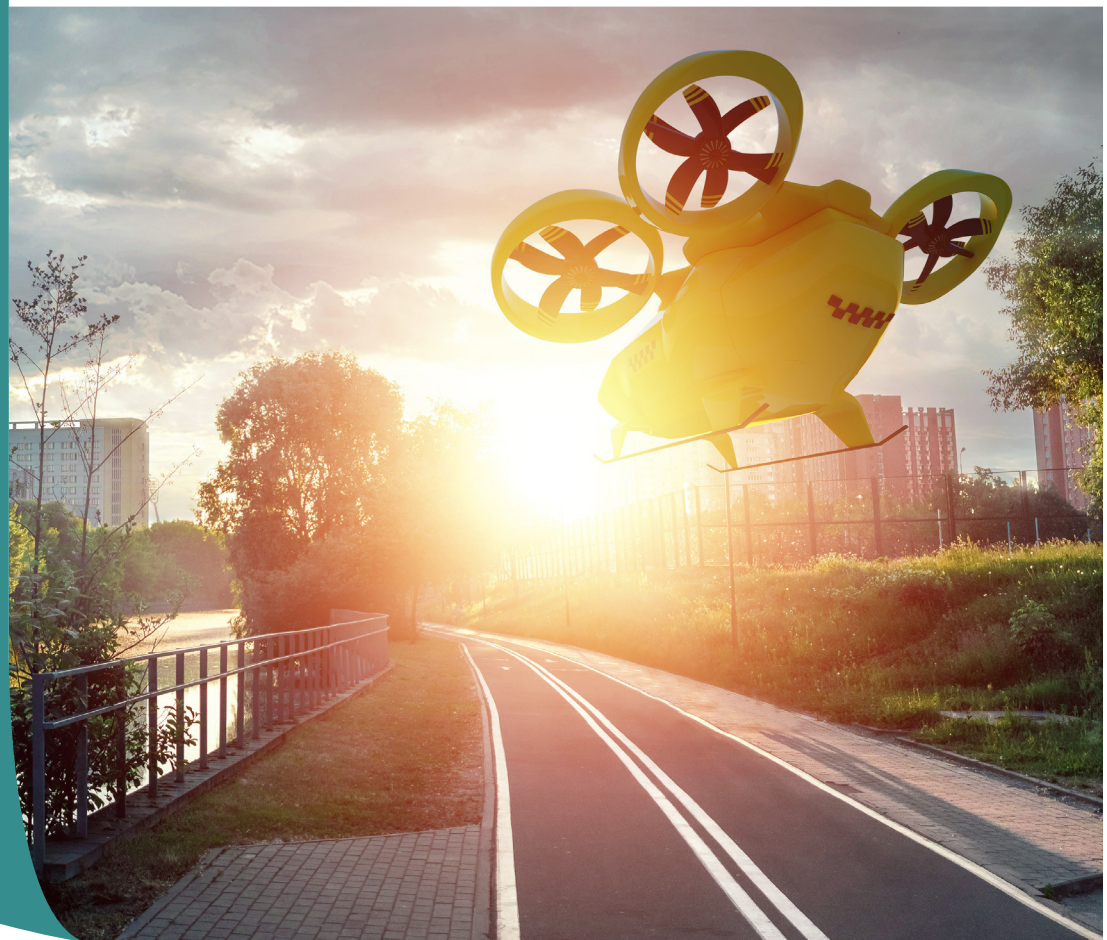




ACCEPTANCE SAFETY AND SUSTAINABILITY  
RECOMMENDATIONS FOR EFFICIENT  
DEPLOYMENT OF UAM

# UAM FORESIGHT SCENARIOS

## KNOWLEDGE GUIDANCE



ASSURED-UAM has received funding from the European Union's Horizon 2020 programme under Grant Agreement 101006696.



ASSURED-UAM is a project under the CIVITAS Initiative, one of the flagship programmes helping the European Commission achieve its ambitious mobility and transport goals.

**Informações sobre este folheto:**

Este folheto contém os resultados mais relevantes do H2020 ASSURED-UAM em termos de regulamentação e recomendações para a futura implementação do UAM.

Como citá-lo:

ASSURED-UAM (2023). UAM Foresight scenarios. Knowledge Guidance (Portuguese version). DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7775070>. Disponível em [www.assured-uam.eu/uam-foresight-scenarios-knowledge-guidance-brochure/](http://www.assured-uam.eu/uam-foresight-scenarios-knowledge-guidance-brochure/).

**Agradecimentos:**

O projeto ASSURED-UAM é financiado pelo programa Horizon 2020 da União Europeia sob o Contrato n.º 101006696. O projeto ASSURED-UAM faz parte da iniciativa CIVITAS, um dos principais programas que ajudam a Comissão Europeia a atingir seus ambiciosos objetivos em termos de mobilidade e transporte.

Isenção de responsabilidade:

A informação contida neste documento constitui a opinião dos membros de ASSURED-UAM à data da sua publicação, não devendo ser considerada uma representação da visão do CINEA ou da Comissão Europeia.

**Direitos autorais:**

Copyright © Associados do Consórcio ASSURED-UAM 2023 Todos os direitos reservados. ASSURED-UAM é um projeto Horizonte 2020 financiado pela União Europeia ao abrigo do contrato de subvenção n.º 101006696. Para mais informações sobre o projeto, os seus parceiros e colaboradores, visite o website [www.assured-uam.eu](http://www.assured-uam.eu). A reprodução e disseminação de cópias exatas deste documento que incluem este aviso de direitos autorais são permitidas, mas modificações não são permitidas. As imagens que aparecem neste documento pertencem às organizações ou pessoas mencionadas. A reprodução e expansão do conteúdo deste documento é autorizada. A versão final deste documento deve ser regida por uma licença Creative Commons CC BY-NC-SA 4.0 (Atribuição-Uso Comercial-Compartilhualgal 4.0 Internacional). O uso desta publicação é permitido nas seguintes condições:

- » Atribuição: O documento deve ser citado conforme especificado acima. Além disso, um link para a licença deve ser incluído e as alterações feitas devem ser indicadas. Isso pode ser feito de qualquer maneira razoável, desde que não sugira que o licenciante endosse você ou seu uso do documento.
- » Uso comercial: Este material não foi desenvolvido para fins comerciais.
- » Licença ShareAlike: Caso o material seja mixado, modificado ou ampliado, as contribuições devem ser distribuídas sob a mesma licença do original.
- » Restrições adicionais: Não serão aplicados termos legais ou meios tecnológicos que restrinjam legalmente terceiros de exercerem seus direitos sob a licença.

Para obter mais informações, visite <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>. Pode consultar as condições legais da licença em <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode>

**Contacto:**

Coordenador do projeto: Bartosz Dziugiel. E-mail: [bartosz.dziugiel@ilot.lukasiewicz.gov.pl](mailto:bartosz.dziugiel@ilot.lukasiewicz.gov.pl)

Gerente de comunicação do projeto: Raffaella Russo. E-mail: [russo@issnova.eu](mailto:russo@issnova.eu)

Editor: ISSNOVA e-mail: [Institute@issnova.eu](mailto:Institute@issnova.eu)

Site do projeto: [www.assured-uam.eu](http://www.assured-uam.eu)

**Crédito das imagem\***

Capa: Aliaksandr Marko - [stock.adobe.com](http://stock.adobe.com)

página 4: phonlamaiphoto - [stock.adobe.com](http://stock.adobe.com)

página 5: designprojects - [stock.adobe.com](http://stock.adobe.com)

página 6: Es sarawuth - [shutterstock.com](http://shutterstock.com)

página 8: By Spielvogel - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=68340967>

página 9: By Mztourist - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=84237925>

página 14: tiero - [stock.adobe.com](http://stock.adobe.com)

página 15: Tatiana Shepeleva - [stock.adobe.com](http://stock.adobe.com)

página 16: Tatiana Shepeleva - [stock.adobe.com](http://stock.adobe.com)

página 17: Es sarawuth - [shutterstock.com](http://shutterstock.com)

página 19: By Raymar Laux - Volocopter GmbH, CC BY 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=103623055>

página 20: By Nikolay Kazakov - Volocopter GmbH, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=105514209>

página 21: kinwun - [stock.adobe.com](http://stock.adobe.com)

página 23: By SERU Film Produktion GmbH - Volocopter GmbH, CC BY 4.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=103623348>

Contracapa: Aliaksandr Marko - [stock.adobe.com](http://stock.adobe.com)

\* Todas as imagens licenciadas para ISSNOVA

Este documento é um resumo dos resultados do Projecto ASSURED-UAM, e está estruturado da seguinte forma:		Page
<b>1</b>	<b>ASSURED-UAM NUM RELANCE</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>O CONTEXTO DA UAM</b>	<b>5</b>
2.1	Tendências e previsões	5
2.2	Tecnologias como pilar	6
2.2.1	U-Space	6
2.2.2	Contexto tecnológico	7
2.3	Regulação Aérea	8
<b>3</b>	<b>SEGMENTO AÉREO COMO PARTE DA MOBILIDADE URBANA</b>	<b>10</b>
3.1	Intervenientes	10
3.2	Estratégias para a integração sustentável nas zonas urbanas	11
<b>4</b>	<b>UAM NO FUTURO PRÓXIMO</b>	<b>12</b>
4.1	Necessidades e expectativas de mobilidade e UAM	12
4.2	Cenário Base 2025	13
4.3	Cenário Intermediário 2030	13
4.4	Cenário Final 2035	13
<b>5</b>	<b>CIDADES-PILOTO ASSURED-UAM</b>	<b>15</b>
5.1	Área Metropolitana de Zagłębiowska Metropolia (GZM - Polónia) Górnośląsko	15
5.2	Região Metropolitana de Bari (MRB - Itália)	15
5.3	Área Metropolitana do Porto (AMP - Portugal)	15
<b>6</b>	<b>CASOS DE ESTUDO DO ASSURED-UAM</b>	<b>16</b>
6.1	UC 2025 1 – Entrega directa da última milha	17
6.2	UC 2025 2 – Serviços públicos ponto-a-ponto	17
6.3	UC 2030 3 – Entrega avançada da última milha	17
6.4	UC 2030 4 – Público ponto-a-ponto em qualquer lugar	18
6.5	UC 2035 5 – Transporte médico directo de pessoas	18
6.6	UC 2035 6 – aTransporte aéreo pessoal automático	18
6.7	Estimativa do custo ambiental e da energia para casos de utilização do ASSURED-UAM	18
<b>7</b>	<b>DESAFIOS À IMPLEMENTAÇÃO DOS SERVIÇOS UAM NA EUROPA</b>	<b>20</b>
7.1	Objectivos e expectativas das partes interessadas	20
7.2	Análise das partes interessadas do eLCC UAM	21
7.3	UAM como parte de um sistema de transporte multimodal e as suas oportunidades futuras	21
7.4	Aceitação social	22
7.5	Nível de acessibilidade de preços	23
7.6	Instrumentos de financiamento	24
<b>8</b>	<b>ASSURED-UAM CONHECIMENTOS ADQUIRIDOS EM CIDADES-PILOTO</b>	<b>24</b>
<b>9</b>	<b>RECURSOS DE APOIO</b>	<b>25</b>
<b>10</b>	<b>SIGLAS</b>	<b>25</b>

