

Textos para Discussão

Núcleo de Estudos e Pesquisas
da Consultoria Legislativa

339

MOBILIDADE AÉREA AVANÇADA: Perspectivas, desafios e o papel do estado

Diego Muniz Benedetti

Textos para Discussão

Núcleo de Estudos e Pesquisas
da Consultoria Legislativa

339

MOBILIDADE AÉREA AVANÇADA: Perspectivas, DESAFIOS e o papel do estado

Diego Muniz Benedetti¹

¹ Consultor Legislativo do Senado Federal, do Núcleo de Economia, área de Transportes. E-mail: diego.benedetti@senado.leg.br

SENADO FEDERAL

DIRETORIA GERAL

Ilana Trombka – Diretora-Geral

SECRETARIA GERAL DA MESA

Gustavo A. Sabóia Vieira – Secretário Geral

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade dos autores e não representa posicionamento oficial do Senado Federal.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

CONSULTORIA LEGISLATIVA

Danilo Augusto Barboza de Aguiar – Consultor-Geral

Como citar este texto:

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS

Rafael Silveira e Silva – Coordenação

BENEDETTI, Diego Muniz. **Mobilidade Aérea Avançada: Perspectivas, desafios e o papel do estado.** Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Fevereiro 2025 (Texto para Discussão nº 339). Disponível em: <www.senado.leg.br/estudos>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2025.

Alexandre Sidnei Guimarães – Revisão

João Cândido de Oliveira – Editoração

CONSELHO EDITORIAL

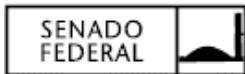
Eduardo Modena Lacerda

Pedro Duarte Blanco

Denis Murahovschi

Foto da Capa: Pedro França/Agência Senado: Detalhe da fachada do Congresso Nacional

Núcleo de Estudos e Pesquisas
da Consultoria Legislativa



Conforme o Ato da Comissão Diretora nº 14, de 2013, compete ao Núcleo de Estudos e Pesquisas da Consultoria Legislativa elaborar análises e estudos técnicos, promover a publicação de textos para discussão contendo o resultado dos trabalhos, sem prejuízo de outras formas de divulgação, bem como executar e coordenar debates, seminários e eventos técnico-acadêmicos, de forma que todas essas competências, no âmbito do assessoramento legislativo, contribuam para a formulação, implementação e avaliação da legislação e das políticas públicas discutidas no Congresso Nacional.

Contato:

conlegestudos@senado.leg.br

URL: www.senado.leg.br/estudos

ISSN 1983-0645

MOBILIDADE AÉREA AVANÇADA: PERSPECTIVAS, DESAFIOS E O PAPEL DO ESTADO

RESUMO

Com a rápida evolução dos modelos de mobilidade aérea avançada por todo o mundo, e com a indústria brasileira avançando na produção dos primeiros eVTOL (*Electric Vertical Take-off and Landing* – “Aeronaves de Propulsão Elétrica e Decolagem e Pouso Vertical”) nacionais, é importante que o arcabouço jurídico-normativo brasileiro esteja pronto para inserir as inovações trazidas por essas novas aeronaves no papel de elemento de mobilidade urbana. Ultrapassando as questões principais associadas ao sistema de aviação civil, essa tecnologia abre espaço para modelos de negócios não previstos na legislação vigente e que terão um grande nível de interface com outros marcos legais e regulatórios. A mobilidade urbana, a ocupação do solo urbano, as questões ambientais e até questões específicas ligadas às características inovadoras do sistema como a propulsão elétrica e o voo remoto são temas que envolvem, além da discussão técnica sobre a segurança dessa operação, uma discussão política necessária para que o desenvolvimento desse novo elemento de mobilidade possa se tornar uma realidade de maneira institucionalmente madura. Neste texto, apresentamos de forma simples os desafios inicialmente identificados para a implementação da mobilidade aérea avançada no Brasil, com foco nas questões com potencial impacto jurídico-normativo.

PALAVRAS-CHAVE: Aeronaves. Aviação civil. Mobilidade urbana. Ocupação do solo urbano. Questão ambiental.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	A OPERAÇÃO DOS EVTOL E OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS	2
3	A INTEGRAÇÃO DOS EVTOL COMO SOLUÇÃO DE MOBILIDADE URBANA.....	5
4	O PAPEL DO ESTADO E A PARTICIPAÇÃO DO PODER LEGISLATIVO	8
5	ESTRATÉGIAS REGULATÓRIAS E POLÍTICAS PÚBLICAS	13
6	CONCLUSÕES	15

1 INTRODUÇÃO

Em março de 2021, em sua base de testes em Gavião Peixoto-SP, a *Eve Soluções de Mobilidade Aérea Urbana*, subsidiária da *Embraer S.A.*, realizou o primeiro voo com o protótipo do seu eVTOL (*Electric Vertical Take-off and Landing* – “Aeronave de Propulsão Elétrica e Decolagem e Pouso Vertical”)¹. O modelo, anunciado em maio de 2018, tornou-se realidade em apenas três anos, o que representa grande feito para uma tecnologia em pleno desenvolvimento. A *Eve* espera iniciar as operações com a aeronave já em 2026, o que significa que em menos de dois anos poderemos observar um novo meio de transporte urbano em operação no Brasil.

Obviamente, não é apenas em solo brasileiro que se vê o despertar de uma nova era de mobilidade. Em escala global, desde a publicação pela *Uber*, em 2016, do “*Uber Elevate White Paper*”², um estudo que discute a inserção de um novo modal de mobilidade urbana baseado em pequenas aeronaves de decolagem e pouso vertical, mais de 300 projetos de eVTOL foram apresentados³ por diferentes tipos de fabricantes, de *startups* a gigantes da indústria aeronáutica. Em especial, a indústria chinesa se mostra ávida por tomar a dianteira dessa evolução, e já se tem posicionado no mercado brasileiro, inclusive⁴.

Contudo, ainda não vemos essas novas aeronaves sobrevoando nossas cabeças diariamente enquanto dirigimos para o trabalho, e são várias as preocupações a respeito de sua introdução em escala comercial no sistema de transporte urbano. A segurança de voo, a necessidade de infraestrutura adequada, o impacto ambiental nos já conturbados centros urbanos, a viabilidade operacional e o impacto no sistema de aviação civil são pontos que têm sido discutidos pelos diferentes atores envolvidos nessa transição. Em novembro de 2024, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) organizou um evento no qual foram discutidos importantes aspectos da inserção dos eVTOL em escala comercial no Brasil⁵.

