

POSITION PAPER

MOBILIDADE URBANA CENTRADA NAS PESSOAS: UMA PRIORIDADE ESTRATÉGICA DE I&I PARA PORTUGAL

Resultado Iniciativa Bottom-Up AI² promovida pelo INESC TEC

Autores: Marta Campos Ferreira; António Almeida

Entidades que contribuíram e apoiam o documento: IMT - Instituto da Mobilidade e dos Transportes;

***CMP - Câmara Municipal do Porto; CIM TS - Comunidade Intermunicipal do Tâmega e Sousa; TMP –
Transportes Metropolitanos do Porto.***

30 de setembro de 2026

Enquadramento

Este *position paper* apresenta um contributo do INESC TEC para a iniciativa *bottom-up* no âmbito da Avaliação Estratégica para a definição das prioridades nacionais de investigação e inovação (AI²). Reconhece a visão e os objetivos do exercício e destina-se a contribuir para a definição dos domínios estratégicos nacionais. É subscrito pelas entidades e pessoas identificadas, refletindo uma comunidade de interesse partilhado em torno da **mobilidade urbana centrada nas pessoas**, transversal ao Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.

Sumário Executivo

Propõe-se que Portugal assuma a mobilidade urbana centrada nas pessoas como prioridade estratégica de I&I, construindo até 2036 uma capacidade nacional diferenciadora para conceber, integrar, experimentar e escalar sistemas de mobilidade mais inclusivos, inteligentes, sustentáveis e resilientes.

A mobilidade urbana condiciona a competitividade, a coesão territorial, o acesso a emprego, educação, saúde e serviços, a qualidade de vida e a sustentabilidade das cidades; a sua transformação exige integrar tecnologias, modos, serviços e territórios, em linha com a política europeia de sustentabilidade, acessibilidade, inclusão, inteligência e resiliência.

Mensagens-chave:

- **Base relevante, mas dispersa:** Portugal tem competências em transportes, sistemas inteligentes de transporte, otimização, IA e ciência de dados, engenharia de serviços, acessibilidade e sustentabilidade, a consolidar numa capacidade orientada para problemas concretos e aplicação real.
- **Diferenciação pela integração, e não pela tecnologia isolada:** posições de maior valor na articulação entre dados, inteligência, modos, serviços, território e pessoas, com sistemas interoperáveis, adaptativos e inclusivos.

- **Experimentação e adoção dentro da agenda:** cidades, autoridades, operadores e empresas como primeiros adotantes e ambientes de demonstração, do protótipo à validação, primeira implementação, replicação e internacionalização, articulando I&I com os instrumentos nacionais de apoio à mobilidade urbana sustentável.
- **Quatro prioridades interdependentes** — mobilidade inclusiva e acessível; sistemas inteligentes, preditivos e adaptativos; integração multimodal e novos serviços; mobilidade sustentável, eficiente e resiliente, articuladas com as políticas de uso do solo e habitação, e uma capacidade transversal de experimentação, demonstração e escala.
- **Capacidade cumulativa e cada vez menos dependente de financiamento público:** nos primeiros cinco anos, o apoio público reduz o risco, cria demonstradores e gera referências; depois, as soluções maduras passam para contratação pública, investimento empresarial, mercado, licenciamento e financiamento europeu, mantendo-se o apoio público na investigação de maior risco e nas infraestruturas coletivas.

Em suma, apresenta-se a **Mobilidade Urbana Centrada nas Pessoas** como área estratégica de I&I, com uma abordagem integrada que articula ciência, tecnologia, empresas, municípios, autoridades, operadores e utilizadores, privilegiando áreas de vantagem própria, sem duplicar agendas tecnológicas horizontais e recorrendo à cooperação europeia onde a escala nacional não é vantagem. **Não se trata de mais uma agenda setorial de transporte, mas de uma capacidade para transformar conhecimento em melhores sistemas de mobilidade, com valor científico, económico, social e territorial, posicionando Portugal como referência na experimentação e internacionalização de soluções centradas nas pessoas.**

1. A área e a sua ambição

A mobilidade urbana determina o acesso ao emprego, à educação, à saúde, aos serviços e às oportunidades. Nas próximas décadas será preciso, em simultâneo, reduzir emissões e consumo de recursos, responder a uma procura mais diversa e dinâmica, acomodar o envelhecimento e evitar que a digitalização crie exclusão, passando de sistemas orientados para modos, infraestruturas e oferta para sistemas integrados, adaptativos e centrados nas pessoas.

A **Mobilidade Urbana Centrada nas Pessoas** coloca as necessidades, capacidades, comportamentos e experiências das pessoas no centro da conceção, operação e transformação dos sistemas: antecipar necessidades, integrar modos e serviços, apoiar decisões de operadores e autoridades, tornar a mobilidade acessível e inclusiva e usar dados e tecnologias digitais para eficiência, sustentabilidade, segurança e resiliência. O foco não é uma tecnologia ou modo, mas **o sistema como um todo**, nomeadamente pessoas, território, infraestruturas, veículos, serviços, informação e tecnologias.

A dimensão e diversidade das cidades e redes portuguesas permitem testar soluções em contexto real, aproximando investigação, autoridades, operadores, empresas e cidadãos. Combinando conhecimento

em transportes e comportamento com IA, ciência de dados, otimização, interação pessoa-sistema e acessibilidade, Portugal pode diferenciar-se na Europa não pela produção de todos os componentes, mas pela **capacidade de integrar conhecimento e tecnologias em soluções utilizáveis, inclusivas e escaláveis**.

