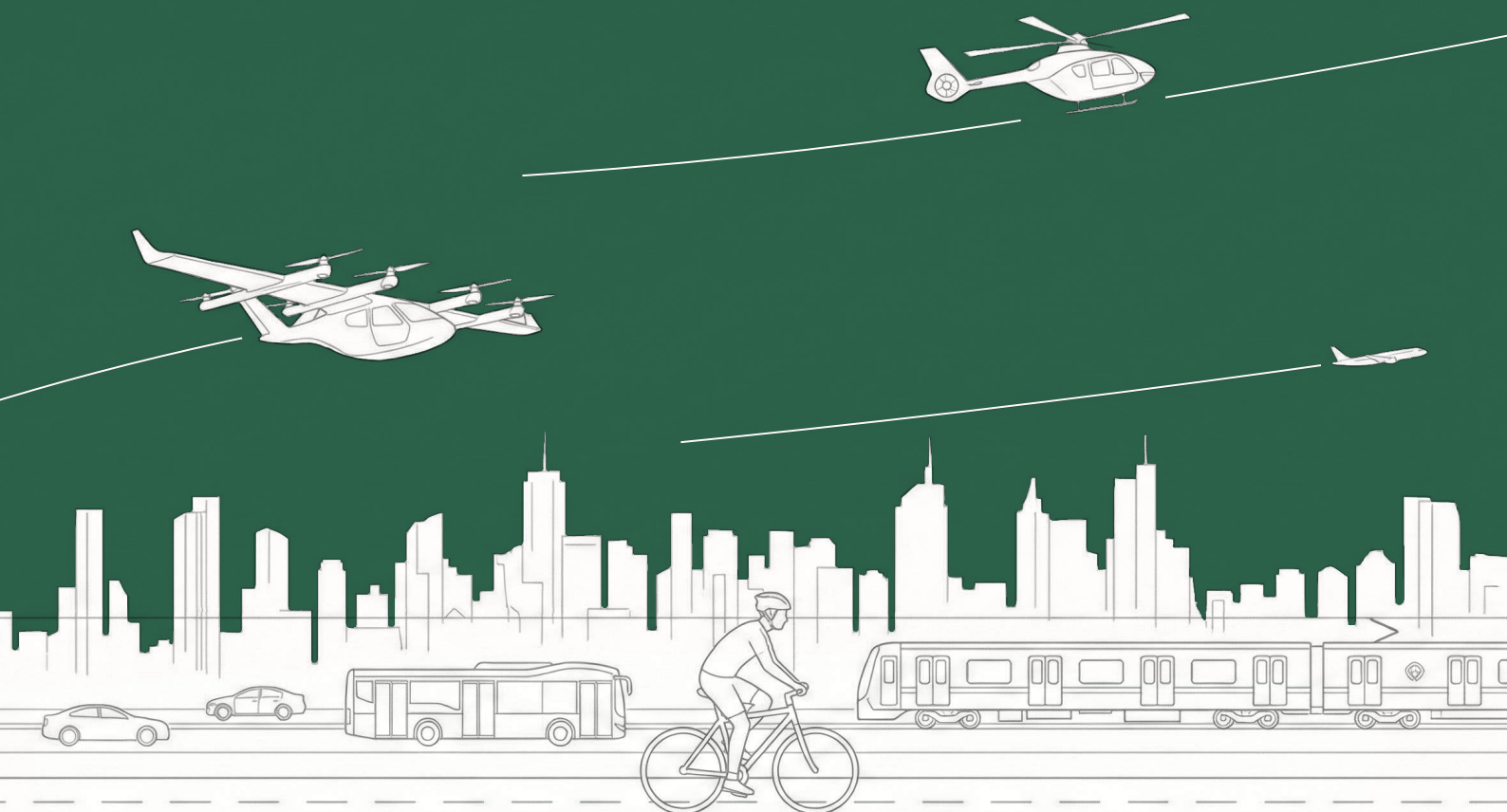


# Mobilidade aérea urbana

Guia de suporte aos gestores



INSTITUTO  
TECNOLÓGICO DE  
AERONÁUTICA

MINISTÉRIO DE  
PORTOS E  
AEROPORTOS



SIGMA

SOLUÇÕES PARA A  
INTEGRAÇÃO E  
GESTÃO DA  
MOBILIDADE  
AÉREA

# Mobilidade aérea urbana

Guia de suporte aos gestores



**DIVISÃO DE ENGENHARIA CIVIL**

Instituto Tecnológico de Aeronáutica

Departamento de transporte aéreo e aeroportos

# MOBILIDADE AÉREA URBANA GUIA DE SUPORTE AOS GESTORES

AUTORIDADES DO MINISTÉRIO DE PORTOS E AEROPORTOS

**Tomé Franca**

Ministro

AUTORIDADES DA SECRETARIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL

**Daniel Ramos Longo**

Secretário Nacional de Aviação Civil

**Júlia Lopes da Silva Nascimento**

Diretora de Planejamento e Fomento

**Antônio Marcos Ferreira de Oliveira**

Coordenador-Geral de Planejamento e Estudo

AUTORIDADES DO DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO

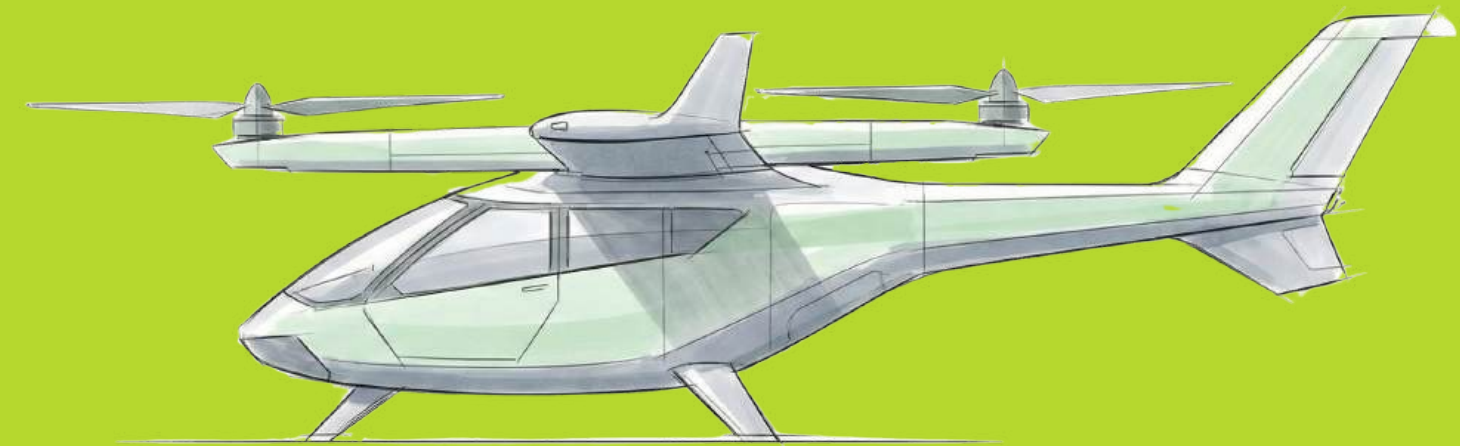
**Márcio André da Silva**

Major Especialista em Controle de Tráfego Aéreo

AUTORIDADES DA AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL

**Tiago Chagas Faierstein**

Diretor-Presidente



# MOBILIDADE AÉREA URBANA GUIA DE SUPORTE AOS GESTORES

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

**Antonio Guilherme de Arruda Lorenzi**

Reitor

COORDENADOR

**Dr. Cláudio Jorge Pinto Alves**

Professor da Divisão de Engenharia Civil

ORGANIZADORES

**Dr. Marcelo Xavier Guterres**

Professor da Divisão de Engenharia Civil

**PhD. Mayara Condé Rocha Murça**

Instrutora da Divisão de Engenharia Civil

**Dr. Flávio Mendes Neto**

Professor da Divisão de Engenharia Civil

**Dr. Daniel Alberto Pamplona**

Divisão de Aplicações Operacionais e Defesa

**Msc Marcelo Saraiva Peres**

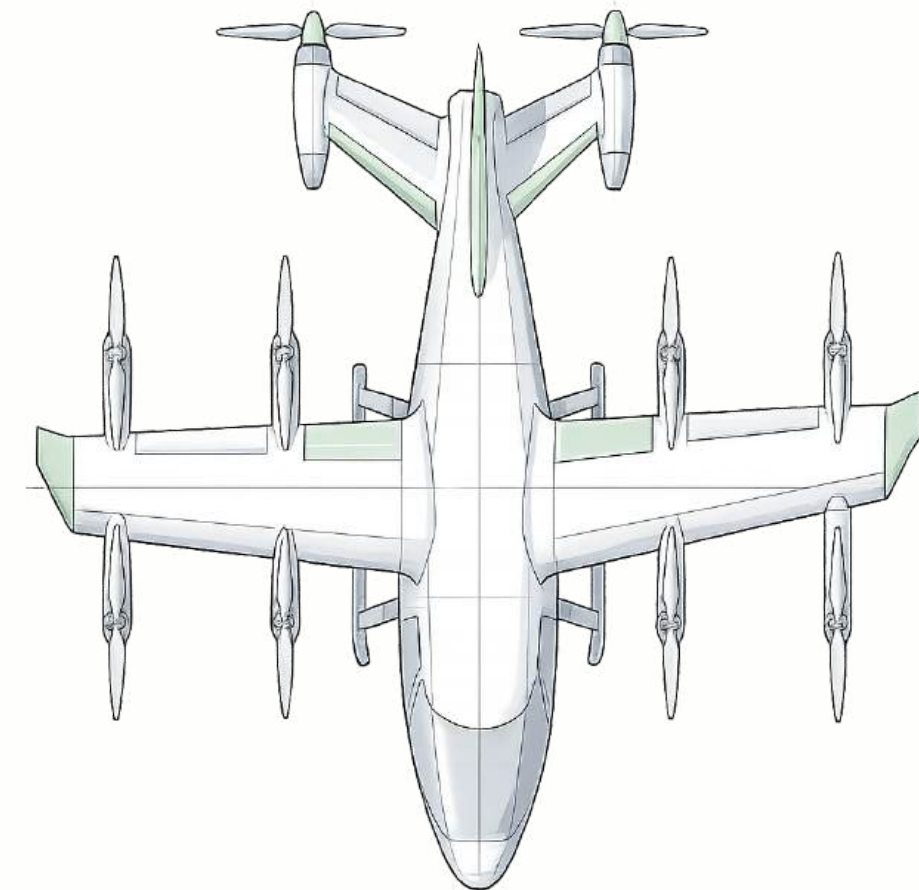
Doutorando da Divisão de Engenharia Civil

**Rodrigo Mollo Furlan**

Mestrando da Divisão de Engenharia Civil

**Gabriel Luiz Goulart Rufino Vieira**

Mestrando da Divisão de Engenharia Civil

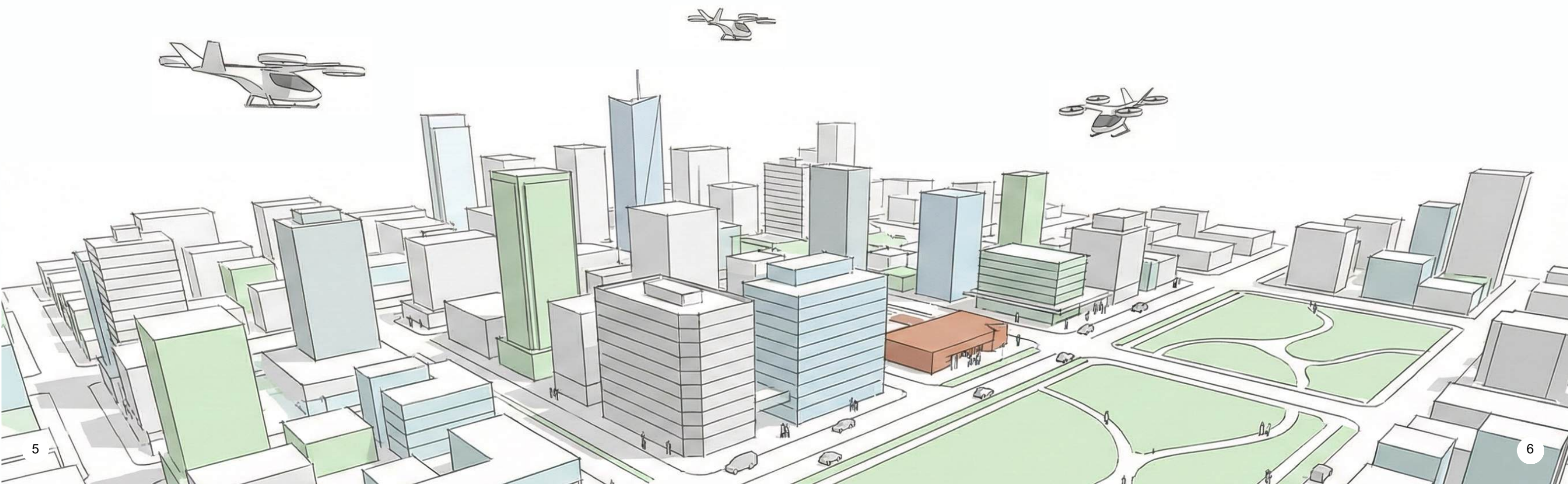


## MENSAGEM À SAC

O crescimento dos grandes centros urbanos impõe desafios à mobilidade urbana, especialmente no que diz respeito aos deslocamentos de bens, cargas e pessoas. Nesse contexto, a Mobilidade Aérea Urbana (UAM) surge como uma alternativa promissora para complementar os sistemas de transporte tradicionais, oferecendo soluções rápidas, eficientes e com potencial para reduzir a saturação do espaço viário.

A UAM, ao explorar a terceira dimensão — o espaço aéreo urbano —, pode ajudar a aliviar a pressão sobre o modal terrestre, promovendo maior equidade no acesso à mobilidade e contribuindo para cidades mais integradas e sustentáveis.

Assim, a Secretaria Nacional de Aviação Civil (SAC), em conjunto com a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) do Comando da Aeronáutica (COMAER), por meio da missão “Estudos para Aviação de Hoje e do Amanhã”, desenvolveu este guia para servir como instrumento de apoio ao poder público em âmbito municipal, visando a integração segura e sustentável da Mobilidade Aérea Urbana (UAM) à sociedade.



## APRESENTAÇÃO

A elaboração das diretrizes presentes nesse guia segue a metodologia do Guia para Elaboração e Revisão de Planos Diretores - Ministério do Desenvolvimento Regional-, adaptando seus instrumentos, como o Zoneamento e o Estudo de Impacto de Vizinhança, para a realidade tridimensional da UAM.

Este documento foi construído para atender a seguinte missão:

*“Integração da mobilidade aérea urbana à mobilidade terrestre para o desenvolvimento sustentável das cidades”*

Como público-alvo, têm-se gestores da área de mobilidade urbana. Como objetivos específicos, podem-se destacar:

- Introduzir conceitos de Mobilidade Aérea Urbana (UAM) e de novas aeronaves, como os eVTOLs.
- Apresentar orientações e diretrizes para a implementação da UAM nas cidades.
- Apoiar a preparação dos gestores para esse novo modal, em consonância com o que vem sendo tratado no Brasil e no cenário internacional.



# SUMÁRIO



<b>1. INTRODUÇÃO</b>	28
1.1 Público-alvo e objetivos	29
1.2 Conceitos fundamentais da UAM	29
1.3 Relevância para cidades brasileiras	30
1.4 Contexto regulatório e delimitadores de competência	30
1.5 O ecossistema UAM	30
1.6 Metodologia	31
<b>2. FLUXO DE LEITURA</b>	33
2.1 Referência metodológica	35
2.2 Desafios do município	35
2.3 Como ler cada tabela temática	36
2.4 Fluxo recomendado de leitura	36
2.5 Como usar o capítulo seguinte	37
<b>3. PLANEJAMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DA MOBILIDADE AÉREA URBANA</b>	39
3.1 Ruído aeronáutico	41
3.2 Integração urbano-social	49
3.3 Uso de solo	57
3.4 Infraestrutura energética	65
3.5 Infraestrutura	73
3.6 Governança e regulação urbana	81
3.7 Meio ambiente	89
3.8 Tecnologias de suporte	97
3.9 Viabilidade econômica	105

# LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1.</b> Ruído aeronáutico	45
<b>TABELA 2.</b> Integração urbano-social	53
<b>TABELA 3.</b> Uso de solo	61
<b>TABELA 4.</b> Infraestrutura energética	69
<b>TABELA 5.</b> Infraestrutura	77
<b>TABELA 6.</b> Governança e regulação urbana	85
<b>TABELA 7.</b> Meio ambiente	93
<b>TABELA 8.</b> Tecnologias de suporte	101
<b>TABELA 9.</b> Viabilidade econômica	109

# SIGLAS

<b>5G</b>	Comunicações móveis de 5ª geração
<b>6G</b>	Comunicações móveis de 6ª geração
<b>ANAC</b>	Agência Nacional de Aviação Civil
<b>ANATEL</b>	Agência Nacional de Telecomunicações
<b>AP</b>	Área de Planejamento
<b>ATE</b>	Área Total Edificável
<b>ATO</b>	Ato Administrativo de Telecomunicações
<b>BRT</b>	Trânsito Rápido de Ônibus
<b>CGRA</b>	Comissão de Gerenciamento de Ruído Aeronáutico
<b>CNS</b>	Comunicações, Navegação e Vigilância
<b>COMAER</b>	Comando da Aeronáutica
<b>CONAMA</b>	Conselho Nacional do Meio Ambiente
<b>DA</b>	Altitude de Decisão
<b>DECEA</b>	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
<b>EIA</b>	Estudo de Impacto Ambiental
<b>RIMA</b>	Relatório de Impacto Ambiental
<b>EO</b>	Especificações Operativas
<b>EP</b>	Elaborador de Procedimentos
<b>IAS</b>	Velocidade Indicada

# SIGLAS

<b>IBAMA</b>	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
<b>IC</b>	Instrução Complementar
<b>ICA</b>	Instrução de Comando da Aeronáutica
<b>ITA</b>	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
<b>MET</b>	Meteorologia
<b>PESTEL</b>	Político, Econômico, Social, Tecnológico, Ambiental e Legal
<b>PPP</b>	Parceria Público-Privada
<b>PZP</b>	Planos de Zona de Proteção
<b>PZPV</b>	Plano de Zona de Proteção de Vertiporto
<b>PZR</b>	Plano de Zoneamento de Ruído
<b>RBAC</b>	Regulamentos Brasileiros da Aviação Civil
<b>SAC</b>	Secretaria Nacional de Aviação Civil
<b>TED</b>	Termo de Execução Descentralizada
<b>UA</b>	Aeronave Não Tripulada
<b>UAM</b>	Mobilidade Aérea Urbana
<b>UTM</b>	Gerenciamento de tráfego aéreo urbano
<b>VTOL</b>	Decolagem e Pouso Vertical
<b>eVTOL</b>	Aeronave Elétrica de Decolagem e Pouso Verticais

# TERMOS TÉCNICOS

E

## **EQUIDADE TERRITORIAL:**

Garantia de acesso equitativo aos serviços de UAM em diferentes regiões da cidade.

## **ESPAÇO AÉREO URBANO:**

Volume de espaço aéreo localizado sobre áreas densamente povoadas, tipicamente em baixas altitudes, onde as operações de aeronaves são integradas e coordenadas por meio de serviços de gerenciamento de tráfego aéreo (como o UTM).

## **eVTOL:**

Electric Vertical Take-Off and Landing. Aeronave elétrica com decolagem e pouso vertical.

G

## **GOVERNANÇA:**

Sistema de coordenação entre órgãos federais (SAC, ANAC, DECEA), estaduais e municipais (ou federais e do DF), para definição de políticas públicas, regulação e fiscalização da UAM.

I

## **IMPACTO DE VIZINHANÇA:**

Efeitos de uma atividade ou instalação sobre a população e o ambiente do entorno urbano.

## **INFRAESTRUTURA ENERGÉTICA:**

Conjunto de instalações e sistemas para fornecimento de energia elétrica necessária para recarga e operação de eVTOLs.

# TERMOS TÉCNICOS

## **INTEGRAÇÃO URBANO-SOCIAL:**

Processo de incorporação da UAM ao sistema de mobilidade urbana existente e à sociedade.

L

## **LICENCIAMENTO URBANO:**

Processo administrativo municipal de autorização para atividades, construções e operações em áreas urbanas.

