

O DIREITO AMBIENTAL E AS TECNOLOGIAS EVTOLS**ENVIRONMENTAL LAW AND EVTOL TECHNOLOGIES** <https://doi.org/10.63330/aurumpub.016-013>**Euller Xavier Cordeiro**

Professor da Universidade do Estado de Minas Gerais

RESUMO

Este estudo aborda a relação entre a introdução das aeronaves eVTOLs (*Electric Vertical Take-off and Landing*) no transporte urbano brasileiro e os desafios impostos ao Direito Ambiental. Com o avanço das tecnologias de mobilidade aérea, surgem preocupações quanto aos possíveis impactos ambientais, como poluição sonora, consumo energético, ocupação do espaço urbano e gestão de resíduos, especialmente no que se refere ao ciclo de vida das baterias. Por meio de uma revisão bibliográfica, o estudo analisa a legislação ambiental brasileira vigente aplicável ao setor de transporte aéreo urbano, identificando lacunas regulatórias e a necessidade de atualização normativa para contemplar as especificidades dessa nova modalidade de transporte. Além disso, são discutidas experiências internacionais e propostas de diretrizes para o desenvolvimento de uma regulamentação ambiental adequada aos eVTOLs. Conclui-se que a integração segura e sustentável desses veículos ao ambiente urbano brasileiro depende da criação de políticas públicas que conciliem inovação tecnológica, proteção ambiental e bem-estar social. O presente artigo fez uso de inteligência generativa para melhorar a coesão textual.

Palavras-chave: eVTOLs; Direito Ambiental; Transporte Urbano.

ABSTRACT

This study addresses the relationship between the introduction of eVTOLs (Electric Vertical Take-off and Landing) aircraft in Brazilian urban transport and the challenges posed to Environmental Law. With the advancement of air mobility technologies, concerns arise regarding possible environmental impacts, such as noise pollution, energy consumption, occupation of urban space, and waste management, especially concerning the battery lifecycle. Through a literature review, the study analyzes the current Brazilian environmental legislation applicable to the urban air transport sector, identifying regulatory gaps and the need for normative updates to address the specificities of this new transport mode. Furthermore, international experiences and proposed guidelines for the development of environmental regulations suitable for eVTOLs are discussed. It concludes that the safe and sustainable integration of these vehicles into the Brazilian urban environment depends on the creation of public policies that reconcile technological innovation, environmental protection, and social well-being. This article used generative intelligence to improve textual cohesion.

Keywords: eVTOLs; Environmental Law; Urban Transport.



1 INTRODUÇÃO

O avanço das tecnologias voltadas para a mobilidade urbana tem promovido transformações significativas na forma como as pessoas se deslocam nas grandes cidades. Entre essas inovações, destacam-se as Aeronaves Elétricas de Decolagem e Pouso Vertical, conhecidas como eVTOLs (*Electric Vertical Take-off and Landing*). Esses veículos aéreos representam um marco no desenvolvimento do transporte urbano, pois prometem revolucionar a logística de deslocamento ao oferecer uma alternativa mais rápida, eficiente e, potencialmente, menos poluente em comparação aos meios de transporte tradicionais.

A introdução dessa nova tecnologia não se limita ao aspecto técnico: ela suscita uma série de reflexões jurídicas, sociais e ambientais. Entre os principais desafios, está a necessidade de compatibilizar o avanço tecnológico com as normas de proteção ambiental e com os princípios de sustentabilidade urbana. Questões relacionadas ao ruído, ao consumo energético, ao impacto na fauna, bem como à regulação do espaço aéreo urbano e à segurança dos usuários, tornam-se centrais no debate. Assim, a construção de um marco legal adequado é imprescindível para assegurar que a inovação ocorra de forma responsável, harmonizando desenvolvimento econômico, proteção ambiental e qualidade de vida nas cidades. (Christodoulou; Christidis, 2021).

O Direito Ambiental, enquanto ramo do ordenamento jurídico voltado à defesa e à preservação dos recursos naturais, desempenha um papel fundamental na regulamentação de novas tecnologias como os eVTOLs. Questões relacionadas ao uso do espaço aéreo urbano, emissões de poluentes, poluição sonora, impacto sobre a fauna e flora, além da gestão do ciclo de vida das baterias utilizadas por essas aeronaves, são alguns dos pontos que demandam análise jurídica criteriosa (Azevedo, 2024).