A ambição para 2036 é uma **capacidade nacional reconhecida para conceber, experimentar, avaliar e escalar estes sistemas**, com excelência científica, ambientes de experimentação reais e articulação entre investigação, setor público e empresas, convertendo investigação em soluções adotadas e transferíveis para outros territórios e mercados, numa única cadeia de inovação que vai da investigação fundamental e aplicada à experimentação com utilizadores, demonstração e escala.

1.1. Proposição e ambição

Em 2036, Portugal deverá conseguir passar sistematicamente da identificação de necessidades à conceção, desenvolvimento, avaliação e adoção de soluções, combinando conhecimento sobre mobilidade, comportamento e território com IA, ciência de dados, otimização, interação pessoa-sistema, acessibilidade, sistemas de transporte inteligentes e tecnologias digitais. Não se pretende desenvolver todas as tecnologias, mas **selecionar, integrar e adaptar** conhecimento a problemas concretos, com cidades, autoridades e operadores como ambientes de experimentação, utilizadores envolvidos desde a conceção e avaliação de impactos tecnológicos, sociais, económicos, ambientais e territoriais.

Até 2036, deverão existir cinco resultados estruturantes:

1. **Conhecimento científico de referência**, com novos métodos, modelos e abordagens para antecipar necessidades e conceber e gerir sistemas centrados nas pessoas;
2. **Capacidade tecnológica e de integração** de dados, IA, sistemas digitais, infraestruturas e serviços em soluções interoperáveis e adaptáveis;
3. **Capacidade nacional de experimentação e demonstração** em ambientes urbanos e redes de transporte reais, com participação dos utilizadores;
4. **Capacidade de transferência e escala**, encurtando a distância entre investigação, prototipagem, contratação pública, adoção pelos operadores e expansão para outros territórios e mercados;
5. **Posicionamento internacional** de empresas, centros de investigação, cidades e operadores em redes e projetos europeus e internacionais, exportando conhecimento, serviços, tecnologias e modelos de mobilidade.

Marcos em 2030: massa crítica reconhecida de competências e infraestruturas de investigação e experimentação; demonstradores em contexto urbano real; mecanismos consolidados de colaboração entre centros de I&I, municípios, autoridades, operadores e empresas; soluções nacionais para além do

protótipo, com casos de adoção ou preparação para a escala; e participação regular em cadeias de valor e programas europeus.

Entre 2030 e 2036, passa-se de projetos e pilotos para uma capacidade permanente de inovação que gere conhecimento, teste soluções, apoie decisões públicas e privadas e acelere a disseminação para uma abordagem sistémica, colaborativa e orientada para resultados, em que as pessoas são o critério central. O sucesso mede-se pela conversão de investigação em serviços efetivamente utilizados, e não pelo número de projetos ou tecnologias.

1.2. Contributo para domínio estratégico

A área combina importância nacional, transformação tecnológica e societal, capacidade instalada e uma necessidade de coordenação que abordagens isoladas de transportes, energia, digitalização, IA ou desenvolvimento urbano não cobrem, com decisões de efeitos duradouros sobre pessoas, territórios e economia.

Importância para a prosperidade e resiliência nacional

A mobilidade influencia a produtividade, o acesso a emprego e serviços, a atratividade dos territórios e a coesão social. A concentração urbana, a descarbonização, a maior frequência de eventos extremos e a diversificação das necessidades tornam sistemas resilientes uma questão de interesse nacional, sendo a resiliência entendida não só como manter infraestruturas, mas como antecipar a procura, adaptar a oferta, coordenar modos, comunicar com os utilizadores e assegurar alternativas, com base em dados, tecnologia e compreensão dos comportamentos e limitações das pessoas.

Capacidade nacional e oportunidade de consolidação

Portugal tem competências complementares em transportes, sistemas inteligentes, IA, ciência de dados, otimização, engenharia de serviços, interação pessoa-sistema, acessibilidade e sustentabilidade, distribuídas por instituições, empresas, operadores e entidades públicas, com projetos nacionais e europeus e soluções reais. O desafio é **consolidar e articular competências dispersas** e criar massa crítica; a diversidade de cidades, redes e operadores oferece uma base de teste e uma trajetória credível para uma posição internacional mais forte.

Uma falha de mercado e de articulação

Os benefícios distribuem-se por cidadãos, operadores, municípios, autoridades e empresas, mas os custos de desenvolvimento e experimentação recaem sobre poucos, desincentivando investimento de retorno incerto ou de longo prazo. Há ainda uma **falha de articulação**: com múltiplos modos, operadores, níveis de governação, plataformas e fontes de dados, uma solução avançada pode não gerar valor sem interoperabilidade, partilha de dados, alinhamento entre entidades e integração nos processos existentes. São, por isso, necessários ambientes de experimentação, acesso a dados, envolvimento

precoce dos utilizadores e mecanismos de articulação entre Autoridades de Transportes, operadores, municípios e empresas, sem centralizar competências.

Possibilidade de uma aposta seletiva

A estratégia deverá ser seletiva: integrar ciência, tecnologias digitais e IA com conhecimento sobre pessoas, território e operação, validar em contexto real e gerar serviços, processos e tecnologias escaláveis, de forma complementar, e não concorrente, a outros países em veículos, componentes ou grandes infraestruturas, tendo uma **posição própria na cadeia de valor**, da compreensão das necessidades à conceção, integração, experimentação, avaliação e adoção.

Adicionalidade

A IA, sensores, conectividade, robótica ou *digital twins* são habilitadoras, e energia e descarbonização podem ter agendas próprias; o que distingue esta proposta é o problema societal e económico que organiza essas tecnologias: **garantir sistemas de mobilidade que funcionem para as pessoas e para os territórios**. A unidade de inovação passa a ser a capacidade do sistema de proporcionar mobilidade acessível, eficiente, sustentável, segura e resiliente, perspetiva sistémica ausente quando cada tecnologia, modo ou infraestrutura é tratado isoladamente.