## **LIFT+CRUISE:**

Configuração técnica de aeronave eVTOL que combina capacidade de sustentação vertical com deslocamento horizontal eficiente.

M

## **MOBILIDADE TERRESTRE:**

Sistemas tradicionais de transporte terrestre integrados com UAM para melhor mobilidade urbana.

## **MULTIRROTOR:**

Configuração técnica de aeronave eVTOL com múltiplos rotores para sustentação.

P

## **PESTEL:**

Framework de análise que considera dimensões Políticas, Econômicas, Sociais, Tecnológicas, Ambientais e Legais.

# TERMOS TÉCNICOS

R

## **RUÍDO AERONÁUTICO:**

Som gerado pelas operações de aeronaves.

S

## **SEGURANÇA OPERACIONAL:**

Conjunto de medidas e procedimentos para garantir operações seguras de aeronaves em áreas urbanas densas.

T

## **TILT-ROTOR:**

Configuração técnica de aeronave eVTOL com rotores que podem mudar de orientação entre vertical e horizontal.

U

## **UAM:**

Mobilidade Aérea Urbana. O uso de aeronaves de pequeno porte, em baixa altitude, para transporte de passageiros e cargas em áreas urbanas e metropolitanas.

## **UTM:**

Gerenciamento de tráfego aéreo urbano. Sistema responsável pelo monitoramento e organização do tráfego em baixa altitude.

# TERMOS TÉCNICOS

V

## **VERTIPORTO:**

Infraestrutura que pode ser implantada em topo de edifícios, no solo, em estruturas elevadas ou em integração com aeroportos, destinada ao pouso e decolagem de aeronaves VTOL.

## **VTOL:**

Decolagem e Pouso Vertical. Capacidade de uma aeronave decolar e pousar verticalmente sem necessidade de pista.

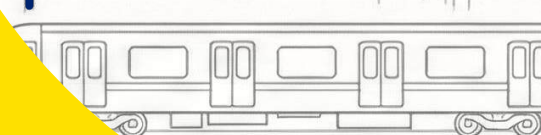
Z

## **ZONEAMENTO:**

Divisão do território urbano em zonas com usos específicos e regulamentações próprias.

INTRODUÇÃO

# 01



Este guia apresenta o Produto II do projeto SigmaCity, desenvolvido no âmbito da Meta 2 | Etapa 8 do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), com entrega em março de 2026.

O trabalho insere-se no Termo de Execução Descentralizada (TED) n. 1525720240005-003882/2024, firmado entre a Secretaria Nacional de Aviação Civil (SAC) e o ITA, com foco em "Estudos para Aviação de Hoje e do Amanhã".

### 1.1. Público-Alvo e Objetivos

Este guia foi elaborado para gestores públicos, planejadores urbanos, procuradores, técnicos municipais e cidadãos interessados no tema. Cada grupo encontra orientações compatíveis com seu papel institucional.

Para gestores, o guia apresenta diretrizes para licenciamento, planejamento e mitigação de impactos. Para equipes técnicas e jurídicas, oferece referências para identificar lacunas normativas e operacionais. Para a sociedade, organiza os conceitos centrais e os efeitos esperados da UAM no território urbano.

### 1.2. Conceitos Fundamentais da UAM

Mobilidade Aérea Urbana é o uso de aeronaves de pequeno porte, em baixa altitude, para transporte de passageiros e cargas em áreas urbanas e metropolitanas. Essas operações incluem deslocamentos curtos, logística de última milha e respostas a emergências.

No centro desse sistema está o eVTOL (Electric Vertical Take-Off and Landing), aeronave elétrica com decolagem e pouso vertical. Em geral, os projetos atuais trabalham com velocidades de 100 a 200 km/h, alcance de 20 a 150 km e capacidade de 1 a 6 passageiros.

As configurações técnicas variam, principalmente entre modelos multirrotor, lift+cruise e tilt-rotor, cada uma com diferentes compromissos entre eficiência energética, complexidade operacional e certificação.

### 1.3. Relevância para as Cidades Brasileiras

No Brasil, a UAM é discutida como alternativa complementar ao sistema terrestre, especialmente em metrópoles congestionadas e em regiões com baixa conectividade. Em deslocamentos críticos, pode reduzir tempo de viagem e ampliar opções de atendimento em saúde e logística.

No campo ambiental, o uso de propulsão elétrica reduz emissões diretas durante o voo. Do ponto de vista econômico e industrial, o país tem condições de participar desse mercado por sua base aeronáutica e por iniciativas nacionais em desenvolvimento.

### 1.4. Contexto Regulatório e Delimitadores de Competência

A governança da UAM depende da articulação entre competências federais e municipais. A SAC atua na coordenação de políticas públicas setoriais e na articulação institucional. A ANAC atua na certificação de aeronaves, operadores e infraestrutura aeronáutica. O DECEA gerencia o espaço aéreo e os requisitos de circulação.

No âmbito municipal, prefeituras e órgãos setoriais tratam de uso do solo, zoneamento, código de obras, licenciamento e fiscalização urbana. Sem coordenação entre esses níveis, há risco de atraso decisório e insegurança institucional.

Por isso, é importante estruturar canais permanentes de cooperação técnica entre município, ANAC e DECEA, com definição clara de responsabilidades e fluxos administrativos.

### 1.5. O Ecossistema UAM

A UAM opera como sistema integrado de três componentes: aeronaves eVTOL, vertiportos e gestão do espaço aéreo urbano.

eVTOLs: aeronaves elétricas com redundância operacional, desempenho compatível com trajetos urbanos e potencial de redução de emissões diretas.

Vertiportos: infraestruturas que podem ser implantadas em topo de edifícios, no solo, em estruturas elevadas ou em integração com aeroportos, com impactos

diretos no planejamento urbano, energia e acessibilidade.

Espaço Aéreo Urbano: coordenado por sistemas como UTM, com monitoramento e organização do tráfego em baixa altitude.

## 1.6. Metodologia

A metodologia deste guia deriva do Produto II do Projeto Sigma City, com base no inventário normativo federal e organização analítica pelo framework PESTEL. O objetivo é oferecer um roteiro metodológico para diagnóstico e tomada de decisão municipal, sem impor modelo único de regulação.

O guia está estruturado em três capítulos.

# 01

## INTRODUÇÃO

Apresenta os conceitos fundamentais e o contexto da UAM no Brasil.

# 02

## FLUXO DE LEITURA

Orientações de leitura e metodológicas para interpretar os desafios e usar as tabelas de diagnóstico e ação.

# 03

## PLANEJAMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DA MOBILIDADE AÉREA URBANA

Percorre as dimensões temáticas do desafio de implementação, com ênfase nas problemáticas identificadas.



FLUXO DE LEITURA

02



**E**ste capítulo tem como objetivo orientar gestores municipais sobre como interpretar cada eixo temático, como usar o checklist de diagnóstico e como transformar esse diagnóstico em ação administrativa.

A Mobilidade Aérea Urbana introduz um desafio de coordenação interinstitucional: o Município planeja e gerencia o uso e a ocupação do solo (o zoneamento urbanístico) e o licenciamento e a fiscalização urbanístico e edilício, enquanto a ANAC e o DECEA regulam e fiscalizam, em suas respectivas áreas de competência, a certificação de aeronaves, as operações aéreas e o gerenciamento do tráfego aéreo. Além disso, o governo federal, por meio da SAC, define políticas públicas para a UAM – ou propostas, para apreciação do Congresso Nacional. A implementação exitosa da UAM depende da articulação entre essas competências.

### 2.1. Referência Metodológica

As diretrizes dos capítulos temáticos derivam do relatório metodológico do Projeto SigmaCity (Produto II), construído a partir do inventário normativo federal e da organização analítica pelo framework PESTEL. Este guia não reproduz integralmente esse relatório: ele traduz seus resultados em perguntas de gestão e ações aplicáveis no contexto municipal.

A leitura recomendada é prática: identificar o problema local, verificar lacunas institucionais e acionar medidas compatíveis com o estágio de preparação do município.

### 2.2. Desafios do Município

Os temas seguintes tratam de desafios de competência dos Municípios, entre outros:

- Ruído aeronáutico e aceitação social;
- Integração entre vertiportos, uso do solo e mobilidade terrestre;
- Segurança operacional em área urbana densa;
- Capacidade da infraestrutura energética e recarga;
- Governança entre órgãos municipais e autoridades aeronáuticas;
- Equidade territorial e acesso ao serviço.

Esses desafios não aparecem isolados. Uma decisão de zoneamento, por exemplo, pode afetar simultaneamente ruído, segurança, viabilidade econômica e acesso social. Por isso, cada capítulo foi organizado em formato padronizado, para facilitar comparação e priorização.

### 2.3. Como Ler cada Tabela Temática

Todos os capítulos temáticos seguem a mesma estrutura de quatro elementos:

#### EIXO TEMÁTICO

Indica o assunto central analisado (por exemplo, ruído, energia, integração urbana). É o ponto de entrada para localizar rapidamente o tema de interesse.

#### DESAFIO

Descreve o problema concreto observado na gestão municipal. Deve ser lido como situação de risco regulatório, operacional ou social que precisa de resposta pública coordenada.

#### CHECKLIST PARA OS GESTORES

Apresenta perguntas de autoavaliação. Se a resposta for "não" para um item, o município identificou uma lacuna de preparação. O checklist funciona como instrumento diagnóstico e de priorização.

#### AÇÃO PRÁTICA DO MUNICÍPIO

Indica encaminhamentos administrativos possíveis para reduzir a lacuna identificada no checklist. As ações podem envolver revisão normativa, procedimento intersetorial, exigência de estudos técnicos ou pactuação institucional.

### 2.4. Fluxo Recomendado de Leitura

Para cada eixo temático, recomenda-se a sequência:

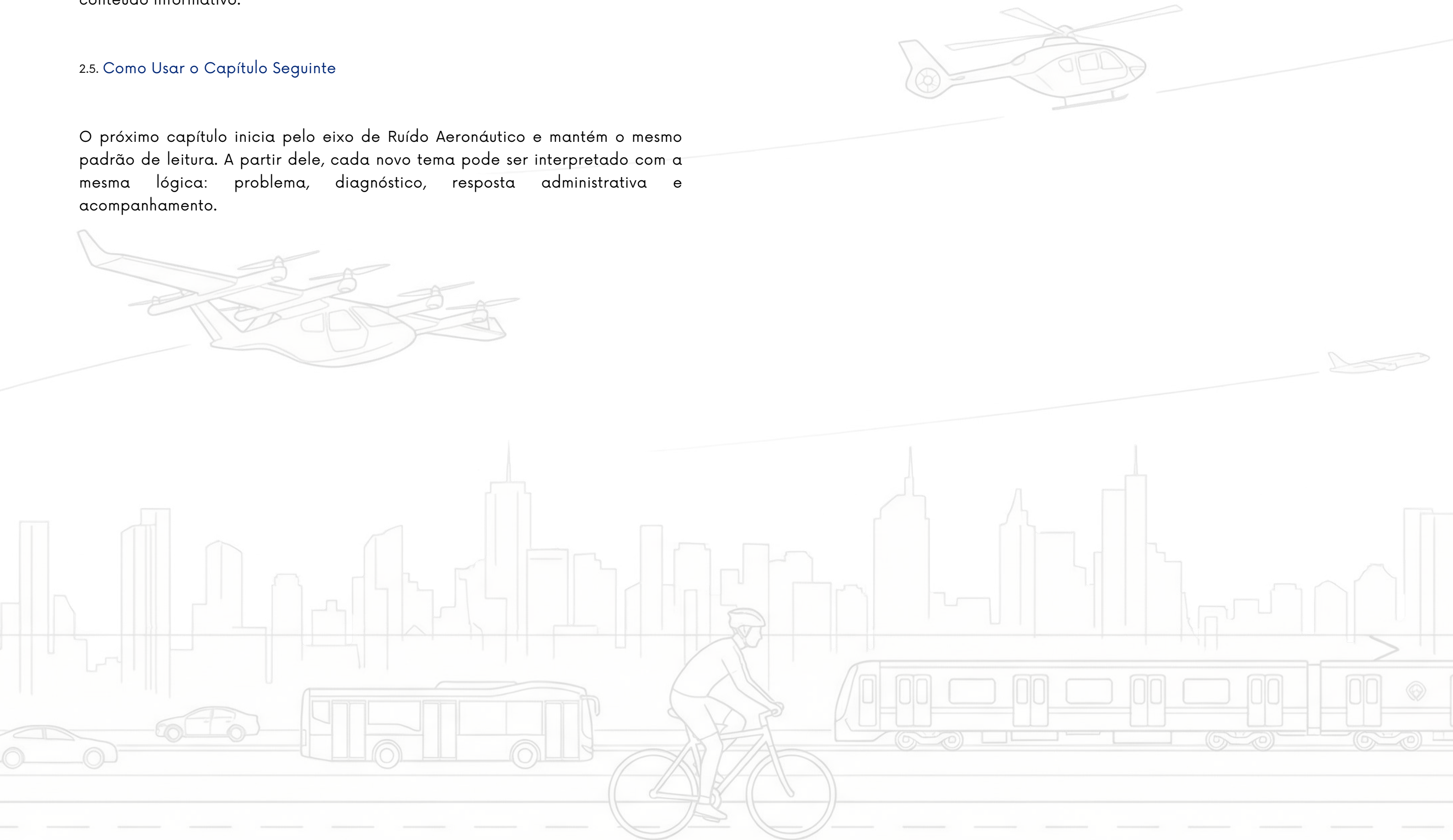
1. ler o desafio e delimitar o problema local;
2. responder ao checklist com base em evidências;
3. mapear os itens com resposta negativa;

4. selecionar a ação prática correspondente;
5. definir órgão responsável, prazo e mecanismo de monitoramento.

Esse fluxo transforma o capítulo em ferramenta de gestão, não apenas em conteúdo informativo.

## 2.5. Como Usar o Capítulo Seguinte

O próximo capítulo inicia pelo eixo de Ruído Aeronáutico e mantém o mesmo padrão de leitura. A partir dele, cada novo tema pode ser interpretado com a mesma lógica: problema, diagnóstico, resposta administrativa e acompanhamento.



PLANEJAMENTO E  
IMPLEMENTAÇÃO  
DA MOBILIDADE  
AÉREA URBANA

# 03



## RUÍDO AERONÁUTICO

Imagine eVTOLs e outras aeronaves avançadas decolando e pousando em plataformas no topo de prédios, shopping centers e terminais de transporte. Diferentemente dos aviões e helicópteros, essas aeronaves voarão mais baixo e mais perto das casas, escolas e hospitais. Isso significa que o barulho — mesmo sendo menor que o de um helicóptero convencional — será ouvido por mais pessoas e por mais tempo.

O ruído aeronáutico não é apenas um incômodo: exercendo impactos no sono, na capacidade de concentração e na saúde cardiovascular da população. Em termos comparativos, enquanto a média de ruído em ambientes urbanos convencionais gira em torno de 60 decibels, o limiar de proteção à saúde para operações aéreas são mais restritos, situando-se em 55 decibels.

Para pousos e decolagens verticais, busca-se um patamar de conforto ainda mais exigente, idealmente em torno de 50 decibels — o equivalente a uma conversa tranquila. Esse rigor técnico justifica-se pelo efeito cumulativo: o impacto real percebido por uma comunidade não decorre de um voo isolado, mas da operação contínua de toda a frota sobre uma mesma região. Entretanto, é importante deixar claro que ainda não se dispõe de dados de ruído específicos dos eVTOLs e do seu impacto na saúde e no bem-estar das pessoas.

Além disso, a própria cidade amplifica o problema. Prédios altos podem criar "corredores de som" que concentram o barulho em ruas estreitas, enquanto outros edifícios criam "sombras acústicas" onde o som quase não chega. Vento, chuva e temperatura também mudam a forma como o som se espalha. Tudo isso precisa ser mapeado antes de autorizar rotas e pontos de pouso.

### *O Papel do Município:*

A Prefeitura é peça-chave nessa equação. Com base nas Leis federais 7.565 e 11.182, a regulação federal atual (RBAC 161, da ANAC) determina que o operador de um aeródromo faça o Plano de Zoneamento de Ruído (PZR) e o comunique ao Município. A partir daí, cabe à Administração Pública municipal:

1. Compatibilizar o zoneamento do uso do solo, nas áreas vizinhas ao aeródromo, às restrições especiais presentes no PZR (Lei 7.565, art. 44), impedindo que residências, escolas ou hospitais sejam construídos, ampliados ou reformados sem tratamento acústico adequado em áreas de ruído aeronáutico.
2. Participar da Comissão de Gerenciamento de Ruído Aeronáutico (CGRA) do aeroporto, um fórum permanente obrigatório para aeroportos com mais de 7.000 pousos mais decolagens por ano, na média dos últimos três anos. A CGRA é coordenada pelo operador do aeroporto e reúne operadores aéreos, Prefeitura Municipal, órgãos públicos e representantes da comunidade do entorno para discutir reclamações, avaliar dados e estudos e propor melhorias nesse gerenciamento.

É possível que os vertiportos venham a ter a obrigação de fazer um PZR, já que o vertiporto também será um aeródromo. No período noturno (das 22h às 7h), deverá haver o acréscimo de 10 decibels ao nível de ruído das aeronaves, assim como é feito nos PZR de aeroportos.

Também é possível que os vertiportos tenham que instituir uma CGRA, por exigência da ANAC, semelhante e com os mesmos objetivos das CGRA de aeroportos.

No caso da UAM, a Prefeitura também poderá contribuir em outras atividades, em colaboração e sob a coordenação da ANAC e do DECEA:

- Criação de “zonas de exclusão tridimensionais” — porções do espaço onde o voo será proibido ou restrito em horários determinados, protegendo áreas sensíveis como creches, escolas, unidades de saúde e hospitais, entre outras.
- Definição de “rotas aéreas de prioridade acústica”, com sobrevoos de rios, rodovias e áreas comerciais e industriais, em vez de sobrevoos de áreas residenciais, entre outras.



### Monitoramento: Medir para Gerenciar

Não será suficiente proibir ou restringir rotas de voo — será preciso medir o ruído aeronáutico. Esse monitoramento deve incluir:

- Operações de voo (decolagem, pouso e sobrevoo).
- Operações em solo (acionamento dos motores, taxiamento, testes de motor etc.).

Sabe-se que a percepção de incômodo com o ruído aeronáutico não depende apenas do nível de ruído. A Prefeitura, em eventual parceria com os governos federal e estadual, poderá instituir serviço de campanhas de monitoramento do ruído aeronáutico da UAM, abrangendo todos os vertiportos do município, e realizar pesquisas socioacústicas com a população, de modo a obter dados e estabelecer parâmetros científicos de desenvolvimento e ajuste da UAM na localidade.

O gestor municipal deve exigir que os relatórios de monitoramento correlacionem cada evento sonoro a uma aeronave específica, identificando desvios de rota ou horário. Ferramentas de simulação computacional ajudam a prever o barulho antes mesmo de uma rota ser aprovada, considerando reflexões sonoras nos prédios, topografia e perfil de vento.

### Fiscalização e Restrições

A prefeitura tem papel ativo na fiscalização da UAM:

- Fiscalização dos horários de operação das aeronaves.
- Fiscalização das construções nas áreas de ruído aeronáutico quanto à execução do tratamento acústico adequado, conforme os PZR.
- Avaliação do efeito de solo: quando vertiportos forem instalados em topos de edifícios, o som reflete na laje e se amplifica para quem está na calçada — esse fenômeno precisa ser medido e considerado no licenciamento dos vertiportos.

### Transparência e Participação Social:

A aceitação pública é condição para o sucesso da UAM. Para isso:

- Formas de participação da sociedade local na avaliação da localização de vertiportos e rotas aéreas devem ser instituídas.
- Canais de reclamações acessíveis devem ser oferecidos à população (site na Internet, aplicativo, telefone etc.).
- Relatórios anuais georreferenciados devem compilar estatísticas de reclamações, identificando bairros mais afetados em mapas visuais.
- Dados de monitoramento dos voos e do ruído aeronáutico devem ser disponibilizados publicamente, idealmente em painéis online.
- Pesquisas socioacústicas com a população devem ser feitas e publicadas, porque serão essenciais na definição dos limites de aceitação da comunidade.

A transparência não é apenas uma boa prática — é um requisito regulatório para o ruído aeronáutico (RBAC 161, da ANAC). O operador é obrigado a publicar o PZR e a Prefeitura deve integrá-lo ao planejamento urbano. Deve-se garantir que a população seja ouvida antes, durante e depois da implantação da UAM no município.

