EJ NEWS – Revista Acadêmica da EJ Faculdade de Aviação Civil – Itápolis/SP - v. 2, n.1, 2026, p. 97-110.
DOI: https://doi.org/10.63656/pgnf9m50. ISSN ***- 3085-7678 (online)***

TILTROTORES NA AVIAÇÃO CIVIL: análise de viabilidade técnica, econômica e regulatória no cenário brasileiro

TILTROTORS IN CIVIL AVIATION: feasibility analysis of technical, economic and regulatory aspects in the brazilian scenario

Marco Aurélio Mazzer Zamoner[1]

RESUMO: O presente estudo analisa as aplicações civis das aeronaves tiltrotor, investigando os fatores técnicos, econômicos e regulatórios que limitam sua adoção em larga escala. Por meio de pesquisa bibliográfica, documental e análise comparativa de desempenho, o artigo identifica que a complexidade tecnológica, os altos custos de aquisição e os desafios de certificação mantêm os tiltrotores restritos a nichos específicos, como transporte executivo e operações offshore. Conclui-se que a transição do sucesso militar para o mercado civil é mais impactada por barreiras econômicas e regulatórias do que por limitações técnicas puras.
Palavras-chave: tiltrotor; aviação civil; aeronaves VTOL; mobilidade urbana; inovação tecnológica.

ABSTRACT: This study analyzes the civil applications of tiltrotor aircraft, investigating the technical, economic, and regulatory factors limiting their widespread adoption. Through bibliographic and documentary research, coupled with comparative performance analysis, the paper identifies that technological complexity, high acquisition costs, and certification challenges confine tiltrotors to specific niches such as executive transport and offshore operations. It concludes that the transition from military success to the civil market is more affected by economic and regulatory barriers than by pure technical limitations.
Keywords: tiltrotor aircraft; civil aviation; VTOL aircraft; urban air mobility; technological innovation.

Introdução

Em abril de 1980, a Operação *Eagle Claw* — uma missão americana para resgatar reféns no Irã — terminou em tragédia no deserto iraniano. O plano fracassou quando um helicóptero colidiu com um avião durante o reabastecimento, resultando na morte de oito pessoas.

O acidente evidenciou uma grande limitação da aviação da época: não havia uma aeronave que combinasse a capacidade de pouso e decolagem vertical de um helicóptero com a velocidade, o alcance e a autonomia de um avião convencional. Essa carência motivou o desenvolvimento de uma nova classe de aeronaves: os tiltrotores. O V-22 Osprey, o representante mais conhecido desse grupo, foi concebido a partir das lições extraídas dessa operação.

Essas aeronaves constituem o foco deste artigo por representarem um avanço tecnológico singular, integrando a versatilidade operacional dos helicópteros à eficiência em cruzeiro das aeronaves de asa fixa.

[1] Graduado do Curso Superior de Pilotagem Profissional de Aeronaves na Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil -EJ, Itápolis/São Paulo. Contato: marcozamoner155@gmail.com

Contudo, apesar do potencial evidente e do sucesso em aplicações militares, a adoção dos tiltrotores na aviação civil permanece bastante limitada. Diante desse cenário, este trabalho busca compreender as vantagens operacionais dessas aeronaves, sua origem e trajetória de desenvolvimento, bem como investigar os fatores de natureza técnica, econômica e regulatória que explicam as barreiras à sua difusão no mercado civil.

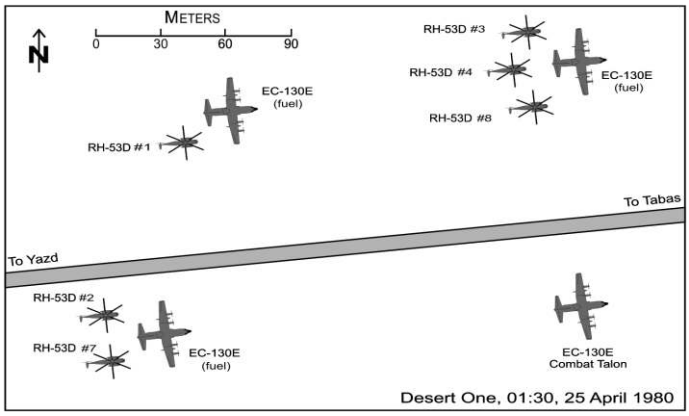
O principal motivo para a escolha desse tema foi a falta de literatura em português, além de sua relevância no mundo atual.

