecnologias, considerando numa primeira fase canais dedicados a cada uma e posteriormente a implementação de mecanismos de compatibilização.

## 5 OPÇÕES ESTRATÉGICAS DE IMPLEMENTAÇÃO

O desenvolvimento da Mobilidade Cooperativa, Conectada e Automatizada encontra-se ainda numa fase inicial de definição quanto à forma de disseminação pelas redes rodoviárias e pela existência de veículos equipados com as tecnologias adequadas. Como exposto acima, as abordagens atuais são ainda inteiramente distintas, com foco em horizontes temporais que não garantem a inexistência de conflitos futuros entre as implementações e cujas decisões de investimento por parte dos Gestores de Infraestrutura poderão estar expostas a riscos de obsolescência ou inadequação.

A forma futura da Mobilidade Cooperativa, Conectada e Automatizada é bastante incerta, tal como é possível verificar pela fase emergente destas tecnologias e pelas tendências divergentes nas soluções propostas. A sociedade e o mercado da mobilidade e transportes irá determinar qual a tecnologia dominante de C-ITS e qual o ritmo de adoção, tendo em conta a longa vida dos investimentos em infraestruturas rodoviárias e mesmo o ciclo de vida dos veículos em circulação.

As infraestruturas rodoviárias devem preparar-se para dar suporte às exigências de uma crescente digitalização do setor através do desenvolvimento de áreas chave para o sucesso do C-ITS. Independentemente da adoção das tecnologias C-ITS identificadas nas abordagens analisadas no presente artigo, existem pontos em comum que permitem aos Gestores de Infraestruturas direcionar os seus esforços de implementação.

## 5.1 Gestão de Tráfego

A introdução de C-ITS irá transformar o modo como é efetuada a Gestão de Tráfego, permitindo a interação da infraestrutura com os veículos de um modo completamente diferente do atual. O papel da Gestão de Tráfego não será apenas limitado à monitorização, informação e resolução de anomalias de tráfego, mas permitirá utilizar os sistemas C-ITS para apoiar os veículos na sua tomada de decisão e maximizar o uso das infraestruturas de acordo com os padrões de mobilidade exigidos.

Áreas de desenvolvimento no contexto de C-ITS:

- Automatização de processos de gestão de tráfego
- Desenvolvimento de modelos preditivos e analíticos de mobilidade
- Coordenação e implementação de planos de gestão de tráfego
- Produção de conteúdos de informação de tráfego em tempo real

## 5.2 Continuidade de Serviços C-ITS

A definição dos serviços C-ITS disponibilizados pela componente de infraestrutura será um dos principais fatores críticos de promoção da Mobilidade Cooperativa, Conectada e Automatizada. Embora sejam claros os serviços prioritários de “*Day 1*” e “*Day 1.5*” ou *Safety related*, o seu modo de implementação e disponibilidade ao longo da infraestrutura percorrida pelos veículos poderá ser diferenciado. A cooperação com as entidades envolvidas, promoção de pilotos de validação e testes de interoperabilidade, permite a harmonização e disponibilização ininterrupta de serviços C-ITS que serão chave na construção da confiança da sociedade nestes sistemas.

Áreas de desenvolvimento no contexto de C-ITS:

- Identificação dos serviços base comuns C-ITS para segurança rodoviária
- Definição harmonizada de serviços C-ITS, enquadrada no contexto europeu
- Desenvolvimento da cobertura de serviços C-ITS em *Short Range* e *Long Range*
- Promoção de testes de interoperabilidade e *Cross Border*
- Alinhamento dos parâmetros de latência, fiabilidade e resiliência de serviços C-ITS
- Integração com *Smart Cities* e transportes multimodais

## 5.3 Redes e comunicações

Certamente que uma das maiores dificuldades na implementação de C-ITS será o suporte de redes e comunicações necessário para as exigências da Mobilidade Conectada. As infraestruturas rodoviárias possuem já elevados níveis de suporte de redes para apoio à telemática, CCTV e dispositivos implantados ao longo das estradas e infraestruturas críticas, nomeadamente as pontes e túneis. No entanto, a sua capacidade é muitas vezes insuficiente para lidar com elevados volumes de tráfego de dados provenientes de um número crescente de veículos conectados.