¹ Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/economia/microeconomia/embraer-apresenta-seu-carro-voador-eletrico-em-voo-pela-primeira-vez/>>.

² Disponível em: <<https://evtol.news/media/PDFs/UberElevateWhitePaperOct2016.pdf>>.

³ Disponível em: <<https://www.idtechex.com/en/research-article/what-to-expect-from-the-e-vtol-market-in-2024-and-beyond/31059>>.

⁴ Disponível em: <<https://exame.com/negocios/carro-voador-nova-fabrica-99-app-e-universidades-o-plano-bilionario-da-gac-motor-para-o-brasil/>>.

⁵ Disponível em: <<https://www.gov.br/anac/pt-br/centrais-de-conteudo/eventos/eventos-da-anac/eventos/anac-advanced-air-mobility-conference-2024>>.

Assim, da observação de todo esse movimento em escala nacional e internacional, pode-se concluir que existe clara expectativa da indústria e do governo em relação à implementação efetiva dos eVTOL como um novo elemento do ecossistema de transporte urbano. Para tanto, barreiras técnicas, econômicas, regulamentares e legislativas precisam ser analisadas em conjunto para que a era dos carros voadores possa ser inaugurada de forma segura e tempestiva, reafirmando a vocação aeronáutica do Brasil e consolidando a posição da indústria aeronáutica brasileira no cenário da aviação mundial.

Discutem-se, neste texto, as principais questões que tangenciam a atividade legislativa e regulatória da implementação dos eVTOL como modal do sistema de mobilidade urbana. O objetivo é pontuar: os aspectos que merecem discussão mais aprofundada no âmbito da administração pública; a adequada distribuição de competências; e os parâmetros que devem ser estrategicamente deixados a cargo do mercado para que o modelo possa evoluir de forma economicamente sustentável.

2 A OPERAÇÃO DOS EVTOL E OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS

Resumidamente, os veículos elétricos de decolagem e pouso vertical, ou eVTOL, são aeronaves projetadas para o transporte de passageiro e de carga em ambientes onde a versatilidade da operação vertical é exigível e a opção por um sistema de propulsão com menor impacto ambiental é desejável. Assim, desde os primeiros protótipos eVTOL apresentados como conceito pela indústria aeroespacial, observa-se uma forte ligação entre as características de projeto e a aplicação em mobilidade urbana. Em geral, os eVTOL são aeronaves projetadas para um número limitado de ocupantes (entre 2 e 6 passageiros) ou carga (até 500kg) e para rotas curtas (de até 100km). No estado atual da tecnologia esses veículos encontram como principal nicho de mercado a movimentação de pessoas de alto poder aquisitivo ou carga de alto valor agregado nos grandes centros urbanos e regiões metropolitanas. Contudo, é possível que a evolução desses veículos e sua cadeia de produção amplie tanto o rol de serviços quanto o acesso ao modal.

É comum a comparação entre o eVTOL e os helicópteros, em função da intersecção existente entre seus escopos operacionais. Contudo, a tecnologia eVTOL já nasce com características que a diferenciam como modal preferencial

de mobilidade urbana. Tanto em função do aspecto de sustentabilidade, atrelado à redução de emissões e ruído, quanto da possibilidade de pilotagem remota ou voo autônomo, características que dão a essas aeronaves relevante vantagem para aplicação no uso cotidiano como modal público de transporte nos centros urbanos⁶. Assim, embora seja possível a realização do mesmo deslocamento com um helicóptero, os ganhos operacionais e ambientais tendem a favorecer a frota eVTOL como solução integrada de mobilidade urbana. O espectro de operação dos helicópteros é bem mais amplo e sua operação continuará necessária em diversas aplicações. Contudo, a introdução dos eVTOL representa, sem dúvidas, uma evolução na composição dos mecanismos de mobilidade urbana alinhada a prioridades de ordem global.

São diversas as aplicações de eVTOL, ainda que a função de táxi seja a primeira percebida pelo público geral. Na última década, observou-se um aumento expressivo de eventos do setor aeroespacial dedicado à discussão a respeito dos eVTOL. Nesses eventos um dos principais pontos de discussão são os chamados CONOPS^{7,8} (Conceitos de Operações). Esse termo se refere à totalidade do cenário de operação, que inclui as características do veículo em si, a infraestrutura associada, os pontos de integração com o meio em que opera, e a gama de serviços que pretende realizar. Se, no início, as discussões nesses eventos limitavam-se a uma prospecção de ideias e possibilidades, com o aparecimento dos primeiros protótipos funcionais; nos últimos dois anos, observa-se uma evolução da discussão no sentido de se identificar de forma prática as peças faltantes para fazer dessa tecnologia uma realidade. Uma dessas peças é a adequação do arcabouço jurídico-normativo que pode abrir espaço para o uso desses veículos como elementos essenciais do sistema de mobilidade urbana.

Um ponto fundamental a ser discutido quanto à tecnologia eVTOL é a separação entre sistemas tripulados e autônomos. Esse aspecto é especialmente relevante para a discussão legislativa porque tangencia questões que ultrapassam a discussão de integração do veículo no ecossistema de transportes e atinge discussões de natureza trabalhista e de segurança da aviação civil. Se, por um lado,

⁶ Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.geits.2023.100140>>.

⁷ Disponível em: <<https://www.gov.br/anac/pt-br/noticias/2022/publicado-primeiro-conceito-de-operacoes-para-mobilidade-aerea-urbana-no-brasil>>.

⁸ Disponível em: <<https://eveairmobility.com/wp-content/uploads/2022/05/EveConopsRJ.pdf>>.

a operação autônoma oferece grandes vantagens no sentido de reduzir custos e possibilitar o acesso de mais pessoas ao modal; por outro, a aprovação de sistemas autônomos tende a exigir maior rigor, além de atrair discussões não relacionadas à técnica em si, mas aos interesses de determinadas categorias profissionais.

A introdução da operação autônoma exige ainda uma análise mais complexa das questões relacionadas à responsabilidade civil, uma vez que os aspectos atrelados ao desempenho esperado de um piloto humano a bordo são absorvidos pelos aspectos técnicos da aeronave conjugados com a sistemática de gerenciamento de riscos implementada pelo operador, o que demanda uma análise mais profunda no estabelecimento de limites de responsabilidades entre fabricante, operador e explorador do serviço. De qualquer forma, a definição sobre a utilização de sistemas autônomos é uma das principais decisões a serem tomadas na estruturação do ambiente jurídico-normativo que viabilizará a implementação dessa tecnologia.

