

5G-MOBIX em síntese

O 5G-MOBIX é uma iniciativa inovadora financiada pela União Europeia (2018-2022) que junta [58 parceiros](#) de 13 países da EU, bem como a Turquia, China e Coreia do Sul.

O 5G-MOBIX procura demonstrar o papel da tecnologia 5G aplicada à [mobilidade autónoma conectada \(CAM\)](#) avançada em condições transfronteiriças. O 5G-MOBIX avaliou o potencial do 5G, com casos de uso reais, em estradas e autoestradas públicas, bem como em [dois corredores transfronteiriços](#) (Portugal-Espanha e Grécia-Turquia) e [seis sites de testes urbanos](#) (França, Alemanha, Finlândia, Países Baixos, China e Coreia do Sul), para desenvolver modelos de negócio sustentáveis para estabelecer corredores 5G.

O trabalho de avaliação do 5G-MOBIX foi multifacetado. Por um lado, uma avaliação técnica do desempenho de uma série de configurações e opções de desenvolvimento, tanto a nível do sistema de rede 5G, como das aplicações. Por outro lado, uma análise do impacto de serviços de Mobilidade Autónoma Conectada (CAM) 5G na Qualidade de Vida (QoL), uma avaliação de Custo-Benefício (CBA), bem como uma análise do 5G, em geral, para o ecossistema de inovação CAM. Finalmente, foi estudada a aceitação dos utilizadores da utilização de 5G no ecossistema CAM, com particular atenção para o efeito da mobilidade transfronteiriça.

A parceria do corredor transfronteiriço Portugal-Espanha é composta por vários stakeholders complementares que cobrem toda a cadeia de valor, incluindo empresas da área automóvel e da mobilidade, operadores de telecomunicação e centros de investigação. Permite um ambiente real de testes de 5G para CAM, numa fronteira não vigiada, observável nos vários Estados-Membro. Por outro lado, o corredor Grécia-Turquia trata-se da fronteira sudeste da União Europeia, que constitui um desafio geopolítico pela existência de fronteiras físicas sujeitas ao rigoroso controlo das entidades. Para além disso, os seis sites de testes locais contribuíram para o desenvolvimento e operações destes corredores, por exemplo com esforços de desenvolvimento de aplicações, melhoria de infraestruturas, ou disponibilização de diferentes use cases, cenários e configurações que complementam os testes transfronteiriços.

Principais Desafios para o Desenvolvimento de Serviços de CAM Transfronteiriços com 5G

Durante os esforços de desenvolvimento de um serviço de CAM com 5G, foi possível identificar alguns desafios legais e técnicos, bem como de fiabilidade e disponibilidade dos componentes técnicos.

Exemplos de **desafios técnicos** incluem questões de implementação física; de otimização e configuração de cobertura; de interconectividade de redes; de roaming sem falhas; e disponibilidade de dispositivos/infraestruturas.

Desafios legais e de regulação incluem permissão temporária para redes experimentais e disponibilidade de licença de espectro. Regulamentos restritos e procedimentos complicados com instituições públicas exigiram um detalhado equipamento protótipo a trabalhar numa banda específica que foi acordada, após um estudo inicial. Em alguns casos, a licença terminou após alguns meses, estando dependente de leilões comerciais combinados ou inesperados. Contudo, como as licenças tinham um objetivo de pesquisa, havia restrições mais rígidas para cobertura geográfica e disponibilidade de banda (para os use cases de CAM).

Melhores Práticas para Desenvolvimentos Transfronteiriços

As aplicações CAM realizadas no 5G-MOBIX exploram os recursos das infraestruturas de Multi-Access Edge Computing (MEC), bem como a interconectividade entre vários operadores, no contexto de corredores transfronteiriços. A gestão operacional dos sites de teste levou a valiosas aprendizagens, novos insights técnicos para futuras implementações transfronteiriças e developers de aplicativos CAM e serviços de edge.

Para as operadoras de redes móveis, a cooperação com operadoras de países vizinhos, bem como operadoras rodoviárias, traz insights valiosos para testes futuros, bem como um conhecimento sem paralelo sobre as limitações atuais, particularmente no campo de roaming contínuo e interconectividade entre redes. Também revelam a falta de algumas funcionalidades e desenvolvimentos necessários para a configuração e implementação de redes 5G que permitam corredores transfronteiriços.

Resultados de avaliação técnica

A tónica é avaliar o impacto dos processos de roaming e transferência nas funções CAM durante a condução numa área transfronteiriça, bem como o desempenho de uma série de opções de configuração do sistema que possam evitar a interrupção do serviço.

Os pontos centrais deste processo de avaliação são as questões transfronteiriças identificadas pelo projeto como forma de unificar as áreas técnicas ao longo das diferentes opções de implementação de 5G. Foi realizada uma análise das diferentes abordagens implementadas para ultrapassar os efeitos de roaming/transferência na entrega de serviços de CAM contínuos em ambientes transfronteiriços. Em vários casos, a avaliação serve como forma de validar a aplicabilidade de uma determinada solução para o suporte de serviços CAM.

Algumas conclusões chave são:

- Demonstrou-se que o slicing de redes pode assegurar o desempenho perante um congestionamento de tráfego.