Este é um ponto onde os Gestores de Infraestruturas poderão adotar um posicionamento mais ativo, constituindo-se como Prestadores de Serviços de Suporte para os Operadores de Telecomunicações, tirando partido da vantagem competitiva de possuírem infraestruturas lineares rodoviárias de grande dimensão ao longo das quais poderá ser constituída uma rede de condutas, fibra e instalações fixas, sem interrupções ou necessidade de obtenção de servidões de entidades terceiras. Particularmente na componente móvel, é sobre o espaço envolvente das redes rodoviárias que será necessário implantar as instalações de transmissão de *Short Range* e *Long Range* para maximizar a cobertura e garantir elevados níveis de serviço.

Áreas de desenvolvimento no contexto de C-ITS:

- Desenvolvimento de redes de transmissão de alta capacidade sobre a infraestrutura rodoviária (Condutas e Fibra)
- Rentabilização da capacidade de transmissão de dados excedentária para comercialização
- Planeamento de cobertura de instalações fixas para alojamento de equipamentos de transmissão de dados ou Edge Computing
- Cobertura progressiva da rede por RSU de *Short Range*, iniciando pelas redes de maior tráfego, pontos negros e infraestruturas críticas (Pontes e Túneis)



- Desenvolvimento de modelos de negócio de Prestador de Serviços de Suporte para Operadores de Telecomunicações
- Inclusão da componente de redes de transmissão de dados na renovação e construção de novas infraestruturas rodoviárias

## 5.4 Infraestrutura inteligente

Embora as tecnologias embarcadas nos veículos já permitam elevados níveis de desempenho em funções autónomas, possuem uma forte dependência de métodos altamente exigentes de perceção do meio ambiente tais como sensores LiDAR, radar ou processamento de imagem em tempo real. Mesmo assim, a precisão destes métodos é reduzida quando as circunstâncias ambientais se tornam mais extremas, nomeadamente em cenários complexos ou condições meteorológicas adversas.

A colaboração entre infraestrutura e veículo permite aumentar a fiabilidade geral do sistema e reduzir as condicionantes à operação dos sistemas autónomos dos veículos, garantindo onde possível, ambientes controlados e a partilha de informação que reduza o risco de perceção dos sistemas embarcados, como por exemplo o fornecimento do estado da sinalização ou notificação das condições de circulação da via.

Áreas de desenvolvimento no contexto de C-ITS:

- Implementação de sensorização e IoT para monitorização da infraestrutura
- Migração para sistemas semafóricos inteligentes e conectados em tempo real
- Implementação de sistemas de informação e sinalização dinâmica integrados com C-ITS
- Implementação de sistemas de posicionamento local de alta precisão complementares a GNSS<sup>7</sup>
- Adaptação dos elementos da infraestrutura aos sistemas de deteção embarcados (Marcações, Sinais)

## 5.5 Ativos digitais de informação

O aumento de informação disponível reforça a importância que os ativos digitais de informação têm para uma estratégia de digitalização. A virtualização de conceitos, sob a forma de estruturas de informação, viabiliza o desenvolvimento dos automatismos necessários para o C-ITS, quer para a representação do espaço envolvente, quer para o suporte aos processos de decisão necessários à condução autónoma. A constituição e manutenção de ativos digitais de informação que representem e comuniquem com exatidão as características da infraestrutura rodoviária traduzem-se numa maior eficiência e segurança no apoio a níveis superiores de automação.