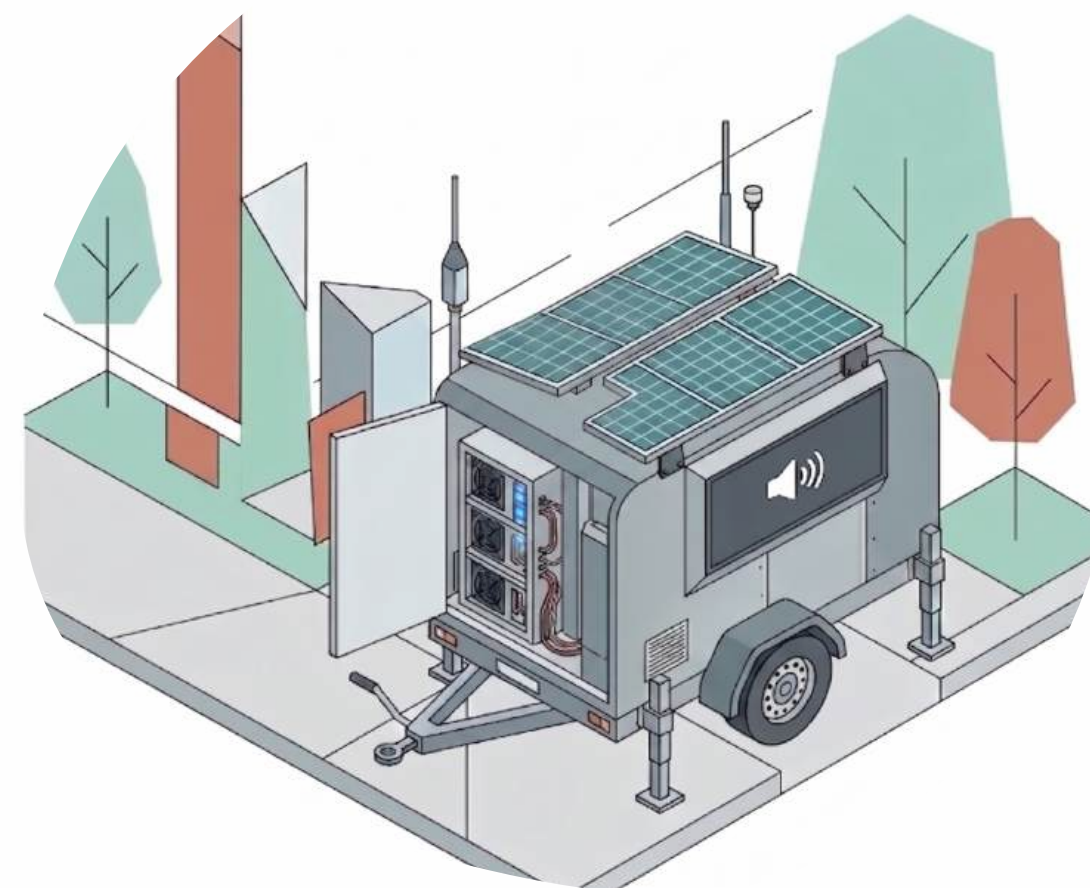


Tabela 1: Ruído Aeronáutico

*Observação: Caso a resposta seja NÃO, ver Ação Prática*

Eixo Temático	O Desafio	Checklist para os Gestores	Ação Prática da Prefeitura
Zoneamento acústico e uso do solo	Aeronaves urbanas geram ruído próximo a áreas residenciais. Sem zoneamento, moradores ficam expostos a níveis sonoros incompatíveis com saúde e bem-estar.	O município já avaliou se a legislação de uso e ocupação do solo está alinhada com as exigências de zoneamento acústico para operações de aeronaves urbanas?	Compatibilizar o zoneamento do uso do solo aos PZR. Proibir ou condicionar construções residenciais e de outros usos ao tratamento acústico adequado.
Rotas aéreas e localização de vertiportos	Rotas diretas sobre bairros residenciais maximizam incômodo. Vertiportos em topos de prédios amplificam o som por reflexão na laje (efeito de solo).	Já existe um plano que harmonize as normas municipais com as normas federais de ruído aeronáutico, ou está em fase de elaboração?	Definir rotas de "prioridade acústica" sobre rios, rodovias e zonas comerciais. Exigir estudo de efeito de solo no licenciamento de vertiportos elevados.
Zonas de exclusão e proteção	Escolas, hospitais e parques podem ser diretamente impactados pelo sobrevoo constante de aeronaves em baixa altitude.	Áreas sensíveis foram mapeadas — como escolas, hospitais e parques — e zonas de exclusão de sobrevoo ou rotas alternativas que protejam essas regiões foram definidas?	Criar zonas de exclusão tridimensionais ao redor de áreas sensíveis. Demarcar equipamentos urbanos no mapa de rotas e impedir sobrevoo.
Monitoramento de ruído aeronáutico e pesquisas socioacústicas da UAM	Sem medição do ruído aeronáutico e pesquisas socioacústicas da UAM, é impossível conhecer a percepção de incômodo da comunidade.	O município possui corpo técnico capacitado e equipamentos (ou recursos financeiros) para fazer campanhas de monitoramento do ruído aeronáutico e pesquisas socioacústicas da UAM?	Promover, inclusive mediante parcerias, programa de campanhas de monitoramento do ruído aeronáutico e pesquisas socioacústicas da UAM.
Fiscalização de uso do solo	Construções irregulares em áreas de alta exposição sonora geram conflitos futuros entre moradores e operadores aéreos.	Houve fiscalização ativa para impedir que novas construções residenciais ou de permanência prolongada se instalem em faixas classificadas como incompatíveis com os níveis de ruído previstos?	Impedir ocupação irregular de faixas incompatíveis. Exigir medidas de isolamento acústico em edificações autorizadas nas faixas de transição.
Restrições operacionais	Operações noturnas e aeronaves muito ruidosas causam danos à saúde e prejuízo ao bem-estar da vizinhança.	O Município participa das CGRA, nas quais as reclamações da população sejam consideradas em decisões de mitigação do impacto socioambiental?	Participar das CGRA exigidas pela ANAC e, se considerar necessário, promover a criação de outras CGRA.

Continuação da Tabela 1: Ruído Aeronáutico

Eixo Temático	O Desafio	Checklist para os Gestores	Ação Prática da Prefeitura
Comissões de Gerenciamento de Ruído Aeronáutico (CGRA)	Sem fórum institucionalizado, reclamações sobre o ruído ficam dispersas e não geram melhorias na operação.	O Município participa das CGRA, nas quais as reclamações da população sejam consideradas em decisões de mitigação do impacto socioambiental?	Participar das CGRA exigidas pela ANAC e, se considerar necessário, promover a criação de outras CGRA.
Transparência e dados públicos	Falta de participação e informação alimenta desconfiança e resistência da população à UAM.	Existem fóruns de participação da sociedade local na avaliação da localização de vertiportos e das rotas aéreas? Existe a publicação de dados sobre a UAM?	Promover a criação de fóruns de participação da sociedade e a publicação de dados de monitoramento do ruído aeronáutico, inclusive relatórios com mapas de reclamações. Promover canais digitais para participação e reclamações, de fácil acesso.
Métricas de percepção humana	Medir apenas os decibels não captura o real incômodo às pessoas; a qualidade sonora (tonalidade, nitidez e rugosidade) também importa — sons agudos e pulsantes de motores elétricos incomodam mais do que o nível de decibels sugere.	Existe programa de pesquisas socioacústicas com a população?	Promover ou criar programa de pesquisas socioacústicas com a população, para gerar dados sobre o prejuízo ao bem-estar humano que sejam considerados na aprovação das rotas aéreas e do número de operações nos vertiportos e nas rotas aéreas.

## INTEGRAÇÃO URBANO-SOCIAL

Um novo modal de transporte só funciona se as pessoas confiarem nele. No caso da UAM, não basta que a tecnologia seja segura — é preciso que a população perceba essa segurança, entenda os benefícios e sinta que o serviço é para todos, e não apenas para poucos. Esse processo de aceitação é chamado de "licença social": a autorização informal que a sociedade concede para que uma inovação faça parte do dia a dia da cidade.

O desafio é real. Moradores podem se opor a vertiportos perto de suas casas por medo: (a) de supostos prejuízos ao bem-estar e danos à saúde causados pelo ruído aeronáutico, (b) da invasão visual e (c) de riscos à segurança. Se o serviço for caro demais, será visto como elitista. Se não estiver conectado ao metrô ou ao ônibus, será ineficiente. E se não houver diálogo com a comunidade, qualquer problema será amplificado pela desconfiança.

A legislação brasileira já oferece a base: o Estatuto da Cidade garante o direito a cidades sustentáveis e à função social da propriedade. O Código Brasileiro de Aeronáutica trata da aviação e suas relações com o uso do solo. A Política Nacional de Mobilidade Urbana exige que novos modais priorizem a acessibilidade universal e a integração com o transporte coletivo. Uma tarefa essencial da Prefeitura é traduzir esses marcos legais em ações concretas que façam da mobilidade aérea urbana uma extensão natural do sistema de transporte — e não um corpo estranho no tecido urbano.



### *O Papel do Município:*

A prefeitura ocupa posição central nesse processo. Ela é, ao mesmo tempo, reguladora do uso do solo, planejadora da mobilidade e mediadora entre empresas e cidadãos. Na prática, isso significa:

- Escolher onde instalar vertiportos com critério social, e não apenas econômico. Bairros periféricos e mal conectados por transporte terrestre devem ser considerados, evitando que o serviço se concentre apenas em áreas nobres. Modelos de decisão multicritério ajudam a equilibrar demanda de mercado com justiça territorial.
- Garantir acessibilidade universal em todas as instalações. Rampas, sinalização tátil, piso podotátil, informações em Libras e Braille — o desenho universal não é um detalhe, é obrigação legal. Idosos e pessoas com deficiência devem conseguir embarcar e desembarcar com autonomia.
- Conectar o ar ao chão. Um vertiporto desconectado do transporte público é um investimento desperdiçado. A integração física (proximidade com estações), operacional (horários coordenados) e tarifária (bilhete único) é o que transforma o voo de 15 minutos em uma solução real de mobilidade porta a porta.
- Abrir canais de diálogo antes de instalar qualquer estrutura. Consultas públicas, audiências nos bairros afetados e grupos de trabalho com moradores não são formalidades — são o mecanismo que transforma resistência em colaboração.

## Transparência: O Alicerce da Confiança

A confiança pública não se conquista com propaganda — se conquista com informação. O município deve garantir que a população saiba exatamente:

- Quais rotas as aeronaves vão percorrer sobre a cidade.
- Quais bairros serão impactados e de que forma.
- Quais são os protocolos de segurança em caso de emergência.
- Quanto vai custar e como será a política tarifária.

Pesquisas mostram que a transparência funciona como um "mediador" entre a segurança real e a segurança percebida. Ou seja: mesmo que o sistema seja tecnicamente seguro, se as pessoas não souberem disso, elas não vão confiar. Ferramentas digitais — como aplicativos com informações em tempo real, painéis públicos de dados e pesquisas periódicas de satisfação — ajudam a medir continuamente a aceitação e a identificar focos de preocupação antes que virem crises.

## Proteção de Áreas Sensíveis e Privacidade

Nem todo lugar da cidade é compatível com operações aéreas intensas. A prefeitura deve definir critérios de zoneamento que protejam:

- Escolas e creches — onde o barulho e a movimentação aérea podem afetar a concentração e o bem-estar de crianças.
- Hospitais e unidades de saúde — onde o silêncio é condição para o tratamento e a recuperação de pacientes.
- Áreas residenciais densas — onde a intrusão visual (aeronaves passando perto de janelas) e preocupações com privacidade podem gerar forte oposição.

Existe ainda uma lacuna regulatória importante: como fazer a inspeção de segurança dos passageiros (similar ao check-in de aeroporto) em trajetos urbanos curtos, sem que isso torne o processo lento e burocrático? Esse equilíbrio entre segurança e agilidade será um dos pontos que o município precisará acompanhar junto à ANAC.

## Participação ativa dos governos federal e subnacionais desde o início da UAM

A viabilidade social da mobilidade aérea urbana será facilitada com a participação ativa dos governos federal, estaduais e municipais na UAM. A Prefeitura poderá:

- Instituir ou contratar serviços de transporte de pessoas e cargas para atendimento médico e socorro em desastres naturais, entre outras atividades, à semelhança dos serviços realizados hoje com helicópteros.
- Promover perante os governos federal e estadual a instituição ou contratação de serviços de transporte de pessoas e cargas para socorro em desastres naturais e ações de segurança pública, entre outras atividades.
- Promover e, eventualmente, copatrocinar a criação de serviços aéreos públicos de UAM.

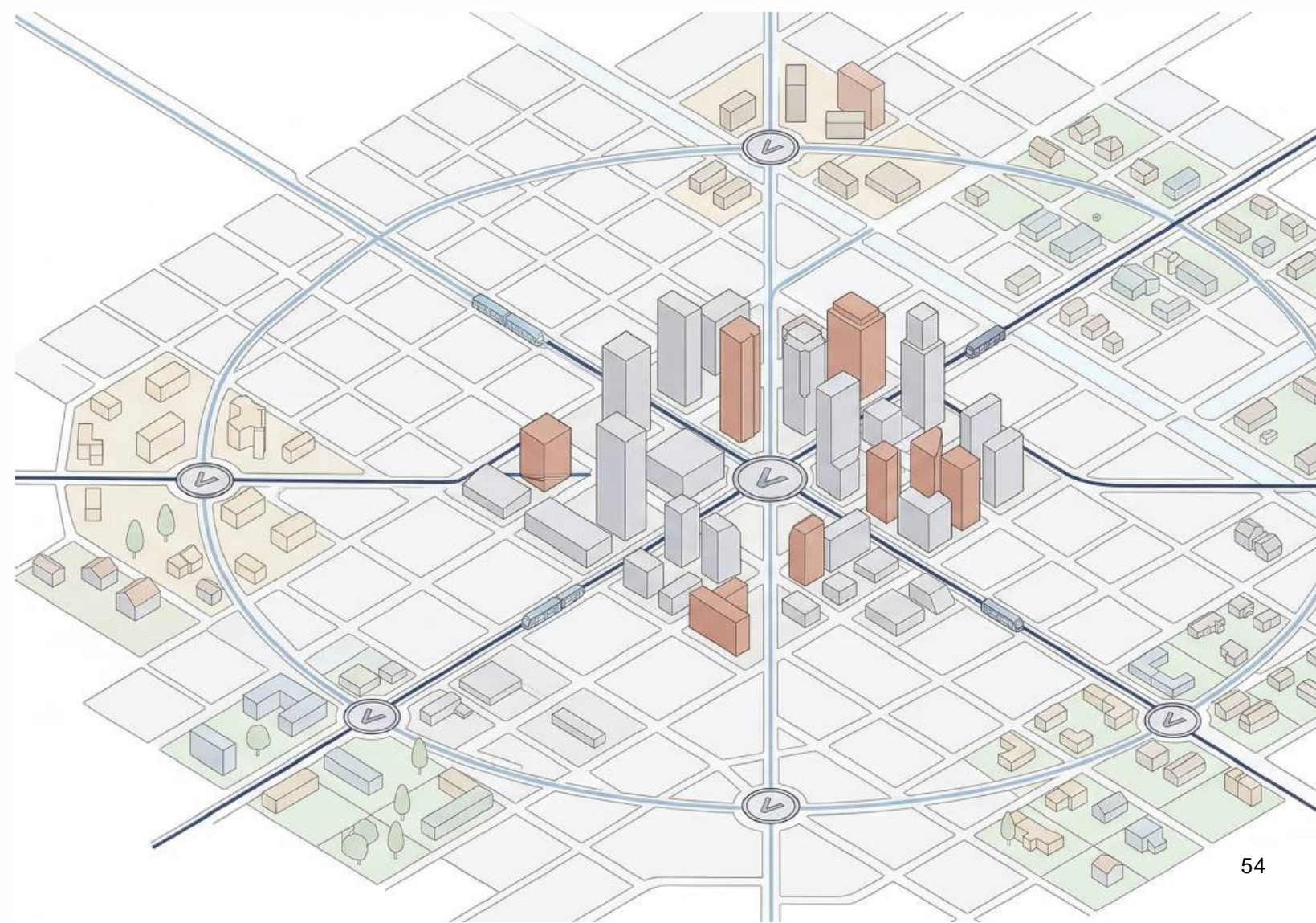


Tabela 2: Integração Urbano-Social

Eixo Temático	O Desafio	Checklist para os Gestores	Ação Prática da Prefeitura
Confiança e Aceitação Pública	A população desconhece a tecnologia e teme riscos de segurança, barulho e invasão de privacidade. Sem confiança, há resistência à instalação de vertiportos.	A escolha dos locais para vertiportos já considera critérios de justiça social e não apenas demanda de mercado garantindo que bairros periféricos e mal conectados também sejam contemplados e integrados aos eixos de transporte coletivo existentes?	Criar programa de comunicação transparente com informações claras sobre segurança, rotas e tarifas. Realizar audiências públicas antes de qualquer implantação.
Participação Democrática	Decisões tomadas sem consulta geram oposição local, protestos e judicialização. A comunidade se sente ignorada.	Existem estratégias definidas para ouvir a população antes de instalar novas infraestruturas como audiências nos bairros afetados, grupos de trabalho com moradores e canais de participação acessíveis de modo a construir legitimidade e reduzir a oposição local?	Instituir conselhos consultivos com moradores, associações de bairro e especialistas. Inserir a UAM nas instâncias participativas do Plano Diretor.
Equidade na Localização	Vertiportos concentrados em áreas ricas aprofundam desigualdades de acesso ao transporte. Bairros periféricos ficam excluídos.	Os projetos de vertiportos preveem desenho universal desde a concepção — rampas, piso tátil, sinalização em Libras e Braille, assentos acessíveis — para que idosos e pessoas com deficiência embarquem e desembarquem com autonomia?	Utilizar critérios de justiça social na definição de localização. Mapear áreas carentes de transporte e priorizar conexões com a periferia.
Acessibilidade Universal	Instalações sem adaptação impedem o uso por idosos, cadeirantes e pessoas com deficiência visual ou auditiva.	Já foram avaliados mecanismos regulatórios para impedir que as operações aéreas gerem intrusão visual sobre residências, escolas e espaços privados — como restrições de altitude mínima, rotas obrigatórias e limitações de sobrevoos?	Exigir por lei municipal que todos os vertiportos sigam normas de desenho universal: rampas, piso tátil, sinalização em Libras e Braille.
Integração Multimodal	Vertiporto desconectado do transporte público anula o ganho de tempo do voo. Passageiro não consegue completar a viagem.	Há critérios claros no zoneamento para proteger escolas, hospitais, creches e áreas residenciais adensadas do impacto sonoro e operacional, definindo faixas de restrição, horários limitados e corredores aéreos alternativos?	Localizar vertiportos junto a estações de metrô e terminais de ônibus. Implantar bilhetagem integrada e passarelas de conexão cobertas.
Proteção de Áreas Sensíveis	Rotas aéreas sobre escolas, hospitais e áreas residenciais geram conflitos com moradores por ruído e intrusão visual.	Está prevista a conexão física, operacional e tarifária dos vertiportos com estações de metrô, terminais de ônibus e ciclovias — de forma que a viagem aérea faça parte de um trajeto multimodal fluido, e não de um serviço isolado?	Definir no zoneamento zonas de restrição operacional com altitudes mínimas, horários limitados e rotas alternativas ao redor de áreas sensíveis.