1.3. Definição e fronteiras

O domínio compreende a I&I para conceber, integrar, operar e transformar sistemas de mobilidade urbana tendo as necessidades, capacidades, comportamentos, experiências e bem-estar das pessoas como critérios de desempenho, num sistema onde interagem pessoas, modos, infraestruturas, serviços, informação, território, operadores, autoridades e tecnologias. Inclui as deslocações e os sistemas que as suportam, como transporte público e multimodal, mobilidade ativa e partilhada, integração de serviços, e as dimensões físicas, digitais, informacionais e operacionais das viagens. **A fronteira é definida pelo problema de mobilidade e pelo impacto nas pessoas, e não pela tecnologia ou modo.**

Abrange modelação e previsão da procura, planeamento e otimização de redes e serviços, gestão adaptativa, apoio à decisão, integração multimodal, informação e interação com os utilizadores, acessibilidade e inclusão, segurança e resiliência, novos serviços e avaliação de impactos, bem como métodos e ferramentas para testar soluções em ambientes urbanos reais e apoiar a sua adoção e escala.

Tecnologias digitais. IA, ciência de dados, conectividade, IoT, robótica, sensores, posicionamento e digital twins são habilitadoras, mas não o objeto do domínio: a investigação fundamental nessas tecnologias permanece nos respetivos domínios e só é aqui abrangida quando formulada a partir de um problema de mobilidade urbana.

Energia e veículos. O foco não está em tecnologias de produção, armazenamento ou conversão de energia, mas nas decisões do sistema, como planear e gerir frotas, redes e serviços sob restrições

energéticas e ambientais. Veículos, componentes, materiais ou infraestruturas ficam fora do âmbito quando o objetivo principal é o próprio produto e não a sua integração no sistema de mobilidade urbana.

Urbanismo e território. A forma urbana e a localização de habitação, emprego e serviços são relevantes quando determinam padrões de mobilidade ou quando se investiga a relação território–mobilidade, incluindo o *Transit-Oriented Development* (TOD), que concentra habitação, emprego e serviços junto a interfaces e corredores de transporte coletivo, favorecendo a acessibilidade e reduzindo a dependência do transporte individual. O domínio pode desenvolver modelos de apoio à decisão para avaliar e otimizar esta relação, mas o planeamento urbano e o ordenamento do território enquanto objeto principal ficam fora.

Veículos autónomos e robótica. Perceção, controlo e navegação autónoma pertencem aos respetivos domínios tecnológicos; a integração no sistema urbano, a interação com outros modos e utilizadores, a aceitação, acessibilidade, segurança, operação e impacto, bem como a literacia, participação pública e construção de confiança, pertencem a este domínio. A experiência internacional da PAVE (*Partners for Automated Vehicle Education*) ilustra a importância de aproximar tecnologia, cidadãos e decisores públicos para uma adoção informada e centrada nas pessoas.

Regra de fronteira. Um tema pertence a este domínio quando a principal questão de I&I é melhorar a forma como as pessoas se deslocam e como o sistema responde às suas necessidades; pertence a outro quando a mobilidade é sobretudo contexto de aplicação de uma tecnologia desenvolvida independentemente. Em casos mistos, prevalece o principal desafio científico ou societal, reconhecendo explicitamente as interdependências e evitando duplicar prioridades. Preserva-se assim a natureza sistémica da área, sem que “mobilidade urbana” se torne um rótulo para todas as tecnologias aplicáveis às cidades.

Tecnologias críticas habilitadoras: IA e aprendizagem automática; ciência de dados e análise preditiva; otimização e investigação operacional; sistemas de transporte inteligentes; sensores e IoT; conectividade e comunicações avançadas; localização e informação em tempo real; digital twins e simulação; realidade virtual e aumentada para avaliação e participação; interfaces pessoa-sistema; tecnologias de acessibilidade e assistência; robótica e automação; e plataformas de integração de serviços. A sua relevância depende do contributo para sistemas mais centrados nas pessoas, e não da tecnologia em si.

2. Prioridades e desafios a dez anos

Propõem-se quatro prioridades temáticas interdependentes e uma quinta capacidade, transversal:

- **Prioridade 1:** Mobilidade inclusiva e acessível centrada nas pessoas;
- **Prioridade 2:** Sistemas de mobilidade inteligentes, preditivos e adaptativos;
- **Prioridade 3:** Integração multimodal e novos serviços de mobilidade;
- **Prioridade 4:** Sistemas de mobilidade sustentáveis, eficientes e resilientes;

- **Prioridade 5:** Experimentação, demonstração e transição para a escala. Testar e validar soluções em ambientes urbanos reais com cidadãos, municípios, autoridades, operadores e empresas e transformá-las em soluções adotadas e replicáveis, apoiadas por **ambientes regulatórios e de experimentação adequados**, incluindo as **Zonas Livres Tecnológicas (ZLT)** e os testes de condução automática e conectividade em via pública introduzidos pelo **Decreto-Lei n.º 113/2026, de 8 de junho**.

Onde se perde valor: uma solução tecnicamente viável não garante utilização ou escala. Acesso a dados, interoperabilidade, modelos de negócio, contratação pública, regulação, competências de integração, aceitação pelos utilizadores e capacidade institucional devem ser tratados desde o início, através de experimentação e demonstração.

O que fica de fora: competir em toda a cadeia de veículos, componentes, infraestruturas ou tecnologias digitais de base onde a escala ou a posição internacional não justifiquem liderança.