Outro ponto de grande relevância diz respeito à implementação da infraestrutura (rede de “vertipontos”, “vertiportos” e “vertihubs”)⁹ adequados à operação do novo modal, que tem impacto tanto na dinâmica de gerenciamento do espaço aéreo, quanto na dinâmica de ocupação do solo urbano. Vejamos que, mesmo sendo possível utilizar inicialmente os meios de coordenação já implementados para os helicópteros, uma massificação do uso de eVTOL certamente trará a necessidade de aprimoramento do sistema de gerenciamento do tráfego aéreo nos centros urbanos, a fim de se manter a segurança e, ao mesmo tempo, viabilizar a operação eficiente do modal. Ou seja, é necessária a adequação do sistema para que não se substitua congestionamentos em terra por congestionamentos nos corredores aéreos dos grandes centros. Ao mesmo tempo, a proliferação de “vertiportos” no ambiente urbano certamente trará essa discussão para o âmbito dos planos diretores das cidades e levantará questões ambientais específicas que precisam ser tratadas de forma a se

⁹ Vertipontos são áreas destinadas ao pouso e decolagem de aeronaves de decolagem vertical que contam com o mínimo de infraestrutura necessária à operação. Os vertiportos são complexos com um ou mais vertipontos que contam com uma estrutura mais robusta que permite operações mais intensivas e contém facilidades de embarque e desembarque, dentre outras. Um vertihub é um vertiporto de larga escala que conecta outros vertiportos ou outros modais de transporte e oferecem uma infraestrutura abrangente que ultrapassa as necessidades da operação em propriamente dita. Assim como um hub aeroportuário, o vertihub funciona como uma central de conexão para os diferentes elementos do sistema de mobilidade.

conciliar o bem-estar local com a eficiência do transporte. Nesse contexto, vemos uma complementação e, em alguns pontos, um compartilhamento de competências que mostram um cenário de discussão jurídico-normativa de caráter interfederativo, o que aumenta a complexidade da atuação do Estado na implementação da estrutura necessária.

Por fim, considerando a segurança de voo, é necessário compreender os aspectos singulares da introdução de um novo modal de transporte que, além de não contar com o histórico operacional das aeronaves convencionais, fator que eleva a confiabilidade da tecnologia, envolve o voo constante sobre áreas densamente povoadas, o que eleva o risco potencial de eventuais acidentes em razão do agravamento de suas consequências potenciais. A regulamentação existente sobre as aeronaves convencionais é fruto de um século de evolução na segurança aeronáutica, forjada na análise de centenas de acidentes e incidentes que serviram de base para que, com o tempo, se cobrisse a maioria dos aspectos relevantes para se alcançar um nível aceitável de segurança no transporte aéreo público¹⁰. Nesse contexto, a formação dos requisitos técnicos associados tanto à certificação do produto quanto à aprovação da operação torna-se um complexo exercício de derivação e complementação que, certamente, conterá lacunas que serão reveladas na medida da evolução desse mercado. Sendo assim, é também pertinente atentar para os mecanismos inclusos nos marcos legais relevantes que possam minimizar o risco dessas operações no contexto social.

3 A INTEGRAÇÃO DOS eVTOL COMO SOLUÇÃO DE MOBILIDADE URBANA

A Política Nacional de Mobilidade Urbana, Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012¹¹, constitui marco importante na organização do ecossistema de transportes nos centros urbanos. Coerentemente, esse instrumento foi concebido com foco nos modais pré-existentes. Assim, embora não existam dispositivos que impeçam a operação dos eVTOL enquanto meio de transporte, existem barreiras à plena implementação do novo modal como complemento efetivo da cadeia de mobilidade urbana. Observe-se, por exemplo, a classificação dos serviços de transporte coletivo em público e privado, que determina que o

¹⁰ Disponível em: <<https://www.aerosociety.com/media/4858/safety-regulation-the-first-100-years.pdf>>.

¹¹ Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm>.

transporte coletivo público é acessível a toda a população, mas tem itinerários e preço fixados pelo poder público, e que o transporte coletivo privado não é aberto ao público em geral. Essa construção pode tornar-se uma barreira a alguns modelos de negócio que necessitem combinar a liberdade tarifária com o livre acesso da população ao serviço. Isso porque, em alguns cenários, o eVTOL serviria de meio de transporte coletivo, no qual um pequeno grupo de interessados pagaria individualmente pelo trajeto ofertado publicamente de forma dinâmica. Ou seja, não se trata da modalidade de transporte individual privado, nem de fretamento. Trata-se de uma oferta de itinerários que mudam dinamicamente, acessíveis a qualquer pessoa, que formam grupos também de forma dinâmica e pagam individualmente pelo acesso. Ou seja, tal modelo encontraria, atualmente, alguns desafios para se encaixar de forma plena na legislação. Mais difícil ainda seria o desenho de políticas públicas com o objetivo de impulsionar o modal cobrindo esse tipo de demanda.

De forma complementar, o Estatuto das Cidades, Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001¹², e que traz as diretrizes gerais da política urbana, prevê a ordenação e o controle do uso do solo de forma a evitar: a proximidade de usos incompatíveis ou inconvenientes, a instalação de empreendimentos ou atividades que possam funcionar como polos geradores de tráfego sem a previsão da infraestrutura correspondente, a poluição e a degradação ambiental, a exposição da população a riscos de desastres, entre outros tópicos. Esses itens apontam para a complexidade da implementação em larga escala de “vertiportos” nos grandes centros urbanos, pois, se por um lado o eVTOL traz grandes vantagens em relação à sustentabilidade e adequação ao meio urbano quando comparados aos helicópteros, por outro, a infraestrutura necessária à implementação de uma área de embarque e desembarque plenamente funcional supera em complexidade a implementação de um heliponto e traz outros desafios em termos de ocupação do solo. A natureza da propulsão elétrica, por exemplo, pode exigir sistemas próprios para o carregamento das aeronaves que demandarão requisitos adicionais, o mesmo se pode dizer sobre a operação de embarque e desembarque sem um piloto a bordo.

¹² Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm>.