- Os primeiros estudos da aplicabilidade das ondas milimétricas – mmWave – mostram a sua viabilidade para alta capacidade de entrega de dados.
- A comunicação de satélite é apresentada como uma alternativa para áreas de baixa cobertura, mas é necessária uma maior investigação.

Avaliação de impacto & análise custo-benefício

A avaliação de impacto na qualidade de vida analisou o potencial impacto da tecnologia 5G para CAM em contextos transfronteiriços na escolha do modo, tempo de viagem, segurança rodoviária e emissões de CO2.

Os resultados mostram pequenas melhorias na segurança rodoviária, eficiência e impacto ambiental. O impacto na mobilidade pessoal não deverá ser significativo. No entanto, no caso de contextos específicos, como a passagem de camiões na fronteira o impacto poderá ser substancial.

A análise custo-benefício do break-even estudou se os potenciais benefícios para a sociedade superam os custos da implementação de soluções CAM 5G transfronteiriças. Foi feita uma estimativa da redução de custos necessária para compensar os investimentos a efetuar, tendo em conta externalidades negativas (acidentes, emissões de CO2 e atrasos). A análise baseia-se nos dados de custo do [estudo de implementação](#) realizado pelo 5G-MOBIX para cinco corredores transfronteiriços. Nos corredores de Portugal-Espanha, Alemanha-Países Baixos, e Espanha-França os benefícios deverão compensar o investimento, variando entre 0,44% e 1,99% (assumindo reduções iguais em todas as externalidades). Tendo em conta os baixos volumes de tráfego no corredor Finlândia-Noruega (FI-NO), é muito improvável que, aqui, o break-even seja alcançado. Já, no corredor Grécia-Turquia, apesar de ser improvável que os benefícios incluídos nesta análise compensem o investimento, isso poderá ser conseguido através de benefícios esperados para o comércio e logística.

ACEITAÇÃO DOS UTILIZADORES

O projeto também estudou a forma como os problemas de conectividade 5G, como interrupções e degradação da qualidade de serviço, podem afetar a aceitação dos utilizadores desta tecnologia e dos serviços CAM.

A avaliação do utilizador centrou-se nos use cases testados no corredor transfronteiriço entre Portugal e Espanha, ou seja: manobras de condução como convergência de vias de rodagem, ultrapassagens e condução com base num mapa de alta-definição; um shuttle conduzido remotamente através da fronteira e recebendo informações de sensores externos sobre a presença de obstáculos nas proximidades; e um serviço de streaming multimédia instalado num autocarro de longa distância.

Cada use case foi avaliado através de testes controlados em que os utilizadores testados eram passageiros destes veículos; testes em ambiente real, para testes nos quais os utilizadores podiam experimentar o serviço real (streaming de multimédia) instalado no autocarro; e entrevistas online nas quais os participantes tinham de avaliar simulações de diferentes cenários de desempenho do serviço.

No geral, a avaliação dos utilizadores das soluções CAM foi positiva, mesmo em situações onde decorreram problemas de conectividade. Os participantes afirmaram que usariam os diversos serviços de CAM, caso estivessem disponíveis. Estes foram considerados úteis, fáceis de usar, e confiáveis, apontando-se assim para a mais-valia das funcionalidades 5G.

Com relação ao contexto fronteiriço, os resultados mostram que a interrupção da conectividade ou a degradação geral do desempenho do serviço podem impactar negativamente a aceitação, mas isso dependerá de como a tecnologia CAM está programada para responder em casos de conectividade insuficiente. Más condições de rede podem ser avaliadas mais negativamente do que uma interrupção completa da rede, caso o comportamento do veículo seja percecionado como menos seguro.

Aspetos não técnicos

O 5G-MOBIX também investigou aspetos não técnicos, como standards e regulações, que têm um efeito significativo no desenvolvimento de 5G para CAM. Uma [análise do panorama regulatório da UE para veículos autónomos](#) (por exemplo, requisitos de infraestrutura, regras para tarifas de roaming, privacidade de dados e aspetos de segurança) destaca as lacunas de [standardização](#) e políticas que possam permitir uma melhor cooperação em toda a cadeia de valor 5G para CAM.

Além da análise de políticas, foi feito um apanhado exaustivo dos vários custos associados à implementação do 5G e foram fornecidas recomendações sobre as prioridades com base na utilidade e custo. Além disso, foi feita uma estimativa da cadeia de valor e das necessidades dos clientes decorrentes dos serviços 5G/CAM, incluindo [modelos de negócios](#) associados. Este trabalho assinala a complexidade resultante da cooperação multissetorial necessária para se tirar total partido do 5G para CAM.

O [estudo de implementação](#) realizado em cinco corredores principais¹ fornece uma boa imagem dos desenvolvimentos atuais e planeados pelas principais operadoras de telecomunicações, bem como o delta de investimento necessário para fornecer a cobertura/capacidade exigida pelos serviços avançados de CAM em regiões transfronteiriças (até 2025). Os resultados mostraram uma grande diferença entre os gastos esperados entre os diferentes países, devido a fatores geográficos e regionais.

¹ Portugal – Espanha: Valença/Tui; Grécia – Turquia: Kipoi/Ipsala; Alemanha – Países Baixos: Veldhuizen; Finlândia – Noruega: Kilpisjärvi; Espanha – França (ES-FR): Le Perthus