

C-ROADS PORTUGAL – IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS DE TRANSPORTES COOPERATIVOS INTELIGENTES EM PORTUGAL

Jorge Pais Ribeiro¹; Lara Trigueiro Moura²

jorge.ribeiro@a-to-be.com, A-to-Be, Lagoas Park, Ed. 15, Piso 4, Porto Salvo, 2740-245 - Oeiras, Portugal¹

lara.moura@a-to-be.com, A-to-Be, Lagoas Park, Ed. 15, Piso 4, Porto Salvo, 2740-245 - Oeiras, Portugal²

Sumário

Este artigo pretende descrever o projeto C-ROADS Portugal, iniciado em novembro de 2017 com duração de 4 anos, cofinanciado pelo Programa Europeu “Connecting Europe Facility”. Com o objetivo principal de harmonização e interoperabilidade de sistemas cooperativos inteligentes em Portugal, este projeto consiste na implementação de grande escala de 5 testes piloto que cobrem zonas urbanas, rurais e transfronteiriças. 31 parceiros nacionais de diferentes áreas de trabalho propõem desenvolver e implementar sistemas inovadores para aumentar a segurança e eficiência da rede de transportes rodoviários.

Palavras-chave: Sistemas Inteligentes de Transportes Cooperativos / comunicações veiculares / DSRC / C-ITS / V2V / V2I / ITS-G5

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos os Sistemas Inteligentes de Transportes Cooperativos (*Cooperative Intelligent Transport Systems - C-ITS*) têm vindo a sofrer grandes evoluções com o intuito de proporcionar serviços inovadores que visam aumentar a segurança e reduzir os impactos ambientais da área dos transportes.

Estes sistemas, especificamente os que utilizam comunicações dedicadas de curto alcance (*Dedicated Short-Range Communications - DSRC*) para comunicações entre veículo e veículo (*Vehicle to Vehicle - V2V*) e entre veículo e infraestrutura (*Vehicle to Infrastructure - V2I*) vêm auxiliar os condutores, informando-os antecipadamente dos vários tipos de ocorrências de modo a que tomem medidas preventivas, contribuindo para a redução do número de acidentes e congestionamento do tráfego.

O projeto C-ROADS Portugal, iniciado em novembro de 2017 tem uma duração de 4 anos e é cofinanciado pelo Programa Europeu “*Connecting Europe Facility*” que promove o aumento da competitividade e criação de emprego na área das infraestruturas à escala Europeia. Este projeto ambiciona o desenvolvimento, harmonização e implantação de sistemas C-ITS de norte a sul de Portugal. Estão envolvidos 31 parceiros nacionais cujos principais objetivos são: tornar as estradas portuguesas mais seguras, promover uma mobilidade mais sustentável e reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO₂) dos transportes rodoviários.

Propõem-se desenvolver 5 macro pilotos para expandir a rede C-ITS por aproximadamente 1000 quilómetros de infraestrutura, contando com 10 autoestradas e 7 estradas urbanas nas regiões do Porto, Lisboa e Algarve. Para cada um deles estão planeados vários testes de interoperabilidade de serviços para veículos de diferentes níveis de automação, os quais foram denominados pela Comissão Europeia por serviços de “*Dia 1*” ou de “*Dia 1.5*” consoante os seus horizontes de curto/médio prazo. Estão incluídos testes de notificação de trabalhos na via, tráfego intenso, condições atmosféricas perigosas, acidentes na via, veículos em contramão, entre outros.

A A-to-Be (empresa do Grupo Brisa dedicada ao desenvolvimento de soluções tecnológicas) é parceira no projeto, tendo como principais responsabilidades: definir e coordenar as especificações técnicas e funcionais dos sistemas que compõem a arquitetura C-Roads e demonstrar os serviços na rede de autoestradas nacional.

É objetivo do presente artigo apresentar uma breve descrição do projeto e plataforma onde está inserido, bem como algumas das atividades desenvolvidas neste âmbito.