Nesse contexto, torna-se essencial aprofundar o debate sobre as implicações jurídicas e ambientais decorrentes da operação dos eVTOLs, a fim de contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas e normativas que promovam a sustentabilidade, a segurança ambiental e a justiça socioambiental. A realização deste estudo justifica-se, portanto, pela necessidade de ampliar o conhecimento sobre os desafios regulatórios e os possíveis riscos ambientais associados a essa nova modalidade de transporte, oferecendo subsídios para a construção de um marco legal compatível com os princípios do Direito Ambiental brasileiro (Christodoulou; Christidis, 2021).

O grande desafio que se apresenta ao se pensar na construção de um marco legal consiste em encontrar um ponto de equilíbrio entre o incentivo ao desenvolvimento tecnológico e a necessária proteção ambiental. Trata-se de tarefa complexa, pois a regulação não deve impor barreiras excessivas que inviabilizem a inovação, mas também não pode ser permissiva a ponto de comprometer a sustentabilidade e a preservação dos recursos naturais para as futuras gerações.



Assim, este estudo tem como objetivo discutir os principais desafios e perspectivas envolvendo a integração dos eVTOLs ao cenário urbano, sob a ótica do Direito Ambiental, buscando compreender de que forma é possível conciliar inovação tecnológica e sustentabilidade ambiental.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL BRASILEIRA E O SETOR DE TRANSPORTE AÉREO URBANO

A legislação ambiental brasileira é uma das mais completas do mundo, possuindo um conjunto de normas e princípios que buscam garantir o desenvolvimento sustentável e a proteção do meio ambiente. No entanto, quando se trata do setor de transporte aéreo urbano, especialmente com a introdução de novas tecnologias como as aeronaves eVTOLs, observa-se a existência de lacunas regulatórias que ainda precisam ser preenchidas (Brasil,2020).

Atualmente, o transporte aéreo no Brasil é regulado principalmente pela Lei nº 6.938/1981, que institui a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), e pela Lei nº 12.187/2009, que estabelece a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). Essas legislações trazem princípios importantes, como a prevenção da poluição e o controle das emissões de gases de efeito estufa. Embora não tratem diretamente do transporte aéreo urbano, seus dispositivos são aplicáveis a qualquer atividade potencialmente poluidora (Brasil, 2020).



Tabela 1 - Legislação Ambiental Brasileira e VTOLs

Legislação	Ano	Objetivo	Aplicabilidade aos eVTOLs
Lei nº 6.938 – Política Nacional do Meio Ambiente	1981	Estabelece instrumentos de controle ambiental e diretrizes para o desenvolvimento sustentável.	Exigência de avaliação de impactos ambientais.
Resolução CONAMA nº 01	1986	Define os casos em que o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) são obrigatórios.	Pode ser exigido para instalação de vertiportos e infraestrutura.
Lei nº 9.605 – Lei de Crimes Ambientais	1998	Dispõe sobre sanções penais e administrativas derivadas de condutas lesivas ao meio ambiente.	Penalidades em caso de poluição sonora, atmosférica ou de solo.
Resolução CONAMA nº 001	1990	Estabelece limites para emissão de ruídos em áreas urbanas.	Controle da poluição sonora provocada pelas operações dos eVTOLs.
Lei nº 12.305 – Política Nacional de Resíduos Sólidos	2010	Define responsabilidades sobre a gestão e o descarte adequado de resíduos.	Exigência de logística reversa para baterias dos eVTOLs.
Lei nº 12.187 – Política Nacional sobre Mudança do Clima	2009	Estabelece diretrizes para a redução de emissões de gases de efeito estufa.	Incentivo ao uso de fontes renováveis e à eficiência energética.

Fonte: Elaborado pelo autor

Além disso, o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), por meio de suas resoluções, estabelece normas sobre o licenciamento ambiental de empreendimentos que possam causar impactos significativos. Dependendo do porte e das características operacionais, a instalação de infraestruturas destinadas a eVTOLs (como vertiportos e centros de recarga) pode exigir Licenciamento Ambiental, que avalia os potenciais impactos ao meio ambiente local (Cruz, 2021).

No campo específico da aviação, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) têm competências regulatórias relacionadas à operação e à certificação de aeronaves, incluindo aspectos ambientais como emissão de ruídos e segurança operacional. No entanto, até o momento, não há uma regulamentação ambiental específica que trate diretamente dos eVTOLs, o que cria um cenário de incerteza jurídica (Azevedo, 2024).