## 1 ASSURED-UAM NUM RELANCE

Em breve, os serviços de Mobilidade Aérea Urbana (UAM) serão uma realidade e com uma crescente implantação nas próximas décadas. O projecto ASSURED-UAM visa assegurar uma base de segurança, sustentabilidade e aceitabilidade robusta para o desenvolvimento da UAM. Para que a UAM seja um dos mais eficazes contribuintes para o transporte urbano neutro para o clima em 2050, o projecto:

- » Identifica tendências em áreas críticas.
- » Assegura um apoio amplo e abrangente à organização e definição de políticas para autoridades, legisladores, e organizações da indústria urbana.
- » Aloja e divulga as melhores práticas, normas, recomendações e soluções organizacionais da

aviação nas estruturas administrativas e legislativas da cidade.

- » Fornece recomendações para a integração de modos de transporte terrestre sob o Sistema de Gestão de Tráfego Aéreo do Espaço U.

ASSURED-UAM testou 6 cenários de casos de utilização, construídos dentro de 5, 10 e 15 anos, em três regiões diferentes, nas cidades da Área Metropolitana Górnośląsko-Zagłębiowska (região da Alta-Silésia na Polónia), Região Metropolitana de Bari (Itália) e Área Metropolitana do Porto (Portugal).





## 2 O CONTEXTO DA UAM

A definição do conceito de Mobilidade Aérea Urbana (UAM) ainda se encontra em construção. O UAM é interpretado como um serviço de transporte aéreo a pedido e automatizado de passageiros ou carga que permite o transporte porta-a-porta (D2D), ou quase D2D, de pessoas e mercadorias, utilizando aeronaves tripulados e não tripulados de diversas configurações dentro ou para áreas urbanas densamente povoadas.

### 2.1 TENDÊNCIAS E PREVISÕES

A necessidade das grandes cidades de encontrar modos de transporte mais rápidos para enfrentar os problemas de mobilidade nas zonas urbanas, periurbanas e extraurbanas, fomenta a UAM como solução. Por conseguinte, prevê-se que o mercado das UAM tenha uma Taxa de Crescimento Anual Composta (CAGR) favorável de mais de 10% até 2035. Actualmente, na fase de desenvolvimento, o mercado é formado por países que já trabalham para a adopção comercial das UAM. Além disso, as iniciativas de UAM apresentam uma boa taxa de penetração e avançam rapidamente na Europa e na América do Norte. Até

2035, a quota de mercado mais significativa (39,27%) pertencerá à região Ásia-Pacífico, e, devido a taxas de crescimento populacional e questões de tráfego, a China será o líder de mercado.

Espera-se que a Mobilidade Aérea Urbana se torne uma realidade nos próximos 15 anos. Em 2025, espera-se que introduza a entrega de mercadorias e o serviço inicial de mobilidade privada, e em 2035, um desenvolvimento mais abrangente do serviço de mobilidade de passageiros comerciais<sup>1</sup>. Contudo, as infraestruturas (para embarque, desembarque, descolagem e aterragem, manutenção, operações de carregamento de baterias e aeroportos com diversos nós) e a gestão do tráfego aéreo ainda precisam de ser um maior nível de maturação na concepção, definição e construção.

Num modo D2D, o transporte vertical em ambientes urbanos precisa de ser integrado com as redes de transporte terrestre e serviços públicos existentes nas cidades para permitir o transporte eficaz e eficiente de mercadorias e passageiros com base em regulamentos, segurança, conectividade, e operação inteligente.

<sup>1</sup> SESAR Joint Undertaking: <https://www.sesarju.eu>

## COVID-19

No cenário pré-COVID-19, a indústria ainda em fase de formação UAM, de Descolagem e Aterragem Vertical Eléctrica (eVTOL) tinha experienciado um crescimento impressionante com investimentos de mais de mil milhões de dólares.

O impacto da pandemia da COVID-19 na indústria da aviação, devido a interrupções da mão-de-obra e da cadeia de abastecimento e à cessação das operações, representou perdas de mais de 84 mil milhões de dólares, esperados para os resultados de 2020. No entanto, a pandemia também aumentou a importância da UAM em circunstâncias críticas. De facto, algumas organizações e certas jurisdições, pretendem lançar operações comerciais de passageiros nos próximos três a cinco anos.

## 2.2.1 U-SPACE

O U-space fornece serviços de gestão para drones através de um conjunto de acordos, protocolos, comunicação, normas, legislação, informação, e serviços de tráfego para permitir um crescimento ordenado do tráfego aéreo urbano. Os serviços do espaço U dependem de um elevado nível de funções de digitalização e automatização e conceberam procedimentos específicos para assegurar um espaço aéreo seguro, eficiente e seguro para drones, num mercado aberto e competitivo.

O primeiro U-Space implementou um conjunto específico de serviços dedicados baseados na geo-consciencialização, identificação e autorização de voo relacionados com movimentos de aeronaves em redor dos aeroportos. De acordo com o incremento na automatização e conectividade dos drones, espera-se que outros serviços e operações estejam disponíveis nos próximos anos e totalmente concluídos até 2035 (Quadro 1).

## 2.2 TECNOLOGIAS COMO PILAR

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) são o principal meio de integração para o transporte nos níveis de transporte metropolitano monomodal e multimodal UAM. As aplicações TIC apoiam a UAM através da implementação da Internet das Coisas (IoT), Ferramentas de Comunicação, Processamento de Grandes Dados, e o conceito de cidades inteligentes. Este último visa mitigar os problemas através da implementação do progresso tecnológico relacionado com a otimização do espaço habitacional, redução da poluição e gestão do consumo de energia.



Quadro 1: Roadmap U-Space

Fases do U-Space	Alvo	Serviços
U1	2019	Serviços de fundação que abrangem o registo, a identificação e a geofencing electrónicos
U2	2022-2025	Os serviços iniciais de gestão de operações de aeronaves incluem planeamento de voo, aprovação de voo, rastreio, e interface com o controlo de tráfego aéreo convencional.
U3	2025-2030	Serviços avançados que apoiam operações mais complexas em áreas densas, tais como assistência para detecção de conflitos e detecção automática e evitar funcionalidades.
U4	2030-2050	Serviços completos, oferecendo níveis muito elevados de automatização, conectividade e digitalização, tanto para os drones como para o sistema de espaço em U.

## 2.2.2 CONTEXTO TECNOLÓGICO

Espera-se um desenvolvimento progressivo em sistemas de aeronaves, fontes de energia de combustível, opções de propulsão e infra-estruturas UAM num horizonte de 5, 10 e 15 anos. A concepção de sistemas aeronáuticos para aeronaves de passageiros foca-se na criação de um serviço focado no cliente, considerando a carga útil, opção de energia, poluição sonora, segurança, custos, e características técnicas. Estes critérios orientam os principais conceitos de concepção de propulsão: tempo previsto para a comercialização, velocidade de cruzeiro, aceitação e utilização das rotas. Por outro lado, para as aeronaves de carga, já está disponível um nível muito elevado de maturidade tecnológica, faltando (i) a inclusão da entrega de mercadorias no tráfego aéreo civil urbano (no que respeita a aterragem, descolagem, e áreas de recarga das baterias) e (ii) a regulação das aeronaves não tripuladas para inserção segura na Gestão do Tráfego Aéreo (ATM).

As infraestruturas necessárias para o embarque, desembarque, descolagem e aterragem, manutenção e carregamento de baterias são necessárias para permitir

a mobilidade aérea urbana, periurbana e extraurbana. Os Vertipostos (uma espécie de pequeno aeroporto vertical para drones) devem integrar pontos de referência da cidade, aeroportos, estações e autoestradas para fornecer diferentes nódulos de modo a oferecer um serviço eficaz D2D.

Além disso, devem ser desenvolvidos sistemas flexíveis de transmissão aérea e controlo avançado e integrados com uma plataforma de propulsão inovadora capaz de satisfazer os requisitos ambiciosos da nova geração de descolagem e aterragem vertical (VTOL). O desenvolvimento de novas tecnologias avançadas de baterias implementadas em sistemas inovadores de energia termoeléctrica híbrida e propulsão movida a hidrogénio permitirá a mudança para uma fonte de energia mais limpa e sustentável. No entanto, para o transporte comercial, a fonte de energia eléctrica deve ser mais segura, mais durável, mais pequena, mais leve e mais rápida em termos de tempo de recarga para permitir voos mais longos.