Continuação da Tabela 2: Integração Urbano-Social

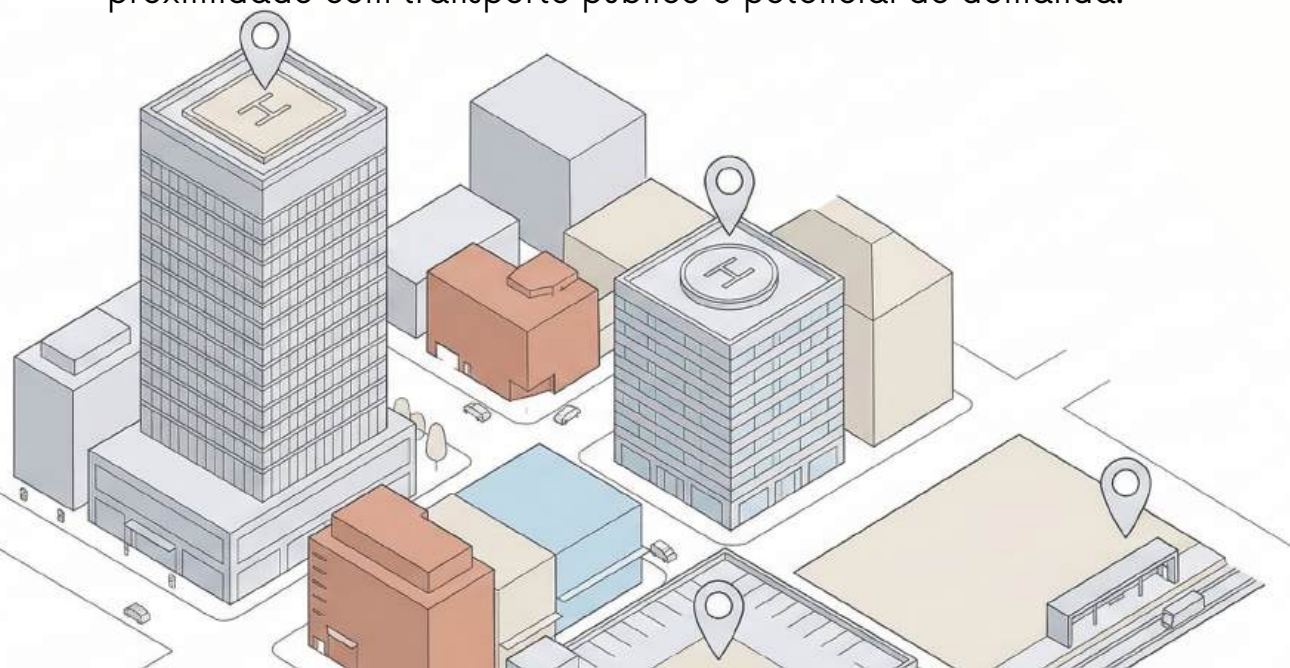
Eixo Temático	O Desafio	Checklist para os Gestores	Ação Prática da Prefeitura
Acessibilidade Financeira	Tarifas altas transformam a UAM em serviço de luxo, sem benefício para a maioria da população.	Foram avaliadas políticas de subsídio, tarifa social, bilhete integrado ou obrigações de serviço público que impeçam o modal de se tornar exclusivo para alta renda — garantindo que diferentes classes sociais possam utilizá-lo?	Avaliar subsídios cruzados, tarifas sociais e obrigações de serviço público. Priorizar uso da infraestrutura para emergências médicas e segurança pública.
Monitoramento Contínuo	Ignorar a evolução da opinião pública leva a crises de confiança e conflitos não mediados entre operadores e moradores.	A gestão dispõe de ferramentas — pesquisas periódicas, ouvidoria digital, painéis de dados — para acompanhar continuamente como a população percebe as operações e para mediar conflitos entre operadores e moradores antes que se agravem?	Criar canal digital de ouvidoria e realizar pesquisas periódicas de satisfação. Usar os dados para ajustar rotas, horários e políticas de operação.
Uso de Interesse Coletivo	A infraestrutura aérea fica restrita a uso comercial, sem aproveitamento para necessidades urgentes da cidade.	Há previsão de reservar capacidade operacional dos vertiportos para serviços de emergência médica, segurança pública e resposta a desastres — demonstrando que a infraestrutura aérea serve à cidade como um todo, e não apenas ao transporte comercial?	Incluir no marco regulatório local a reserva de capacidade operacional para transporte aeromédico, resposta a desastres e segurança pública.
Transparência e participação social	Decisões sobre rotas e vertiportos são tomadas sem consulta à população, gerando desconfiança e oposição crescente.	Estão previstos mecanismos de transparência — audiências públicas, painéis de dados abertos, ouvidoria específica — que permitam à população acompanhar e influenciar as decisões sobre UAM?	Criar canal permanente de participação cidadã sobre mobilidade aérea, com audiências obrigatórias antes da aprovação de novos vertiportos e publicação periódica de dados operacionais.

## USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Todo novo equipamento urbano precisa de um lugar na cidade — e com os vertiportos não é diferente. A diferença é que, além de ocupar espaço no chão, essas estruturas precisam de espaço no ar. Um vertiporto não é apenas uma plataforma de pouso: é um ponto que exige corredores aéreos livres de obstáculos, respeito a limites de altura das construções vizinhas e compatibilidade com o zoneamento já definido pelo município, inclusive quanto ao ruído aeronáutico.

O problema é que, hoje, a maioria dos Planos Diretores e Leis de Uso e Ocupação do Solo simplesmente não prevê a existência de vertiportos. Não há categoria para esse tipo de infraestrutura nos códigos de edificação. Não há parâmetros de licenciamento. E não há regras claras sobre onde se pode ou não instalar um. Isso significa que, sem uma atualização legislativa, a mobilidade aérea urbana nasce em um vácuo regulatório no nível municipal — e todo vácuo regulatório gera insegurança jurídica, atrasos e conflitos.

Ao mesmo tempo, a cidade oferece oportunidades concretas. Helipontos já existentes, coberturas de edifícios comerciais, estacionamentos elevados e terrenos subutilizados podem ser reaproveitados como bases para vertiportos, reduzindo custos de implantação e evitando grandes obras. A chave está em identificar essas áreas com critério — considerando densidade populacional, proximidade com transporte público e potencial de demanda.



### *O Papel do Município:*

A Prefeitura é a única instância que pode abrir — ou fechar — as portas do território para a mobilidade aérea urbana. Na prática, isso passa por:

- Atualizar o Plano Diretor e a Lei de Uso e Ocupação do Solo para reconhecer o vertiporto como uma categoria de infraestrutura permitida, definindo em quais zonas da cidade ele pode ser instalado e sob quais condições, inclusive quanto ao ruído aeronáutico
- Integrar as superfícies de proteção de voo ao licenciamento urbano. Todo vertiporto gera um perímetro no qual a altura das construções vizinhas é limitada — é o chamado Plano de Zona de Proteção de Vertiporto (PZPV). A Secretaria de Urbanismo precisa incorporar essas restrições ao processo de emissão de alvarás, impedindo que novos prédios bloqueiem rotas de voo já aprovadas.
- Mapear o que já existe. Antes de construir do zero, levantar helipontos, coberturas planas, estacionamentos e outras estruturas que possam ser convertidas em bases de pouso com adaptações mínimas.
- Articular com municípios vizinhos. As zonas de proteção aérea não respeitam divisas municipais. Se um vertiporto fica na borda da cidade, o corredor de voo pode avançar sobre o território do município ao lado — exigindo planejamento conjunto.

## Zonas de Exclusão: Onde Vertiportos Não Podem Existir

Nem todo ponto da cidade está disponível. A legislação federal e as normas aeronáuticas proíbem a instalação de vertiportos em:

- Áreas de preservação ambiental — unidades de conservação, matas ciliares e reservas legais.
- Zonas militares — áreas sob jurisdição das Forças Armadas, com restrições de sobrevoo e ocupação.
- Patrimônios históricos e culturais — bens tombados ou protegidos, onde a intervenção arquitetônica e a movimentação aérea são incompatíveis com a preservação.

A primeira tarefa do gestor é fazer um levantamento preciso dessas áreas de exclusão no território municipal, produzindo um mapa claro que oriente tanto o licenciamento quanto os operadores.

## Zonas de Amortecimento: O Vertiporto e a Vizinhança

Além das áreas proibidas, existem as áreas que exigem cuidado especial. Escolas, hospitais, creches e zonas residenciais poderão precisar de um recuo — uma faixa de amortecimento — que reduza o impacto do ruído aeronáutico, da movimentação e da intrusão visual das operações aéreas. Definir a largura e as condições dessas faixas no zoneamento municipal é uma tarefa que a ANAC, o DECEA e a Prefeitura, conjuntamente, deverão realizar antes que os primeiros vertiportos entrem em operação.

## Pouso de Emergência: Planejar o Inesperado

Toda operação aérea precisa prever o cenário de emergência. Há áreas da cidade onde o pouso forçado de uma aeronave seria catastrófico — sobre estádios lotados, complexos industriais com materiais perigosos, reservatórios de água ou subestações de energia. A prefeitura deve identificar essas áreas críticas e incorporá-las ao planejamento, garantindo que as rotas de voo não passem sobre elas sem alternativas de desvio seguras.

## Fiscalização Contínua: O Céu Muda Quando o Chão Muda

Uma árvore que cresce, uma antena que é instalada, um prédio que ultrapassa o gabarito permitido — qualquer novo obstáculo na zona de proteção de um vertiporto pode comprometer a segurança do voo. A legislação é severa: obras em desacordo com os planos de proteção podem ser embargadas pela autoridade aeronáutica, sem direito a indenização para o infrator. Por isso, a fiscalização precisa ser permanente e compartilhada entre o município e o operador do vertiporto.

Quando surge um conflito — por exemplo, um empreendimento habitacional de interesse social que precisa ser construído em uma área que interfere em uma rota de voo —, o Comando da Aeronáutica realiza estudos técnicos para avaliar se o impacto é aceitável. Em muitos casos, medidas mitigadoras como sinalização luminosa ou ajuste de rota resolvem o problema sem impedir a obra.

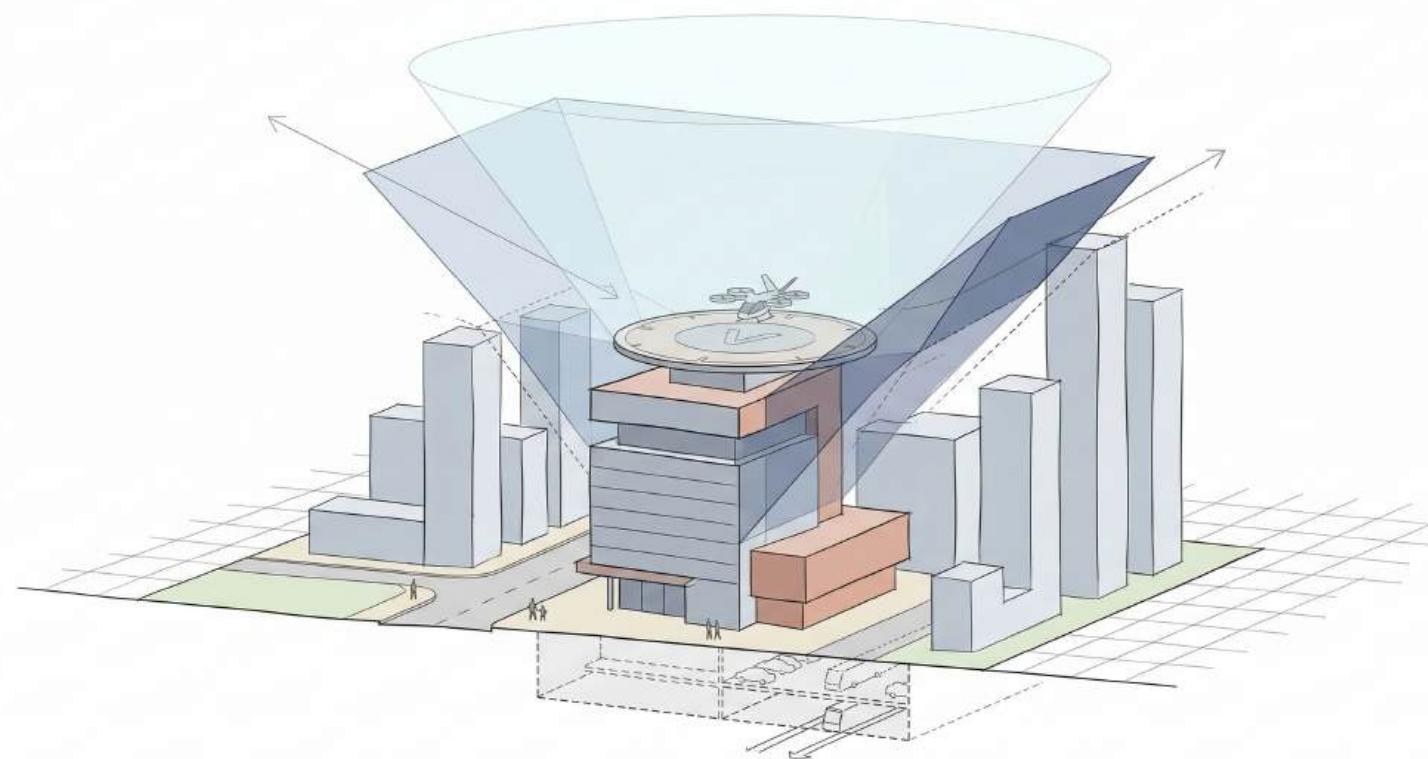


Tabela 3: Uso e Ocupação do Solo

Eixo Temático	O Desafio	Checklist para os Gestores	Ação Prática da Prefeitura
Reconhecimento legal do vertiporto	O Plano Diretor e a Lei de Uso do Solo não preveem vertiportos como infraestrutura permitida, travando o licenciamento.	A legislação urbanística local já reconhece o vertiporto como categoria de uso e ocupação do solo, com parâmetros claros para aprovação?	Incluir a tipologia "vertiporto" no Plano Diretor e no Código de Edificações, definindo zonas permitidas e condições de instalação.
Superfícies de proteção de voo (PZPV)	Alvarás de construção são emitidos sem considerar as restrições de altura impostas pelas rotas aéreas, gerando conflitos futuros.	As superfícies de proteção de voo já foram incorporadas ao sistema de licenciamento, impedindo aprovação de obras que ultrapassem os limites?	Integrar os dados do PZPV ao processo de emissão de alvarás e habite-se, com consulta obrigatória antes da aprovação de novas edificações no entorno.
Áreas de exclusão	Não há levantamento consolidado de zonas militares, ambientais ou de patrimônio onde vertiportos são proibidos, causando insegurança jurídica.	Foram identificadas e mapeadas todas as áreas do município — militares, de preservação ambiental e patrimônio histórico — onde a instalação é legalmente vedada?	Produzir e publicar um mapa georreferenciado das áreas de exclusão, atualizado periodicamente, acessível a operadores e à população.
Zonas de amortecimento	Não há levantamento consolidado de zonas militares, ambientais ou de patrimônio onde vertiportos são proibidos, causando insegurança jurídica.	Estão definidos no zoneamento os recuos mínimos e as faixas de amortecimento ao redor de áreas sensíveis como escolas e hospitais?	Estabelecer por decreto ou lei complementar as faixas de amortecimento obrigatórias, com restrições de horário e altitude mínima.
Consulta à autoridade aeronáutica	Empreendimentos de interesse público são barrados ou atrasados quando conflitam com rotas de voo — sem fluxo claro para resolver a situação.	Existe um fluxo administrativo definido para consultar a autoridade aeronáutica quando novas obras de interesse público conflitam com rotas aéreas?	Criar procedimento padrão na Secretaria de Urbanismo para acionar o Comando da Aeronáutica quando um novo empreendimento interfere em zonas de proteção.
Reaproveitamento de infraestrutura	A cidade possui helipontos, coberturas e estacionamentos subutilizados que poderiam ser convertidos em vertiportos, mas faltam incentivos.	Já foi feito inventário de helipontos, coberturas planas e estacionamentos elevados que possam ser convertidos com adaptações mínimas?	Realizar levantamento das estruturas existentes e criar programa de incentivo (redução de IPTU, flexibilização de uso) para conversão em vertiportos.

Continuação da Tabela 3: Uso e Ocupação do Solo

Eixo Temático	O Desafio	Checklist para os Gestores	Ação Prática da Prefeitura
Fiscalização de obstáculos	Árvores, antenas e construções irregulares surgem nas zonas de proteção sem que ninguém detecte a tempo, comprometendo a segurança.	Há rotina de fiscalização conjunta entre a prefeitura e os operadores para identificar e remover obstáculos que surjam nas zonas de proteção?	Instituir programa de fiscalização periódica compartilhada (município + operador), com protocolo de notificação e remoção de obstáculos.
Áreas críticas para pouso de emergência	Rotas de voo passam sobre estádios, subestações e reservatórios sem que haja mapeamento de risco ou alternativas de desvio.	As áreas da cidade onde o pouso forçado seria catastrófico — estádios, indústrias, reservatórios — estão identificadas e consideradas no traçado das rotas?	Mapear áreas críticas e exigir que o desenho de rotas contemple alternativas de desvio seguras, com revisão anual.
Equidade territorial	Vertiportos concentrados em regiões centrais e valorizadas reproduzem desigualdades de acesso ao transporte urbano.	Os critérios de distribuição espacial dos vertiportos incluem indicadores sociais — e não apenas demanda de mercado — para evitar concentração em áreas de alta renda?	Utilizar critérios socioeconômicos no planejamento da rede, priorizando conexões com bairros periféricos e mal atendidos por transporte público.
Articulação intermunicipal	Zonas de proteção de vertiportos na divisa da cidade avançam sobre o município vizinho, e não há coordenação entre as administrações.	Existe articulação formal com as prefeituras vizinhas para gerenciar zonas de proteção e corredores aéreos que ultrapassem os limites territoriais?	Firmar convênios ou acordos de cooperação técnica com municípios limítrofes, pactuando regras comuns para gabarito de altura e uso do solo em faixas de fronteira.

## INFRAESTRUTURA ENERGÉTICA

Os eVTOLs e drones não voam com gasolina — voam com eletricidade. Isso muda completamente a lógica da infraestrutura necessária. Em vez de postos de combustível, a cidade precisará de estações de recarga de alta potência espalhadas pelos vertiportos. E aqui está o problema: carregar a bateria de uma aeronave elétrica não é como carregar um celular. Estamos falando de centenas de quilowatts de demanda concentrada em poucos minutos — o equivalente a ligar dezenas de chuveiros elétricos ao mesmo tempo, em um único ponto da rede.

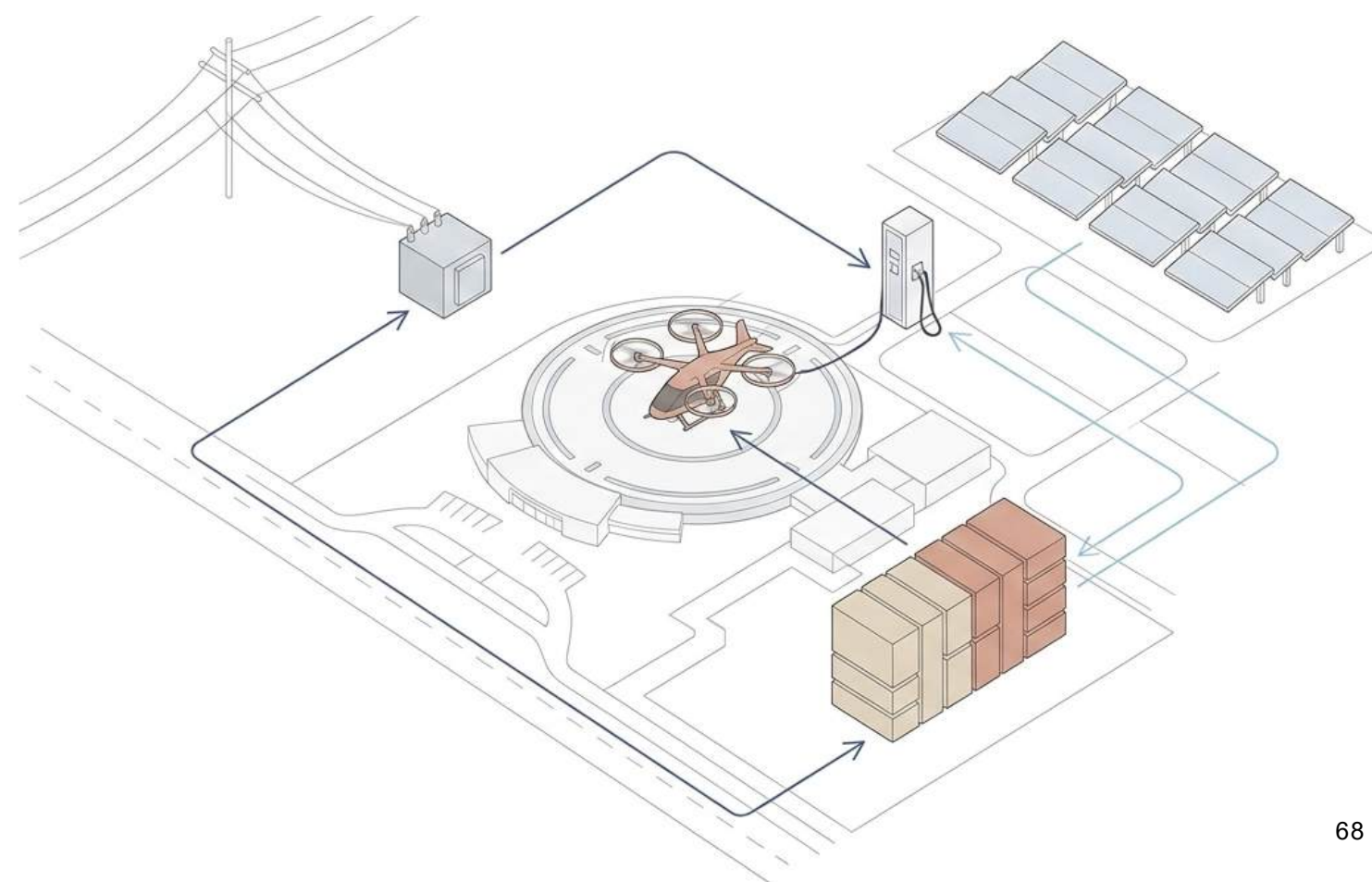
Se a rede elétrica local não for preparada, o resultado é previsível: quedas de tensão, sobrecarga nos transformadores e apagões que afetam não só o vertiporto, mas o bairro inteiro. E o desafio se multiplica nos horários de pico, quando a demanda por recargas coincide com o momento em que residências, comércios e indústrias já pressionam a rede ao máximo.