Sendo assim, se considerarmos a possibilidade de integração dos eVTOL como um serviço de transporte coletivo amplamente disponível, é natural esperar que haja discussão no âmbito dos planos diretores municipais sobre a implementação e proliferação dessa infraestrutura. Como já mencionado, esse ponto convida as esferas estaduais e municipais ao debate e gera a necessidade de uma distribuição mais clara de competências que permeará o processo de evolução dos instrumentos aplicáveis, que vão desde os planos diretores dos Municípios até a regulamentação federal sobre a infraestrutura.

Porém, concentrando a discussão nas questões que impactam a implementação imediata do eVTOL como elemento de mobilidade urbana, analisemos as perspectivas para a utilização desse modal com foco nos modelos de negócio compatíveis com os modelos de aeronaves apresentados pelos fabricantes. Parece improvável que, no futuro próximo, exista uma rede de prestadores de serviços baseados em eVTOL que oferte assentos em número relevante se comparados com os meios convencionais de transporte urbano. Principalmente porque, ainda que ocorra um ganho de escala com a plena implementação do serviço, o custo, a princípio, permanecerá relativamente elevado, fazendo com que esse modal seja um elemento complementar de mobilidade reservado a grupos de maior poder aquisitivo.

Sendo assim, o custo desse tipo de transporte já limita a sua representatividade em termos de solução de mobilidade urbana. Isso, porém, não desqualifica ou diminui a importância de introdução do modal. Muito pelo contrário. Ter em mente essa característica favorece a determinação do tipo e do nível correto de legislação e regulamentação a ser aplicado. É preciso compreender que, ao se organizar e regular meios de transporte de massa, o papel do Estado é fundamentalmente necessário; enquanto, num cenário ainda indefinido e inicialmente reservado a uma clientela de alto poder aquisitivo, é razoável a aplicação de mecanismos mais flexíveis que permitam a adequação natural do mercado às necessidades desse público.

Posto isto, é justo defender que, num primeiro momento, a atenção do poder público deva voltar-se para a garantia de um nível mínimo de segurança, em especial em relação aos efeitos sobre terceiros não envolvidos na operação e para a discussão da base legal que servirá para as reestruturações que se farão

necessárias diante de uma eventual escalada da oferta do modal. Ou seja, não há por que impedir ou atrasar a implementação dos eVTOL como elemento complementar do ecossistema de mobilidade urbana até que se tenha uma reorganização plena dos conceitos de mobilidade urbana. Garantida minimamente a segurança operacional, é plenamente aceitável que a evolução do arcabouço jurídico-normativo ligado à mobilidade urbana e à ocupação do solo urbano evolua em paralelo ao início das operações. Por fim, cumpre ressaltar que a simples substituição do tráfego de helicópteros por eVTOL já representa um ganho de sustentabilidade e de redução dos impactos ambientais relativos à mobilidade e à organização urbana.

4 O PAPEL DO ESTADO E A PARTICIPAÇÃO DO PODER LEGISLATIVO

Assim como outras tecnologias disruptivas, o aparecimento dos eVTOL trouxe desafios à atuação dos governos e órgãos reguladores de todo o planeta. Hoje, não existe para a operação eVTOL uma estrutura jurídico-normativa consolidada em âmbito internacional como a que verificamos na aviação civil convencional. Ou seja, embora tenha sido relativamente rápida a resposta regulatória ao surgimento desse tipo de operação, a evolução ainda ocorre de forma assimétrica em diferentes pontos do globo. Diferentemente do transporte aéreo internacional, as características locais tendem a ser preponderantes na definição do curso de implementação das regras para integração desse novo modal. Mesmo assim, é fundamental observar o que ocorre nos países de referência em termos de regulamentação aeronáutica para que se possa, então, avaliar os caminhos a serem seguidos no Brasil.

O governo dos Estados Unidos optou por uma abordagem que mantém a lógica estabelecida para o sistema vigente de regulação da aviação civil. Ou seja, no âmbito legislativo, o Congresso norte-americano estabeleceu de forma ampla as diretrizes a serem seguidas pelo órgão regulador, a *Federal Aviation Agency* (FAA). No ato de re-autorização emitido em 2024¹³, documento no qual o Congresso renovou a autorização e deu diretrizes para a atuação da agência reguladora, foram incluídas instruções abrangentes sobre a inclusão dos eVTOL

¹³ Disponível em: <<https://www.govinfo.gov/content/pkg/BILLS-118hr3935enr/pdf/BILLS-118hr3935enr.pdf>>.

no ecossistema de mobilidade regional e urbana. Dentro do Subtítulo B (Mobilidade Aérea Avançada) do Título IX (Novos Entrantes e Inovação Aeroespacial) do ato do Congresso norte-americano é estabelecido que os EUA devem se tornar um líder global em mobilidade aérea avançada e que, para tanto, a FAA deve priorizar o trabalho na certificação de tipo dessa categoria, bem como estabelecer os demais regramentos necessários para permitir operações comerciais e, de forma ampla, trabalhar em cooperação com a indústria e demais entes reguladores para permitir a entrada segura dessas aeronaves no sistema de aviação. Do texto constam ainda várias outras instruções no sentido de se estabelecer um ambiente regulatório maduro onde a indústria do eVTOL possa evoluir com o máximo de eficiência e de segurança.

Já no âmbito regulatório, a FAA vem, desde 2021, trabalhando para a integração dos eVTOL à base normativa norte-americana¹⁴. Contudo, em resposta a esse ato do Congresso, observou-se uma aceleração das ações relacionadas à consolidação da base normativa necessária à aprovação das operações em nível comercial. Para a introdução dos eVTOL no sistema de aviação civil, a FAA vem utilizando o dispositivo do código de regulação federal (*Code of Federal Regulations* – CFR), Título 14, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 21, item 21.17(b)¹⁵. Esse item estabelece que em casos nos quais não existe uma base de certificação padrão, cabe a definição dos requisitos aplicáveis a partir de subconjuntos dos requisitos aplicáveis às categorias já padronizadas. Essa base de certificação específica é decidida pelo órgão regulador com base nas características específicas do projeto de tipo. Essa abordagem se mostra segura e adequada, pois é consistente com a introdução de uma nova tecnologia em um sistema baseado em gerenciamento dinâmico da segurança.