2 PLATAFORMA C-ROADS

A plataforma C-Roads¹ (*C-Roads Platform*) iniciou-se em 2016 com a cooperação de 8 estados membros da União Europeia, contando atualmente com 17 (Áustria, Bélgica/Flandres, Bélgica/Valónia, República Checa, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Hungria, Itália, Holanda, Noruega, **Portugal**, Eslovénia, Espanha, Suécia e Reino Unido). Tem como objetivo principal interligar as diferentes atividades de Sistemas Cooperativos de Transporte Inteligente (C-ITS), promovendo a partilha de conhecimento entre os diversos parceiros para uma implementação harmonizada e interoperável em larga escala por toda a Europa.

Os projetos C-Roads nacionais têm uma abordagem mais prática com a implementação de vários pilotos internos e transfronteiriços que envolvem diferentes concessionárias, entidades públicas e fornecedores de serviços para validação da interoperabilidade entre implementações nacionais.

Esta abordagem *bottom-up* permite a evolução em paralelo e a diferentes ritmos, partilhando e unificando os resultados das experiências através da plataforma que serve como um ponto agregador e unificador da tecnologia. Para atingir estes objetivos e facilitar o processo de comunicação e decisão dos diversos temas, Figura 1., foram definidos 3 grupos de trabalho:

- *Organisational Aspects* – grupo central onde são definidas as políticas de cooperação entre os parceiros públicos e privados, tendo em conta a variedade de leis e culturas dos diferentes estados membros. Debatem-se também modelos de negócio para a implementação de novos serviços e alargamento da infraestrutura C-ITS e políticas de proteção de dados;
- *Technical Aspects* – este grupo foi também subdividido em 5 *taskforces* que discutem temas mais específicos relacionados com a implementação técnica dos serviços C-ITS (“*Dia 1*”, “*Dia 1.5*” e posteriores) como: arquiteturas de comunicações e segurança, *standards* de mensagens, interfaces entre dados e serviços e comunicações híbridas (celulares e rádio). São também discutidas recomendações para o display de informação nas HMIs (*Human Machine Interfaces*) para garantir consistência entre implementações;
- *Evaluation & Assessment* – por último neste grupo de trabalho definem-se os procedimentos a utilizar na realização dos testes, providenciando uma plataforma comum de documentação para comunicação uniforme dos resultados em cada ambiente. Por fim é feita uma avaliação dos impactos dos serviços C-ITS não só em termos de interoperabilidade, mas também na segurança rodoviária e efeitos ambientais.

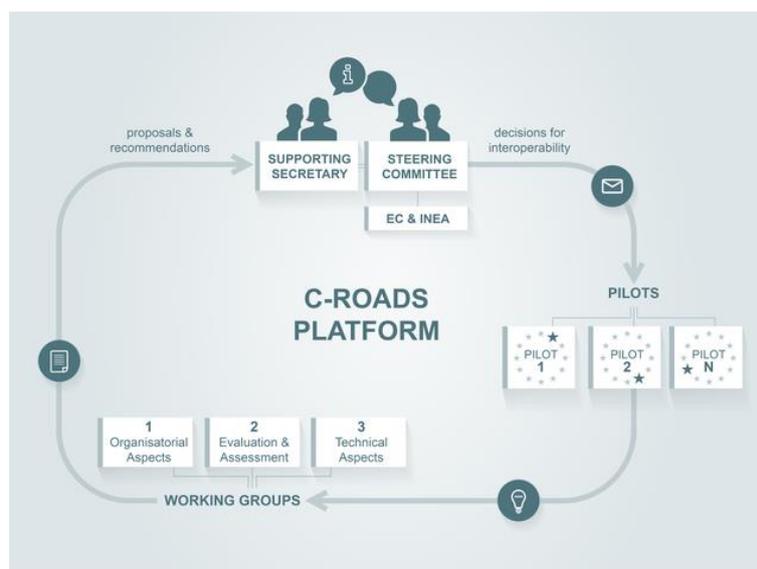


Fig.1. Estrutura de comunicação e organização da plataforma C-Roads [1]

¹ C-Roads Platform website: <https://www.c-roads.eu/>

3 Projeto C-Roads Portugal

O projeto C-Roads Portugal, iniciado em novembro de 2017 tem uma duração de 4 anos, é cofinanciado pelo Programa Europeu “*Connecting Europe Facility*” e estão envolvidos 31 parceiros nacionais, coordenados pelo Instituto da Mobilidade e dos Transportes (IMT), comprometidos em tornar as estradas portuguesas mais seguras, promover uma mobilidade mais sustentável e reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO₂) dos transportes rodoviários através de uma utilização mais eficiente. Através da implementação de 5 testes macro ambiciona o desenvolvimento, harmonização e implantação de serviços C-ITS de “*Dia 1*” e “*Dia 1.5*” (Figura 2.) de norte a sul de Portugal ao longo de uma infraestrutura de 964 quilómetros com a instalação de 180 RSUs e 162 veículos em operação.