O horizonte temporal para as características acima mencionadas é apresentado no Quadro 2:

Quadro 2: Expectativas para o horizonte de 5, 10, 15 anos

Características	2021	2025	2030	2035
<b>Quadro geral</b>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Não há avanços nas tecnologias do powertrain.</li> <li>» Fabricantes a procurarem oportunidades de eficiência de voo na concepção de aeronaves.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Fonte de energia de confiança: maior densidade energética, descarga e taxas de energia de carga</li> <li>» Operação de voos longos - Disponibilidade de tecnologias eficientes, seguras e acessíveis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Restrições à utilização de aviões híbridos eléctricos em áreas urbanas devido à poluição.</li> <li>» As tecnologias de baterias são mais eficientes e fiáveis, com mais baterias de densidade de energia.</li> </ul>
<b>Tecnologia para entrega de mercadorias</b>	Testes de voo em curso	A pedido e na zona rural	Fase de teste da zona urbana	Tecnologia totalmente disponível
<b>Infraestruturas</b>	Início da construção de um vertiposto para voos de ensaio	Aumentar a construção de vertipostos. Inicialmente utilizados por aviões de carga e alguns táxis aéreos privados.	Vertipostos testados e prontos para entrar em serviço	Vertiposto está totalmente em serviço
<b>TIC</b>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Fase de teste das entregas automáticas de drones.</li> <li>» UNAM de passageiros não disponível na Europa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Operações de carga drone integradas na gestão da cadeia de abastecimento</li> <li>» UNAM de passageiros não tripulados ainda não disponível na Europa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Cadeia de abastecimento de mercadorias sem papel, totalmente autónoma, para a rota mais carregada</li> <li>» Transporte aéreo autónomo de passageiros não totalmente integrado em fase de testes na Europa</li> <li>» Operações públicas de passageiros com tripulação local totalmente integradas</li> </ul>

Até 2025, será feita uma vasta gama de testes e experiências para avaliar os vários aspectos técnicos e empresariais, incluindo novos conceitos para fundamentar as reivindicações e ambições de mobilidade pessoal em concorrência com as concepções de mobilidade existentes.

Uma vez que os primeiros operadores tenham começado a introduzir os seus conceitos no mercado, o foco irá deslocar-se para um desenvolvimento tecnológico mais rápido e para um aumento das inovações de implantação num ecossistema dinâmico marcado por um grupo em expansão de intervenientes e um número crescente de conceitos variáveis. Como resultado, na década de 2025 a 2035, a concorrência em torno da mobilidade vertical irá aquecer.

## 2.3 REGULAÇÃO AÉREA

Os regulamentos das operações de transporte humano UAM visam garantir a segurança dos ocupantes e outros utilizadores do espaço aéreo, enquanto os objectivos de transporte de mercadorias perigosas garantem a segurança de pessoas não envolvidas, propriedades em terra, e outros utilizadores do espaço aéreo.

Uma grande diversidade de regulamentos e normas regula ambos os tipos de transporte classificados como de alto risco. Os protocolos e procedimentos tratam de aeronaves, estações terrestres, vertiportos e operações, entre outros aspectos, e definem um nível mínimo de segurança. Por outro lado, as operações de risco médio são reguladas num modus operandi centrado na





operação, construído com base em avaliações de risco pré-definidas ou feitas pelo requerente e avaliadas pela autoridade competente; como se trata de uma avaliação subjectiva, o nível mínimo de segurança não é garantido. Os regulamentos para a indústria aeronáutica urbana exigem uma certificação constante para uma tecnologia que ainda está a avançar a um ritmo rápido e imprevisível do desenvolvimento do mercado UAM. Por conseguinte, as empresas e equipas de desenvolvimento devem investigar os perigos e todos os impactos do transporte UAM para garantir o desenvolvimento contínuo de veículos certificados. O regulamento para veículos VTOL (versões eléctricas e configurações de propulsão incluídas) está actualmente a ser formulado devido às infraestruturas e as tecnologias necessárias, que requerem ainda uma melhor definição de conceptualização.

Os novos regulamentos U-Space, publicados em 2021, definiram funções e responsabilidades e identificaram os requisitos para operadores e Prestadores de Serviços para o Sistema Aéreo Não Tripulado (UAS), operadores

e Prestadores de Serviços U-Space (USSP), incluindo procedimentos de serviços de registo e assistência, relatórios de acidentes e incidentes, e a autoridade competente de cada Estado Membro da UE e Fabricantes, e a responsabilidade dos distribuidores.

Além disso, na gestão do espaço aéreo urbano em direcção aos avanços técnicos e operacionais da UAM e uma maior integração nos conceitos de mobilidade urbana, é obrigatória a incorporação e reconhecimento das cidades e regiões como autoridades competentes, identificando as suas funções e responsabilidades.

A integração da UAS no espaço urbano deve ser assegurada por representantes de organizações de desenvolvimento, indústria, agências, e outros actores vitais durante a execução de normas, garantindo assim uma melhor multidisciplinaridade.

Finalmente, a ATM deve alterar as regras, políticas e procedimentos existentes para cobrir a perspectiva operacional, integrando soluções, conceitos e modelos de tráfego inovadores da UAM.



### 3 SEGMENTO AÉREO COMO PARTE DA MOBILIDADE URBANA

#### 3.1 INTERVENIENTES

A perspectiva das cidades, indústrias, pequenas e médias empresas (PMEs), investidores, investigadores e outros actores das cidades inteligentes estão incluídos no âmbito da Iniciativa Europeia sobre Cidades e Comunidades Inteligentes (EIP-SCC), que envolve o público, a indústria e outros grupos interessados no desenvolvimento de soluções inovadoras relacionadas com a governação das cidades.

No entanto, faltam ainda conhecimentos críticos sobre as atitudes dos cidadãos em matéria de implementação da mobilidade aérea nos documentos de planeamento estratégico a longo prazo,

demonstrados pela actual falta de regulamentação e de infraestruturas dedicadas.

Os actores do planeamento urbano e dos transportes têm sido abordados para interagir com os actores da aviação e da ATM nos domínios das infraestruturas energéticas, do financiamento e das aquisições, a fim de elaborar recomendações políticas e de planeamento para o futuro desenvolvimento sustentável das cidades europeias e dos seus serviços de transporte compatíveis com a implantação de serviços UAM. Os actores e intervenientes identificados são ilustrados no Quadro 3.

Quadro 3: Actores e Partes Interessadas e respectivos campos

Campo	Actores e Partes Interessadas
Transportes urbanos e planeamento urbano	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Transportes (incluindo logística) e operadores de infraestruturas</li> <li>» Serviços urbanos inteligentes que confiam na UAM</li> <li>» políticas e investidores privados</li> <li>» arranque e inovação ecossistema local</li> <li>» autoridades públicas sobre protecção ambiental</li> <li>» Autoridades públicas para os assuntos sociais (coesão social, inclusão social, segurança de emprego)</li> <li>» instituições educativas</li> <li>» Cidadãos/sociedade civil</li> </ul>
Aviação e ATM	<ul style="list-style-type: none"> <li>» operadores aeroportuários</li> <li>» Operadores de Vertiportos</li> <li>» Operadores gerais de aviação (recreativos e profissionais)</li> <li>» Operadores de aviação comercial</li> <li>» U-space/UTM (Gestão do Tráfego Urbano)</li> <li>» Operadores UAS e UAM</li> <li>» Pilotos UAS</li> <li>» Fabricantes de UAS</li> <li>» Controlador de Tráfego Aéreo (ATC)</li> <li>» Prestador de serviços de navegação aérea (ANSP)</li> <li>» Autoridades Nacionais de Aviação (NAA)</li> <li>» Governo nacional/regional/local</li> <li>» Autoridades Militares e Operadores Militares.</li> </ul>
Infraestruturas energéticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Gestores de grelhas/smart grid</li> <li>» Produtores de energia de fontes renováveis</li> <li>» Produtores de energia fóssil</li> <li>» Revendedores de energia</li> <li>» Investidores</li> <li>» Start-ups</li> <li>» Cidadãos</li> </ul>
Financiamento e aprovisionamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Governo nacional/regional/local</li> <li>» Fornecedores de infraestruturas de serviços</li> <li>» Público e privado</li> <li>» investidores</li> <li>» Cidadãos</li> </ul>