A boa notícia é que a propulsão elétrica representa uma oportunidade concreta de descarbonização do transporte urbano — reduzindo a dependência de combustíveis fósseis e abrindo espaço para a integração com fontes renováveis como a solar e a eólica. Mas essa transição só acontece se o planejamento energético municipal acompanhar o planejamento da mobilidade aérea desde o início.

O Papel do Município:

A prefeitura não opera a rede elétrica — essa é função da concessionária. Mas é o município que autoriza a instalação de vertiportos, aprova projetos de edificação e define onde cada tipo de atividade pode funcionar na cidade. Por isso, o gestor precisa atuar em três frentes:

- Exigir estudos de impacto na rede elétrica antes de licenciar qualquer vertiporto. Assim como se exige estudo de impacto de trânsito para um shopping center, a aprovação de um vertiporto deve incluir uma análise da capacidade elétrica local — feita em parceria com a concessionária de energia.
- Incorporar a demanda energética da UAM ao planejamento urbano. O Plano Diretor e as leis de zoneamento precisam prever que vertiportos são grandes consumidores de energia. Isso influencia decisões sobre onde permitir a instalação, quais regiões da cidade têm capacidade de rede suficiente e onde serão necessários investimentos em subestações.
- Incentivar soluções de energia limpa. A prefeitura pode, por meio de legislação urbanística, estimular ou exigir que vertiportos incorporem painéis solares, sistemas de armazenamento por bateria e outras fontes renováveis — transformando o vertiporto em um equipamento urbano de baixo carbono.



## Gestão Inteligente de Carga: Evitar o Pico Para Não Apagar a Cidade

O maior risco para a rede elétrica não é a quantidade total de energia consumida — é a concentração dessa demanda em poucos momentos do dia. Se todas as aeronaves tentarem recarregar ao mesmo tempo, no horário de pico, a sobrecarga é inevitável. A solução passa por gestão inteligente:

- Carregamento escalonado — programar as recargas ao longo do dia, distribuindo a demanda de forma equilibrada e evitando picos simultâneos.
- Tarifas diferenciadas por horário — incentivar que as recargas ocorram nos períodos de menor consumo geral da rede (madrugada e início da manhã), através de tarifas mais baratas nesses horários.
- Monitoramento em tempo real — sistemas que acompanham a demanda energética minuto a minuto, ajustando automaticamente a velocidade de carregamento conforme a folga disponível na rede.

A prefeitura pode atuar estabelecendo, na regulamentação local, a obrigatoriedade de sistemas de gestão inteligente de carga como condição para o licenciamento de estações de recarga em vertiportos.

## Armazenamento Local: Energia do Vertiporto

Para não depender exclusivamente da rede pública, cada vertiporto deve contar com sistemas de armazenamento de energia próprios — grandes baterias estacionárias que funcionam como reservatórios. Elas acumulam energia nos horários baratos e a liberam quando as aeronaves precisam de recarga rápida, suavizando o impacto na rede.

Essas baterias cumprem ainda uma segunda função estratégica: servir como reserva de emergência. Em caso de queda da rede pública, o sistema de armazenamento garante que aeronaves em operação possam completar seus ciclos de recarga com segurança — e pode, inclusive, fornecer energia de volta à rede em situações críticas, funcionando como uma usina distribuída.

## Segurança nas Áreas de Carregamento: Risco Real, Protocolo Necessário

Baterias de alta capacidade exigem cuidados específicos. O risco de incêndio por falha térmica — o chamado "thermal runaway" — é uma preocupação concreta da aviação. A área de carregamento de um vertiporto precisa de:

- Sistemas de detecção e supressão de incêndio dimensionados para baterias de lítio — diferente dos sistemas convencionais de combate a incêndio.
- Ventilação adequada para impedir o acúmulo de gases tóxicos em caso de falha.
- Separação física entre as áreas de carregamento e os espaços de circulação de passageiros.
- Protocolos de emergência claros e treinados com o corpo de bombeiros local.

A aprovação de estações de recarga em áreas urbanas densas exige que o município estabeleça critérios específicos no Código de Edificações — assim como já faz para postos de gasolina e subestações elétricas.

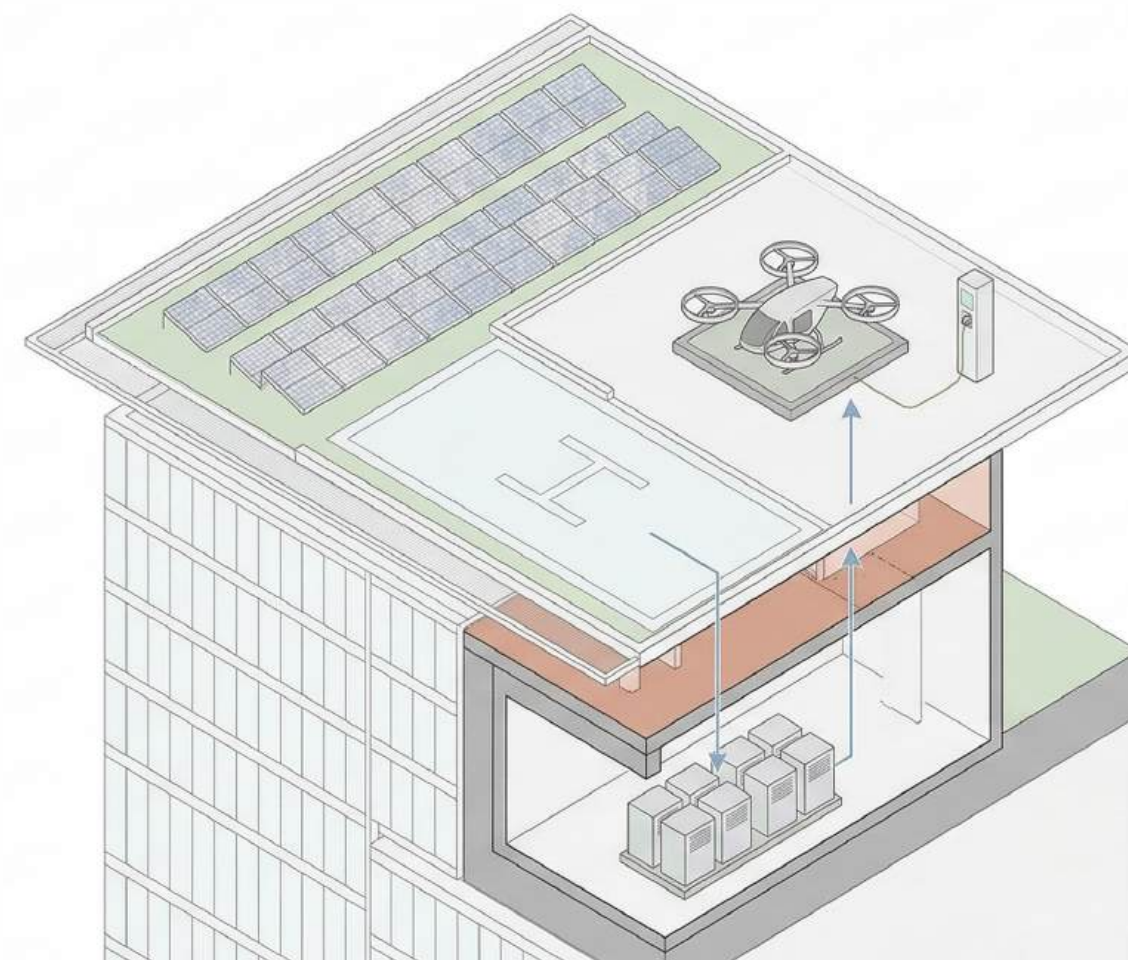


Tabela 4: Infraestrutura Energética

Eixo Temático	O Desafio	Checklist para os Gestores	Ação Prática da Prefeitura
Capacidade da rede elétrica	Carregadores de alta potência podem sobrecarregar transformadores e causar quedas de energia no bairro onde o vertiporto opera.	A capacidade excedente da rede elétrica local foi avaliada, em parceria com a concessionária, para determinar se suporta estações de recarga de alta potência?	Incluir no licenciamento de vertiportos a exigência de laudo técnico da concessionária atestando a capacidade da rede local — e condicionar a aprovação ao reforço da infraestrutura quando necessário.
Armazenamento local de energia	Sem baterias estacionárias, cada recarga de aeronave impacta diretamente a rede pública, tornando a operação vulnerável a apagões e picos de demanda.	Estão previstos requisitos mínimos de armazenamento local de energia nos vertiportos, para amortecer os picos de demanda e garantir autonomia em caso de falha da rede?	Estabelecer por regulamentação municipal a obrigatoriedade de sistemas de armazenamento de energia como condição para o alvará de funcionamento de estações de recarga.
Fontes renováveis	Vertiportos alimentados exclusivamente pela rede convencional desperdiçam o potencial de descarbonização do transporte aéreo elétrico.	O planejamento urbanístico incentiva ou exige a integração de fontes renováveis — como painéis solares — nas estações de recarga dos vertiportos?	Criar incentivos fiscais (redução de IPTU, por exemplo) ou exigências urbanísticas para que vertiportos incorporem geração solar, eólica ou outras fontes limpas.
Segurança nas áreas de carregamento	Baterias de lítio de alta capacidade apresentam risco de incêndio e emissão de gases tóxicos, exigindo protocolos diferentes dos convencionais.	Os protocolos de segurança para áreas de carregamento de baterias foram definidos — incluindo supressão de incêndio específica, ventilação e separação física das áreas de passageiros?	Atualizar o Código de Edificações para incluir requisitos de segurança contra incêndio específicos para estações de recarga de aeronaves elétricas, com validação do Corpo de Bombeiros.
Monitoramento da demanda em tempo real	Sem acompanhamento contínuo, é impossível prever sobrecargas e ajustar a velocidade de carregamento antes que a rede seja comprometida.	Há previsão de sistemas de monitoramento em tempo real da demanda energética nos vertiportos, com capacidade de ajustar automaticamente a velocidade de recarga?	Exigir, como condição de operação, a instalação de sistemas de telemetria energética conectados à concessionária, com alertas automáticos de sobrecarga.
Tarifação inteligente	Se todas as aeronaves recarregarem no horário de pico, o impacto na rede é máximo — e o custo operacional também.	Foram pactuados com a concessionária esquemas tarifários diferenciados que incentivem a recarga nos horários de menor consumo?	Articular com a concessionária e a agência reguladora estadual a criação de tarifas horossazonais específicas para vertiportos, incentivando recargas fora do pico.

Continuação da Tabela 4: Infraestrutura Energética

Eixo Temático	O Desafio	Checklist para os Gestores	Ação Prática da Prefeitura
Licenciamento em áreas urbanas densas	Estações de recarga em regiões centrais e adensadas enfrentam limitações de espaço, segurança e capacidade de rede.	Existem critérios diferenciados para aprovar estações de recarga em áreas de alta densidade urbana, considerando limitações de espaço, ruído e segurança?	Definir parâmetros urbanísticos específicos para estações de recarga em zonas densas — incluindo recuos mínimos, isolamento acústico e acesso para veículos de emergência.
Baterias como reserva estratégica	As baterias dos vertiportos representam uma reserva energética distribuída que poderia servir à cidade em momentos de crise, mas não há regulamentação para isso.	Está sendo avaliada a possibilidade de utilizar as baterias dos vertiportos como reserva estratégica de energia — devolvendo eletricidade à rede em situações de emergência?	Celebrar acordo com a concessionária para que baterias de vertiportos possam atuar como "usinas distribuídas" em emergências, com compensação tarifária e protocolos definidos.

## INFRAESTRUTURA CIVIL

Assim como o transporte por ônibus precisa de terminais e paradas, e o metrô precisa de estações, a mobilidade aérea urbana precisa de seus próprios pontos de embarque e desembarque — os vertiportos.

E não existe um modelo único. A infraestrutura varia conforme a função:

- Vertiporto — instalação completa e permanente, com áreas para pouso, decolagem, estacionamento de aeronaves, recarga de baterias e manutenção. Funciona como um "terminal rodoviário" da mobilidade aérea.
- Vertistop — ponto mínimo, apenas para embarque e desembarque rápido de passageiros. Equivale a uma "parada de ônibus" aérea.
- Vertihub — grande centro de conexão que integra múltiplos modais — metrô, ônibus, ciclovias — em um único nó de transporte.

Todos são classificados como aeródromos públicos pela legislação proposta, o que significa que sua construção e operação seguem regras da autoridade aeronáutica — mas sua localização, licenciamento e integração ao tecido urbano dependem diretamente da prefeitura.

O desafio da infraestrutura física não é apenas técnico — é urbanístico. Cada vertiporto precisa de uma área de pouso dimensionada para a maior aeronave prevista, zonas de segurança ao redor, sinalização específica, iluminação noturna e acesso para veículos de emergência. Tudo isso dentro de uma cidade já construída, com espaço disputado e vizinhança sensível.

### *O Papel do Município:*

A prefeitura é quem decide onde a infraestrutura aérea pode existir na cidade — e sob quais condições. Isso passa por decisões concretas no âmbito do Plano Diretor e do licenciamento urbano:

- Proteger as trajetórias de voo no zoneamento. Cada vertiporto precisa de corredores aéreos livres para aproximação e decolagem. O Plano Diretor deve incorporar essas restrições, limitando a altura de edificações e a instalação de antenas e outras estruturas nas faixas de voo — da mesma forma que já faz com o entorno de aeroportos.
- Definir o enquadramento legal da infraestrutura. Vertiportos são aeródromos públicos, mas podem ser construídos e operados por empresas privadas. A prefeitura precisa estabelecer o protocolo para que estruturas privadas funcionem como infraestrutura de transporte público — definindo obrigações de acesso, manutenção e segurança.
- Exigir integração com o transporte terrestre. Um vertiporto isolado não resolve o problema de mobilidade — agrava. A infraestrutura deve estar localizada junto a estações de metrô, terminais de ônibus ou corredores de BRT, com conexões cobertas, acessíveis e sinalizadas.
- Planejar a expansão desde o início. A demanda inicial será pequena, mas a infraestrutura precisa ser pensada para crescer. Projetos modulares — que começam com uma plataforma e podem ser ampliados sem demolir o que já existe — são a estratégia mais inteligente para evitar desperdício de recursos públicos.

## Áreas de Pouso: Projetar Para o Maior, Operar Para Todos

O dimensionamento de um vertiporto parte de uma regra simples: tudo se calcula pela maior aeronave que vai operar ali. A plataforma de pouso, as áreas de manobra e as faixas de segurança ao redor são proporcionais ao tamanho dessa aeronave de referência. Se a cidade quiser receber modelos maiores no futuro, isso precisa ser previsto desde o projeto inicial — ou a infraestrutura inteira precisará ser refeita.

A regulação brasileira determina que, inicialmente, as áreas de pouso para aeronaves eVTOL sigam os mesmos requisitos mínimos aplicados a helipontos. Com o amadurecimento do setor, normas específicas vão substituir essas referências — mas o município que licencia a infraestrutura hoje precisa garantir que o projeto atenda, no mínimo, aos padrões atuais.

A disposição das plataformas também importa. Existem três arranjos possíveis — linear (plataformas em fila), satélite (em torno de um núcleo central) e pier (em braços que se projetam de um terminal). A escolha depende do espaço disponível, do volume de operações previsto e da topografia do local.

### Sinalização, Iluminação e Auxílios Visuais

Vertiportos não são pistas de pouso de aeroporto — são estruturas compactas, muitas vezes no topo de edifícios, que operam em condições urbanas com obstáculos por todos os lados. A sinalização visual é o que garante que o piloto (ou o sistema autônomo de voo) identifique com precisão onde pousar, por onde se deslocar e quais áreas evitar.

## Emergências e Áreas de Pouso Alternativo

Todo vertiporto precisa de um Plano de Emergência — aprovado pelo Corpo de Bombeiros local — que defina com clareza:

- Quem faz o quê em caso de acidente, incêndio ou falha mecânica.
- Rotas de evacuação para passageiros e tripulação.
- Acesso garantido para ambulâncias e viaturas de combate a incêndio.
- Pontos de encontro e áreas seguras pré-definidas.

Além disso, a rede de vertiportos deve prever áreas de pouso alternativo — locais onde uma aeronave pode pousar com segurança caso o destino original esteja indisponível. Esses pontos devem estar catalogados, sinalizados e ter suas condições monitoradas permanentemente.

A infraestrutura de comunicação digital também entra nessa equação. Para que múltiplas aeronaves operem simultaneamente sobre a cidade, é necessário um sistema de separação de tráfego em tempo real — volumes aéreos específicos, coordenados por tecnologia, que impeçam que duas aeronaves ocupem o mesmo espaço ao mesmo tempo. A prefeitura não opera esse sistema, mas precisa garantir a infraestrutura física que o suporte: antenas, conectividade e redundância de comunicação.