As prioridades desdobram-se em desafios que definem problemas de mobilidade, e não tecnologias, deixando em aberto os métodos e competências mais adequados. A Tabela 1 sintetiza-os como primeira agenda para concentrar competências, formar parcerias e identificar oportunidades de experimentação e transferência; detalham-se de seguida alguns deles.

Tabela 1. Prioridades estratégicas e desafios prioritários de investigação e inovação para a mobilidade urbana centrada nas pessoas.

Prioridade	Desafios de I&I
1 – Mobilidade inclusiva e acessível	Navegação acessível porta-a-porta , planeando e acompanhando viagens face a limitações de mobilidade, visão, audição ou compreensão, com identificação em tempo real de barreiras físicas, operacionais e digitais e das alternativas; acessibilidade dinâmica de estações, paragens, interfaces e veículos (elevadores, desníveis, obstáculos, lotação), monitorizada e integrada na informação e na operação; avaliação de acessibilidade de interfaces e informação de transporte; informação, orientação e interfaces adaptadas às capacidades e preferências do utilizador, com assistência em transbordos para pessoas com mobilidade reduzida e apoio a utilizadores menos familiarizados com o digital; avaliação participada da inclusão e equidade, combinando dados quantitativos com focus groups, entrevistas, observação e cocriação e medindo impactos na segurança, autonomia e experiência de viagem; avaliação de acessibilidade de estações, interfaces e percursos antes da intervenção física
2 – Sistemas inteligentes, preditivos e adaptativos	Previsão de procura por local, modo, linha/paragem e faixa horária, integrando diferentes fontes de dados e incorporando eventos, meteorologia, alterações da rede e atividade urbana; identificação de padrões e perfis de deslocação, mudanças de comportamento e procura não satisfeita; adaptação dinâmica da oferta (frequência, capacidade, veículos e motoristas, prioridade, informação ao passageiro) perante variações de procura ou indisponibilidade de recursos; gestão preditiva de perturbações: deteção antecipada, estimativa de impactos, respostas coordenadas entre modos e operadores e reconfiguração da oferta perante incidentes/eventos (ex.: Mundial de Futebol de 2030), reduzindo o tempo de recuperação; previsão de ocupação e congestionamento; apoio à decisão para operadores e autoridades, integrando previsão, simulação, otimização e análise de cenários (ex.: impacto de uma perturbação numa linha, reorganização da rede); otimização conjunta de diferentes modos.
3 – Integração multimodal e novos serviços	Planeamento de viagens multimodais porta-a-porta em tempo real (transporte público, caminhada, bicicleta, micromobilidade e transporte partilhado), atualizado segundo o estado da rede, preferências, acessibilidade, custo, tempo e impacto ambiental; integração operacional entre modos e operadores (informação, sincronização de horários, gestão de interfaces, coordenação de ligações) para reduzir a incerteza nos transbordos; bilhética/pagamento multimodal para planejar, reservar, pagar e acompanhar viagens, com integração tarifária, tarifários flexíveis, modelos de negócio e repartição de receitas entre operadores; hubs multimodais inteligentes; first/last mile e transporte a pedido, com

Prioridade	Desafios de I&I
	modelos de dimensionamento que equilibrem cobertura, qualidade e sustentabilidade económica; MaaS adaptado a diferentes perfis de utilizador
4 – Mobilidade sustentável, eficiente e resiliente	Otimização conjunta de operação e energia (frotas elétricas, carregamento, horários, afetação de veículos), para que a eletrificação não seja mera substituição tecnológica; simulação ex-ante de cenários de transformação modal, políticas e investimentos (oferta, zonas de acesso condicionado, infraestruturas cicláveis, estacionamento, tarifários) e dos seus efeitos na procura, congestionamento, emissões, acessibilidade, custos e equidade; planeamento integrado território-mobilidade : efeito do uso do solo e da localização de habitação, emprego e serviços na acessibilidade e na dependência do automóvel; resiliência : vulnerabilidade e interdependências das redes perante cheias, incêndios, ondas de calor, falhas energéticas, acidentes e ameaças físicas, cibernéticas e híbridas; continuidade dos serviços e proteção de infraestruturas críticas, com potencial dual-use (emergência, mobilidade militar); gestão de corredores prioritários; avaliação conjunta de emissões, custos, acessibilidade e nível de serviço

2.1. Ponto de partida de Portugal

Portugal tem décadas de competências em transportes, investigação operacional, apoio à decisão, IA, ciência de dados, sistemas de informação, telecomunicações, interação pessoa-sistema, acessibilidade, sustentabilidade e engenharia de serviços, com evidência de desenvolvimento tecnológico, experimentação real e colaboração com municípios, operadores e empresas.

Sistemas inteligentes e apoio à decisão: Competências em previsão da procura, otimização de redes e frotas, gestão de serviços, mobilidade partilhada e integração de dados, aplicáveis também à relação bidirecional entre localização de habitação, emprego, serviços e infraestruturas e a mobilidade.

Integração de dados e interoperabilidade: infraestrutura de integração de dados de transporte público, estacionamento inteligente e mobilidade partilhada, com mecanismos de interoperabilidade entre pontos de acesso municipais, intermunicipais, metropolitanos e nacionais para suportar serviços em tempo real.

Transferência para serviços reais; A bilhética móvel **Anda** (NFC e Bluetooth Low Energy), desenvolvida para a Área Metropolitana do Porto, passou de protótipo a serviço de pagamento móvel de transporte público disponível desde 2018 e usado diariamente por milhares de cidadãos, com experimentação com passageiros reais e produção de conhecimento sobre o desenho de bilhética móvel.