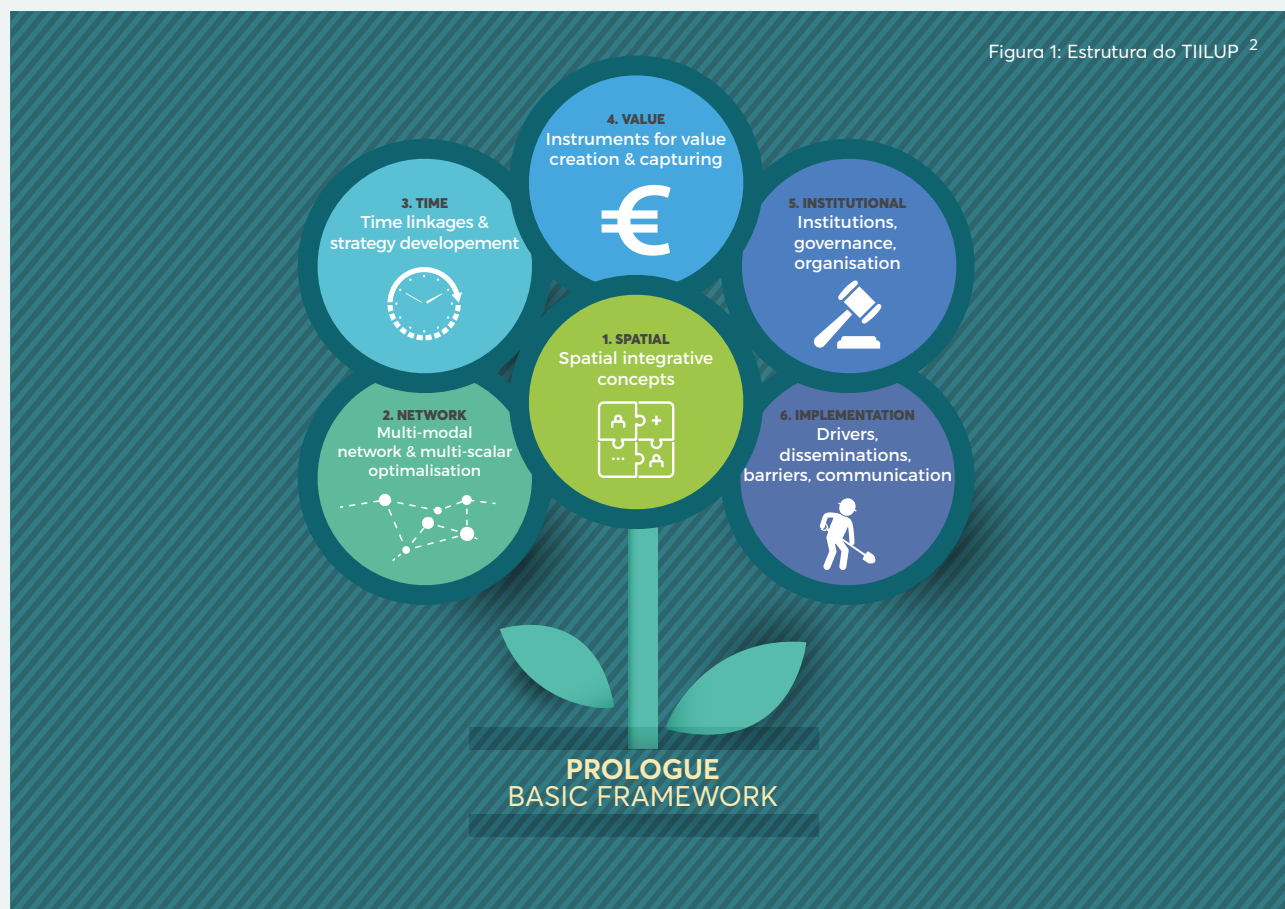
## RESTRICÇÕES OPERACIONAIS

Embora as tecnologias de voo estejam num nível elevado de maturidade (muitas estão em fase de certificação), as cidades devem fazer investimentos para adaptar as infraestruturas existentes e criar novas infraestruturas para acomodar este novo modo de transporte. Há ainda aspectos relacionados com regulamentação, certificação, integração de ATM e UTM, ambiente, e serviços U-Space que precisam de ser adequadamente abordados para permitir a implementação eficaz de UAM nas cidades europeias - gestão de infraestruturas e uso do solo, fornecimento de energia, serviços U-space, integração ATM, regulamentação e gestão de riscos, aspectos ambientais, e limitações de integração de transportes multimodais.

## 3.2 ESTRATÉGIAS PARA A INTEGRAÇÃO SUSTENTÁVEL NAS ZONAS URBANAS

Sob uma dimensão disciplinar mais ampla (Figura 1), a integração de conceitos espaciais com as respectivas infraestruturas e redes complementares assegura uma integração de mobilidade contínua com todos os modos de transporte. Por conseguinte, para promover interfaces físicas integradas, são necessárias as seguintes soluções:

- » Examinar os conceitos de aglomeração espacial integradora e de transporte (Desenvolvimento Orientado para o Trânsito ou Corredores Multimodais).
- » Assegurar uma otimização da rede multimodal a várias escalas espaciais.
- » Mudança de paradigmas associados à mudança de estilos de vida e ligações à mobilidade e acessibilidade.
- » Combinar a criação de valor e a captura de valor em infraestruturas combinadas e desenvolvimento espacial.
- » Considerar a dimensão institucional da governação que permite aos motoristas da implementação de um planeamento integrado que enfrente as barreiras.



<sup>2</sup> Infra-estruturas de transporte integradas com planeamento de utilização do solo (TIILUP): [https://www.nuvit.eu/wp-content/uploads/2018/08/tiilup-scoping-study\\_dec2013.pdf](https://www.nuvit.eu/wp-content/uploads/2018/08/tiilup-scoping-study_dec2013.pdf)

## 4 UAM NO FUTURO PRÓXIMO

Na perspectiva a curto-médio prazo, existe uma grande incerteza no estabelecimento da forma como a integração poderá ocorrer. Juntamente com o aumento da densidade populacional, as áreas urbanas ainda precisam de fornecer soluções de mobilidade pendular. Por conseguinte, a mobilidade aérea urbana terá de ser integrada na rede das cidades numa vasta perspectiva de sistema, assegurando a segurança e a protecção, a aceitação pública, sistemas de mobilidade reguladores e organizacionais relevantes, tráfego UAM incorporado num ambiente de transporte urbano multimodal, proporcionando adaptação, evolução e integração de infraestruturas, compreendendo também a sustentabilidade global da pegada ambiental.

Espera-se que a UAM sirva no nicho específico de pós-entrega, entregas de emergência, ou viagens de negócios e só seria considerada uma opção integrada de mobilidade quando os desenvolvimentos tecnológicos permitissem preços acessíveis para a população. Além disso, do ponto de vista da crescente modalidade de trabalho no escritório em casa, as deslocações pendulares tendem a diminuir consideravelmente, e a UAM será um facilitador da prestação de serviços.

### 4.1 NECESSIDADES E EXPECTATIVAS DE MOBILIDADE E UAM

As necessidades significativas para a UAM estão relacionadas com locais e edifícios adequados para vertiportos, níveis de segurança de aeronaves comerciais semelhantes, e baixos níveis de ruído para uma melhor aceitação social.

Actualmente, o desenvolvimento dos vertiportos assenta na colaboração entre os intervenientes experientes em infraestruturas e os fabricantes de aeronaves UAM (embora os fabricantes tenham também demonstrado o desenvolvimento de alguns dos seus conceitos). Os vertiportos serão áreas de fácil acesso para os clientes e serão caracterizados por tamanhos e quantidades diferentes, dependendo dos volumes de tráfego previstos e da cidade designada. A ligação à rede eléctrica é obrigatória para os processos de recarga de baterias de aeronaves UAM.

Os elevados níveis de segurança são um aspecto de condicionamento vital das operações UAM. Assim, garantir padrões comparáveis aos da aviação geral salvaguarda a aceitação social deste novo conceito de transporte. Finalmente, o ruído gerado pelos veículos é um risco significativo para a aceitação da implantação da UAM; portanto, durante todas as fases de operação, o ruído deve ser mantido a um nível baixo, aceitável e apropriado.

A aceitabilidade social da utilização do sistema de transportes UAM suscitou expectativas positivas, uma vez que este representa uma melhoria no tempo de resposta a emergências, redução de engarrafamentos e emissões locais, desenvolvimento de áreas remotas, criação de novos empregos, e posição de liderança no mercado para a Europa, Ásia, e EUA.

Foi produzida uma definição completa do Conceito de Operações (ConOps) para os drones de carga (detalhando a plataforma de aterragem dos drones, drones de carga, corredor de drones, operações de drones, serviços específicos UTM, e operações de drones de carga), bem como uma aplicação completa de transporte de passageiros ConOps descreve as Operações UAM (fases pré-voo, partida, em rota, aproximação, aterragem e pós-voo).

Ambos os documentos são as directrizes para o avanço das operações tendo em conjunto duas declarações: o principal objectivo de quaisquer alterações nos ambientes regulamentares é sempre garantir a segurança do espaço aéreo, e os serviços UAM devem ser flexíveis e escaláveis. Em seguida, nas caixas coloridas estão o fundo e os pressupostos de cada tipo de drone.

### PRESSUPOSTOS PARA OS DRONES DE CARGA

- » Funcionará num ambiente regulador cujos principais reguladores são a UE e as autoridades reguladoras nacionais.
- » Os parâmetros operacionais e a manutenção da supervisão são regulamentados e estabelecidos pelas autoridades competentes.
- » Inicialmente, a entrega de mercadorias será coberta apenas em áreas adequadas (com patins de aterragem registados); alternativamente, haverá centros de triagem de entregas.
- » As informações operacionais sobre a entrega de bens através de drones serão acessíveis a pedido pelas autoridades reguladoras.
- » Gestão cooperativa do tráfego conduzida em conformidade com um conjunto de regras comunitárias desenvolvidas e aprovadas pelas autoridades de regulamentação (RBC).
- » Os fornecedores de serviços de entrega de mercadorias do Drone receberão/trocarão informações durante as operações de entrega de mercadorias.
- » Os operadores de aeronaves cumprem a intenção partilhada e estão conscientes da finalidade de outras operações nas proximidades.

## PRESSUPOSTOS PARA O TRANSPORTE DE PASSAGEIROS

- » Os veículos UAM funcionarão dentro de um ambiente regulamentar onde os principais reguladores são a FAA para os EUA, e a EASA para a UE.
- » A FAA e a EASA mantêm a autoridade reguladora e são responsáveis pelo estabelecimento de parâmetros operacionais e pela manutenção da supervisão.
- » Os operadores não podem otimizar as suas operações à custa da otimização de todo o ambiente operacional da UAM.
- » A gestão cooperativa do tráfego é conduzida em conformidade com as Regras de Base Comunitária (RBC) desenvolvidas e aprovadas pelas autoridades reguladoras.
- » As autoridades reguladoras reservam-se o direito de aumentar os requisitos de desempenho operacional de cada aeronave para otimizar a utilização da capacidade da estrutura do espaço aéreo.
- » Os operadores receberão/trocarão informações dos Prestadores de Serviços (PSUs) da UAM durante as operações da UAM.
- » As PSUs poderão obter informações de voo UTM através da rede UAS Service Supplier (USS), e a rede USS poderá obter informações de voo UAM através da rede de PSUs.
- » Os operadores UAM mantêm a conformidade com a intenção partilhada, e os operadores, através de PSUs, estão cientes do objectivo de outras operações nas proximidades.
- » As autoridades reguladoras podem ter de intervir para apoiar as operações à medida que o número de operações UAM aumenta.

### 4.2 CENÁRIO BASE 2025

O forte interesse neste novo sistema de transporte urbano inclui companhias aéreas e empresas de gestão aeroportuária, severamente afetadas pela pandemia global do COVID-19. O desenvolvimento de aeronaves de decolagem vertical está bem avançado, mas a infraestrutura (como vertiports), tecnologias de gerenciamento e regulamentação ainda estão em desenvolvimento<sup>3</sup>. Portanto, o cenário de linha de base UAM 2025 concentra-se nas operações de transporte público em áreas urbanas com um piloto

<sup>3</sup> Na primeira fase, antes de passar para a automação total do voo, as operações serão conduzidas por um piloto de bordo.

real no veículo, conforme listado abaixo:

- » Entrega de mercadorias: prevê-se que as entregas automatizadas com drones estejam em fase de testes e que se planeie tirar partido das soluções TIC disponíveis.
- » Transporte de passageiros: UAM não tripulado para passageiros não deverá estar disponível na Europa.
- » As operações tripuladas de passageiros em áreas densamente povoadas não são cobertas pelas soluções ITC.