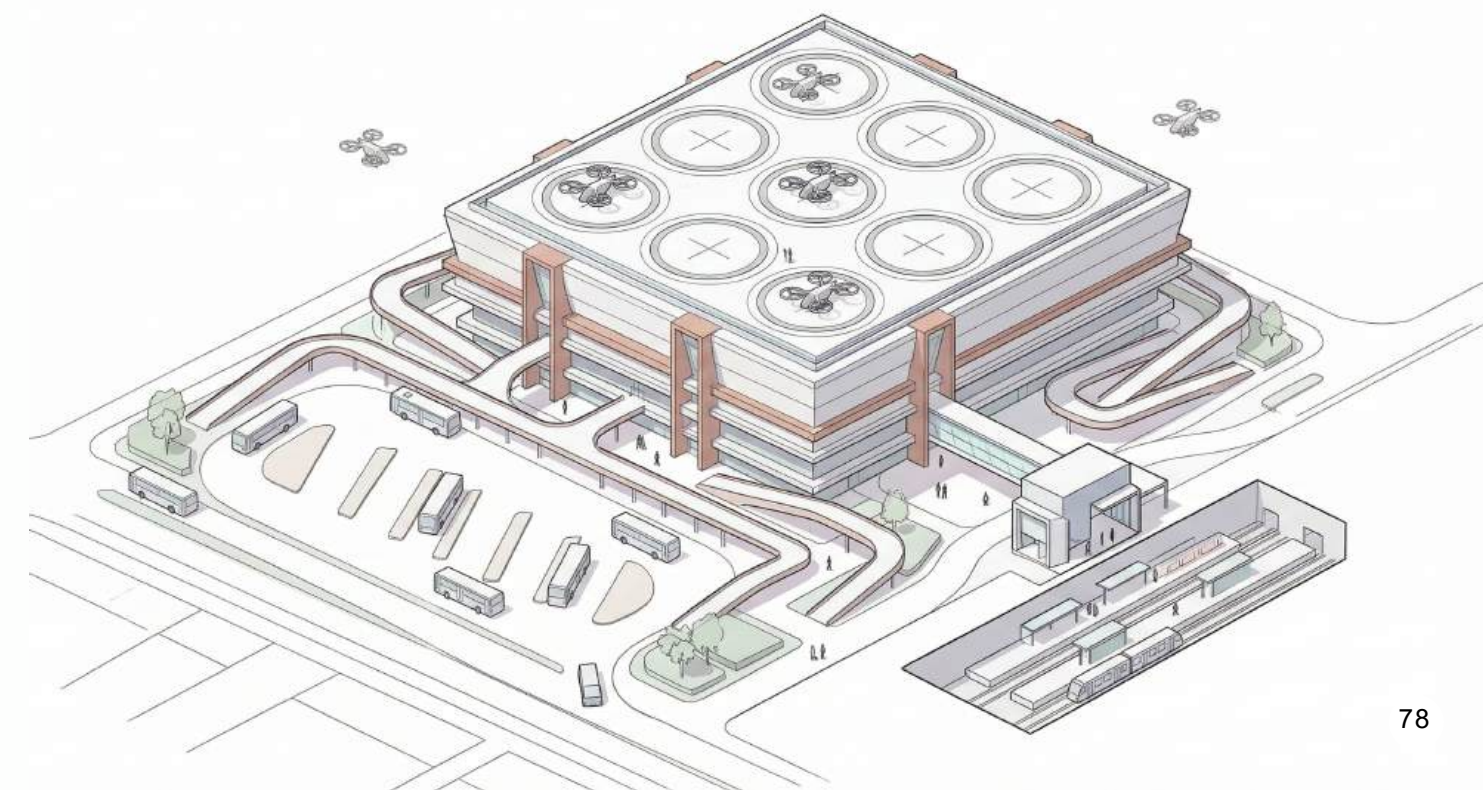


Tabela 5: Infraestrutura Civil

Eixo Temático	O Desafio	Checklist para os Gestores	Ação Prática da Prefeitura
Proteção das trajetórias de voo	Novos edifícios ou antenas são aprovados sem considerar que bloqueiam corredores aéreos de aproximação e decolagem de vertiportos.	As trajetórias de voo previstas para os vertiportos já estão incorporadas ao zoneamento, com restrições de gabarito nos alinhamentos de aproximação e decolagem?	Inserir no Plano Diretor as faixas de proteção de trajetória, vinculando a emissão de alvarás à verificação de interferência com rotas aéreas.
Plano de Emergência	Vertiportos operam sem plano de emergência integrado com bombeiros e SAMU, deixando a cidade exposta em caso de acidente.	Cada vertiporto previsto possui Plano de Emergência elaborado em conjunto com o Corpo de Bombeiros e o SAMU, com rotas de evacuação e acesso para viaturas?	Condicionar o alvará de funcionamento à aprovação do Plano de Emergência pelo Corpo de Bombeiros, com simulados periódicos obrigatórios.
Requisitos físicos das áreas de pouso	Plataformas são construídas sem respeitar as dimensões mínimas exigidas pela regulação aeronáutica, comprometendo a segurança das operações.	Os responsáveis pelo licenciamento compreendem os requisitos regulatórios — TLOF, FATO e área de segurança — e verificam seu atendimento antes da aprovação?	Capacitar as equipes de licenciamento da Secretaria de Urbanismo nos requisitos técnicos da ANAC e criar checklist de conferência obrigatória para aprovação de projetos.
Sinalização e iluminação	Vertiportos sem sinalização adequada dificultam operações noturnas e aumentam o risco de acidentes em aproximações sobre áreas urbanas densas.	Estão definidos os requisitos mínimos de sinalização de solo, iluminação de borda, biruta e marcação de obstáculos para cada categoria de infraestrutura?	Incluir nos critérios de licenciamento a exigência de sinalização e iluminação conforme normas da ANAC, com inspeção periódica.
Separação física nas zonas de carregamento	Áreas de recarga de baterias ficam próximas demais dos passageiros, sem barreiras que protejam contra riscos de incêndio ou vazamento químico.	Os projetos de vertiportos preveem separação física — paredes corta-fogo, barreiras e ventilação — entre as áreas de carregamento de baterias e as zonas de circulação de passageiros?	Exigir no Código de Edificações a separação obrigatória entre zonas de carregamento e áreas de passageiros, com validação do Corpo de Bombeiros.
Integração com transporte terrestre	Vertiportos são construídos em locais desconectados do transporte público, anulando o ganho de tempo do voo e gerando dependência de carro particular.	A localização planejada dos vertiportos prioriza a proximidade com estações de metrô, terminais de ônibus e ciclovias, com conexões cobertas e acessíveis?	Definir como critério obrigatório de licenciamento a integração física e operacional com pelo menos um modal de transporte coletivo.

Continuação da Tabela 5: Infraestrutura Civil

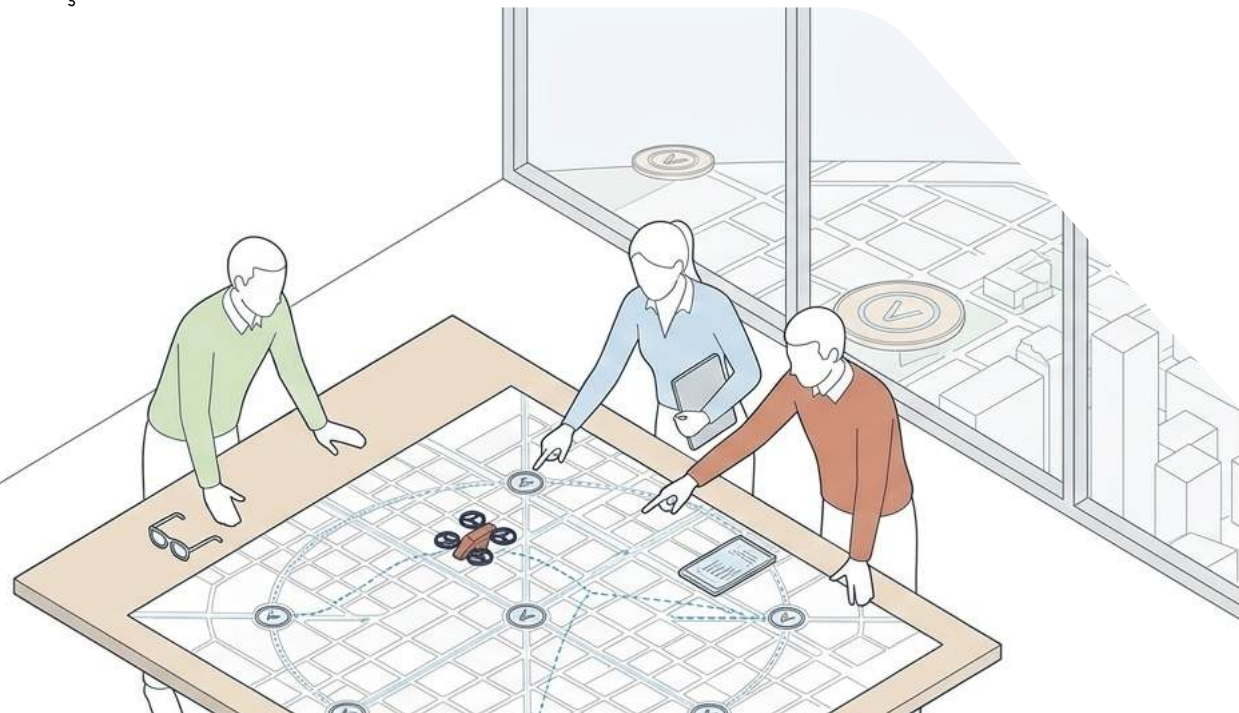
Eixo Temático	O Desafio	Checklist para os Gestores	Ação Prática da Prefeitura
Áreas de pouso alternativo	Aeronaves que não conseguem pousar no destino não têm alternativa mapeada, ficando em situação de risco sobre a cidade.	Foram identificados e catalogados pontos de pouso alternativo na malha urbana, com condições mínimas de segurança e monitoramento permanente?	Levantar e homologar áreas de pouso alternativo distribuídas pela cidade, com sinalização própria e inspeção periódica das condições de uso.
Expansão modular	A infraestrutura é construída sem previsão de crescimento, gerando demolições e desperdício quando a demanda aumenta.	Os projetos de vertiportos estão sendo concebidos de forma modular — com possibilidade de ampliação de plataformas, posições de recarga e terminais sem reconstrução total?	Exigir nos termos de referência para projetos de vertiportos a apresentação de plano de expansão em fases, com reserva de área para ampliação futura.
Manutenção das superfícies	Desgaste nas plataformas de pouso, marcações apagadas e equipamentos danificados comprometem a segurança sem que ninguém fiscalize.	Estão definidas as obrigações do operador quanto à manutenção periódica das superfícies de pouso, sinalização e equipamentos — com prestação de contas à prefeitura?	Incluir no contrato ou termo de autorização a obrigação de manutenção preventiva com relatórios semestrais, sujeitos a fiscalização municipal.
Infraestrutura digital de comunicação	Múltiplas aeronaves operam sobre a cidade sem sistema de separação de tráfego em tempo real, aumentando o risco de colisão.	A infraestrutura física necessária para o sistema de separação de tráfego aéreo — antenas, conectividade, redundância — está prevista nos projetos de vertiportos e no planejamento urbano?	Garantir, em parceria com a ANAC e operadoras de telecomunicação, a cobertura de conectividade e a instalação de antenas de apoio nos vertiportos e ao longo dos corredores de voo.

## GOVERNANÇA E REGULAÇÃO URBANA

A mobilidade aérea urbana cria uma situação inédita para a gestão municipal: a prefeitura é responsável por tudo o que acontece no território da cidade — uso do solo, zoneamento, licenciamento, fiscalização — mas não tem autoridade sobre o espaço aéreo. Quem regula o voo é a ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). Quem gerencia o tráfego aéreo é o DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo), vinculado ao Comando da Aeronáutica.

Na prática, isso significa que a prefeitura não pode, sozinha, autorizar nem proibir operações de táxis aéreos. Mas também significa que a ANAC não pode instalar vertiportos sem passar pelo Plano Diretor, pelas leis de zoneamento e pelo licenciamento municipal. As duas esferas se cruzam — e se não houver coordenação, o resultado é travamento: o operador não sabe a quem pedir autorização, o município não sabe o que pode exigir, e a população fica sem respostas.

O desafio de governança, portanto, não é técnico — é institucional. Trata-se de construir pontes entre legislações que foram feitas em épocas diferentes, para problemas diferentes, e que agora precisam funcionar juntas para regular algo que nenhuma delas previu: aeronaves elétricas operando sobre bairros residenciais, pousando em coberturas de edifícios e recarregando baterias ao lado de estações de metrô.



### *O Papel do Município:*

A prefeitura não é coadjuvante nesse processo — é protagonista. Mesmo sem competência sobre o espaço aéreo, o município detém instrumentos poderosos que condicionam toda a operação:

- O Plano Diretor define onde a infraestrutura pode existir. Sem previsão no zoneamento, o vertiporto não pode ser licenciado. A prefeitura controla a primeira porta de entrada.
- O Código de Obras define como a infraestrutura pode ser construída. Requisitos de segurança, acessibilidade, recuos e gabaritos dependem de legislação municipal.
- A fiscalização do solo é função exclusiva do município. Se uma construção irregular invade a zona de proteção de voo, é a prefeitura que embarga. Se uma antena cresce onde não devia, é a fiscalização municipal que atua primeiro.
- A articulação com a comunidade é atribuição local. Consultas públicas, audiências, mediação de conflitos entre operadores e moradores — tudo isso acontece no nível municipal.

A recomendação central é clara: o município deve estabelecer canais de comunicação permanentes com a ANAC e o DECEA — não como favor, mas como necessidade operacional. Sem essa articulação, a cidade fica às cegas diante de uma tecnologia que vai pousar no seu território.

## Declaração de Ciência: O Documento que Todo Prefeito Vai Assinar

A legislação aeronáutica exige que a administração municipal emita uma "declaração de ciência" — um documento formal no qual a prefeitura reconhece que determinadas áreas do município estão sujeitas a restrições de altura e uso por causa das operações aéreas. Essa declaração não é uma autorização para voar — é o reconhecimento de que a cidade está ciente das limitações e se compromete a respeitá-las no licenciamento urbano.

Na prática, isso significa que a Secretaria de Urbanismo precisa:

- Saber exatamente quais áreas são afetadas pelas Zonas de Proteção de Vertiportos.
- Incorporar essas restrições ao sistema de emissão de alvarás.
- Recusar projetos que ultrapassem os limites de altura nessas faixas.

Sem essa declaração — e sem sua aplicação efetiva —, a cidade corre o risco de aprovar construções que inviabilizem rotas aéreas já homologadas. E a lei é clara: obras em desacordo podem ser embargadas pelo DECEA e ter sua demolição promovida, sem direito a indenização.

## Sandbox Regulatório: Testar Antes de Regular

A ANAC criou os chamados "ambientes regulatórios experimentais" — conhecidos como sandboxes — que permitem testar novas tecnologias e modelos de operação com regras temporárias e flexíveis, sob supervisão da agência. Para o município, participar de um sandbox é uma oportunidade estratégica: significa experimentar a mobilidade aérea em escala controlada, identificar problemas antes que se tornem crises e construir capacidade técnica sem o risco de uma implantação definitiva mal planejada.

A prefeitura pode se candidatar a receber projetos-piloto em parceria com operadores e a ANAC — testando rotas, localizações de vertiportos e modelos de integração com transporte público em um ambiente real, mas protegido por regras experimentais.

## O "Gestor de Mobilidade Aérea": Uma Função que Ainda Não Existe

Hoje, nenhuma secretaria municipal foi desenhada para lidar com mobilidade aérea. As demandas caem na Secretaria de Transportes, que não entende de aviação, ou na Secretaria de Urbanismo, que não conhece regulação aeronáutica. A literatura internacional e os documentos de referência recomendam a criação de uma função específica — um coordenador ou gestor de mobilidade aérea — que centralize todas as demandas do tema dentro da prefeitura.

Essa pessoa (ou equipe) seria responsável por:

- Ser o ponto de contato único com ANAC, DECEA e operadores.
- Acompanhar a evolução regulatória e traduzir exigências federais para a linguagem municipal.
- Coordenar internamente as secretarias envolvidas — urbanismo, transportes, meio ambiente, segurança pública.
- Organizar consultas públicas e mediar conflitos com a comunidade.

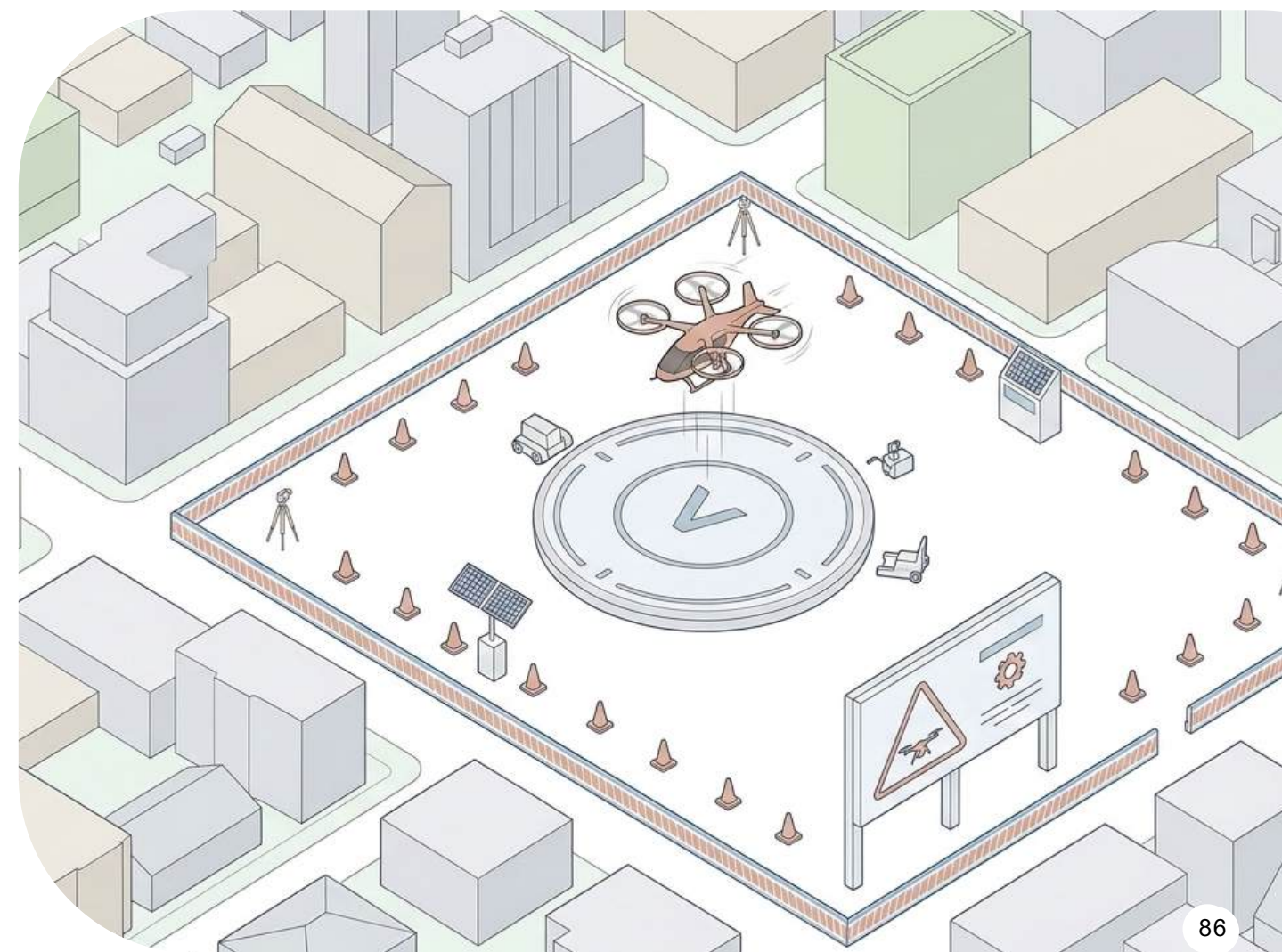


Tabela 6: Governança e Regulação Urbana

Eixo Temático	O Desafio	Checklist para os Gestores	Ação Prática da Prefeitura
Incorporação das Zonas de Proteção ao Plano Diretor	Alvarás de construção são emitidos sem considerar as restrições de altura impostas pelas rotas aéreas, gerando conflitos futuros e risco de embargo federal.	As restrições das Zonas de Proteção de Vertiportos já foram incorporadas ao Plano Diretor e ao sistema de emissão de alvarás, com verificação automática de gabarito?	Atualizar o Plano Diretor para incluir as superfícies de proteção aeronáutica, vinculando a emissão de alvarás à conferência de limites de altura.
Declaração de ciência	A prefeitura não formalizou o reconhecimento das áreas afetadas por restrições aeronáuticas, deixando o licenciamento urbano vulnerável a contestações.	Existe protocolo administrativo para emissão da declaração de ciência — o documento formal pelo qual a prefeitura reconhece as limitações aeronáuticas e se compromete a aplicá-las?	Designar setor responsável pela emissão da declaração de ciência e integrá-la ao fluxo de aprovação de projetos nas áreas afetadas.
Gestor de mobilidade aérea	Demandas sobre UAM caem em secretarias diferentes sem coordenação, gerando respostas fragmentadas e perda de tempo.	Foi designado um coordenador ou equipe específica para centralizar todas as demandas de mobilidade aérea — servindo como ponto de contato com ANAC, DECEA, operadores e comunidade?	Criar formalmente a função de gestor de mobilidade aérea, vinculada ao gabinete ou à secretaria de planejamento, com mandato claro e acesso aos decisores.
Participação em ambientes experimentais	A cidade perde a oportunidade de testar a UAM em escala controlada antes de regulamentar definitivamente, correndo o risco de legislar sem experiência prática.	A prefeitura já avaliou a possibilidade de participar de sandboxes regulatórios da ANAC — testando operações-piloto com regras flexíveis antes da implantação definitiva?	Candidatar-se junto à ANAC para receber projetos-piloto em ambientes experimentais, definindo um perímetro urbano para testes com acompanhamento técnico.
Fiscalização municipal	Obstáculos irregulares surgem nas zonas de proteção sem que a prefeitura tenha rotina de inspeção, comprometendo a segurança e criando passivo jurídico.	Há metodologia de fiscalização definida para inspecionar periodicamente as zonas de proteção — identificando antenas, construções irregulares ou vegetação que invadam os corredores de voo?	Instituir programa de fiscalização periódica das zonas de proteção, com protocolo de notificação, prazo para adequação e embargo em caso de descumprimento.
Integração com segurança pública e saúde	Vertiportos operam sem articulação com Corpo de Bombeiros, GCM, SAMU e Defesa Civil, deixando a cidade despreparada para emergências aéreas.	Foram firmados protocolos de integração com polícia, bombeiros, SAMU e Defesa Civil — definindo responsabilidades e tempos de resposta para incidentes em vertiportos e rotas aéreas?	Elaborar protocolo interinstitucional de emergência envolvendo todos os órgãos de segurança e saúde, com simulados periódicos nos vertiportos.