Acessibilidade e inclusão: abordagem centrada na experiência e nas necessidades dos utilizadores, para melhorar a acessibilidade nos transportes públicos para além das barreiras físicas, como informação, sinalização, tarifas, interfaces, pontos de contacto e configuração das infraestruturas, evoluindo do cumprimento de requisitos físicos para uma.

Mobilidade ativa: diversidade de comportamentos a considerar em políticas e serviços, decorrente da caracterização e clustering de diferentes grupos de utilizadores em centros urbanos.

Eletrificação e energia: capacidade instalada no que respeita a mobilidade elétrica, nomeadamente no desenvolvimento e comercialização de carregadores residenciais e públicos, estratégias e ferramentas

de gestão ativa do seu consumo e desenvolvimento de novos serviços de energia e flexibilidade. Existência de infraestruturas laboratoriais de apoio ao desenvolvimento de novos produtos e soluções, como o Laboratório de Redes Elétricas Inteligentes e Veículos Elétricos (*X-Energy*), assim como laboratórios de apoio à certificação de novos produtos.

Agendas mobilizadoras. A agenda **NEXUS** (Pacto de Inovação para a Transição Verde e Digital para Transportes, Logística e Mobilidade; €64,77 milhões) visa desenvolver, demonstrar e iniciar a valorização de produtos e serviços com potencial de exportação; a **Route 25** (€34,95 milhões) visa colocar Portugal na vanguarda das tecnologias de transporte inteligente e inclusivo, nomeadamente mobilidade autónoma, inteligente, interoperável e inclusiva, e criar novas cadeias de valor no país; a agenda ATE, incluiu o desenvolvimento de produtos para a gestão inteligente de veículos elétricos, visa o reforço da competitividade e resiliência das empresas do setor energético, colocando Portugal na liderança da descarbonização e potenciando uma efetiva transição energética.

Experimentação em contexto real. O **Porto Living Lab**, no âmbito do *Centre of Competence in Future Cities*, integrou infraestruturas de experimentação em mobilidade, redes de sensores, comunicações e recolha participativa de dados;

Contudo, a capacidade está mais desenvolvida em componentes e projetos do que como sistema integrado: as competências estão dispersas e projetos de grande dimensão não garantem uma cadeia contínua entre investigação, desenvolvimento, experimentação, contratação, adoção e replicação. Há quatro lacunas:

Agregação de massa crítica: faltam mecanismos para trabalhar continuamente sobre desafios comuns, partilhar infraestruturas e dados e formar equipas multidisciplinares para todo o ciclo de inovação; a fragmentação dificulta acumular conhecimento entre projetos e transformar demonstradores em capacidades permanentes.

Da demonstração à escala: a replicação para outros territórios, operadores e contextos depende de fatores além da maturidade tecnológica; interoperabilidade, dados, modelos de negócio, contratação pública, regulação, competências dos adotantes, aceitação e integração com sistemas existentes.

Avaliação integrada e centrada nas pessoas: falta consolidar metodologias multicritério (desempenho operacional, experiência do utilizador, acessibilidade, equidade, sustentabilidade, segurança, resiliência, impacto económico) com acompanhamento ao longo do tempo.

Internacionalização e valorização: as agendas mobilizadoras orientam-se para a exportação, mas uma posição internacional exige transformar experiências dispersas numa proposta de valor reconhecível, assente menos na produção de todas as tecnologias e mais na integração de tecnologias, conhecimento e serviços testados com utilizadores em ambientes urbanos reais.

O ponto de partida é, assim, uma base relevante, diversificada e com transferência real, mas pouco integrada e escalada. A próxima década deverá ligar ciência, tecnologia, experimentação e adoção,

articulando centros de I&I, empresas, municípios, autoridades, operadores e utilizadores, com infraestruturas de experimentação, acesso a dados e financiamento com continuidade para além dos projetos. **É esta capacidade de integração, e não a acumulação de tecnologias, a principal vantagem competitiva de Portugal.**

2.2. Posições portuguesas a avaliar

A oportunidade está em posições de maior valor acrescentado na integração de conhecimento, tecnologias, serviços e atores, onde o valor resulta da articulação com comportamentos, territórios, operadores, infraestruturas e governação, sem replicar capacidades industriais já consolidadas. Destacam-se quatro posições:

- **Sistemas integrados de mobilidade orientados por dados**, combinando informação de diferentes modos, operadores e fontes para planeamento, operação e decisão, com base nas competências em otimização, sistemas inteligentes, integração de dados, informação ao passageiro e plataformas, e em experiências empresariais de bilhética interoperável e plataformas urbanas.
- **Mobilidade inclusiva e centrada na experiência das pessoas**, para além da acessibilidade física e regulamentar, incorporando necessidades, perceções, comportamentos e capacidades no desenho e avaliação dos serviços, com base no trabalho nacional sobre barreiras físicas e não físicas, simulação, realidade virtual e cocriação com utilizadores.
- **Experimentação e validação em contexto urbano real**, tirando partido da dimensão e diversidade das cidades e do envolvimento de municípios, comunidades intermunicipais, operadores e empresas para testar soluções antes de mercados de maior escala, como mostram o Quadrilátero Urbano, os pilotos de plataformas urbanas e as agendas mobilizadoras.
- **Transformação de resultados em soluções interoperáveis e escaláveis**, combinando competências científicas com empresas experientes em plataformas, integração de sistemas, serviços de mobilidade, bilhética interoperável, plataformas urbanas baseadas em dados e interfaces abertas.