### 4.3 CENÁRIO INTERMEDIÁRIO 2030

- » Entrega de carga: operações de drones de carga integradas ao gerenciamento da cadeia de suprimentos.
- » Todos os recursos estão disponíveis (por exemplo, rastreamento de remessa, que indica a localização real do drone), bem como maior otimização de sustentabilidade das capacidades dos operadores de carga (redução da pegada de carbono).
- » Transporte de passageiros: espera-se que o UAM não tripulado de passageiros não esteja disponível na Europa e as operações de transporte público tripulado de passageiros em áreas densamente povoadas sejam parcialmente integradas com modalidades limitadas em uma área segregada.

### 4.4 CENÁRIO FINAL 2035

- » Entrega de carga: Cadeia de abastecimento de carga totalmente automatizada e sem papel para a maioria das rotas, armazenamento e carga/descarga automatizada de carga.
- » Prevê-se um elevado grau de integração e digitalização dos transportes. As áreas metropolitanas populosas exigem que os drones de carga operem exclusivamente entre infraestruturas terrestres dedicadas e protegidas (nós).
- » Transporte de passageiros: o transporte aéreo autônomo de passageiros deve estar em fase de teste na Europa, mas ainda não está totalmente integrado. O transporte não tripulado de passageiros (usando tecnologias UAM) amadurecerá em 2050. As operações de transporte público tripulado de passageiros em áreas densamente povoadas serão totalmente integradas localmente, mas em uma área limitada.

## CENÁRIO 2050

É razoável supor que o transporte não tripulado de passageiros amadureça em 2050, devido aos aspectos de integração destacados pelos casos de uso identificados, que são viáveis como parte de um sistema de transporte integrado. Assim, a sustentabilidade e a aceitação social dessa mobilidade aérea urbana podem ser facilitadas.

Graças também à experiência adquirida na concepção e construção de sistemas ATM, as soluções para os sistemas UTM estarão plenamente operacionais numa viagem intermodal, podendo contar com novas tecnologias e um elevado nível de automação, para

gerir com eficiência e segurança os uso crescente de veículos aéreos não tripulados. O ponto crítico para este período será a integração: físico, rede, tarifário (meios de pagamento), informativo e institucional.

O papel da tecnologia nas cidades do futuro será decisivo. Automação, eletrificação, conectividade, serviços telemáticos e uma ideia inovadora de infraestruturas irão simplificar a relação entre os veículos, os utilizadores e o meio envolvente.



## 5 CIDADES-PILOTO ASSURED-UAM

As cidades fornecem efectivamente soluções organizacionais, políticas e inovadoras para ultrapassar os obstáculos à implementação bem sucedida da UAM em sistemas legados mais antigos e infraestruturas envelhecidas. Por conseguinte, três cidades em toda a Europa apoiaram a elaboração e avaliação de Casos de Utilização (UC) de cenários de implantação das UAM:

### 5.1 ÁREA METROPOLITANA DE GÓRNOŚLAŠKO ZAGŁĘBIOWSKA METROPOLIA (GZM - POLÓNIA)

Desde 2018, GZM tem vindo a trabalhar extensivamente na implementação da UAM. Actualmente, devido à falta de alternativas para o transporte urbano, a UAM é uma opção para apoiar estratégias urbanas, gestão de emergências sanitárias, gestão de riscos e protecção ambiental. Contudo, a actual abordagem dos governos locais em relação à perspectiva de um espaço aéreo urbano comercialmente dominado e muito regulado tem impacto na diminuição da aceitação pública.

A área metropolitana da GZM compreende que a UAM é a terceira dimensão da mobilidade urbana e que as responsabilidades relacionadas com os regulamentos da aviação passarão a fazer parte da sua agenda.

GZM enfrenta desafios na prestação de serviços de transporte na área pós-industrial de estrito desenvolvimento infraestrutural e alta densidade populacional no núcleo da GZM, pelo que a mobilidade aérea urbana pode criar acessibilidade a tais serviços em áreas rurais distantes do centro de aglomeração e em particular, para aplicações médicas, incluindo transporte e monitorização médica.

### 5.2 REGIÃO METROPOLITANA DE BARI (RMB - ITÁLIA)

O plano de mobilidade sustentável da RMB centra-se na acessibilidade e interconectividade das cidades, na redução da poluição atmosférica, e na diminuição do consumo de energia através da construção de um terminal de intercâmbio modal junto à Estação Central de Bari, que deverá também integrar a UAM.

Num curto espaço de tempo, a RMB irá promover a utilização de drones para apoiar os bombeiros e as

actividades de protecção civil e monitorizar os edifícios e espera que os serviços de entrega de cargas resolvam os problemas de logística urbana no centro da cidade e em zonas com acesso condicionado até 2025/2030. Em 2030, a RMB irá também provavelmente oferecer serviços UAM para entregas hospitalares urgentes. Até 2035, a implantação da UAM para o transporte de passageiros a pedido e a entrega de mercadorias por drones em segmentos de múltiplas viagens poderá ser uma realidade.

### 5.3 ÁREA METROPOLITANA DO PORTO (AMP - PORTUGAL)

O contexto económico global da AMP exige uma perspectiva muito mais ampla no que se refere à agenda verde relativa à mobilidade.

O Porto já implementou políticas para promover a utilização dos transportes públicos terrestres, o que não resolverá, no final, todos os problemas de mobilidade sentidos pelos municípios da AMP. Portanto, ao explorar o potencial da UAM, a AMP pretende o seguinte:

- » Integração dos operadores logísticos do aeroporto e do porto para evitar as estradas cada vez mais congestionadas;
- » Prestação de serviços a municípios menos povoados de medicamentos apenas disponíveis no hospital principal do Norte de Portugal (na cidade de Porto), evitando o fluxo de doentes para a zona hospitalar principal;
- » Serviços de monitorização em habitação social e acções de protecção civil, utilizando drones para substituir o trabalho humano;
- » Melhorar a Interconexão entre todos os municípios da metrópole.



## 6 CASOS DE ESTUDO DO ASSURED-UAM

Os cenários de utilização mais relevantes foram definidos com base nos principais serviços de mobilidade de carga e passageiros da UAM. A definição de operações conceptuais refere-se a todos os actores envolvidos, regulamentos e procedimentos (Quadro 2). O conceito de Mobilidade Aérea Avançada (AAM) surgiu ao incorporar casos de utilização não específicos a operações em ambientes urbanos, tais como utilização comercial (intercidades e intracidades), entrega de carga, serviços públicos, e veículos privados/de lazer. Assim, o AAM discute a mais vasta gama de oportunidades no transporte de passageiros e de carga em zonas urbanas e periurbanas, indicando a descrição da eficiência VTOL e eVTOL, segurança e transporte ecológico de pessoas e mercadorias no campo da logística, numa nova dimensão

da rede de transportes urbanos.

Os casos de Utilização mais prováveis (UC), que se espera sejam tipos de operação viáveis dentro do horizonte temporal, considerando o Nível de Prontidão Tecnológica (TRL) e os regulamentos projectados. As UC diferem em termos de tipo de carga útil, distância máxima de voo disponível (incluindo regresso), perfil de missão, nível U-SPACE esperado, modo de voo, escala de operação, quadro regulamentar, gestão de operações, configuração e componentes UAS, e infraestruturas relacionadas com o solo, soluções TIC e aspectos de integração nos modos de transporte de superfície. Os objectivos de implementação das UCs para cada cenário temporal são mostrados na Tabela 4:

Quadro 4: Síntese UC

Objectivo de implantação	2025	2030	2035
Definição da Missão	Pequena escala de mercadorias até 30km, supervisionada pelo homem, plano manual, voo automático	Bens regulares, até 50km, supervisionado por IA, plano automático e voo	Transporte pessoal especial e regular de passageiros em pequena escala, até 400km, AI+ supervisionado, plano e voo automático
Especificação UAS	VTOL	VTOL	VTOL, asas fixas ultraleves
Infraestruturas	Público	Público/privado	Locais públicos não preparados





## 6.1 UC2025|1 - ENTREGA DIRECTA DA ÚLTIMA MILHA

É um dos primeiros tipos de operações de transporte por drone comumente considerado como sendo efectuado em áreas urbanas. Devido à sua missão relativamente pouco complexa, permite reunir as primeiras experiências necessárias para operações mais sofisticadas e orientadas para as necessidades reais do mercado (entregas avançadas na last mile). Inicialmente, durante a implementação de testes, espera-se que o curso das operações automatizadas seja supervisionado pelo operador humano. Operação comercial simples de entrega local de encomendas pequenas e leves desde o ponto de distribuição definido até aos destinos finais, dedicada à substituição de veículos ligeiros subutilizados utilizados para entregas.

A área coberta é o centro da cidade (funções residenciais e comerciais), áreas residenciais densamente povoadas próximas do centro da cidade, e áreas comerciais e

comerciais suburbanas (é esperado que a principal área de actividade se centre em ambientes menos exigentes relacionados com obstáculos aéreos, condições de voo, e restrições).

Os serviços privados de logística caracterizam a UAM de pequenas empresas (grandes centros comerciais em áreas suburbanas e pequenas áreas comerciais no centro da cidade). As operações cobrirão o último quilómetro do centro da cidade, composto por Parcel Lockers no telhado de edifícios públicos ou privados ou numa área dedicada ao espaço público. A área terminal de voo não está localizada num espaço densamente povoado.

## 6.2 UC2025|2 - SERVIÇOS PÚBLICOS PONTO-A-PONTO

Executa tarefas altamente prioritárias relacionadas com o serviço público, no quadro da Parceria Público-Privada e liderada por entidade pública, permitindo sobrecarregar as operações de maior risco empresarial justificado pelo elevado interesse público (ou seja, transporte médico de sangue, medicamentos, amostras médicas, ou outras cargas leves). As operações ligam directamente pontos sob gestão pública como hospitais, laboratórios, ou outras entidades que realizam serviços públicos.