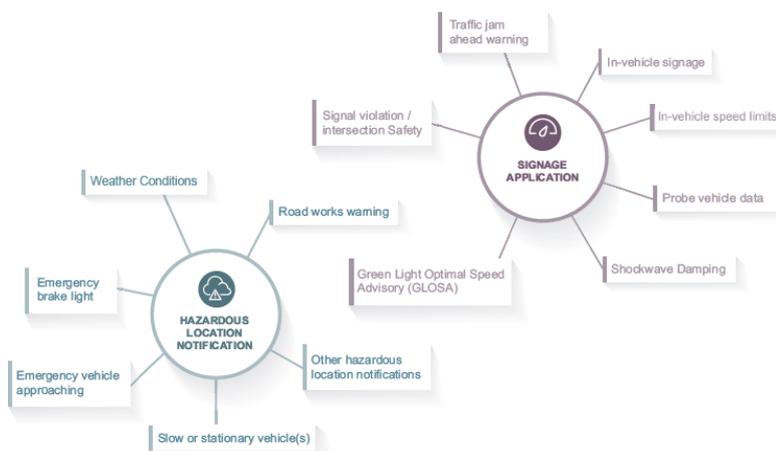


Fig.2. – Serviços de “Dia 1” divididos em duas categorias (alerta de localização perigosa e aplicações de sinalização) [1]

A plataforma para a implementação de sistemas C-ITS criada pela Comissão Europeia dividiu os Serviços em duas categorias [3]: Serviços de “*Dia 1*” para o desenvolvimento de tecnologias maduras a curto prazo, focando-se nas questões relacionadas com a segurança; e Serviços de “*Dia 1.5*” que incluem situações requeridas pela vasta maioria dos utilizadores, mas cujas especificações técnicas ainda não estão finalizadas.

Na tabela seguinte apresentam-se os serviços que o projeto C-Roads pretende demonstrar no conjunto dos 5 pilotos:

Serviços de “Dia 1”	Serviços de “Dia 1.5”
<i>Emergency brake light</i>	<i>Off street parking information</i>
<i>Emergency vehicle approaching</i>	<i>On street parking information and management</i>
<i>Slow or stationary vehicle(s)</i>	<i>Park & Ride information</i>
<i>Traffic jam ahead warning</i>	<i>Information on AFV fuelling & charging stations</i>
<i>Hazardous location notification</i>	<i>Traffic information and smart routing</i>
<i>Road works warning</i>	<i>Zone access control for urban areas</i>
<i>Weather conditions</i>	<i>Loading zone management</i>
<i>In-vehicle signage</i>	<i>Vulnerable road user protection (pedestrians and cyclists)</i>

<i>In-vehicle speed limits</i>	<i>Cooperative collision risk warning</i>
<i>Probe vehicle data</i>	<i>Motorcycle approaching indication</i>
<i>Shockwave damping</i>	<i>Wrong way driving</i>
<i>Green Light Optimal Speed Advisory (GLOSA)/ Time to Green (TTG)</i>	<i>Connected and cooperative navigation</i>
<i>Traffic signal priority request by designated vehicles</i>	

4 OBJECTIVOS

Com este projeto pretende-se fomentar uma implementação generalizada de serviços ITS de cobertura nacional o que permitirá o desenvolvimento de novos modelos de negócio, novas estratégias de gestão de tráfego e um aumento da eficiência do parque automóvel. Para tal, o consórcio português (descrito na secção seguinte) propõe:

- Contribuir para a implementação harmonizada e interoperável de serviços na europa através da participação ativa portuguesa na plataforma C-Roads;
- Desenvolver uma infraestrutura de segurança para comunicações C-ITS que tenha em conta a proteção de dados, corrupção de sistemas e gestão simples de serviços;
- Desenvolver uma rede C-ITS que ofereça serviços de “Dia 1” e “Dia 1.5” a veículos de diferentes níveis de automação tanto para o Corredor Atlântico como para ambientes urbanos;
- Explorar o potencial de negócio e avaliar os impactos na criação de empregos, gestão de tráfego e redução de emissões de gases com efeito de estufa.