A vantagem estará na combinação de **(i) inteligência e decisão baseada em dados, (ii) integração multimodal e interoperabilidade, (iii) desenho e avaliação de serviços centrados nas pessoas e (iv) experimentação em ambientes urbanos reais**, mais difícil de replicar do que qualquer algoritmo, sensor, veículo ou plataforma e uma posição própria nas cadeias europeias de inovação.

2.3. Rota até à escala

A adoção exige articular municípios, autoridades, operadores, empresas, utilizadores e reguladores num sistema com múltiplos modos, fornecedores e modelos de exploração. O Minho *Access Point*, as

plataformas de mobilidade e a agenda Route 25 provam a capacidade de articulação; falta passar a soluções repetíveis, interoperáveis e escaláveis.

Sistemas de mobilidade inteligentes, preditivos e adaptativos

Adotantes: autoridades, municípios, comunidades intermunicipais e operadores (planear redes, prever procura, gerir perturbações, otimizar recursos); empresas tecnológicas como integradoras; cidadãos como beneficiários. **2027–2030:** casos de uso mensuráveis, como previsão de procura, gestão dinâmica da oferta, informação em tempo real, apoio à decisão, otimização, em territórios representativos. **Após 2030:** a escala dependerá menos dos algoritmos e mais da qualidade dos dados, interoperabilidade, integração com sistemas operacionais, confiança dos decisores e capacidade de contratação, exigindo arquiteturas reutilizáveis e modelos transferíveis.

Mobilidade inclusiva, acessível e centrada nas pessoas

Adotantes: municípios, autoridades, operadores, gestores de infraestruturas e fornecedores de serviços; beneficiária: toda a população, em especial quem enfrenta mais barreiras. Começa-se por ferramentas de diagnóstico, desenho e avaliação e evolui-se para soluções incorporadas em sistemas, interfaces, informação ao passageiro e infraestruturas. **2027–2030:** demonstrar ganhos em acessibilidade, usabilidade, satisfação e utilização. **Após 2030:** métodos e critérios incorporados na conceção, contratação e avaliação de serviços. As barreiras são métricas comuns, evidência de impacto, participação e capacidade institucional, onde a experiência portuguesa em acessibilidade e cocriação pode diferenciar.

Integração multimodal e novos serviços de mobilidade

Mercado: autoridades, operadores, fornecedores de plataformas e, progressivamente, operadores de mobilidade partilhada; utilizador final: o cidadão. Primeira fase: informação, planeamento de viagens, pagamento e bilhética e primeira/última milha, já possíveis, como mostram as plataformas MaaS nacionais, mas dependentes de condições institucionais e de mercado. **Até 2030:** casos multimodais com valor comprovado, sem soluções isoladas por cidade. A escala exige interoperabilidade, normalização de dados e interfaces, modelos de negócio, regras de partilha de dados e acordos entre operadores, benefícios demonstrados (mais transporte coletivo e modos sustentáveis, menos automóvel, melhor acessibilidade, viagens mais simples) e componentes reutilizáveis noutros territórios.

Sistemas de mobilidade sustentáveis, eficientes e resilientes

Adotantes: municípios, autoridades, operadores e gestores de infraestruturas e, na interface com sistemas energéticos, empresas de energia, mobilidade e logística. Não se visam tecnologias energéticas de base, mas decisões que conjuguem eficiência, emissões, energia, capacidade, perturbações e necessidades. **2027–2030:** demonstrações de apoio a decisões concretas (frotas, carregamento, oferta, incidentes, cenários). **Após 2030:** integração nos sistemas de planeamento e operação, com benefícios económicos e ambientais claros e continuidade operacional após o financiamento público.

Da demonstração à escala: uma condição transversal

A condição transversal é **reduzir a distância entre demonstração e adoção sistémica**. O primeiro caso de uso deve ter adotante identificado, dados, capacidade de integração e replicabilidade, e cada demonstrador um plano de exploração e escala desde o início: quem adquire ou opera, utilizadores e beneficiários, necessidades e barreiras (identificadas com focus groups, entrevistas, observação e cocriação), requisitos regulamentares e de interoperabilidade, modelo de negócio ou financiamento, indicadores de valor e territórios de replicação. A validação deve abranger desempenho técnico e operacional, utilidade, acessibilidade, aceitação e impacto na experiência.

Sequência recomendada: compreender necessidades e barreiras → cocriar soluções → protótipo → demonstração em contexto real → avaliação de impacto → primeira adoção → replicação noutros territórios → internacionalização, em linha com a orientação europeia para soluções próximas do mercado, em que a demonstração real e a viabilidade comercial condicionam a passagem à escala.

2027–2030 será de demonstração, validação e criação de condições de adoção; 2030–2036, de replicação, normalização, integração e internacionalização. O sucesso mede-se por soluções utilizadas e exportadas ou integradas em cadeias de valor europeias, e não pelo número de protótipos.

A decisão central é fazer dos territórios portugueses **primeiros mercados e ambientes de referência**, e não apenas locais de teste. Sem esta infraestrutura, Portugal continuará a produzir protótipos de qualidade sem capturar o seu valor económico, científico e social.

2.4. Seleção e decisões estratégicas

A decisão central é posicionar Portugal na conceção, integração, experimentação e escala de sistemas centrados nas pessoas, com tecnologia nacional onde há massa crítica e cooperação europeia onde a escala a excede, através de quatro decisões:

1. Liderar na integração de sistemas e na mobilidade centrada nas pessoas, combinando IA, ciência de dados, otimização, sistemas de transporte, engenharia de serviços, interação pessoa-sistema, acessibilidade e comportamento para conceber, avaliar e demonstrar soluções multimodais, adaptativas e inclusivas.