A UC presta cuidados de saúde a grandes hospitais, campus de saúde e serviços médicos locais (farmácia, clínica médica) sustentados por um centro logístico intermodal hospitalar e um heliporto numa instalação de serviços médica local localizada numa área povoada de baixa densidade para terminar o voo.

## 6.3 UC2030|3 - ENTREGA AVANÇADA DA ÚLTIMA MILHA

Entregas de last mile mas mais complexas e com utilização de transportadores mais pesados capazes de entregar mais do que uma encomenda durante uma única missão. As operações serão totalmente automáticas, embora ainda supervisionadas pelo operador humano, mas será necessário um envolvimento humano significativamente menor, permitindo um maior número de operações.

Voos do centro da cidade (funções residenciais e comerciais), zonas residenciais densamente povoadas perto do centro da cidade e zonas comerciais e comerciais suburbanas ligadas a grandes centros comerciais em periferias suburbanas e pequenas áreas



comerciais no centro da cidade por serviços logísticos privados baseados num hub logístico intermodal do centro da cidade de última milha, cacifos de encomendas espalhados no telhado de edifícios públicos ou privados, ou num espaço público aberto dedicado. A área terminal de voos não está localizada num espaço densamente povoado.

#### **6.4 UC2030|4 - PÚBLICO PONTO-A-PONTO EM QUALQUER LUGAR**

O elevado interesse público em tarefas altamente prioritárias relacionadas com o serviço público (complexas e exigentes, tais como o transporte médico de sangue, medicamentos, amostras médicas, ou outra carga leve de equipamento de primeiros socorros, pode ser dada directamente para ou do local do acidente, permite operações mais arriscadas, que se dedicam a ligar directamente pontos sob gestão pública como hospitais, laboratórios ou outras entidades.

Cobre grandes campus hospitalares e quaisquer áreas em zonas servidas da cidade que ofereçam cuidados de saúde, segurança pública e gestão de emergências com base num centro logístico multimodal hospitalar e qualquer espaço disponível no solo ou edifícios elevados (se corresponder aos requisitos mínimos de segurança para descolagem e aterragem) numa área baixa e densamente povoada (para terminar o voo).

#### **6.5 UC 2035|5 - TRANSPORTE MÉDICO DIRECTO DE PESSOAS**

As operações de teste directo são inicialmente supervisionadas por operador humano dentro de uma única área metropolitana, permitindo o transporte médico não tripulado entre hospitais de passageiros/pacientes seleccionados, que não necessitarão de assistência médica durante o voo, prestando serviços de saúde entre grandes campus hospitalares utilizando heliportos hospitalares para a descolagem e termino do voo.

A UC está projectada para permitir a recolha de experiências necessárias para operações mais complexas e comerciais de transporte não tripulado de passageiros para substituir gradualmente os tradicionais serviços médicos de emergência de helicópteros.

#### **6.6 UC2035|6 - TRANSPORTE AÉREO PESSOAL AUTOMÁTICO**

Considerando os conceitos de aviões certificados e no mercado de 2035, os veículos aéreos chegam a áreas densamente povoadas que partilham o espaço aéreo com tráfego não tripulado. Opcionalmente, os tripulantes podem entrar na área U-SPACE apenas em modo de voo automático (piloto automático activo), introduzindo as operações de passageiros totalmente autónomas do futuro. No entanto, ainda não é possível realizar operações totalmente sem piloto.

As operações, inicialmente assistidas pelo piloto humano na aeronave, serão autorizadas a descolar e aterrar em aeroportos/vertiportos de tráfego misto de forma automática, com base num hub de transporte multimodal que inclui heliportos próximos da estação ferroviária, portos e aeroporto, ligados ao transporte urbano rodoviário, ferroviário e fluvial para entregar eventos e passageiros de turismo ao heliporto de destino.

#### **6.7 ESTIMATIVA DO CUSTO AMBIENTAL E DA ENERGIA PARA CASOS DE UTILIZAÇÃO DO ASSURED-UAM**

Um custo de ciclo de vida completo e eficiência energética para cada UC foram calculados considerando uma componente monetizada da pegada ambiental, identificando fontes e assumindo valores de investimento, energia, operacional, atraso, deadhead, custos ambientais e de fim de vida. Os resultados obtidos das análises eLCC (Environmental Life Cycle Cost) para todos os casos de utilização forneceram informações cruciais sobre as áreas que devem ser consideradas pelos decisores bem como pelos fornecedores e operadores de UAM em termos de custos indicadores de performance (KPI) de acordo com a neutralidade climática, sustentabilidade, eficiência, e critérios relacionados com os aspectos sociais.

O aumento da consciência dos custos externos gerados pelos transportes impulsionados pela estratégia Green Deal da Comissão Europeia pode ser identificado como uma das principais justificações para uma tal abordagem. De facto, permitiria uma comparação, dando uma imagem precisa e orientada para os custos de transporte urbano e periurbano, e estabeleceria uma base para um sistema futuro, totalmente integrado, prioritariamente de alto nível, sustentável e neutro para o clima, com um papel decisivo da UAM.

Assumindo uma situação económica favorável, outros custos - impulsionados pela acessibilidade do espaço aéreo, nível insatisfatório de integração ATM, processo de

certificação oneroso, progresso lento ou (falta de) opções de powertrain, violações na segurança cibernética, baixo (ou zero) grau de automatização - poderiam diminuir a acessibilidade económica. Além disso, mesmo que os contribuintes finalmente acreditem que a UAM é segura e acessível, alguns grupos bloqueiam frequentemente quaisquer melhorias (ou actividades) no seu ambiente local. Estes chamados NIMBYs - Não No Meu Quintal - poderiam fazer com que os custos do desenvolvimento (ou melhorias) das infraestruturas UAM e das operações UAM aumentassem rapidamente para além de um nível razoável.

Independentemente do tipo de operação - passageiros ou carga - a regra geral de que "quanto maior for a procura, mais baixos serão os custos unitários" também se aplica aos serviços UAM.

Sem dúvida, a contribuição financeira mais significativa para as operações da UAM deve ser feita na fase inicial, quando todas as infraestruturas e aeronaves devem ser adquiridas. Este custo varia entre 3,5 milhões de euros para o transporte de pequenas cargas e 12 milhões de euros para o transporte de passageiros.

Na fase operacional da UAM, na qual se podem distinguir a energia, as operações, os atrasos e os custos de deadhead, ambientais e de fim de vida, as despesas operacionais representam quase 99% de todos os custos identificados. Em números, esta categoria de custos varia entre 471.000 EUR/ano para o transporte de pequenas cargas até quase 2,5 milhões de EUR/ano para o transporte de passageiros. As subcategorias dominantes em pequenos/médios voos de carga são custos de voo, despesas administrativas gerais, e custos de depreciação. Em contraste, nos voos de passageiros e de carga de grandes dimensões, o impacto crescente das taxas está associado aos custos de voo e de

serviços de passageiros (para os voos de carga, trata-se de carregar/descarregar encomendas).

Os custos energéticos variam de 300 EUR/ano a 26k EUR/ano. Vale a pena lembrar que a maior parte destes custos está relacionada com o consumo de energia da aeronave durante o voo, enquanto o resto é utilizado pelas infraestruturas em terra. Além disso, o custo energético está fortemente correlacionado com a distância percorrida e o tamanho da aeronave - quanto mais longo for o voo e quanto maior for a aeronave, maior será o custo energético.

Outra fonte de custos para os fornecedores e operadores da UAM são os atrasos. Estes podem causar até 45.000 EUR/ano de reembolsos para os receptores de encomendas e até 900 EUR/ano para os passageiros da UAM. Dependendo da dimensão de uma aeronave e da distância percorrida numa única operação, os custos ambientais totais podem variar entre 1.000 EUR/ano para o transporte de pequenas cargas e até 8.000 EUR/ano para o transporte de passageiros. As taxas de emissão de carbono são o contribuinte mais significativo para estes custos. No entanto, o custo de fim de vida (reciclagem) no contexto de outras despesas é relativamente baixo. O custo anual varia entre 128 EUR/ano e 564 EUR/ano, correlacionado com o número de aeronaves disponíveis e o seu tempo de vida útil.

Ao considerar a rentabilidade das operações UAM, o rácio de deadhead é informação de valor significativo para todos os fornecedores UAM em torno do transporte de passageiros. Devido ao reposicionamento das aeronaves necessário no caso da sua indisponibilidade num determinado vertiporto, os 20% assumidos de todas as operações não podem ser monetizados, baixando assim o lucro líquido dos fornecedores de UAM.



## 7 DESAFIOS À IMPLEMENTAÇÃO DOS SERVIÇOS UAM NA EUROPA

A UAM requer a capacidade de controlar e sincronizar as actividades de logística, através da implantação de veículos voadores e do desenvolvimento de todo um ecossistema que a rodeia: passageiros, aeronaves e sistemas de apoio dentro de um ambiente de transporte multimodal altamente complexo.

O crescimento da mobilidade partilhada, dos serviços a pedido e dos modelos pay-per-use nos últimos anos pôs em causa a tecnologia tradicional prevista. Além disso, a abundância de novos dados sobre preferências de mobilidade e preços permitirá ainda aos prestadores de serviços de mobilidade antecipar a procura de UAM, dar prioridade aos corredores mais atractivos, gerir a eficiência da rede e integrar diferentes modos de transporte.

Ao mesmo tempo, a infraestrutura é um constrangimento crucial para a UAM. É fundamental para transformar a logística da última milha e a mobilidade das pessoas, melhorando a sustentabilidade ambiental, o congestionamento do tráfego e a eficiência de toda a actividade urbana.