Por outro lado as redes sociais e outras comunidades digitais fomentam a obtenção e disponibilização de informação com a qual se desenvolvem novos produtos ou se infere novo conhecimento. As estratégias de dados abertos criam um contexto de transação de ativos digitais de informação, com ou sem monetização associada, mas que pela sua disponibilidade fomentam a criação de valor acrescentado.

Áreas de desenvolvimento no contexto de C-ITS:

- Estabelecimento de princípios de tratamento de dados pessoais e *Privacy by design*
- Desenvolvimento de mapas digitais de alta definição e *Digital Local Dynamic Maps*
- Desenvolvimento de regras de trânsito eletrónicas (METR<sup>8</sup>)
- Desenvolvimento de uma política e conteúdos de dados abertos (*OpenData*)
- Integração com comunidades digitais de mobilidade (Waze, HERE, etc.)

## 6 CONCLUSÕES

Os gestores de infraestruturas, através do seu papel de coordenadores do tráfego rodoviário e responsáveis pelas condições de circulação e segurança, devem evoluir para uma função de gestores de mobilidade, procurando integrar-se no novo ecossistema que se irá criar em torno da digitalização rodoviária.

---

<sup>7</sup> *Global Navigation Satellite Systems* (GNSS)

<sup>8</sup> *Management of electronic traffic rules* (METR), CEN TC278/WG17

Os objetivos dos Gestores de Infraestrutura para a Mobilidade Cooperativa, Conectada e Automatizada deverão ser atingidos apenas em colaboração com os veículos e a sociedade em geral, mas sustentam-se num processo de digitalização da própria Gestão de Infraestruturas e num conjunto de estratégias de desenvolvimento em articulação com a implementação das tecnologias C-ITS.

No entanto, esse caminho ainda não é claro, pelo que a aposta deverá ser na disponibilização das tecnologias que se encontram maduras para a cobertura de pontos vulneráveis, infraestruturas críticas ou zonas de elevado tráfego, na reformulação e preparação dos seus processos de gestão de tráfego e sensorização da infraestrutura, para melhor responder a necessidades futuras e o envolvimento profundo e comprometido nas iniciativas e projetos multilaterais de apoio à mobilidade digital.

## 7 AGRADECIMENTOS

Os meus agradecimentos à equipa do Departamento de ITS e Acessibilidade da Infraestruturas de Portugal, em particular ao Eng.º Mário Alves e ao Dr. Pedro Gonçalves pelo seu apoio e contributos.

## 8 REFERÊNCIAS

1. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2018). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*, Online Edition. <https://esa.un.org/unpd/wup/>
2. DIRECTIVA 2010/40/UE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO, de 7 de Julho de 2010 que estabelece um quadro para a implantação de sistemas de transporte inteligentes no transporte rodoviário, inclusive nas interfaces com outros modos de transporte.
3. Declaration of Amsterdam, *Cooperation in the field of connected and automated driving*, 14-15 April 2016.
4. Comissão Europeia, COM(2016) 766 *Uma estratégia europeia relativa aos sistemas cooperativos de transporte inteligentes, uma etapa rumo a uma mobilidade cooperativa, conectada e automatizada*, 30 Novembro 2016.
5. Nações Unidas, Comissão Económica para a Europa, *CONVENÇÃO DE SINALIZAÇÃO RODOVIÁRIA*, 8 Novembro 1968.
6. SAE International, *J3016\_201806 Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles*, 15 June 2018.
7. C-ITS Platform, Final Report, January 2016
8. C-ITS Platform, PHASE II Final Report, September 2017
9. European Commission, *Security Policy & Governance Framework for Deployment and Operation of European Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS)*, December 2017.
10. European Commission, *Certificate Policy for Deployment and Operation of European Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS)*, June 2018.
11. European Commission, DG Connect, *Report on the Workshop, 5 September 2017 on short range communications in the 5.9 GHz band*.
12. 5GAA, *5GAA Petition for Waiver to Allow Deployment of Cellular Vehicle-To-Everything (C-V2X) Technology in the 5.9 GHz Band*, (GN Docket No. 18-357).