5 PARCEIROS

O projecto C-Roads Portugal é composto por 31 parceiros, entre os quais câmaras municipais, concessionárias públicas e privadas de autoestradas, universidades, empresas tecnológicas e de consultadoria, nomeadamente:

- Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P. (Coordenador);
- A-to-Be;
- Infraestruturas de Portugal, I.P.
- IP Telecom, S.A.;
- Câmara Municipal de Lisboa;
- Câmara Municipal do Porto;
- STCP - Sociedade de Transportes Coletivos do Porto, S.A.;
- EMEL - Empresa Publica Municipal de Estacionamento de Lisboa, E.E.M.;
- FEUP - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto;
- Brisa Concessão Rodoviária, S.A.;
- Ascendi Beiras Litoral e Alta, Auto Estradas das Beiras Litoral e Alta, S.A.;
- Autoestradas Norte Litoral – Soc. Concessionaria - AENL, S.A.;
- Autoestrada do Algarve - Via do Infante – Soc. Concessionaria - AAVI, S.A.;
- CaetanoBUS - Fabricação Carroçarias, S.A.;
- GMVIS Skysoft, S.A.;
- ARMIS, Sistemas de Informação, Lda.;
- Siemens, S.A.;
- Vialivre, S.A.;
- DMS Displays & Mobility Solutions Lda.;
- Scutvias - Autoestradas da Beira Interior, S.A.;
- Lusoponte - Concessionaria para a Travessia do Tejo, S.A.;
- Brisal - Autoestradas do Litoral, S.A.;

- AEDL - Autoestradas do Douro Litoral, S.A.;
- AEA - Autoestradas do Atlântico- Concessões Rodoviárias de Portugal, S.A.;
- Ascendi Grande Lisboa - Autoestradas da Grande Lisboa, S.A.;
- Ascendi do Grande Porto - Autoestradas do Grande Porto, S.A.;
- Ascendi Norte - Autoestradas do Norte, S.A.;
- Ascendi Costa de Prata - Autoestradas da Costa de Prata. S.A.;
- Norscut Concessionária de Autoestradas, S.A.;
- TIS.PT, consultores em Transportes, Inovação e Sistemas. S.A.;
- Via Verde Serviços, S.A.

A A-to-Be enquanto parceira do projecto tem como papel coordenar o processo de especificação dos sistemas que serão desenvolvidos e implementados no projeto C-Roads, para que os serviços assentem numa base comum de interoperabilidade. Especificamente, a análise de casos de uso e standards para a realização do projeto; análise das descrições funcionais e técnicas inserindo as comunicações celulares como alternativa às redes radio veiculares (ITS-G5); e desenvolvimento de uma plataforma comum de avaliação técnica dos resultados obtidos nos pilotos. Adicionalmente, é também responsável pela implementação de algumas atividades no piloto 2.

6 PILOTOS

Para atingir e validar os objetivos que o consórcio propõe, estão previstos 5 macro pilotos que agregam várias subactividades experimentais para aferir de forma segmentada e faseada os serviços acima descritos:

Piloto 1 – Ponto de acesso único – Teste de Serviços SPA e SPApp

Em Portugal existem, atualmente, diversos geradores de dados rodoviários, nomeadamente Brisa, Ascendi ou Norscut que enviam para diversas outras entidades estes dados. Este piloto consiste no desenho de um servidor central nacional (*Single Point of Access - SPA*) de acordo com as diretivas *Commission Delegated Regulation (EU) 2015/962* e *Commission Delegated Regulation 886/2013*, que servirá como ponto agregador de informação e simplificará o acesso aos dados. Será também criada uma aplicação para dispositivos móveis SPApp para demonstração do potencial do SPA, contendo os principais serviços de “*Dia 1*”.