Outro aspecto relevante é o cumprimento das normas sobre poluição sonora, previstas na Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998) e em resoluções específicas do CONAMA, como a Resolução nº 01/1990, que trata sobre níveis de ruído permitidos em áreas urbanas. Como os eVTOLs operarão em regiões densamente povoadas, o controle de ruído será um dos principais desafios ambientais. Por fim, a

gestão de resíduos provenientes das baterias elétricas usadas nos eVTOLs deverá seguir as determinações da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), que prevê a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e a destinação ambientalmente adequada de resíduos perigosos (Brasil, 2020).

É inegável a percepção em um primeiro momento contra intuitiva que o descarte dessas baterias não seja um real problema. Explico! Trata-se em pensar que devido ao elevado custo de cada bateria – que representam valor significativo no eVTOLs – receberia uma redestinação específica no sentido de se criar um próprio comércio em torno delas de modo que esse ciclo econômico seria parte da solução.

Desse modo é possível observar que a chegada dos eVTOLs ao Brasil exige uma atualização e adaptação das normas ambientais vigentes, além de uma atuação coordenada entre os órgãos reguladores da aviação civil e os órgãos ambientais, a fim de garantir que a inovação tecnológica seja acompanhada de medidas eficazes de proteção ambiental.

2.2 OS PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS AO USO DE EVTOLS

Segundo Loureiro (2021) a introdução das aeronaves eVTOLs no ambiente urbano representa uma inovação tecnológica com potencial de reduzir alguns dos impactos ambientais associados ao transporte tradicional, principalmente em relação às emissões atmosféricas e à poluição sonora. No entanto, apesar dos benefícios, a adoção em larga escala dessa tecnologia pode gerar novos desafios ambientais que precisam ser cuidadosamente avaliados e regulamentados.

Figura 1 – eVTOLs



Fonte: Forbes Brasil (2022)

Um dos principais impactos ambientais relacionados ao uso dos eVTOLs diz respeito ao consumo de energia elétrica. Embora essas aeronaves sejam movidas por eletricidade, a fonte dessa energia é um fator determinante para sua sustentabilidade ambiental. Se a energia utilizada for proveniente de fontes fósseis, o benefício em termos de redução de emissões de gases de efeito estufa pode ser significativamente reduzido. Assim, a matriz energética nacional e as estratégias para o uso de energia limpa desempenham um papel crucial na definição da real contribuição dos eVTOLs para a redução das emissões (Cruz, 2021).



Outro aspecto relevante é a poluição sonora. Embora os eVTOLs sejam projetados para serem mais silenciosos do que os helicópteros tradicionais, o aumento do número de aeronaves operando em áreas urbanas pode gerar níveis de ruído que afetam o bem-estar da população. Estudos internacionais têm demonstrado que o som emitido por essas aeronaves, mesmo sendo de menor intensidade, possui características diferentes, o que pode causar desconforto, especialmente em comunidades que não estão acostumadas com tráfego aéreo de baixa altitude (Souza et al., 2022).

A ocupação do espaço urbano e aéreo também representa um impacto a ser considerado. A instalação de infraestrutura como vertiportos, pontos de recarga e áreas de manutenção pode implicar em alterações no uso do solo, com possíveis impactos sobre áreas verdes, habitats urbanos e a paisagem das cidades. Além disso, a operação frequente dessas aeronaves pode interferir nas rotas de fauna, especialmente de aves, aumentando o risco de colisões e afetando o equilíbrio ecológico local (Loureiro, 2021).

Outro ponto crítico é a gestão do ciclo de vida das baterias de alta capacidade utilizadas nos eVTOLs. Essas baterias, geralmente compostas por íons de lítio, possuem materiais que, se descartados de forma inadequada, podem gerar contaminação do solo e da água. Além disso, a extração de minerais utilizados na produção das baterias também apresenta impactos socioambientais significativos, como degradação de áreas naturais e consumo intensivo de recursos hídricos (Pereira; Silva, 2023).

Assim, os impactos indiretos, como o aumento da demanda por energia, a pressão sobre a infraestrutura urbana e os possíveis efeitos cumulativos da adoção massiva dessa tecnologia, também devem ser analisados com atenção. Esses fatores evidenciam a importância de se estabelecer uma regulamentação ambiental específica e de se realizar estudos de avaliação de impacto ambiental antes da implementação em larga escala dos eVTOLs (Souza et al., 2022).