Ou seja, opta-se pela definição individual dos requisitos e limitações aplicáveis até que a tecnologia se estabeleça, permitindo então a definição de categorias específicas. A mesma lógica se aplica à certificação operacional e de infraestrutura, muito embora a introdução dessa categoria de aeronaves nessas regulamentações seja bem mais simples em função da similaridade com outros veículos já integrados às normas, fato que permitiu uma evolução rápida dessas seções. Recentemente, em outubro de 2024, a FAA emitiu atualizações do

¹⁴ Disponível em: <<https://www.faa.gov/air-taxis#milestones>>.

¹⁵ Disponível em: <<https://www.faa.gov/newsroom/faa-statement-evtol-aircraft-certification>>.

regramento aplicável aos pilotos de eVTOL¹⁶, peça que completou a base regulamentar necessária à operação comercial dessa categoria de aeronaves. Assim, observa-se que a agência americana vem implementando rapidamente as mudanças necessárias para a introdução desse modal na expectativa de um iminente escalada da operação comercial do eVTOL no território americano. Toda essa descrição é necessária para demonstrar que o órgão regulador da aviação civil é o principal vetor de introdução do novo modal, sendo papel da legislação de base estabelecer as competências, diretrizes e prioridades para que a evolução regulatória possa se dar de forma segura e eficiente.

A União Europeia vem agindo de forma bastante similar aos Estados Unidos. Tanto que, recentemente, esforços conjuntos interagências resultaram na emissão de uma proposta harmonizada entre a FAA e a Agência Europeia para a Segurança da Aviação (EASA) de meios de cumprimento dos regulamentos¹⁷. Essa iniciativa facilitou a validação dos processos de certificação e a entrada dos diferentes modelos nos mercados norte-americano e europeu de forma recíproca. Isso também demonstra certa consistência nas abordagens adotadas pelas duas agências de referência, ainda que não se tenha uma base completa comum de requisitos pré-estabelecidos.

Em uma abordagem bastante singular, a China tomou a dianteira e foi a primeira a certificar um eVTOL em novembro de 2023. Não bastasse o pioneirismo na condução do processo, a agência chinesa concedeu certificação à *EHang EH216-S* como aeronave autônoma. O feito chamou a atenção dos principais atores do mercado de eVTOL, que comemoraram o avanço, apesar da existência de diversas outras barreiras regulamentares para o início das operações comerciais. É possível encontrar diversas discussões acerca do desenvolvimento da regulamentação chinesa, inclusive críticas quanto à transparência e validade do processo de certificação. Contudo, é fato que o governo chinês vem buscando a liderança na implementação desse novo modal e não parece se prender à necessidade de uma coordenação internacional a respeito das regras aplicáveis¹⁸.

¹⁶ Disponível em: <<https://www.faa.gov/newsroom/integration-powered-lift-pilot-certification-and-operations-miscellaneous-amendments>>.

¹⁷ Disponível em: <<https://evtol.news/news/easa-and-faa-advance-evtol-guidance>>.

¹⁸ Disponível em: <<https://evtol.news/news/a-small-step-for-ehang-a-giant-leap-for-evtol>>.

No Brasil, a implementação de regulamentação ou aprovações específicas para viabilizar essas operações já estão em curso no âmbito dos órgãos reguladores. Na linha do que se observou nos últimos anos no cenário internacional, em outubro de 2024, a ANAC publicou a Portaria nº 15.760, que estabeleceu os critérios de aeronavegabilidade de classe especial para a certificação da aeronave *EVE-10*, da *Eve*¹⁹. A estratégia utilizada foi a mesma da agência norte-americana, ou seja, definir um subconjunto de requisitos específicos, orientados ao projeto apresentado, para viabilizar a certificação do tipo. Os regulamentos referentes aos outros aspectos da operação também estão sendo discutidos pela agência, e vários elementos constam da agenda regulatória do órgão²⁰. Além disso, experiências dentro do conceito de “sandbox regulatório” (ambiente experimental) tem sido uma estratégia utilizada pela agência para viabilizar o início de operações que utilizam tecnologias disruptivas mesmo antes de se ter uma regra estabelecida²¹.

Do lado do controle do espaço aéreo, o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DCEA) também já se mobilizou para viabilizar a operação desses sistemas. O próprio órgão esclareceu que, inicialmente, pretende usar a mesma estrutura já existente para o gerenciamento de tráfego dos helicópteros, mas que está estudando mecanismos para otimizar o uso compartilhado do espaço aéreo na medida em que o novo modelo se torna realidade²².

Nesse cenário, observa-se, coerentemente, a movimentação tempestiva dos órgãos reguladores brasileiros para promover a evolução do modal e inaugurar um debate mais amplo a fim de se estabelecer a base jurídico-normativa sobre a qual ocorrerá a integração dos eVTOL como elemento de mobilidade urbana. Cabe ao Congresso brasileiro, a partir de agora, agir no sentido de retirar eventuais barreiras que atrasem a implementação segura dessas operações e, ao mesmo tempo, instituir diretrizes e distribuir competências para que a evolução do

¹⁹ Disponível em: <<https://www.gov.br/anac/pt-br/noticias/2024/publicados-os-criterios-de-aeronavegabilidade-do-evtol-da-eve>>.

²⁰ Disponível em: <<https://www.gov.br/anac/pt-br/noticias/2024/desafios-da-implementacao-do-evtol-em-debate>>.

²¹ Disponível em: <<https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/sandbox-regulatorio>>.

²² Disponível em: <https://www.decea.mil.br/?i=midia-e-informacao&p=pg_noticia&materia=drones-e-evtol-confira-o-papel-do-decea-na-inovacao-da-mobilidade-urbana>.

modal se dê de forma segura, eficiente e organizada. Essa ação parlamentar é fundamental para a construção de um alicerce institucional que forneça segurança jurídica aos agentes do mercado e aos agentes públicos incumbidos da regulação e da implementação de políticas públicas correlatas.

Dentre os principais desafios do Legislativo, vale a pena ressaltar três pontos.

Primeiro, é preciso fortalecer os mecanismos regulatórios específicos e o papel dos órgãos reguladores envolvidos. O caráter dinâmico e altamente técnico da discussão exige que o legislador seja preciso ao munir o regulador das ferramentas necessárias para que a indústria evolua e, ao mesmo tempo, seja capaz de estabelecer diretrizes que direcionem a atividade regulatória garantindo governança efetiva a nível de Estado. Esse complexo equilíbrio é peça chave na confecção de uma legislação que impulse o desenvolvimento seguro do setor.