A pesquisa é de natureza descritiva e exploratória, utilizando o método indutivo a partir de revisão bibliográfica. As fontes foram selecionadas a partir de bases acadêmicas (SciELO, Google Acadêmico), documentos oficiais de agências reguladoras (FAA, EASA, ANAC) e relatórios técnicos de fabricantes (Bell, Leonardo, Embraer, Sikorsky). Foram priorizados estudos e artigos que abordam desempenho operacional, custos e aspectos regulatórios de aeronaves VTOL e tiltrotor.

1 As lições da Operação *Eagle Claw*

O desastre da Operação *Eagle Claw* serviu como um catalisador para a aceleração do desenvolvimento de aeronaves tiltrotor. A missão, concebida para resgatar 52 reféns americanos na embaixada em Teerã, exigia que oito helicópteros RH-53D Sea Stallion decolassem do porta-aviões USS *Nimitz* no Mar Arábico, voassem até um ponto de apoio remoto no deserto iraniano (codinome *Desert One*) para reabastecer com aviões-tanque EC-130 (Figura 1) e depois prosseguissem para Teerã (Whittle, 2010). A complexidade inerente de integrar uma força de aeronaves de asa fixa e rotativa em um ambiente noturno e hostil revelou-se sua maior vulnerabilidade.

Figura 1 – Diagrama mostrando a complexidade do reabastecimento



Fonte: Bolger, 1988, p. 118

O problema não se deu por mau planejamento, mas por uma limitação tecnológica fundamental. Os helicópteros, embora essenciais para o pouso discreto e a extração, sofriam com autonomia e raio de ação limitados, exigindo pontos de reabastecimento complexos e vulneráveis. Foi precisamente durante esta fase crítica em *Desert One* que a operação se desintegrou: um dos helicópteros abortou devido a uma falha no rotor; em seguida, uma colisão no solo entre um RH-53D e um EC-130 resultou em uma bola de fogo que matou oito militares. A figura 2 mostra o resultado do acidente:

Figura 2 – Local do acidente



Fonte: United States Special Operations Command History, 1987-2007[2]

A lição foi cristalina para os estrategistas militares norte-americanos: era necessária uma aeronave que eliminasse a dependência de pontos de reabastecimento intermediários, combinando o alcance e a velocidade de um C-130 com a capacidade de pouso e decolagem vertical de um RH-53. Como bem descreve Whittle (2010, p. 45) sobre as lições aprendidas:

> O fracasso em Desert One não foi uma falha de coragem ou planejamento, mas sim uma demonstração brutal das limitações da tecnologia disponível. Precisávamos de uma aeronave que pudesse fazer o que tanto helicópteros quanto aviões faziam, mas em uma única plataforma.

1.1 Pioneirismos

Embora a *Eagle Claw* tenha fornecido o impulso político e militar decisivo, a semente do conceito de tiltrotor havia sido plantada décadas antes. A busca por uma aeronave de

[2] UNITED STATES SPECIAL OPERATIONS COMMAND. *History, 1987-2007*. Disponível em: https://www.socom.mil/ussocom-celebrates-its-30th-anniversary. Acesso em: 20 out. 2025.

desempenho híbrido não era nova, mas os desafios técnicos, particularmente a complexa aerodinâmica e os sistemas de controle durante a transição de voo, eram formidáveis.