Dessa maneira, apesar de seu potencial inovador e sustentável, os eVTOLs trazem consigo uma série de impactos ambientais que precisam ser compreendidos, monitorados e mitigados por meio de políticas públicas e regulamentações adequadas, de modo a garantir que essa nova forma de mobilidade aérea urbana seja verdadeiramente sustentável.

2.3 PROPOSTAS REGULATÓRIAS PARA OS EVTOLS

Trench et al (2023) afirma que a introdução dos eVTOLs no transporte urbano representa um desafio regulatório inédito, exigindo a criação de um marco legal que assegure não apenas a segurança operacional, mas também a proteção ambiental. No cenário internacional, alguns países já avançam na elaboração de diretrizes específicas para a operação dessas aeronaves, servindo como referência para o desenvolvimento de regulamentações no Brasil.



Nos Estados Unidos, a Federal Aviation Administration (FAA) vem trabalhando na atualização de suas normas para contemplar as particularidades dos eVTOLs, com foco em certificação de aeronaves, segurança de voo, operação em espaço aéreo urbano e mitigação de impactos ambientais, como o controle de ruído e a eficiência energética. Na Europa, a Agência Europeia para a Segurança da Aviação (EASA) também tem desenvolvido diretrizes para a integração segura e sustentável dos eVTOLs no espaço aéreo, com ênfase na análise de impacto ambiental, licenciamento de infraestrutura e avaliação dos riscos urbanos (Souza, 2021).

No contexto brasileiro, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) já iniciou discussões sobre o tema, reconhecendo a necessidade de atualizar os regulamentos para incluir os eVTOLs. No entanto, até o momento, ainda não existe uma regulamentação ambiental específica para essa nova modalidade de transporte. Diante disso, algumas propostas podem ser consideradas para orientar o processo de regulamentação no país (Pereira; Silva, 2023).

Em primeiro lugar, é fundamental que a legislação ambiental brasileira passe a contemplar expressamente a operação de eVTOLs em áreas urbanas, incorporando requisitos como avaliações de impacto ambiental (AIA) obrigatórias para a implantação de vertiportos e outras infraestruturas de apoio. Além disso, a fixação de limites de emissão sonora específicos para os eVTOLs é uma medida necessária para minimizar os efeitos da poluição sonora nas populações urbanas (Azevedo, 2024).

Sobre a limitação sonora é necessário obter que tais limitações podem esbarar em limitação tecnológica, pois não se trata, por exemplo de um carro em que basta a instalação de um escapamento ou limitador de ruídos. Nesse sentido pensando em uma equação que tenha por escopo a contenção de problemas advindo da poluição sonora poderia se pensar em algumas áreas de se estabelecer restrições aos horários de funcionamento.

Outra proposta importante é a definição de critérios ambientais para a certificação de aeronaves eVTOLs, considerando parâmetros como eficiência energética, fontes de energia renovável e sistemas de gestão do ciclo de vida das baterias. A adoção de incentivos fiscais e linhas de financiamento para o desenvolvimento de tecnologias menos poluentes também pode estimular a adoção de soluções ambientalmente sustentáveis (Souza et al, 2022).

No que diz respeito ao gerenciamento de resíduos, a regulamentação deve exigir a logística reversa das baterias, responsabilizando os fabricantes e operadores pelo recolhimento, reciclagem ou descarte ambientalmente adequado desses componentes ao final de sua vida útil, em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) (Cruz, 2021).

Por fim, a implementação de um sistema de monitoramento ambiental contínuo, com o uso de indicadores de qualidade do ar, níveis de ruído e ocupação do espaço urbano, será essencial para garantir que a expansão dos eVTOLs ocorra de forma controlada e sustentável. A integração entre os órgãos de



aviação civil, os órgãos ambientais e as prefeituras municipais também é uma condição indispensável para o sucesso da regulação (Trench et al, 2023).

Diante desses desafios e oportunidades, a criação de uma legislação ambiental específica para os eVTOLs no Brasil se torna uma medida urgente e estratégica, visando equilibrar inovação tecnológica, desenvolvimento urbano e preservação ambiental.