Continuação da Tabela 6: Governança e Regulação Urbana

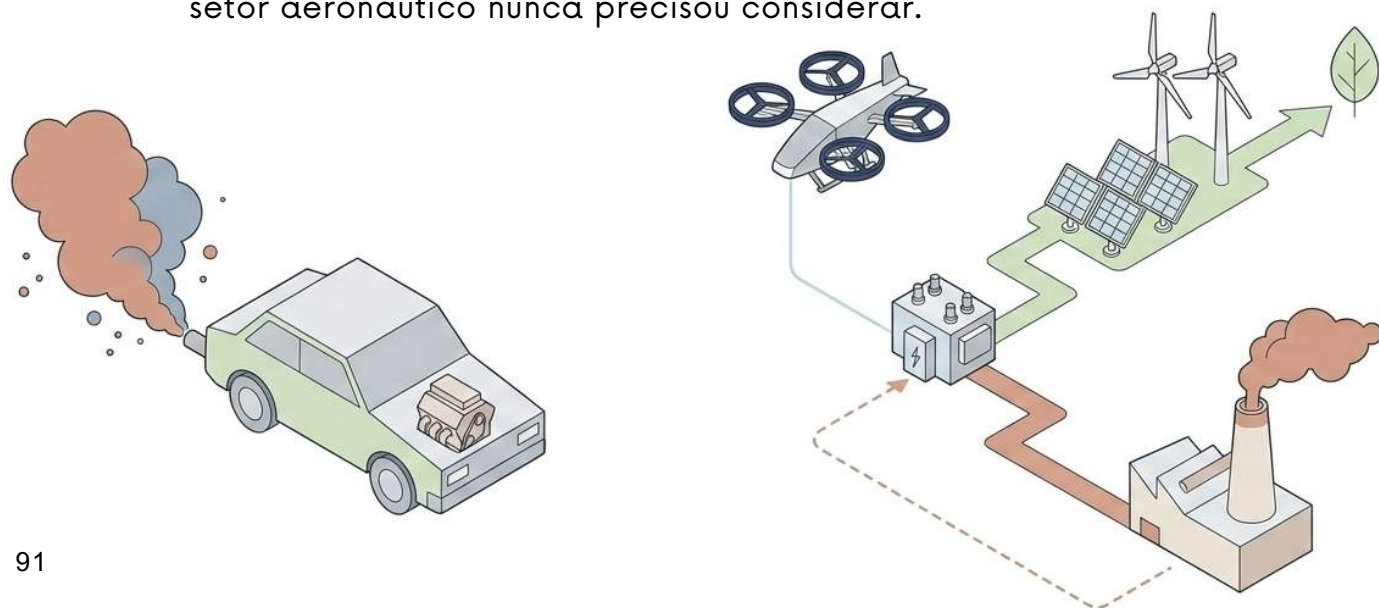
Eixo Temático	O Desafio	Checklist para os Gestores	Ação Prática da Prefeitura
Coordenação ambiental	Licenciamento de vertiportos avança sem consulta aos órgãos ambientais, gerando risco de embargo por impacto em áreas protegidas ou espécies ameaçadas.	A articulação com os órgãos ambientais (IBAMA, secretaria estadual e municipal de meio ambiente) está formalizada, garantindo que o licenciamento considere impactos sobre fauna, flora e recursos hídricos?	Incluir no fluxo de licenciamento de vertiportos a consulta obrigatória ao órgão ambiental competente, com exigência de estudo de impacto quando aplicável.

## MEIO AMBIENTE

A mobilidade aérea urbana carrega uma promessa ambiental poderosa: aeronaves elétricas que não soltam fumaça, não queimam querosene e podem funcionar com energia solar ou eólica. É uma mudança real de paradigma em relação aos helicópteros convencionais e ao trânsito movido a combustíveis fósseis. Mas essa promessa tem condições — e se a cidade não cuidar delas, o ganho ambiental pode virar problema ambiental.

O primeiro ponto é direto: uma aeronave elétrica só é "limpa" na mesma medida em que a energia que a alimenta é limpa. Se a rede elétrica local depende de termelétricas a carvão ou gás, o eVTOL transfere a poluição da rua para a chaminé da usina. A conta ambiental muda de lugar, mas não desaparece. Isso torna a análise da matriz energética local uma peça-chave do planejamento — e coloca o município diante de uma decisão estratégica: incentivar fontes renováveis para que o modal aéreo seja, de fato, sustentável.

O segundo ponto é menos óbvio, mas igualmente crítico: o impacto sobre a fauna. Aeronaves voando a baixa altitude sobre a cidade criam um risco real de colisão com aves — especialmente próximo a áreas verdes, corpos d'água, aterros sanitários e rotas de migração. Para aeroportos tradicionais, esse problema já é gerenciado há décadas pelo chamado "perigo aviário". Para vertiportos urbanos, o desafio é novo: as operações acontecem mais perto do solo, em meio ao tecido urbano, onde a fauna está presente de formas que o setor aeronáutico nunca precisou considerar.



### *O Papel do Município:*

A prefeitura não controla o espaço aéreo, mas controla quase tudo que atrai a fauna para perto dele. E é justamente nesse ponto que a ação municipal se torna decisiva:

- Fiscalizar atividades que atraem aves no entorno dos vertiportos. A Lei do Perigo Aviário (Lei 12.725) proíbe, num raio de segurança ao redor de aeródromos, atividades que atraiam fauna — como lixões a céu aberto, matadouros, criadouros, plantações frutíferas e tanques de peixes. A maioria dessas atividades depende de licenciamento municipal. A prefeitura é quem autoriza ou nega.
- Exigir estudos de impacto ambiental adequados. A legislação brasileira (CONAMA 001 e a Lei Complementar 140) já exige estudos de impacto para empreendimentos potencialmente poluidores. A instalação de vertiportos — com seus carregadores de alta potência, armazenamento de baterias e operação aérea sobre áreas urbanas — precisa ser enquadrada nesses instrumentos.
- Considerar a sustentabilidade como critério de licenciamento. Não se trata apenas de verificar se o projeto cumpre normas — é uma oportunidade para que a prefeitura exija, como contrapartida, o uso de energia renovável, a compensação de impactos e o monitoramento ambiental contínuo.

## Baterias: O Lixo que Ninguém Quer Discutir Agora

Aeronaves elétricas precisam de baterias de lítio de alta capacidade. Essas baterias têm vida útil limitada — e quando chegam ao fim, se tornam resíduo perigoso. Lítio, cobalto, níquel e manganês são materiais tóxicos que não podem ir para aterro comum. Se o município permitir a operação de dezenas de aeronaves elétricas sem exigir um plano de destinação de baterias, em poucos anos terá um problema ambiental grave — e uma lacuna regulatória para justificar.

A gestão do ciclo de vida das baterias precisa ser pensada de ponta a ponta:

- Armazenamento temporário seguro — com contenção de vazamentos e proteção contra incêndio.
- Logística reversa — o fabricante ou operador deve ser responsabilizado pela coleta e reciclagem.
- Rastreabilidade — cada bateria precisa ser monitorada desde a instalação até o descarte final.

A prefeitura pode — e deve — incluir essa exigência como condição de licenciamento.

## Clima Extremo: Quando o Céu Não Colabora

eVTOLs são mais sensíveis às condições meteorológicas do que aviões convencionais. Ventos fortes, tempestades, granizo e nevoeiro podem suspender operações por horas. Em cidades com eventos climáticos extremos cada vez mais frequentes — chuvas intensas, vendavais, ondas de calor —, a infraestrutura precisa estar preparada.

## Fauna Urbana: Pássaros, Rotas de Migração e o Risco Invisível

A colisão entre aves e aeronaves é um problema conhecido da aviação — e com os eVTOLs voando mais baixo e mais perto de parques, rios e áreas verdes, o risco se intensifica. A questão não é apenas de segurança de voo — é de preservação ambiental. Espécies ameaçadas, rotas de migração sazonal e locais de nidificação precisam ser mapeados e respeitados.

Ações concretas que dependem da gestão municipal:

- Mapear ninhos, dormitórios e rotas migratórias no território da cidade — com apoio de biólogos e dados de instituições ambientais.
- Proibir a instalação de vertiportos em áreas de alta atividade de fauna — ou ajustar rotas e horários de operação para evitar horários de pico de movimentação de aves (geralmente amanhecer e entardecer).

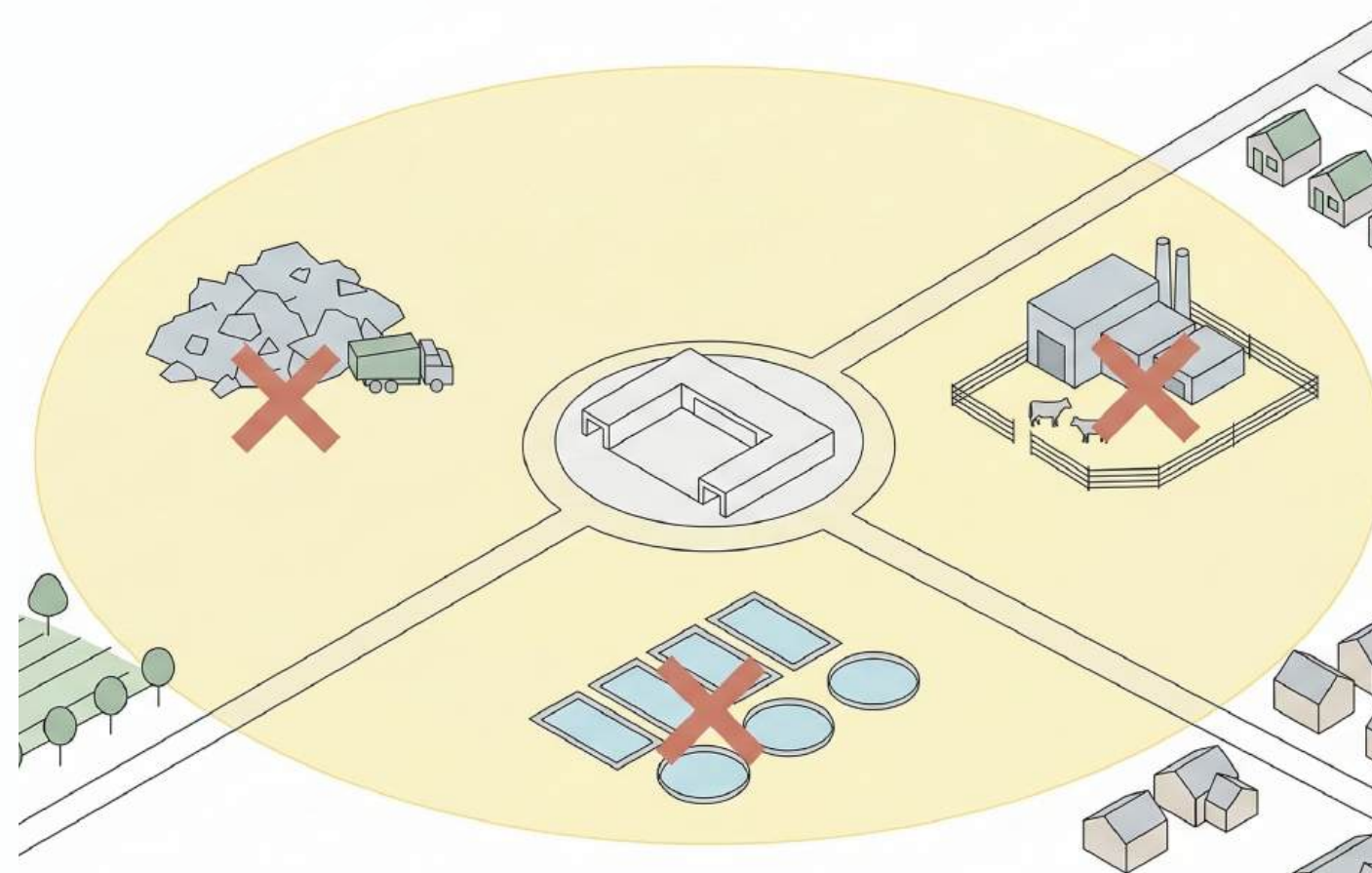


Tabela 7: Meio Ambiente

Eixo Temático	O Desafio	Checklist para os Gestores	Ação Prática da Prefeitura
Controle de focos atrativos de fauna	Lixões, matadouros, criadouros e tanques de peixes próximos a vertiportos atraem aves e aumentam drasticamente o risco de colisão com aeronaves.	As atividades que atraem fauna silvestre — lixões, criadouros, matadouros, plantações frutíferas — estão identificadas e proibidas dentro do raio de segurança dos vertiportos previstos?	Aplicar a Lei 12.725 (Perigo Aviário) no entorno dos vertiportos, fiscalizando e interditando atividades atrativas de fauna dentro do raio de segurança estabelecido.
Estudos de impacto ambiental	Vertiportos são licenciados sem avaliação adequada dos impactos sobre solo, fauna, recursos hídricos e vizinhança — gerando passivo ambiental e risco de embargo.	Os estudos de impacto ambiental exigidos para a instalação de vertiportos são suficientes para cobrir todos os riscos — ou há lacunas que precisam de complementação?	Exigir, como condição de licenciamento, Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) ou Relatório Ambiental Simplificado (RAS) conforme o porte e a localização de cada vertiporto.
Ciclo de vida das baterias	Baterias de lítio chegam ao fim da vida útil sem que exista plano de coleta, armazenamento seguro nem destinação final — criando resíduo perigoso sem controle.	Está previsto um protocolo completo de gerenciamento do ciclo de vida das baterias — desde o armazenamento temporário nos vertiportos até a logística reversa e a reciclagem?	Incluir no alvará de operação a obrigatoriedade de plano de gestão de baterias, com rastreabilidade, logística reversa e responsabilização do operador pelo descarte.
Licenciamento ambiental específico	Não existe enquadramento claro para vertiportos nos instrumentos de licenciamento ambiental vigentes — a atividade "cai" em categorias genéricas ou simplesmente não é avaliada.	Foi identificada a lacuna regulatória no licenciamento ambiental — e há iniciativa para criar uma categoria específica ou uma licença integrada para vertiportos?	Articular com o órgão ambiental estadual ou municipal a criação de categoria específica de licenciamento para vertiportos, com critérios adaptados à realidade da UAM.
Protocolos meteorológicos	Operações prosseguem em condições climáticas adversas porque não há critérios claros de suspensão nem integração com alertas da Defesa Civil.	Existem protocolos definidos para suspensão automática de operações em eventos meteorológicos extremos — com critérios objetivos e integração ao sistema de alerta da Defesa Civil?	Exigir a instalação de estações meteorológicas nos vertiportos e estabelecer por regulamento os limites operacionais (vento, chuva, visibilidade) com acionamento integrado à Defesa Civil.
Mapeamento de rotas de migração e nidificação	Rotas aéreas cruzam corredores de migração de aves e áreas de nidificação sem que esse risco tenha sido mapeado — ameaçando tanto a segurança do voo quanto as espécies.	Foram mapeados os locais de nidificação, dormitórios e rotas de migração sazonal da fauna no território municipal — e esses dados estão sendo considerados no desenho das rotas aéreas?	Contratar levantamento de fauna com apoio de biólogos e integrar os dados ao planejamento de rotas, definindo restrições sazonais e zonas de exclusão em períodos críticos.

## TECNOLOGIAS DE SUPORTE

Para que um eVTOL voe com segurança sobre a cidade, ele precisa de muito mais do que um bom motor e um piloto qualificado. Por trás de cada voo existe uma rede invisível de tecnologias que cumpre três funções básicas — e todas são inegociáveis:

- Comunicação — a aeronave precisa trocar informações em tempo real com o solo, com outras aeronaves e com o sistema de controle de tráfego. Uma falha de comunicação de poucos segundos pode significar um acidente.
- Navegação — a aeronave precisa saber exatamente onde está, a cada instante, com precisão de metros. Em um ambiente urbano cheio de prédios, essa tarefa é muito mais difícil do que em céu aberto.
- Vigilância — quem está no solo precisa enxergar todas as aeronaves que voam sobre a cidade, identificar cada uma e monitorar sua posição e comportamento em tempo real.

Esse trio — comunicação, navegação e vigilância (chamado de CNS no jargão aeronáutico) — depende de infraestrutura de telecomunicações de altíssima qualidade. Estamos falando de redes 5G (e futuramente 6G), antenas distribuídas pela cidade, sistemas de identificação remota digital e sensores espalhados ao longo das rotas de voo. Sem essa rede invisível, nenhum eVTOL decola.

E aqui está o ponto que toca diretamente a prefeitura: essa infraestrutura de telecomunicações precisa ser instalada no espaço urbano — em postes, topos de edifícios, fachadas e estruturas públicas. A legislação brasileira (Lei 13.116, conhecida como Lei das Antenas) já regula a implantação de estações de telecomunicações em áreas urbanas. O município é quem autoriza a instalação.

### *O Papel do Município:*

A prefeitura não fabrica antenas nem opera redes de telecomunicações — mas controla onde elas podem ser instaladas, sob quais condições e em qual prazo. Esse poder de regulação do espaço urbano é o que torna o município um ator essencial:

- Incluir a infraestrutura digital no planejamento urbano. O Plano Diretor precisa prever, desde já, que as rotas de voo exigirão cobertura de telecomunicações contínua e de baixa latência. Regiões da cidade sem essa cobertura simplesmente não poderão receber operações aéreas.
- Facilitar a instalação de antenas 5G/6G ao longo dos corredores de voo. A Lei das Antenas já simplificou os licenciamentos, mas a prefeitura pode ir além — priorizando a aprovação de instalações que atendam às rotas aéreas urbanas e eliminando gargalos burocráticos.
- Cuidar para que as antenas não se tornem obstáculos. Existe um paradoxo: a infraestrutura de comunicação precisa estar ao longo das rotas de voo — mas se for instalada em altura inadequada, pode se tornar um obstáculo físico para as próprias aeronaves. O município precisa coordenar a posição das antenas com as superfícies de proteção de voo.
- Garantir que a infraestrutura tenha redundância. Se a rede cai, as aeronaves ficam "cegas". A prefeitura deve exigir que operadores e empresas de telecomunicações implantem sistemas redundantes — como comunicação via satélite de backup — para que uma falha na rede terrestre não signifique perda de controle sobre o tráfego aéreo.

## Identificação Remota: A "Placa" Digital de Cada Aeronave

Imagine se os carros circulassem sem placa e sem registro — ninguém saberia quem está dirigindo, de onde veio ou para onde vai. No espaço aéreo urbano, a identificação remota digital (conhecida como RID) é o equivalente à placa do carro. Cada aeronave transmite continuamente sua identidade, posição, altitude e velocidade — e qualquer pessoa ou autoridade com um receptor pode saber, em tempo real, o que está voando sobre sua cabeça.

A RID é uma ferramenta essencial para:

- Segurança pública — permite que a polícia e a Defesa Civil identifiquem imediatamente aeronaves suspeitas ou não autorizadas.
- Fiscalização — O DECEA, a ANAC e o município podem verificar se os operadores estão cumprindo rotas, horários e zonas de restrição.
- Transparência para o cidadão — abre a possibilidade de aplicativos públicos que mostrem o tráfego aéreo em tempo real, reforçando a confiança da população.

O DECEA, a ANAC e a Prefeitura devem exigir, nos termos de autorização, que toda aeronave que opere sobre o município esteja equipada com RID — e investir em receptores instalados em pontos estratégicos da cidade para captar esses dados.

## Canyons Urbanos: Quando os Prédios Enganam o GPS

Em centros urbanos densos — com prédios altos lado a lado —, os sinais de GPS ricocheteiam nas fachadas de vidro e concreto antes de chegar à aeronave. Esse fenômeno, chamado de "canyon urbano", pode causar erros de posicionamento de dezenas de metros.