O primeiro marco significativo nesta jornada foi o Bell XV-3, cujo programa se estendeu de 1953 a 1966. O XV-3 foi a primeira aeronave a demonstrar com sucesso, em voo, a transição completa do modo helicóptero para o modo avião e vice-versa. Sua configuração, com rotores montados em eixos fixos nas pontas das asas, provou a viabilidade fundamental da conversão. No entanto, o XV-3 teve problemas causados pelo fenômeno de "acoplamento giroscópico", uma instabilidade perigosa que limitou seu desempenho e expôs os profundos desafios de controle da plataforma (Padfield, 2018). Apesar de suas limitações, o XV-3 foi inestimável como uma prova de conceito voadora, fornecendo dados cruciais que orientaram projetos futuros, como demonstra a figura 3.

Figura 3 – Um Bell XV-3 em voo



Fonte: U.S. Air Force[3]

A evolução do XV-3 veio com o Bell XV-15, que voou entre 1977 e 2003. O XV-15 introduziu a característica que define os tiltrotores modernos: naceles completas dos motores que inclinam, diferente dos rotores fixos do XV-3. Essa inovação foi revolucionária porque, ao inclinar toda a nacela, o fluxo de ar do rotor se mantinha eficiente em todas as fases do voo, resolvendo grande parte dos problemas de instabilidade do seu predecessor. A figura abaixo destaca as diferenças de design entre o XV-3 e o XV-15.

[3] U.S. AIR FORCE. *Bell XV-3 Fact Sheet Media*. National Museum of the United States Air Force. Disponível em: https://www.nationalmuseum.af.mil/factsheets/xv-3_factsheet_media?fsID=2288. Acesso em: 20 out. 2025.

Figura 4 – Um Bell XV-15 pousando verticalmente



Fonte: U.S. Coast Guard Visual Information Gallery[4]

O XV-15 não foi apenas um sucesso técnico; foi um sucesso de demonstração. Suas performances espetaculares em shows aéreos e para autoridades militares e governamentais – pairando como um helicóptero e depois acelerando como um avião – provaram de forma tangível o potencial transformador da tecnologia. Padfield (2018, p. 428) destaca a importância deste marco:

> O programa XV-15 forneceu a ponte essencial entre a teoria e a prática. Ele não apenas validou os princípios aerodinâmicos dos tiltrotores, mas também demonstrou de forma convincente para céticos que a transição entre modos de voo poderia ser realizada de forma suave e controlável.

2 Evolução e Modelos Civis de Tiltrotor

A transição da tecnologia tiltrotor do âmbito militar para o civil é um processo em estágio avançado, impulsionado pela maturação da plataforma V-22 Osprey. Enquanto o Osprey demonstrou a viabilidade operacional do conceito em missões de alta demanda, o foco da indústria voltou-se para adaptar essa tecnologia para o mercado civil, resultando em projetos dedicados.

[4] U.S. COAST GUARD VISUAL INFORMATION GALLERY. *Bell XV-15*. Disponível em: http://cgvi.uscg.mil/media/main.php?g2_itemId=110527. Acesso em: 20 out. 2025.

O principal expoente nesta frente é o Bell/Agusta BA609 (atual AW609), desenvolvido em parceria pela Bell Helicopter e pela AgustaWestland (atual LEONARDO). Concebido como uma versão civil do bem-sucedido V-22, o AW609 é uma aeronave pressurizada com capacidade para até nove passageiros, projetada para conectar centros urbanos sem a necessidade de aeroportos, reduzindo tempos de viagem de forma significativa. É possível visualizar a herança de design tanto do XV-15, quanto do V-22 no AW609 como demonstrado na figura 5 abaixo.

Figura 5 – Um AW609 em solo



Fonte: Anzellotti (2015)[5]

Outros conceitos, como o Bell Nexus, apresentado como uma solução para a Mobilidade Aérea Urbana (UAM - *Urban Air Mobility*), exploram a propulsão híbrida-elétrica, indicando o caminho futuro para a tecnologia. A análise desses modelos revela um esforço contínuo em reduzir custos operacionais e de aquisição, tornando a tecnologia economicamente viável para nichos específicos do mercado civil.