3 CONCLUSÃO

A inclusão das aeronaves eVTOLs ao sistema de transporte urbano representa um avanço tecnológico com grande potencial para transformar a mobilidade nas cidades brasileiras, oferecendo alternativas mais rápidas, eficientes e, teoricamente, menos poluentes. No entanto, essa inovação traz consigo uma série de desafios ambientais e jurídicos que precisam ser enfrentados de forma responsável e planejada.

A análise da legislação ambiental brasileira evidencia que, apesar de o país contar com um sólido arcabouço jurídico voltado à proteção ambiental, ainda existem lacunas específicas em relação à regulamentação dos eVTOLs, especialmente no que diz respeito à poluição sonora, consumo energético, gestão de resíduos e impactos sobre o uso do solo urbano.

Além disso, os possíveis efeitos cumulativos da operação desses veículos em grande escala reforçam a necessidade de estudos de impacto ambiental e de uma governança regulatória integrada entre os órgãos de aviação civil e as instituições ambientais. O desafio engendrado é conciliar os avanços tecnológicos com a proteção ambiental, o necessário equilíbrio entre um e outro é cerne das discussões que encontramos nesse debate, por exemplo questões como poluição sonora e proteção ambiental demonstram como o avanço da nova tecnologia pode ser problemático. Esse tipo de problema só poderá de fato ser equacionado como a materialização na sociedade.

Experiências internacionais mostram que a antecipação desses desafios por meio de políticas e normas específicas é fundamental para garantir a sustentabilidade da nova mobilidade aérea. Assim, o Brasil tem a oportunidade de desenvolver uma regulamentação ambiental moderna, capaz de equilibrar inovação tecnológica, crescimento urbano e preservação ambiental.

Portanto, a adoção dos eVTOLs deve ser acompanhada por um processo regulatório transparente, inclusivo e orientado pelos princípios da precaução, da prevenção e do desenvolvimento sustentável, bem como assegurando um ambiente favorável para o desenvolvimento de novas tecnologias e também assegurando que os benefícios dessa nova tecnologia não sejam comprometidos por impactos ambientais negativos ou por omissões legislativas



REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Kely Cristina Gois de. Implementação e potencial das aeronaves elétricas com decolagem e pouso vertical (EVTOL) no Brasil: perspectivas para a mobilidade aérea urbana. **Revista Brasileira de Aviação Civil & Ciências Aeronáuticas**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 66–83, 2024.

BRASIL. Código Brasileiro de Aeronáutica. **Lei nº 7.565**. Brasília, 1986.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Aeronaves Não Tripuladas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro**. ICA 100-40. Rio de Janeiro, 2020.

CHRISTODOULOU, A.; CHRISTIDIS, P. Evaluating congestion in urban areas: The case of Seville. **Research in transportation business & management**, Netherlands, v. 39, p. 100577, 2021.

CRUZ, C. A. **A mobilidade aérea urbana e os desafios para o controle do espaço aéreo brasileiro**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia) –Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro. 2021.

FORBES BRASIL. **Notícias e conteúdos sobre eVtols**. Forbes Brasil, 2022-. Disponível em: <https://forbes.com.br/noticias-sobre/evtols/>. Acesso em: 11 set. 2025.

LOUREIRO, A. Requisitos de infraestrutura para operação de eVTOL no Brasil. Monografia (Graduação em Ciências Aeronáuticas) –Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça/SC.2021.

PEREIRA, Victor Antonio Costa; SILVA, Tammyse Araújo da. Aeronaves EVTOL como um novo conceito de aviação no brasil: desafios, implementação e perspectivas. **Revista Brasileira de Aviação Civil & Ciências Aeronáuticas**, [S. l.], v. 3, n. 3, p. 7–31, 2023.

SOUZA, G. M. de B. **Identificação e análise do modelo de negócios do novo setor de Veículos Aéreos Elétricos de uso Urbano (eVTOL)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) –Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA) da Universidade Estadual de Campinas(UNICAMP), Limeira/SP.2021.

SOUZA, Anderson Mendes de et al. **eVTOL e o transporte aéreo de passageiros: um estudo de viabilidade sobre sua utilização no aeroporto de Navegantes - SC**. 2022. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão do Negócio) - Fundação Dom Cabral; Instituto de Transporte e Logística, Florianópolis, 2022.

TRENCH SESTARI; SAMPAIO DAMIN CUSTÓDIO, . Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA) e a Mobilidade Aérea Urbana nas Cidades Inteligentes. **I Congresso Internacional de Mulheres em STEAM**, [S. l.], v. 1, n. 1, 2023.