Piloto 2 – Infraestrutura portuguesa para o C-ITS

Para a realização do piloto será expandida a rede C-ITS existente e serão implementados os serviços de “*Dia 1*” e “*Dia 1.5*” numa extensão de 460 km, visando a cobertura ITS-G5 na rede principal (A1, A2, A3, A6 e A12) e rede compreensível (A2, A22, A27 e A28), incluindo secções transfronteiriças (A3, A28 e A6) e estradas de acesso aos centros metropolitanos de Lisboa (IC17 e IC19) e Porto (A4 e A20).

Piloto 3 – Preparação da rede para veículos autónomos conectados

No desenvolvimento deste piloto será preparada a infraestrutura para veículos autónomos: de nível 2 onde o sistema trata do controlo do volante e pedais e o condutor deve estar preparado para intervir sempre que reconhecer que o sistema não está a funcionar corretamente; e de nível 3 onde o condutor pode desviar a sua atenção da estrada e apenas será requisitado a intervir em situações pontuais alertadas pelo sistema. Os testes neste piloto serão levados a cabo em ambiente real, utilizando comunicações híbridas (ITS-G5 e rede celular).

Piloto 4 – Piloto C-ITS no nó urbano de Lisboa

Neste piloto o consórcio propôs implementar serviços relativos a um nó urbano. Medição do volume de tráfego nas entradas/saídas de veículos, auxílio aos utilizadores na procura de lugares vagos para estacionamento e encaminhamento para postos de carregamento de veículos elétricos são alguns dos serviços propostos. Será desenvolvida uma aplicação que faz uso tanto das comunicações híbridas (celular e ITS-G5) como de sensores colocados na infraestrutura que providenciarão informações relativas à ocupação de cada lugar, a sua disponibilidade e análise do trânsito em tempo real.

Piloto 5 – Piloto C-ITS no nó urbano do Porto

No nó urbano do Porto pretende-se que o sistema monitorize e estime para um horizonte de 2 horas, o estado do tráfego numa extensão de 24 km dentro da cidade e efetuada uma integração de um “autocarro inteligente” que trocará informações com a infraestrutura para ser apresentada aos utilizadores.

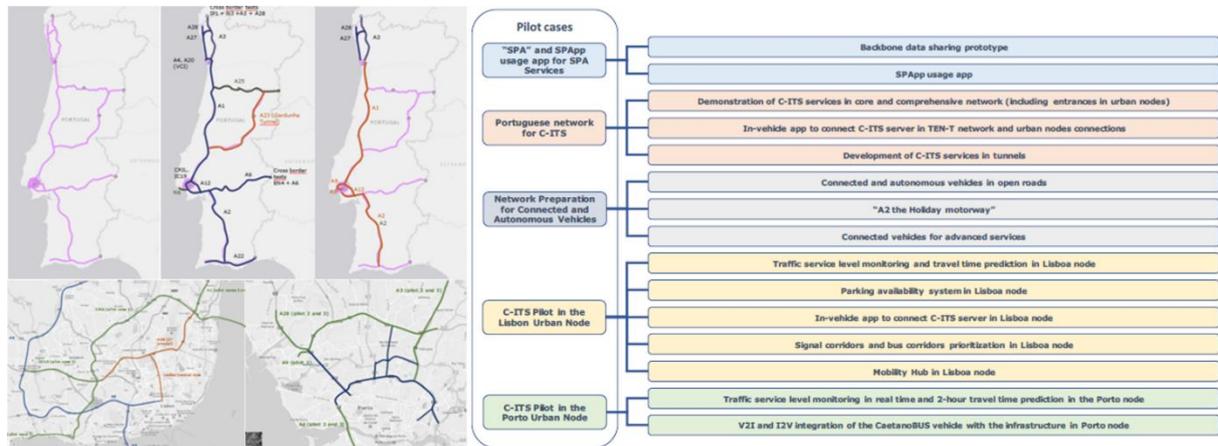


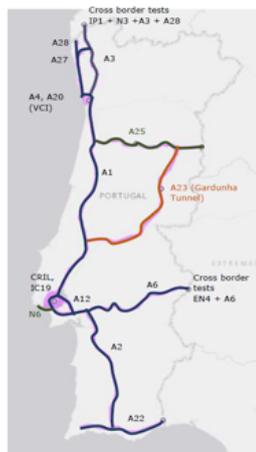
Fig.3. Esquema dos 5 pilotos definidos para o C-Roads Portugal [2]