Segundo, faz-se mister conciliar interesses mantendo o foco na realidade que se quer construir em termos de mobilidade urbana e avanço tecnológico. É fato que o despertar de uma nova tecnologia e um novo nicho comercial atrai a atenção de diversas categorias que buscam alinhar a regra do jogo aos seus interesses. Esse movimento, legítimo no ambiente democrático, desafia as instituições na busca da otimização dos mercados. No caso em pauta, é preciso avaliar com cuidado algumas práticas e definições consagradas nos marcos legais vigentes que acabam representando certas garantias e que podem não fazer mais sentido para o cenário de operação dos eVTOL.

Finalmente, é necessária uma ação tempestiva e coordenada na distribuição de competências e diretrizes direcionadas aos entes federativos que atuarão de forma complementar nesse ambiente. Uma possível escalada do transporte urbano baseado em eVTOL levará a um novo patamar as questões de interface entre sistema de aviação civil e sistema de organização de mobilidade urbana e da organização da ocupação do solo. Essa nova realidade exige uma clara separação de competências de forma a se gerar um ambiente juridicamente seguro onde o operador saiba até onde vai a ação de um Ente Federativo e onde começa a de outro.

5 ESTRATÉGIAS REGULATÓRIAS E POLÍTICAS PÚBLICAS

Embora alguns dispositivos da legislação vigente possam ser apontados como barreiras à plena implementação dos eVTOL como elemento de mobilidade urbana no Brasil, não há impedimento ao início das operações dessas aeronaves. Os desafios atuais e as lacunas regulamentares têm sido contornados com o uso de mecanismos regulatórios que permitem a operação sob aprovações específicas, e esse é um fator de alívio para todos aqueles que já se movimentam para adentrar o mercado. Porém, fatalmente, chegará o ponto onde questões essenciais da implementação desse modal deverão ser discutidas em nível legal e regulatório. Assim, é relevante antecipar alguns pontos que certamente comporão a lista de prioridades nessa iminente discussão.

A aprovação caso a caso das aeronaves e operações, apesar de permitir o início dessas operações, dificulta em certa medida o estabelecimento de uma base neutra de requisitos e a evolução para uma regulamentação consolidada. Isso porque os padrões e limites definidos acabam sendo derivados do histórico de aprovações, beneficiando soluções de projeto específicas. Contudo, essa é a ordem natural em que se consegue viabilizar a evolução da tecnologia mantendo-se a segurança do sistema. Portanto, ciente desse viés, é importante que os órgãos reguladores estabeleçam processos nos quais se alcance um equilíbrio entre a estabilidade dos requisitos pontualmente aplicados e a progressiva consolidação de um regramento que resulte no maior nível viável de segurança operacional.

A questão do voo autônomo, hoje limitado pelo *caput* do art. 165 do Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA, Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986)²³, que determina que “toda aeronave terá a bordo um Comandante”, também é central no debate dos rumos dessa tecnologia. Em um mundo que clama por eficiência e sustentabilidade, não parece haver atualmente nenhuma razão para que se proíba essa evolução. Contudo, tal decisão poderá esbarrar na resistência de categorias que buscarão problematizar a decisão para muito além dos reais fatores de risco presentes nessa transição.

Quanto aos modelos de regulação da prestação de serviços de transportes, tem-se histórico suficiente no setor aéreo para afirmar que o instituto da

²³ Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7565comilado.htm>.

autorização é o que mais se adequa ao modelo emergente. Não se encontram fatores que justifiquem mecanismos de controle de preço ou itinerário pelo poder público, nem motivo para uma ação direta do Estado no provimento desse tipo de transporte. Cabe, porém, uma rediscussão dos conceitos que permeiam os textos de mobilidade urbana, a fim de se dar mais flexibilidade à introdução de soluções baseadas em mobilidade aérea avançada, incluindo o transporte coletivo público de passageiros caso essa aplicação se mostre viável.

A complexa distribuição de competências entre órgãos e Entes Federativos, que tem grande potencial de resultar insegurança jurídica e ineficiência no setor, é um aspecto que deve constar das prioridades do Legislativo. Tendo em vista a priorização da preocupação com a segurança de voo e o objetivo de se fomentar uma homogeneidade no estabelecimento do mercado em nível nacional, parece lógico priorizar a competência federal nesse campo. Nesse cenário, restaria aos Entes subnacionais uma complementação focada apenas na determinação de diretrizes e limites para a localização dos “vertiportos”. Eventuais limitações locais que afetem a operação deveriam ser sempre coordenadas entre Município, Estado e União, restando a essa última a definição sobre a adequação da medida. Isso não diminui a importância da ação dos Entes subnacionais, mas traz maior estabilidade ao mercado. Ainda no âmbito das questões interfederativas cabe ressaltar a importância da fiscalização conjunta. Ou seja, ainda que exista uma preponderância das normas federais na organização do sistema, a existência de operação em larga escala dentro do ambiente urbano exigirá uma supervisão incompatível com os efetivos dos órgãos reguladores federais. Assim, nesse cenário, mecanismos de cooperação são essenciais para viabilizar a implementação e operação segura.

Por fim, é importante avaliar a pertinência do lançamento de políticas públicas de incentivo à integração dos eVTOL como elementos de mobilidade urbana no Brasil. Primeiramente, consideremos como repercutiu na mídia norte-americana a ação do Congresso norte-americano que, de forma enfática, estabeleceu diretrizes que incentivam o avanço dos eVTOL no ato de reautorização da FAA de 2024²⁴. A reação positiva mídia, apoiando essa ação, aponta para um movimento de suporte à integração desse novo modal em nível

²⁴ Disponível em: <<https://theaircurrent.com/aviation-policy/congress-puts-its-thumb-on-the-scale-for-evtol-operating-rules/>>.

global e mostra que é oportuna a discussão de melhorias legislativas para que, também o Brasil, como país de comprovada vocação aeronáutica, possa pleitear protagonismo nesse setor. Tendo em conta o cenário econômico e social do Brasil, embora numa primeira análise se possa argumentar que o número de beneficiários e a condição social do público-alvo dos eVTOL não justificaria uma política pública de incentivos, é preciso considerar tudo o que a mobilidade aérea avançada representaria em termos de cadeia produtiva, e em termos de evolução tecnológica para o País.