### 7.1 OBJECTIVOS E EXPECTATIVAS DAS PARTES INTERESSADAS

A colaboração entre as diferentes partes interessadas (por exemplo, operadores históricos, start-ups, organismos públicos, ou organizações de investigação) é crucial para captar os benefícios sociais da UAM para o público em geral e a sua viabilidade de uma perspectiva empresarial. Há um grande papel para os fornecedores e operadores de infraestruturas, empresas imobiliárias, operadores de centros de transportes e retalhistas na construção dos alicerces do futuro panorama da UAM. Estes actores têm um papel crucial a desempenhar no futuro da mobilidade urbana, desde o replaneamento de áreas urbanas, passando pelo aproveitamento de edifícios actuais ou pela construção total de infraestruturas UAM. A inclusão de "agentes activos" ajuda a colocar e partilhar necessidades e requisitos que legitimam caminhos e decisões, fazendo emergir questões que merecem investigação. Por conseguinte, o Conselho Consultivo Alargado (CEA) de peritos da ASSURED UAM foi consultado através de inquéritos, entrevistas e workshops. As sondagens visavam recolher impressões e sentimentos preliminares sobre uma possível previsão da UAM, não tendenciosa, pela apresentação de casos de



utilização da ASSURED- AM. As entrevistas abordaram os temas Financiamento e Aceitação Pública, Restrições Operacionais, e validação dos Componentes do Sistema LCC para obter uma explicação dos resultados dos inquéritos na web. Finalmente, durante o seminário, foram discutidos os prós, contras, lacunas, e sugestões de casos de utilização propostos.

A CEA foi dividida nos três grupos temáticos acima mencionados, variados e extensos, cobrindo todos os tipos de organizações potencialmente emaranhadas pela implantação da UAM:

- » Indústria transformadora e de manutenção
- » Infraestruturas da indústria
- » UAM/Air operador comercial Indústria
- » Organização de investigação
- » Instituições públicas, redes e associações de cidadãos envolvidas na estratégia, política e regulamentação.

Os 83 membros da EAB (41 para o grupo temático “Estratégia, financiamento e aceitação pública”, 26 membros no “Limites operacionais”, e 16 membros no “Componentes do sistema LCC”) representam os 15 Estados-Membros da UE, os Estados Unidos (Universidade de Ohio), Israel (cidade de Yerouam), e 5 organismos e redes europeias (a nível supranacional).

## 7.2 ANÁLISE DAS PARTES INTERESSADAS DO eLCC UAM

Do ponto de vista do planeamento da cidade, a implementação da UAM requer espaços fisicamente concebidos e utilizados que forneçam serviços digitais e electricidade para as necessidades energéticas. Portanto, o diálogo e a colaboração entre entidades jurisdicionais e de transporte, autoridades de planeamento urbano, organismos comunitários, ONGs e actores do sector privado são fundamentais para o desenvolvimento de uma política coerente em torno da UAM.

Os reguladores precisam de definir um quadro em que a inovação não seja asfixiada enquanto as preocupações críticas de segurança e privacidade dos passageiros são abordadas. A regulamentação para todo o ecossistema da UAM deve ser concebida para tornar os “carros voadores” uma realidade. Para além de um quadro sólido que reja os requisitos de segurança associados ao aumento do tráfego aéreo, os regulamentos em torno da concepção de veículos UAM, sustentabilidade, interoperabilidade, segurança e privacidade dos dados devem ser harmonizados ao longo dos próximos anos. A regulamentação secundária sobre a redução da poluição sonora e medidas operacionais preventivas é também crucial para a escala em que a UAM

é implantada nas cidades.

Outros factores vitais são a aceitação social dos passageiros da UAM e a propensão económica para pagar por tais serviços. A aceitação e a confiança na tecnologia autónoma e nos seus correspondentes sistemas de segurança apoiarão a implantação generalizada de soluções UAM. A nível comunitário, os conceitos pré-concebidos de que a tecnologia autónoma tornará os empregos obsoletos poderão constituir uma barreira. As questões ambientais, principalmente as preocupações com a poluição sonora e a estética da cidade, poderiam também levar a uma resistência à aceitação do eVTOL.

De uma perspectiva económica, o preço por viagem oferecido pelas empresas operacionais e os custos de oportunidade associados a esse preço seriam um factor decisivo importante na escala a que os serviços da UAM são adoptados.

## 7.3 UAM COMO PARTE DE UM SISTEMA DE TRANSPORTE MULTIMODAL E AS SUAS OPORTUNIDADES FUTURAS

A integração dos transportes é um processo organizacional através do qual os elementos de planeamento e entrega do sistema de transportes são reunidos entre modos, sectores, operadores e instituições para aumentar os benefícios ambientais e sociais líquidos. Os principais imperativos para o desenvolvimento do sistema de transporte integrado são uma interface física entre modos, integração operacional entre modos, integração de serviços - tarifa comum, sistema de bilhética, etc.

Embora a integração de infraestruturas físicas contribua para uma mobilidade sem descontinuidades, não assegura por si só a sua implementação. Só com uma integração operacional entre modos é que tal objectivo



pode ser alcançado.

A integração do segmento de transporte vertical com os sistemas tradicionais de mobilidade em ambientes urbanos e periurbanos não foi amplamente implementada na medida global do conceito de mobilidade, o que torna difícil extrapolar hipóteses ou conclusões sobre os poucos exemplos existentes a nível mundial.

A integração do serviço é ainda mais desafiante. Por exemplo, quando a UAM é utilizada para ligar áreas periféricas que não são facilmente acessíveis por outros meios (por exemplo, Noruega), em tais condições, o funcionamento do serviço deve ser financiado, uma vez que o serviço deve ser equivalente ao transporte público.

A integração da Mobilidade Aérea Urbana no âmbito da mobilidade terrestre, embora seja uma tendência emergente, ainda depende inteiramente de factores como a idade da população, mudanças nas estratégias nacionais que promovem a implantação entre os trabalhadores pendulares, bem-estar da população e questões de segurança.

## 7.4 ACEITAÇÃO SOCIAL

A aceitação social está intimamente relacionada com os benefícios e impactos percebidos na qualidade de vida, saúde, bem-estar social e económico e foi abordada num processo co-criativo que envolveu diferentes perspectivas das partes interessadas.

Muitas barreiras devem ser ultrapassadas para se conseguir uma ampla aprovação social dos veículos UAM. As preocupações com os incómodos públicos e a poluição ambiental, restrições na utilização, privacidade, segurança, capacidade, factores económicos e regulamentares devem ser considerados. As preocupações com a privacidade estão ligadas ao facto de os drones estarem equipados com câmaras de vídeo ao vivo, que poderiam ser utilizadas para espiar e recolher informações pessoais. As preocupações de segurança surgem da possibilidade de mau funcionamento, causando acidentes, danos ou prejuízos a pessoas, outras aeronaves ou edifícios.

A segurança também trata da entrega segura de pacotes em cenários de entrega normalmente associados a actividades criminosas como o hacking e o sequestro de drones ou a sua utilização para ajudar em crimes. As ligações de comunicação seguras e plataformas de dados são essenciais para garantir que apenas pessoas autorizadas possam aceder a dados sensíveis. Em contraste, a tecnologia de geofencing assegura que os drones só voam dentro do espaço aéreo em que podem

entrar.

As soluções inovadoras devem enfrentar estes desafios para aumentar a fiabilidade e disponibilidade das funcionalidades e a segurança funcional e reduzir os custos e o consumo de energia.

A indústria tenta estabelecer a estratégia de implantação mais provável, limitada ou condicionada, pelo que será a aceitação pública das cidades e dos cidadãos. Do ponto de vista das cidades, existe um desafio considerável para integrar a UAM com as iniciativas ambientais estabelecidas pela União Europeia. Além disso, as cidades devem incorporar uma nova camada funcional num espaço público escasso e muito valorizado: o espaço público.

Todas estas actividades serão moldadas pela percepção pública do novo modo de transporte e respectivas infraestruturas e sistemas. Contudo, neste ponto, as principais percepções e interesses dos intervenientes são difíceis de integrar (relativamente à incerteza relevante sobre o tema).

A implantação da UAM pode evoluir em nichos específicos para os quais a aceitação pública pode ser positiva, tais como a utilização de drones ou/e aviões para serviços de emergência. Contudo, outras utilizações mais frequentes com uma menor percepção do benefício do bem público, tais como os serviços de entrega com base em apps, drones e/ou/e aeronaves, deverão receber maior oposição. Além disso, quanto maior e mais pesado for o dispositivo, menor será a probabilidade de ser aceite devido ao ruído esperado, à intrusão visual e, sobretudo, à percepção de segurança.

Por enquanto, nem a indústria nem as cidades preveem uma estratégia de internalização dos custos dessas externalidades impostas à sociedade. Finalmente, e ainda com um nível significativo de incerteza, existe o factor da acessibilidade dos serviços. No caso de cargas de valor inferior, ainda não é claro se a deslocam por via aérea ou quanto os clientes estariam dispostos a pagar por um tal sistema. No caso do "air-taxi", transporte aéreo de passageiros, espera-se que a aceitação pública para tal modo seja mais difícil de conseguir.

## 7.5 NÍVEL DE ACESSIBILIDADE DE PREÇOS

Um nível significativo de incerteza ainda rodeia o tema da acessibilidade de preços na UAM. Por conseguinte, a acessibilidade de preços pode ser abordada de diferentes perspectivas, dependendo do modelo empresarial adoptado para a implantação da UAM e da política de

movimentos aéreos da cidade.

A curto prazo, as entregas de encomendas são expectáveis com um baixo nível de implementação dentro das áreas urbanas. A indústria pode apoiar o investimento inicial na UAM sob uma estratégia de penetração no mercado e não necessariamente como um negócio lucrativo com uma grande margem de lucro. A médio e longo prazo, quando se espera que o nível de operações aumente e os respectivos processos se tornem mais complexos, é obrigatório ligar o modelo empresarial escolhido à aceitação pública e aos planos de desenvolvimento das cidades.

Os subsídios públicos poderiam ajudar o modelo empresarial da UAM. No entanto, as expectativas relativamente às recentes imposições de limitação ambiental nos veículos de transporte terrestre e os fortes movimentos dos cidadãos opõem-se a qualquer solução que cause ruído e incómodos visuais. Por conseguinte, a possibilidade de subsidiar UAM parece complexa e não provável, excepto em nichos específicos como o transporte relacionado com a saúde e as ligações a partir de áreas remotas e áreas insulares.