Com o conjunto destes pilotos pretende-se atingir os seguintes objetivos principais:

- Aumentar a segurança de veículos prioritários, dos veículos autónomos e do trânsito dentro de túneis;
- Melhorar a qualidade do serviço prestado através do display de informações perto dos condutores, utilizando aplicações móveis e interfaces dentro dos veículos que recebem e enviam informações utilizando a rede C-ITS implementada;
- Reduzir o congestionamento e emissões poluentes fornecendo aos utilizadores ferramentas de predição do tempo de viagem e aconselhamento de rota, alimentadas pelos dados provenientes da monitorização em tempo real;
- Desenvolver instrumentos de partilha de dados de mobilidade, criando pontos centrais de acesso e interfaces standard que poderão ser utilizadas por toda a comunidade.

7 Piloto 2 – Infraestrutura portuguesa para o C-ITS

Na realização deste projeto, mais especificamente no piloto 2 a A-to-Be instalará 32 unidades de beira da estrada (*Roadside Units - RSU*) e 10 unidades que irão a bordo de veículos (*On-Board Units – OBU*) ao longo de uma rede que compreende 460 quilómetros de estradas (Fig.4.) de norte a sul de Portugal. Além dos Serviços de “*Dia 1*” e “*Dia 1.5*” anteriormente apresentados, será testada uma infraestrutura de segurança a nível nacional que posteriormente integrará a infraestrutura Europeia e serão dados os primeiros passos para a implementação de uma rede de comunicações híbridas que utiliza comunicações celulares em conjunto com a rede rádio de comunicações veiculares para estender a cobertura dos serviços. No decorrer do desenvolvimento serão assegurados testes locais entre parceiros e testes transfronteiriços com Espanha para validação da interoperabilidade dos sistemas e possíveis diferenças resultantes das diversas implementações.



Rede de estradas/autoestradas:

- A1 – 30 km
- A2 – 30 km
- A3 – 40 km
- A4 – 30 km
- A20 (VCI) – 11 km
- IC17 (CRIL) – 19 km
- IC19 – 17 km
- A6 – 20 km
- A12 – 20 km
- A22 – 90 km
- A27 – 25 km
- A28 – 89 km

Números totais:

- 460 km
- 54 OBUs
- 115 RSUs

Fig. 4. Rede de estradas envolvidas no segundo piloto [2]

A A-to-Be recorrerá a equipamento anteriormente desenvolvido no âmbito de outros projetos Europeus em cooperação com o Instituto de Telecomunicações da Universidade de Aveiro [5]. No entanto, novas funcionalidades serão acrescentadas tanto a nível de software como de hardware para lidar com os requisitos ambiciosos aqui descritos.

Na Fig.5. e Fig.6. apresenta-se esta solução, desenvolvida para funcionar em modo híbrido, ou seja, tanto como RSU ou OBU na frequência 5.9 GHz, alocada pela Comissão Europeia que utiliza o standard ITS-G5 [4] para as comunicações rádio.

Dimensões	
Comprimento (L)	210 mm
Largura (w)	210 mm
Altura (H)	100
Peso	< 2Kg

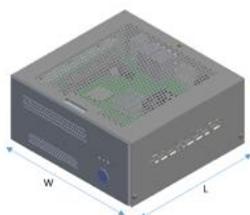


Fig. 5. Estação ITS-G5 da A-to-Be



Fig. 6. Exemplo de instalação num armário de beira da estrada

No modo de funcionamento embarcado a estação comunica com uma interface implementada num tablet ou telemóvel Android (exemplo na Fig.7.). Através da qual o condutor vai obtendo alertas de eventos enviados pelo operador da infraestrutura ou reportar incidentes para outros condutores.

Dada a versatilidade do equipamento, a A-to-Be tem vindo a utilizar veículos de ocasião com um processo de instalação reduzido, usufruindo da interface para testar a interoperabilidade noutras infraestruturas e monitorizar o bom funcionamento do hardware e rede C-ITS.