O Brasil é um país internacionalmente reconhecido por sua participação na indústria aeronáutica, mas esse reconhecimento só ocorreu graças a incentivos estatais que permitiram que as instituições que serviram de base para a indústria atual progredissem num momento em que o progresso autônomo seria impossível. Hoje, embora tenhamos uma indústria razoavelmente madura, estamos diante do surgimento de um novo mercado. Assim, não só a oferta do serviço está em desenvolvimento, mas também a demanda. Esse cenário gera um contexto similar ao anteriormente descrito, e mostra que a ação estatal pode ser necessária para impulsionar a demanda nos estágios iniciais. Além disso, cabe sopesar o ganho educacional e tecnológico associado ao desenvolvimento desse mercado. Muito mais do que prover transporte, o desenvolvimento de uma indústria de eVTOL no Brasil promove o ganho de postos de trabalho qualificado e o potencial de produção e exportação de soluções tecnológicas de alto valor agregado. Sendo assim, parece justificável o estudo de políticas públicas que tenham como objetivo auxiliar a alavancagem de um setor que emerge em nível global e que teria o condão de reafirmar a vocação aeronáutica do Brasil.

6 CONCLUSÕES

Considerando a discussão nas seções anteriores é possível organizar um Quadro que resume os principais pontos de atenção a serem considerados nas discussões acerca da implementação ou adequação do arcabouço jurídico-normativo que pretenda viabilizar e incentivar a integração do eVTOL ao sistema de mobilidade urbana no Brasil.

Quadro-Resumo – Principais pontos de atenção para viabilizar e incentivar a integração do eVTOL

Escopo de análise	Características relevantes	Questões jurídico-normativas (em potencial)
O veículo	<ul style="list-style-type: none"> Pluralidade de conceitos e soluções. Aprovação caso a caso com requisitos técnicos em desenvolvimento. Ausência de estatística operacional robusta. Novas características de sistemas que interagem com outros ambientes regulados. 	<ul style="list-style-type: none"> Garantia da inovação, com bases de certificação específicas, mas não viesadas. Segurança nos processos experimentais de evolução regulatória, com controles de externalidades nas fases iniciais de operação. Coordenação e distribuição de competências em relação a outros ambientes regulados (ex: ANATEL, ANEEL).
A infraestrutura	<ul style="list-style-type: none"> Aproximação em espaços reduzidos na área urbana. Peculiaridades dos equipamentos de carregamento e proteção contra incêndio. Segurança contra interferência ilícita no meio integrado a outros modais. Impacto em aspectos urbanísticos, ambientais e conexão intermodal. 	<ul style="list-style-type: none"> Adequação de parâmetros de zoneamento local, e procedimentos específicos de aproximação permitindo o novo modelo. Estratégia AVSEC (Aviation Security) considerando o contexto de operação em grandes centros urbanos com integração intermodal. Distribuição de competências e ajustes de regramentos relacionados a outros ambientes regulados (ex: proteção contra incêndio, meio ambiente, ocupação do solo).
A operação	<ul style="list-style-type: none"> Múltiplos conceitos de operação CONOPS. Voo permanente sobre área densamente povoada. Possibilidade de pilotagem remota ou voo autônomo. Aumento localizado do tráfego aéreo. 	<ul style="list-style-type: none"> Diretrizes para integração ao sistema de mobilidade urbana e limites de segurança adequado a cada CONOPS. Condicionantes para a pilotagem remota ou voo autônomo e definições acerca da responsabilidade civil. Medidas para absorção da escalada do tráfego aéreo nos grandes centros sem ameaçar as vantagens do modal.
O serviço	<ul style="list-style-type: none"> Amplo escopo de funções na cadeia de mobilidade urbana, como linhas complementares e autônomas. Amplo escopo de modelos de negócios, de fretamento a transporte público coletivo. Custo individual potencialmente elevado. 	<ul style="list-style-type: none"> Objetivos da introdução do modal como elemento de mobilidade urbana. Modelo de regulação dos serviços (concessão, permissão, autorização). Parâmetros regulados e não regulados do serviço e mecanismos de incentivo à implementação e ampliação do acesso ao modal.

Fonte: Elaboração própria.

Sem pretensão de abranger todas as questões relevantes, o quadro acima organiza os pontos fundamentais a serem avaliados pelos agentes públicos durante a implementação das medidas necessárias ao início das operações dos eVTOL como meio de transporte plenamente integrado ao sistema de mobilidade urbana. Na avaliação de cada um desses pontos, é fundamental ter em mente a importância da ação coordenada entre legislador e regulador. Ou seja, dado o caráter dinâmico e técnico da matéria, é importante que o arcabouço jurídico-normativo seja robusto o suficiente para dar legitimidade às medidas adotadas pelos órgãos reguladores e flexível o suficiente para que essas medidas possam se adequar às necessidades observadas no contexto operacional. Nesse contexto, vemos como papel do Legislativo o de estabelecer a base sobre a qual os diferentes órgãos de diferentes esferas federativas atuarão, prevenindo sobreposições, conflitos ou lacunas que possam inviabilizar ou ameaçar a eficiência operacional dos eVTOL.

Cumpre ressaltar a percepção de que, apesar do eVTOL não ser um veículo de transporte de massa, sua integração no sistema de mobilidade urbana representa um ganho significativo para o sistema como um todo. O fato de haver um novo meio de transporte disponível, plenamente integrado, capaz de realizar deslocamentos específicos num tempo que antes não era possível nos centros urbanos sem o emprego de equipamentos ruidosos e altamente poluentes, abre as portas para diversas outras inovações e aumenta a eficiência de operações específicas que, por sua natureza, são decisivas para o desenvolvimento econômico do país. Por isso, garantir que o arcabouço jurídico-normativo esteja pronto para receber esse novo modal deve estar entre as prioridades do Estado e, nesse sentido, vale a pena se adiantar na discussão dos pontos mais conflituosos.

Dentre as principais discussões que seguirão, chamamos atenção para dois pontos: a operação remota ou autônoma e a distribuição de competências.

A operação remota ou autônoma, em nossa opinião, deve ser vista como um objetivo a ser alcançado e nunca como uma característica a ser combatida. A introdução dessa funcionalidade amplia o acesso ao modal e aumenta as

chances de sucesso na implementação de um modelo de negócio viável. A operação autônoma já existe no universo dos drones e sua expansão até as aeronaves tripuladas deve ser encarada com naturalidade e responsabilidade. A questão sobre o tema deve se restringir à definição de requisitos de segurança operacional adequados e suficientes a cada conceito operacional específico e à definição dos mecanismos de responsabilização por danos a pessoas e propriedade. Esse modelo, decerto, evoluirá internacionalmente e, portanto, o estabelecimento de barreiras não técnicas só iria retirar a competitividade da indústria brasileira num cenário onde a velocidade em que os sistemas são implementados e consolidados em nível nacional tem o potencial de influenciar a evolução em escala global.