2. Construir capacidade própria em experimentação, validação e escala, como capacidade permanente: ambientes de teste, infraestruturas de demonstração, dados interoperáveis, avaliação de impacto e colaboração entre investigação, municípios, autoridades, operadores e empresas, do protótipo à replicação, fazendo da dimensão limitada do mercado uma vantagem para testar antes de internacionalizar.

3. Capacidade seletiva nas tecnologias críticas e cooperação europeia nas restantes: reforçar IA e ciência de dados aplicadas, otimização e apoio à decisão, sistemas inteligentes de transporte, interoperabilidade, modelação e simulação, interação pessoa-sistema e acessibilidade; nas tecnologias

de elevada escala industrial, participar, integrar e influenciar em consórcios europeus, contribuindo com integração, demonstração e validação urbana.

4. Não competir sem vantagem comparativa: semicondutores, sensores especializados, plataformas digitais globais, hardware de veículos autónomos, componentes de eletrónica e telecomunicações (salvo nichos comprovados) ou toda a cadeia da eletrificação, armazenamento e condução autónoma; aqui, integrar, adaptar e validar, garantindo interoperabilidade e segurança.

Prioridades selecionadas

As quatro prioridades selecionadas, interdependentes, e o respetivo posicionamento estratégico constam da Tabela 2.

Tabela 2. Prioridades de I&I propostas para a mobilidade urbana centrada nas pessoas e posicionamento estratégico de Portugal

Prioridade	Decisão estratégica	Posição pretendida
Mobilidade inclusiva e acessível centrada nas pessoas	Liderar	Criar conhecimento, métodos e soluções diferenciadoras para incorporar necessidades, capacidades, comportamentos e experiência dos utilizadores no sistema de mobilidade.
Sistemas de mobilidade inteligentes, preditivos e adaptativos	Liderar + construir capacidade própria	Desenvolver competências nacionais em dados, IA, otimização, modelação e apoio à decisão aplicadas a problemas reais de planeamento e operação.
Integração multimodal e novos serviços de mobilidade	Liderar + construir capacidade de integração	Criar soluções interoperáveis que articulem modos, operadores, informação, pagamento e serviços, com capacidade de replicação nacional e internacional.
Mobilidade sustentável, eficiente e resiliente	Construir capacidade própria + cooperação europeia	Integrar sustentabilidade, energia, eficiência e resiliência nas decisões de mobilidade, evitando duplicar competências tecnológicas de base que Portugal não necessita de dominar autonomamente.

A experimentação, demonstração e transição para a escala não é uma quinta prioridade autónoma, mas uma **capacidade transversal obrigatória**: cada linha deve demonstrar desde o início quem poderá adotar a solução, em que contexto será testada, com que indicadores de valor e em que condições será replicada.

Prioridades consideradas e não selecionadas

Foram consideradas, mas não propostas como prioridades autónomas, as seguintes áreas:

Condução autónoma e veículos conectados: elevado potencial, mas a aposta deve concentrar-se onde há maior adicionalidade, nomeadamente integração urbana, interação com utilizadores e infraestruturas, segurança, acessibilidade, aceitação, operação e impactos; perceção, controlo e condução autónoma apenas através de nichos de excelência e cooperação internacional.

Eletrificação e tecnologias energéticas: essenciais, mas sem justificar agenda autónoma nesta iniciativa; explora-se a interface energia–mobilidade (carregamento, gestão de frotas, integração com redes, otimização, resiliência), articulada com as competências nacionais e europeias em energia.

Logística urbana e mercadorias: não excluídas, quando contribuam para o uso eficiente do espaço urbano, a redução de congestionamento e emissões e a coordenação entre pessoas e mercadorias; uma agenda autónoma ultrapassaria o foco da proposta.

Infraestruturas físicas, engenharia convencional de redes e material circulante: indispensáveis, mas a diferenciação está na forma como infraestruturas, serviços, tecnologias e utilizadores são integrados e geridos.

Tecnologias digitais genéricas (IA, IoT, computação em nuvem, gémeos digitais, realidade aumentada): habilitadoras, a mobilizar para desafios concretos, evitando fragmentar a agenda em torno de tecnologias com ciclos mais rápidos do que os da transformação dos sistemas urbanos.

Decisão estratégica global

A escolha é **competir não pela tecnologia isolada, mas pela capacidade de a transformar em melhores sistemas de mobilidade**, concentrando o investimento público nas interfaces entre tecnologia, pessoas, serviços, território e operação. Até 2036, Portugal deverá ter uma posição reconhecida nas cadeias europeias de inovação, com centros de I&I de conhecimento distintivo, empresas que o transformam em produtos e cidades e operadores como primeiros adotantes. A avaliação periódica reforçará linhas com massa crítica, adoção e internacionalização, redirecionará as que falhem e descontinuará as sem vantagem comparativa.

3. Valor acrescentado e contributo para o país e autonomia após cinco anos

Científico: uma comunidade interdisciplinar (transportes, dados e IA, otimização, interação pessoa-sistema, acessibilidade, sustentabilidade, comportamento, desenho de serviços) que produza conhecimento sobre previsão e apoio à decisão, avaliação de acessibilidade e experiência, integração multimodal, operação adaptativa e experimentação real.

Inovação: empresas com produtos e serviços de maior valor acrescentado e exportáveis, integrando tecnologias e conhecimento em soluções completas; municípios, autoridades e operadores como primeiros utilizadores reduzem risco, geram referências e abrem mercados europeus.

Sustentabilidade: uso mais eficiente de recursos, menos emissões e dependência do transporte individual, maior eficiência operacional e adaptação a perturbações, em linha com as prioridades de mobilidade urbana sustentável e descarbonização do Portugal 2030.