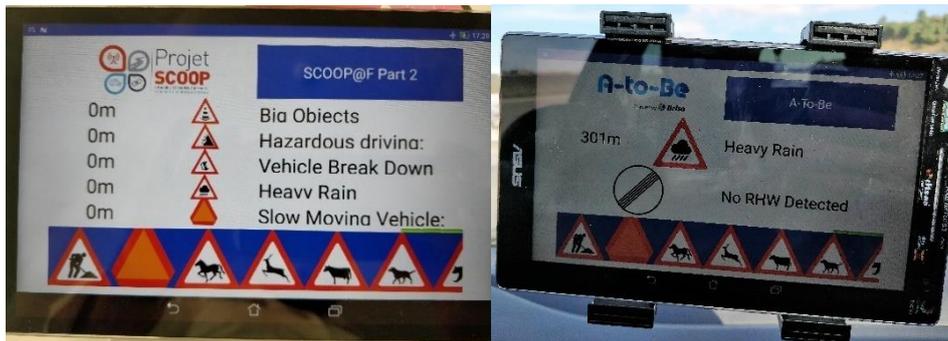


Fig.7. Interface Android da A-to-Be desenvolvida para testes ITS

Para tratar todos os eventos reportados pelos utilizadores da infraestrutura foi desenvolvida uma plataforma Central ITS (MOBICS) capaz de aplicar um motor de regras previamente definidas, reencaminhando-os para as RSUs da zona de interesse e transmitidos aos restantes condutores, para casos que careçam de intervenção humana o sistema alertar automaticamente o operador do centro de gestão de tráfego. Na figura seguinte apresenta-se um esquema generalizado da arquitetura que será utilizada pela A-to-Be nos pilotos.



Figura 8. Arquitetura da estrutura C-ITS da A-to-Be

Uma vez que os sistemas C-ITS pretendem implementar serviços com impactos diretos na segurança rodoviária é imprescindível que os sistemas integrantes possam confiar entre si. Neste piloto será testada a infraestrutura de segurança (*Public Key Infrastructure - PKI*) desenvolvida para garantir que as comunicações provêm de sistemas certificados e autorizados para implementar certos serviços. Esta infraestrutura fará parte da arquitetura descrita na Figura 8. com a capacidade não só de autenticar e encriptar comunicações, mas também emitir e revogar certificados para as diferentes entidades.

8 CONCLUSÕES

O projeto apresentado tem um cariz ambicioso de desenvolvimento e implementação de uma rede C-ITS baseada em comunicações veiculares em larga escala por todo o país. Esta tecnologia poderá contribuir para a adoção de uma condução mais preventiva através da informação com antecedência de situações perigosas, reduzindo o número elevado de acidentes das estradas. Adicionalmente, a monitorização do tráfego pelas concessionárias conduzirá a uma melhor gestão de tráfego aumentando a eficiência na gestão dos seus recursos.

Este projeto será coordenado com outras atividades C-ITS em curso, cofinanciadas pelo quadro europeu Horizonte 2020, tais como o projeto SCOOP@F Part 2 e 5G-MOBIX nas quais Portugal também participa.

9 AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Instituto de Telecomunicações de Aveiro e ao Instituto Superior de Engenharia de Lisboa pelo apoio no desenvolvimento de software, equipamentos e pelo suporte às atividades do projeto. O projeto C-Roads Portugal, com o Grant Agreement INEA/CEF/TRAN/M2016/1363245 é co-financiado pelo Programa *Connecting Europe Facility* da *Innovation and Networks Executive Agency (INEA)* da Comissão Europeia.

10 REFERÊNCIAS

1. Website oficial da plataforma C-Roads, <http://www.c-roads.eu>
2. C-ROADS Portugal (2017), Description of Work
3. C-ITS Platform (2016), *Final Report*
4. ETSI (2010), EN 302 665 V1.1.1 (2010-09), *European Standard (Telecommunications series), Intelligent Transport Systems (ITS); Communications Architecture*
5. Almeida, J., Ferreira, J., Oliveira, A., (2016). *Development of an ITS-G5 station, from the physical to the MAC layer, in Intelligent Transportation Systems: From Good Practices to Standards*