Quanto à distribuição de competências, é certo que a multiplicidade de órgãos atuando sobre um determinado prestador de serviços tende a aumentar sobremaneira o custo regulatório da operação. Por isso, no intuito de tornar viável e sustentável a operação desse novo modal, é fundamental que o texto legal fixe os limites de atuação e as competências de cada órgão e cada Ente Federativo na cadeia de aprovação das operações, desde a aprovação do serviço até a aprovação da instalação da infraestrutura. Essa questão é mais relevante quando tratamos do estabelecimento de requisitos de projeto, instalação e operação de “vertipontos”, “vertiportos” e “vertihubs”.

É principalmente nesse ambiente que uma barreira burocrática quase intransponível para a implementação efetiva do modelo pode surgir, oriunda da sobreposição de condições e limites provenientes de normas cobrindo aspectos de gerenciamento do espaço aéreo, construção civil, integração com a rede elétrica, integração com os sistemas de telecomunicação, diretrizes de ocupação do solo, conexão com outros elementos de mobilidade urbana, segurança pública, segurança da aviação, proteção ambiental ou proteção do patrimônio histórico.

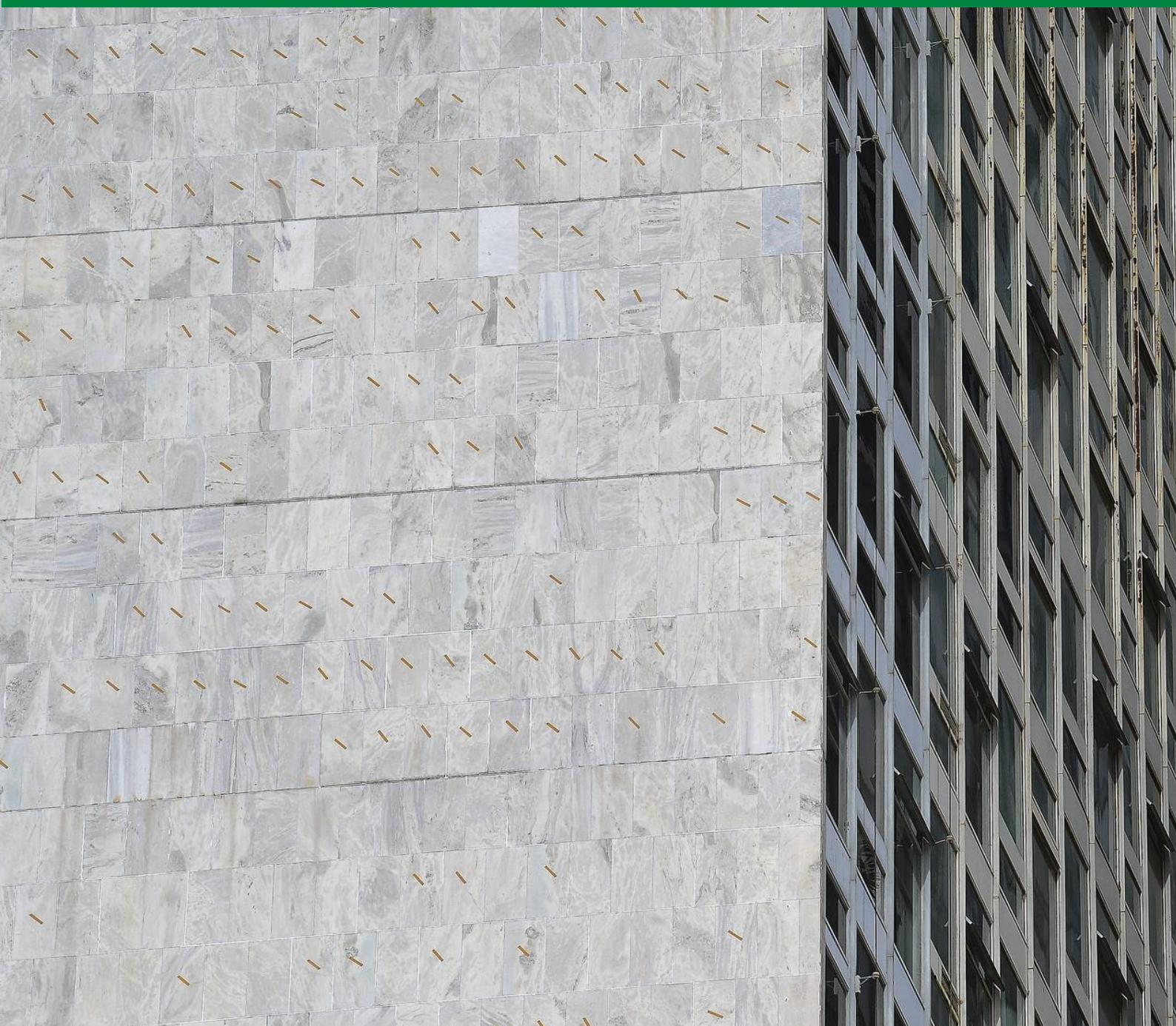
A legislação federal deve, em nossa opinião, prevenir a concorrência ou a sobreposição de normas entre Entes Federativos e organismos regulatórios, permitindo uma atuação conjunta do Estado enquanto garantidor do bem-estar social e incentivador do desenvolvimento econômico e tecnológico. Para isso, a concentração da competência normativa junto a um ente regulador do serviço

em nível federal é recomendável, estando a aplicabilidade de qualquer outra norma ou procedimento definido por outras entidades condicionada à compatibilização ou coordenação com o regulador primário.

Por fim, com base nos pontos discutidos, ressaltamos a importância da atuação proativa de legisladores e reguladores, em coordenação com representantes da indústria e de especialistas dos setores envolvidos, no sentido de garantir que o aparato estatal esteja pronto para receber e incentivar a inovação trazida pelos eVTOL de forma viável, sustentável e segura.

Missão da Consultoria Legislativa

Prestar consultoria e assessoramento especializados ao Senado Federal e ao Congresso Nacional, com o objetivo de contribuir com o aprimoramento da atividade legislativa e parlamentar, em benefício da sociedade brasileira.



Núcleo de Estudos e
Pesquisas

Consultoria
Legislativa