Território: investigação adaptada a áreas metropolitanas, cidades médias, territórios de baixa densidade e contextos intermunicipais, evitando a concentração nos maiores centros; os programas nacionais e regionais de apoio à mobilidade urbana sustentável permitem articular I&I com investimento territorial e acelerar a adoção.

Sociedade: mobilidade mais acessível, inclusiva e segura, avaliada pela capacidade efetiva de diferentes grupos acederem a emprego, educação, saúde e serviços, sendo crucial face ao envelhecimento, à transformação digital e à diversidade de necessidades.

Autonomia e sustentabilidade após cinco anos

Autonomia não significa eliminar o financiamento público, necessário para investigação de maior risco e infraestruturas coletivas, mas **garantir em cinco anos que uma parte crescente do desenvolvimento, demonstração e exploração seja suportada por mercado, investimento empresarial e financiamento europeu competitivo**. Cada prioridade terá desde o início uma estratégia de exploração (compradores, utilizadores, parceiros industriais, propriedade intelectual, integração, financiamento posterior): soluções de mercado evoluem para contratos de desenvolvimento, licenciamento, serviços tecnológicos, criação ou crescimento de empresas e integração em produtos existentes; soluções públicas, para contratação pública, prestação de serviços ou investimento regular das entidades de mobilidade.

A segunda fonte é o **financiamento europeu**: usar os demonstradores em consórcios, Horizon Europe (com eixo de clima, energia e mobilidade), EIT Urban Mobility e a missão para cidades climaticamente neutras, que usa as cidades como ambientes de experimentação. Ao fim de cinco anos, deverão coexistir financiamento europeu, investimento empresarial, receitas de serviços e contratos públicos e privados, deixando o financiamento público de ser a principal fonte para soluções validadas.

Indicadores: soluções adotadas além do primeiro demonstrador; receitas; investimento privado; financiamento europeu; contratos de exploração e licenciamento; empresas criadas e em crescimento; cidades e operadores utilizadores; participação em cadeias de valor internacionais. A Tabela 3 sintetiza valor acrescentado, financiamento e condições de transição.

Tabela 3. Valor acrescentado e contributos para o país, fontes de financiamento e condições para a autonomia após cinco anos

Valor acrescentado e contributos para o país e autonomia após cinco anos	Tipologias de financiamento	Condições para a transição
Conhecimento científico: competências interdisciplinares em mobilidade centrada nas pessoas, sistemas inteligentes, acessibilidade, dados, otimização e sustentabilidade.	FCT; Horizon Europe; projetos exploratórios; ERC/MSCA; programas nacionais de I&I.	Massa crítica científica; agendas de investigação de longo prazo; produção científica de excelência; formação avançada e atração de talento.
Tecnologia e inovação: métodos, software, plataformas e serviços reutilizáveis e internacionalizáveis.	Portugal 2030; PRR/Agendas Mobilizadoras quando aplicável; ANI; Horizon Europe; investimento empresarial.	Propriedade intelectual adequada; interoperabilidade; TRL crescente; parceiros industriais; identificação precoce do mercado.
Experimentação e demonstração: ambientes urbanos para testar, avaliar e comparar soluções em condições reais.	Financiamento público nacional e regional; Horizon Europe; EIT Urban Mobility; investimento de municípios, operadores e empresas.	Primeiro adotante identificado; acesso a dados; infraestruturas de teste; métricas de impacto; plano de replicação.
Adoção por cidades e operadores: demonstradores convertidos em	Contratação pública; procurement de inovação;	Evidência de benefício; custos de ciclo de vida conhecidos; interoperabilidade;

Valor acrescentado e contributos para o país e autonomia após cinco anos	Tipologias de financiamento	Condições para a transição
soluções usadas na operação e no planeamento.	investimento dos operadores e autoridades; Portugal 2030.	modelos de contratação adequados; capacidade técnica do adotante.
Competitividade empresarial: produtos e serviços exportáveis e maior valor acrescentado nas empresas.	Capital privado; investimento empresarial; EIC; fundos de inovação; venture capital; contratos comerciais.	Modelo de negócio validado; clientes de referência; escalabilidade; propriedade intelectual; capacidade comercial e internacional.
Internacionalização: empresas e centros em cadeias de valor europeias e replicação noutros territórios.	Horizon Europe; EIT Urban Mobility; programas de cooperação territorial; contratos internacionais; investimento privado.	Referências nacionais; soluções interoperáveis; certificação/normalização quando necessária; parceiros internacionais; capacidade de suporte pós-venda.
Impacto social e territorial: acessibilidade, inclusão, qualidade do serviço e coesão, incluindo cidades médias e territórios de menor densidade.	Fundos de coesão; programas regionais; financiamento municipal e intermunicipal; programas europeus.	Indicadores de impacto social; participação dos utilizadores; integração nos instrumentos de planeamento; continuidade institucional.
Sustentabilidade: menos emissões e uso eficiente de recursos, via planeamento, operação, integração multimodal e gestão da procura.	Portugal 2030; Sustentável 2030; Horizon Europe; investimento de operadores e municípios.	Demonstração quantitativa dos benefícios ambientais e económicos; integração nas decisões de investimento e operação.

A transição será gradual e diferenciada: ciência e infraestruturas coletivas mantêm financiamento público; soluções maduras migram para empresas, contratação pública ou mercado. Ao quinto ano espera-se, não a autossuficiência, mas um **ciclo de inovação autónomo e cumulativo**, nomeadamente investigação que gera ativos, demonstradores que reduzem risco, adotantes que geram referências e receitas, empresas que escalam e participação europeia que traz mercados e financiamento, com o financiamento público como catalisador e não como sustentação permanente.