A solução técnica passa por combinar múltiplas fontes de posicionamento: GPS, redes 5G, sensores a bordo e referências visuais no solo. Mas para que isso funcione, a prefeitura precisa:

- Em colaboração com o DECEA, mapear os "canyons urbanos" — identificar e georreferenciar as regiões da cidade onde a geometria dos edifícios degrada severamente o sinal GPS. Esses mapas devem ser compartilhados com operadores e com a ANAC.
- Prever no zoneamento urbanístico que novas edificações em corredores de voo podem agravar o problema — e avaliar, no licenciamento, o impacto de novos prédios sobre a qualidade do sinal nas rotas aéreas.

## Segurança Cibernética e Interferência Eletromagnética: Os Riscos Que Não Se Veem

Uma aeronave controlada por sistemas digitais é, por definição, vulnerável a ataques cibernéticos. Um invasor que acesse o sistema de comunicação pode falsificar posições, enviar comandos maliciosos ou simplesmente derrubar a conexão entre a aeronave e o controle de solo. A segurança cibernética não é uma preocupação do futuro — é uma condição presente para que a UAM opere.

Além dos ataques intencionais, há o risco de interferência eletromagnética acidental. A cidade é um ambiente saturado de sinais — rádios, TVs, redes Wi-Fi, equipamentos industriais — e qualquer fonte que interfira.

A prefeitura pode atuar em duas frentes:

- Exigir protocolos de segurança cibernética como condição de operação — assim como já faz com a segurança física dos edifícios.
- Coordenar com a ANATEL o monitoramento de interferências eletromagnéticas no entorno dos vertiportos e ao longo das rotas, garantindo que frequências críticas para a aviação estejam protegidas.

Tabela 8: Tecnologias de Suporte

Eixo Temático	O Desafio	Checklist para os Gestores	Ação Prática da Prefeitura
Infraestrutura 5G/6G	Corredores de voo passam por regiões da cidade sem cobertura de telecomunicações adequada, impedindo comunicação e navegação em tempo real.	O planejamento urbano já contempla a necessidade de cobertura 5G/6G contínua ao longo das rotas aéreas — e há previsão de priorizar a instalação de antenas nesses corredores?	Incluir no Plano Diretor a previsão de infraestrutura de telecomunicações ao longo das rotas de voo, agilizando o licenciamento de antenas em corredores aéreos prioritários.
Redundância e resiliência	Uma falha na rede terrestre de comunicação deixa aeronaves sem contato com o solo — sem backup, qualquer pane vira emergência.	Os requisitos de redundância estão definidos — garantindo que, se a rede principal falhar, um sistema de backup (satélite ou rede alternativa) assuma imediatamente?	Exigir, nos termos de operação, a demonstração de sistemas redundantes de comunicação — incluindo enlace satelital — como condição para autorização de operações aéreas.
Identificação Remota Digital (RID)	Aeronaves voam sobre a cidade sem que autoridades locais consigam identificá-las em tempo real — comprometendo fiscalização e segurança pública.	Está assegurada a exigência de que toda aeronave operando no município transmita identificação remota digital — e há receptores instalados em pontos estratégicos para captar esses dados?	Regulamentar por decreto a obrigatoriedade de RID para operações urbanas e instalar receptores em vertiportos e pontos críticos, integrando os dados à central de segurança pública.
Mapeamento de canyons urbanos	Prédios altos em centros urbanos degradam o sinal GPS, causando erros de posicionamento que podem resultar em desvios perigosos de rota.	As regiões da cidade onde a geometria dos edifícios compromete o sinal GPS estão identificadas e georreferenciadas — e essa informação é compartilhada com operadores e ANAC?	Contratar levantamento técnico dos canyons urbanos e produzir mapa georreferenciado de zonas de degradação de sinal, integrando-o ao processo de planejamento de rotas.
Proteção de sinais de navegação	Novas construções, antenas ou equipamentos alteram ou bloqueiam os sinais de auxílio à navegação utilizados pelas aeronaves nas proximidades dos vertiportos.	Há mecanismos de proteção no licenciamento urbano para impedir que novas edificações ou instalações interfiram nos sinais de navegação dos vertiportos e corredores aéreos?	Incorporar ao processo de emissão de alvarás a verificação de impacto sobre sinais de navegação aérea nas proximidades de vertiportos, em articulação com DECEA e ANATEL.
Segurança cibernética	Sistemas de comunicação e controle de aeronaves são vulneráveis a ataques digitais — falsificação de posição, interceptação de dados ou derrubada de conexão.	Estão sendo exigidos protocolos de segurança cibernética dos operadores — com criptografia, monitoramento de intrusão e planos de resposta a incidentes?	Incluir nos termos de autorização operacional a exigência de conformidade com protocolos de segurança cibernética, com auditorias periódicas e plano de resposta a incidentes.

Continuação da Tabela 8: Tecnologias de Suporte

Eixo Temático	O Desafio	Checklist para os Gestores	Ação Prática da Prefeitura
Interoperabilidade entre operadores	Diferentes operadores usam sistemas proprietários incompatíveis, impedindo o gerenciamento unificado do tráfego aéreo sobre a cidade.	Há exigência de que os sistemas de comunicação e vigilância dos operadores sigam padrões abertos — garantindo interoperabilidade e gestão unificada do espaço aéreo?	Condicionar a autorização de operações à adoção de arquiteturas abertas e padrões interoperáveis, em alinhamento com as diretrizes da ANAC e do DECEA.
Sensores meteorológicos integrados	Vertiportos operam sem dados meteorológicos locais precisos — dependendo de estações distantes que não capturam microclimas urbanos.	Está prevista a instalação de sensores meteorológicos de alta precisão nos vertiportos — medindo vento, visibilidade, precipitação e temperatura ao nível da operação?	Exigir, como condição de licenciamento, sensores meteorológicos integrados nos vertiportos, com transmissão de dados em tempo real para operadores e Defesa Civil.
Confiabilidade e latência	Atrasos de milissegundos na transmissão de dados podem causar perda de separação entre aeronaves ou falha na execução de manobras de emergência.	Os critérios de latência máxima e confiabilidade mínima da rede de comunicação estão alinhados com os padrões aeronáuticos — e há monitoramento contínuo desses indicadores?	Articular com operadoras de telecomunicações acordos de nível de serviço (SLA) específicos para faixas de frequência e cobertura ao longo dos corredores de voo.
Interferência eletromagnética	Equipamentos urbanos — rádios, TVs, redes Wi-Fi, instalações industriais — emitem sinais que podem interferir nas frequências críticas de comunicação e navegação aérea.	Existe plano permanente de coordenação com a ANATEL para monitorar e mitigar interferências eletromagnéticas no entorno dos vertiportos e ao longo das rotas?	Firmar cooperação técnica com ANATEL para monitoramento contínuo de interferências, com protocolo de ação imediata quando fontes prejudiciais forem identificadas.

## VIABILIDADE ECONÔMICA

Tecnologia sem viabilidade econômica é protótipo de laboratório. Para que a mobilidade aérea urbana saia do papel e se torne um serviço real na cidade, alguém precisa responder três perguntas que nenhum engenheiro aeronáutico vai responder sozinho: Tem demanda suficiente? Tem modelo de negócio que se sustente? Tem dinheiro para financiar a estrutura inicial?

O risco para o município é duplo. Se ninguém fizer essas contas, a cidade pode investir em infraestrutura que ficará ociosa — vertiportos vazios, rotas sem passageiros, gastos públicos sem retorno. Se, por outro lado, a análise for feita apenas pelo mercado, a tendência é que os operadores se concentrem nas rotas mais lucrativas — aeroporto-centro, bairros nobres, conexões corporativas — ignorando completamente as necessidades de mobilidade da periferia e das regiões mais carentes de transporte.

A viabilidade econômica da UAM não é uma questão apenas do setor privado. É uma questão de política pública. O município precisa entender a demanda, influenciar a oferta e garantir que o dinheiro público envolvido — seja em infraestrutura, subsídios ou incentivos fiscais — gere retorno social mensurável.

E a primeira etapa é a mais básica de todas: saber para onde as pessoas querem ir. Dados de deslocamento, pesquisas de origem e destino, fluxos de transporte público e indicadores como renda, densidade populacional e PIB por região são o ponto de partida para identificar quais rotas aéreas urbanas fazem sentido — e quais são apenas desejo de mercado sem lastro real de demanda.

### *O Papel do Município:*

A prefeitura não opera táxis aéreos, mas tem poder direto sobre três variáveis que determinam se o negócio será viável — e para quem:

- Identificar os eixos de demanda com dados públicos. A pesquisa de origem e destino, os dados de bilhetagem do transporte público e os registros de deslocamento por aplicativos de mobilidade já existem em muitas cidades. A prefeitura deve usar essas informações para identificar quais corredores urbanos têm potencial real de demanda aérea — e quais são premissa de marketing sem base.
- Priorizar rotas de interesse público. Nem tudo que é lucrativo é necessário, e nem tudo que é necessário é lucrativo. Conexões entre hospitais regionais, entre a periferia e centros de emprego, entre terminais de transporte e polos universitários podem não dar lucro imediato — mas têm valor social que justifica apoio público. A prefeitura é quem define essas prioridades.
- Projetar a demanda para o futuro. O plano não pode ser feito para o presente. Projeções de 10 anos, que considerem crescimento populacional, expansão urbana e tendências de mobilidade, são indispensáveis para dimensionar a rede corretamente — nem grande demais (desperdício), nem pequena demais (gargalo).

## Parcerias e Financiamento: Quem Investe Primeiro?

A infraestrutura de vertiportos exige investimento pesado antes que o primeiro passageiro embarque — plataformas, sistemas de recarga, sinalização, conexões com transporte público, segurança. E como toda infraestrutura de transporte, o retorno não é imediato. Isso significa que o modelo de financiamento precisa ser pensado com o mesmo cuidado com que se pensa uma concessão de rodovia ou uma PPP de transporte coletivo.

As opções na mesa:

- Parcerias público-privadas (PPPs) — o município entra com o terreno, a localização e as autorizações; o operador privado constrói, opera e assume o risco comercial — com contrapartidas definidas em contrato.
- Concessões — semelhante ao modelo de terminais rodoviários ou estacionamentos públicos: a prefeitura concede o direito de exploração por prazo determinado, com obrigações de serviço mínimo.
- Incentivos fiscais — redução de IPTU, ISS ou taxas de licenciamento para operadores que se instalem em regiões estratégicas ou atendam rotas de interesse social.
- Financiamento via fundos de mobilidade — recursos de fundos estaduais ou federais de transporte e desenvolvimento urbano que já existem, mas que ainda não foram acessados para projetos de UAM.

A prefeitura não precisa bancar tudo — mas precisa estruturar o modelo antes que os operadores cheguem com as próprias regras.

A prefeitura pode (e deve) capturar parte da valorização desse novo modal para reinvestir na própria infraestrutura de mobilidade. Instrumentos já previstos no Estatuto da Cidade — como a Contribuição de Melhoria e a Outorga Onerosa do Direito de Construir — podem ser adaptados para essa finalidade. É dinheiro que retorna ao município sem aumento de imposto: basta aplicar instrumentos que já existem ao novo contexto.

## Tarifas: Entre a Liberdade de Mercado e o Interesse Público

A legislação brasileira prevê liberdade tarifária no transporte aéreo — o operador define o preço. Mas quando o modal opera como parte do sistema de mobilidade urbana, com vertiportos licenciados pela prefeitura e integrados ao transporte público, surge uma tensão inevitável: o preço de mercado pode excluir a maioria da população.

A prefeitura pode atuar de duas formas complementares:

- Estabelecer teto tarifário ou bandas de preço em rotas subsidiadas — especialmente naquelas que atendem a interesse social, como conexão periferia-centro.
- Condicionar incentivos fiscais ao cumprimento de metas tarifárias — por exemplo: o operador recebe isenção de ISS desde que mantenha preços acessíveis em determinadas rotas.

O objetivo não é controlar o mercado — é impedir que um serviço público-privado funcione exclusivamente como produto de luxo.

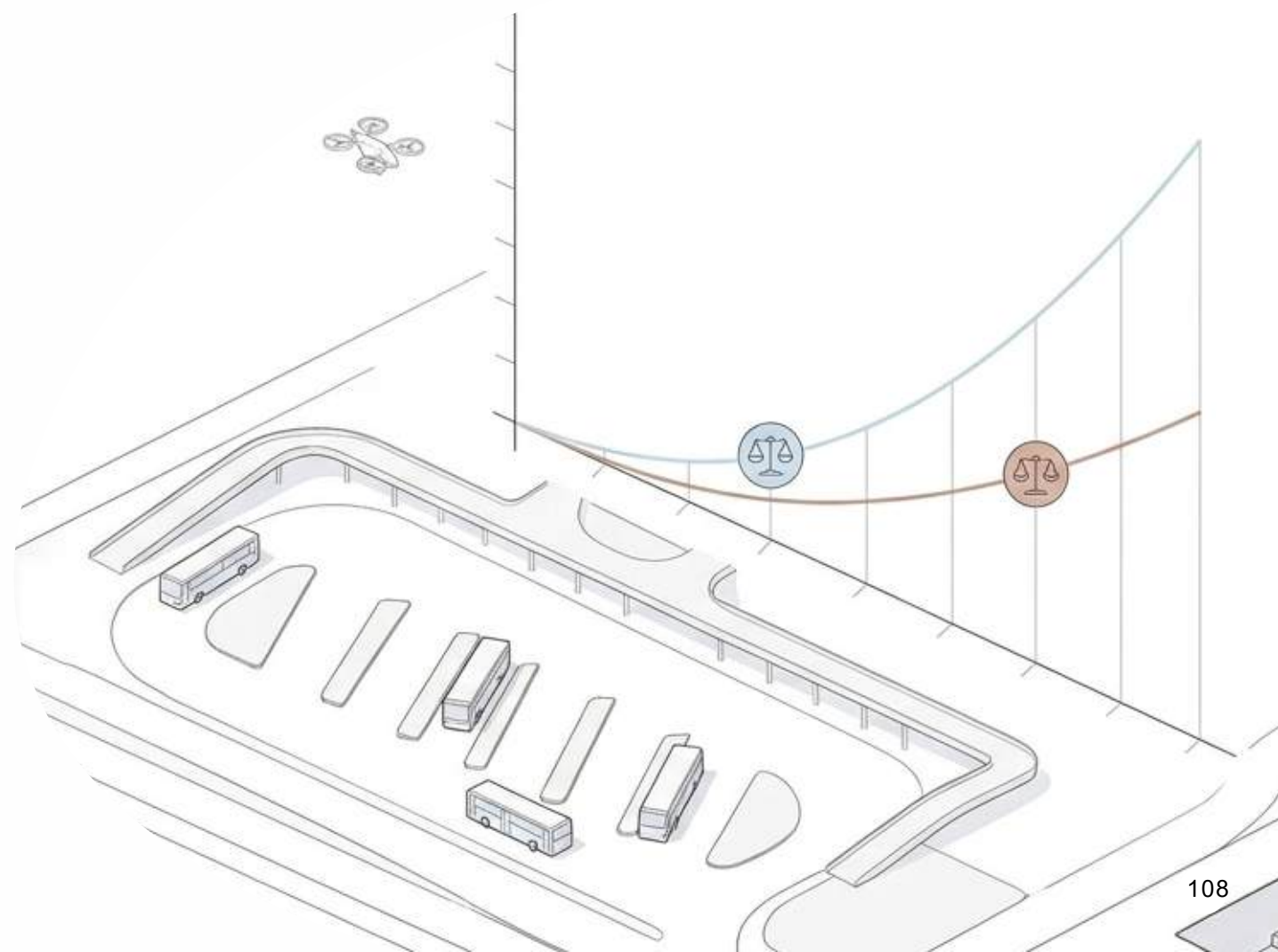


Tabela 9: Viabilidade Econômica

Eixo Temático	O Desafio	Checklist para os Gestores	Ação Prática da Prefeitura
Identificação de eixos de demanda	Operadores escolhem rotas com base no lucro, ignorando corredores de alta necessidade social. Sem dados públicos, a prefeitura não tem argumento para influenciar.	Foram levantados os indicadores-chave — renda, densidade, fluxos de deslocamento, PIB regional — para identificar os eixos de maior demanda real, e não apenas de maior interesse comercial?	Cruzar dados da pesquisa origem-destino, bilhetagem e aplicativos de mobilidade para produzir mapa de demanda potencial, priorizando corredores de interesse público.
Projeção de demanda de longo prazo	A rede de vertiportos é dimensionada para o presente, ficando obsoleta em poucos anos — ou superdimensionada desde o início, desperdiçando recursos.	Existe projeção de demanda para pelo menos 10 anos, considerando crescimento populacional, expansão urbana e mudanças nos padrões de mobilidade?	Contratar estudos de projeção de demanda com cenários conservador e otimista, vinculando o dimensionamento da rede aos marcos temporais do Plano Diretor.
Integração com transporte existente	Vertiportos são planejados como sistemas isolados, sem conexão tarifária nem operacional com ônibus e metrô — reduzindo a atratividade e a eficiência do modal.	A integração operacional e tarifária dos vertiportos com o sistema de transporte público está prevista — com bilhete único, horários coordenados e conexões físicas?	Incluir os vertiportos no planejamento integrado de mobilidade, exigindo conexão física com terminais e compatibilidade com o sistema de bilhetagem eletrônica.
Fontes de financiamento	Não há modelo claro de financiamento da infraestrutura — a prefeitura não sabe se entra com terreno, subsídio, PPP ou concessão.	Foram avaliados os modelos possíveis de financiamento — PPPs, concessões, incentivos fiscais, fundos de mobilidade — e escolhido o mais adequado à realidade fiscal do município?	Estruturar chamamento público ou procedimento de manifestação de interesse (PMI) para atrair investidores e definir o modelo de participação público-privada.
Monitoramento de desempenho	Operadores atuam sem metas de desempenho, e a prefeitura não tem dados para avaliar se o serviço está funcionando ou se os investimentos estão se pagando.	Estão definidos indicadores de desempenho operacional — pontualidade, ocupação, tempo de conexão, satisfação do usuário — com metas e periodicidade de monitoramento?	Incluir nos contratos de concessão ou autorização cláusulas de desempenho com indicadores mensuráveis, penalidades e relatórios públicos periódicos.
Equilíbrio entre capacidade e crescimento	A rede é inaugurada com capacidade ociosa que gera prejuízo — ou com capacidade insuficiente que gera filas e frustração desde o primeiro dia.	Há metodologia definida para calibrar a expansão da rede — ampliando capacidade de forma gradual conforme a demanda real, sem saltos arriscados nem atrasos crônicos?	Adotar modelo de implantação em fases, com gatilhos de expansão vinculados a indicadores de demanda — como taxa de ocupação mínima e tempo médio de espera.

Continuação da Tabela 9: Viabilidade Econômica

Eixo Temático	O Desafio	Checklist para os Gestores	Ação Prática da Prefeitura
Captura de valorização imobiliária	Imóveis ao redor dos vertiportos se valorizam, mas toda a valorização fica com o proprietário — o município que investiu na infraestrutura não captura nada.	Estão sendo avaliados instrumentos de captura de valorização imobiliária — Contribuição de Melhoria, Outorga Onerosa, CEPACs — para que parte do ganho retorne ao município?	Regulamentar a aplicação de instrumentos do Estatuto da Cidade no entorno de vertiportos, destinando a receita capturada ao fundo municipal de mobilidade.
Critérios para subsídios	Subsídios são concedidos sem critérios claros, beneficiando operadores sem contrapartida social — ou não são concedidos, inviabilizando rotas de interesse público.	Existem critérios objetivos e transparentes para a concessão de subsídios — condicionados a metas de acessibilidade, atendimento a rotas sociais e teto tarifário?	Definir por lei ou decreto os critérios de elegibilidade para subsídios, vinculando-os ao cumprimento de obrigações de serviço público e a indicadores de inclusão.
Política tarifária	O operador pratica preços de mercado sem qualquer regulação, transformando a UAM em serviço premium inacessível à maioria da população.	Foi avaliado o equilíbrio entre liberdade tarifária e interesse público — com mecanismos que garantam acessibilidade sem inviabilizar o negócio?	Estabelecer bandas tarifárias ou tetos de preço em rotas subsidiadas, condicionando incentivos fiscais à prática de tarifas acessíveis em corredores de interesse social.



Este material também está  
disponível para download nos sites:

**[sigmacity.shinyapps.io/Portal/](https://sigmacity.shinyapps.io/Portal/)**  
**[sigma.ita.br/](https://sigma.ita.br/)**