A emergência de veículos autónomos no transporte

rodoviário, particularmente no ridesharing, deverá tornar a questão da acessibilidade UAM mais complexa. Os veículos autónomos ajudarão a diminuir os custos operacionais das alternativas de mobilidade terrestre. Isto tornar-se-á uma realidade a curto prazo, e a competitividade da UAM com uma tal opção terá dificuldades para ser apelativa.

A incerteza em torno dos modelos empresariais tem consequências sobre a relevância do tema da acessibilidade económica. Inicialmente, a acessibilidade de preços pode desempenhar um papel relevante na tomada de decisões dos utilizadores em nichos específicos, tais como os vaivéns dos aeroportos. Por outro lado, a acessibilidade de preços pode não ser crucial para os utilizadores fazerem esta opção no táxi aéreo de luxo ou nos movimentos interurbanos. Assim, a opção UAM será provavelmente esperada como uma opção que existe e está disponível para aqueles que a podem pagar. As acções e características da procura das operações influenciarão a aceitação pública em relação a estas soluções.



## 7.6 INSTRUMENTOS DE FINANCIAMENTO

Devido ao elevado custo do trabalho piloto e de demonstração, apenas um orçamento limitado poderia ser atribuído à implementação experimental de alterações ou serviços de teste, o que constituía uma restrição à exploração do potencial de tais acções. A percepção é partilhada pelas cidades metropolitanas de Bari e Porto, que são receptivas à mobilidade aérea urbana e aderiram recentemente à Comunidade das Cidades da Iniciativa UAM (UIC2) da EIP-SCC. No entanto, no geral, as cidades enfrentam restrições de financiamento para a realização de pilotos e seminários de sensibilização, procurando uma maior aceitação social.

As cidades monitorizam os programas de financiamento europeus para compreenderem como introduzir o novo conceito de mobilidade aérea na cidade. Até ao Outono de 2021, a Mobilidade Aérea Urbana (UAM) foi explicitamente mencionada no tópico HORIZON-CL5-2022-D5-01-13 Acções de Investigação e Inovação (RIA): as tecnologias de aviação digital para novos modelos de negócio, serviços, ameaças globais emergentes e competitividade industrial (HORIZON-CL5-2022-D5-01-13), poderiam contribuir para transformar as tecnologias de aviação digital que permitirão novos modelos de negócio e produtos europeus com o mínimo impacto ambiental e competitividade; transformar a aviação digital, tecnologias espaciais, e UAS.

Nos programas Europe Horizon, há uma falta de oportunidades para uma nova e inovadora forma de mobilidade como a UAM; ou seja, a chamada (soluções limpas e competitivas para todos os modos de transporte (HORIZON-CL5-2022- D5-01)), a mobilidade aérea parece competir com outros modos de mobilidade/transporte.

Além disso, espera-se que novos projectos proporcionem um nível de prontidão tecnológica de 7-8, o que significa que a tecnologia deve ser testada, "qualificada para voo", e pronta para ser implementada numa tecnologia ou sistema tecnológico existente. Isto implica que a proposta de investigação deve ser construída utilizando uma plataforma ainda subdesenvolvida para a UAM.

## 8 ASSURED-UAM CONHECIMENTOS ADQUIRIDOS EM CIDADES-PILOTO

Durante os testes nas cidades-piloto, foi possível compreender os impactos locais da implantação da UAM. Como resultado, as cidades estão conscientes do seu papel na viabilização dos serviços UAM, seguindo as necessidades e preferências dos seus cidadãos.

Os intervenientes urbanos vêem o seu papel como co-criadores de serviços, mas também influenciam o âmbito e a localização das operações UAM/U-space. Esta

influência deve também aplicar-se a decisões sobre as infraestruturas e instrumentos necessários para mitigar riscos e acções adversas.

O envolvimento e participação do público foram os tópicos destacados para a implantação da UAM. As questões estão relacionadas com a escolha da realização da iniciativa num distrito urbano densamente povoado, que causou dificuldades de gestão, resolvidas através da criação de uma Área Controlada em terra para garantir a segurança das operações de voo na Região de Bari. O envolvimento e aceitação do público foram citados como questões críticas em projectos relacionados com as UAM na Area Metropolitana do Porto, que declararam que sem o envolvimento e aceitação suficientes do público, qualquer plano UAM socialmente benéfico poderia falhar. De facto, as capacidades, e serviços inovadores das soluções UAM, demonstradas no mundo real a uma vasta audiência, tornaram possível captar o grande interesse dos participantes e dos cidadãos em geral. O envolvimento dos cidadãos e partes interessadas em todas as fases de planeamento e implementação da mobilidade urbana é também destacado na GZM, cujo caso piloto se centrou no transporte de cuidados médicos. Por conseguinte, os pilotos das cidades tiraram as seguintes recomendações gerais:

- » Envolver as autoridades locais, peritos das cidades, utilizadores finais e clientes - no processo de desenvolvimento de serviços públicos importantes de acordo com as suas necessidades;
- » Cooperar com as partes interessadas locais, centrais e internacionais em todo o ecossistema da UAM, incluindo os sectores público e privado, sobre os quadros jurídicos e tecnológicos;
- » Envolver-se em pilotos e demonstrações;
- » Comunicar de forma simples e visível para aumentar o nível de aceitação e conforto dos residentes;
- » Iniciar e coordenar o debate público no qual os potenciais benefícios e desafios da UAM são discutidos de uma forma imparcial e transparente;
- » Co-criar soluções, com foco em casos de utilização que sirvam o bem público com diferentes grupos de interessados de várias formas;
- » Proporcionar experiências de drones, táxis aéreos e suas características (pilotos de serviços UAM em laboratórios vivos') ao público;
- » Manter uma cooperação permanente entre as diferentes autoridades para enquadrar a forma como a UAM será integrada com a mobilidade e o planeamento urbano;
- » Beneficiar do conhecimento fornecido pelas cidades em projectos em que os municípios desempenham um papel activo.



## 9 RECURSOS DE APOIO

Este documento foi construído com base nos resultados publicados da ASSURED-UAM Acceptance, Safety and Sustainability Recommendations for Efficient Deployment of UAM Project (H2020 GA No 101006696). Para mais informações, consultar <https://assured-uam.eu/public-deliverables/>. Detalhes técnicos específicos podem ser encontrados nos relatórios dedicados :

- D1.1 Technology Readiness Review Report
- D1.2 Relatório sobre o Quadro Regulamentar
- D1.3 Relatório sobre as Estratégias de Integração da Mobilidade Urbana
- D1.5 Definição dos ConOps finais
- D2.1 Relatório de Estratégia de Implantação da UAM
- D2.2 Relatório de Restrições Operacionais
- D2.3 Relatório de estimativa UAM eLCC+E
- D2.4 Financiamento e aceitação pública
- D2.5 Cenários de abertura para a UAM no futuro sistema integrado de mobilidade urbana
- D2.6 Cenários finais para a UAM no futuro sistema integrado de mobilidade urbana
- D3.1 Plano de envolvimento das partes interessadas
- D3.2 Relatório de consulta das partes interessadas
- D4.1 Normas e recomendações para componentes UAM
- D4.2 Normas e recomendações em matéria de política e planeamento urbano
- D5.1 Caso GZM Metropolis UAM
- D5.2 Caso Bari Metropolis UAM
- D5.3 Caso da zona metropolitana do Porto UAM
- D5.4 Conclusões e observações do processo de implementação

## 10 SIGLAS

AAM	Advanced Air Mobility
ANSP	Air navigation service provider
ATC	Air Traffic Controller
ATM	Air Traffic Management
CAGR	Compound Annual Growth Rate
CBRs	Community-Based Rules
D2D	Door-to-Door
DCB	Regulatory authorities Demand Capacity Balancing
EASA	European Union Aviation Safety Agency
EIP-SCC	European Initiative on Smart Cities and Communities
eLCC	Environmental Life Cycle Cost
eVTOL	electric Vertical Take-Off and Landing
FAA	Federal Aviation Administration USA
GZM	Górnóśląsko-Zagłębiowska Metropolia – Poland
ICT	Information and Communication Technologies
IoT	Internet of Things
KPI	Key Performances Indicators
MCB	Metropolitan City of Bari – Italy
MCP	Metropolitan City of Porto – Portugal
NAA	National Aviation authorities
PSUs	Providers of Services
SMEs	Small and medium-sized enterprises
TRL	Technology Readiness Level
UAM	Urban Air Mobility
UAS	Unmanned Aerial System
UC	Use Cases
UIC2	UAM Initiative Cities Community
USS	UAS Service Supplier
USSP	U-space Service Providers
UTM	Urban Traffic Management

<sup>4</sup> Os Deliverables confidenciais não estão presentes na lista.

## CONSÓRCIO ASSURED-UAM



Łukasiewicz Research Network – Institute of Aviation, Ł-ILOT, Poland,  
[www.ilot.lukasiewicz.gov.pl](http://www.ilot.lukasiewicz.gov.pl)



Centro Italiano Ricerche Aerospaziali, CIRA, Italy,  
[www.cira.it](http://www.cira.it)



Centro de Engenharia e Desenvolvimento de Produtos, CEiiA, Portugal,  
[www.ceiia.com](http://www.ceiia.com)



Institute for Sustainable Society and Innovation, ISSNOVA, Italy,  
[www.issnova.eu](http://www.issnova.eu)



Distretto Tecnologico Areospaziale, DTA, Italy,  
[www.dtascarl.org](http://www.dtascarl.org)



Górnoląsko-Zagłębiowska Metropolia, GZM, Poland,  
[www.metropoliagzm.pl](http://www.metropoliagzm.pl)



Royal NLR – Netherlands Aerospace Centre, NLR, The Netherlands,  
[www.nlr.nl](http://www.nlr.nl)



ACCEPTANCE SAFETY AND SUSTAINABILITY  
RECOMMENDATIONS FOR EFFICIENT  
DEPLOYMENT OF UAM

[www.assured-uam.eu](http://www.assured-uam.eu)