3 Aplicações potenciais na aviação civil

A versatilidade intrínseca dos tiltrotores, ao fundir dois conceitos aeronáuticos distintos, abre um leque de aplicações civis estratégicas. Eles preenchem de forma única nichos operacionais críticos nos quais os helicópteros se mostram limitados pela baixa velocidade e

[5] ANZELLOTTI, G. AW609 TiltRotor. Flickr, 2015. Disponível em: https://www.flickr.com/photos/giammi52/21471922133. Acesso em: 20 out. 2025.

onde as aeronaves de asa fixa são inviabilizadas pela dependência de infraestrutura aeroportuária extensa.

Embora o V-22 Osprey seja amplamente reconhecido como marco tecnológico, sua trajetória operacional não é isenta de críticas. Autores como *Whittle* (2010) destacam que a complexidade dos sistemas de transição e os altos custos de manutenção limitaram sua empregabilidade em missões de baixa intensidade. Além disso, incidentes operacionais — como a perda de aeronaves por *vortex ring state* durante aterrissagens verticais — expõem limitações inerentes à configuração tiltrotor em condições específicas de vento e densidade.

No âmbito civil, o AW609 enfrenta ceticismo quanto à sua viabilidade econômica. Críticos argumentam que a certificação prolongada (iniciada em 2003 e ainda não concluída) e os custos de produção elevados podem condenar a aeronave a um nicho restrito, sem alcançar economias de escala. Essa perspectiva contrasta com o otimismo de fabricantes, que veem no tiltrotor uma solução ideal para conectar regiões remotas e centros urbanos congestionados.

3.1 Transporte Executivo e Regional de Alta Densidade

Esta é talvez a aplicação mais imediata e economicamente viável. Enquanto um jato executivo necessita operar de aeroportos principais, muitas vezes localizados na periferia das grandes cidades, um tiltrotor pode utilizar heliportos urbanos, reduzindo drasticamente o tempo total de deslocamento (*door-to-door*). Considere uma rota como São Paulo-Rio de Janeiro. Um jato executivo pode levar cerca de 50 minutos de voo, mas somado ao tempo de deslocamento para os aeroportos de Congonhas/Galeão, o tempo total facilmente ultrapassa 3 horas. Um tiltrotor como o AW609, com velocidade de cruzeiro de 275 nós (~510 km/h), realizaria o voo em tempo similar, mas ao pousar no heliporto da Avenida Paulista e outro na Zona Sul do Rio, reduziria o tempo total para cerca de 1h30min, um ganho de produtividade extraordinário para executivos (AGUSTAWESTLAND, 2023). Essa capacidade de conectar centros financeiros e industriais diretamente, em rotas de até 500 milhas náuticas, cria um paradigma para a aviação corporativa.

3.2 Serviços Aeromédicos e Busca e Salvamento (SAR)

Em missões em que minutos significam a diferença entre a vida e a morte, a combinação de alcance, velocidade e pouso vertical dos tiltrotores é transformadora. Para evacuações médicas de longa distância (MEDEVAC), um tiltrotor pode decolar de um hospital central, voar

rapidamente para uma cidade do interior sem infraestrutura aeroportuária adequada, pousar próximo ao local do acidente ou hospital local e retornar em alta velocidade ao centro de trauma.

Em Busca e Salvamento (SAR), particularmente em extensas áreas costeiras ou regiões montanhosas remotas, o tiltrotor pode cobrir uma área de busca muito maior no mesmo intervalo de tempo que um helicóptero, chegando mais rapidamente às vítimas. Aeronaves como o AW609 foram pensadas com essa modularidade em mente, como demonstra a figura 6:

Figura 6 – Um AW609 configurado para transporte aeromédico



Fonte: Leonardo.[6]

A Força Aérea Brasileira, por exemplo, operando na vastidão da Amazônia e do litoral brasileiro, encontraria no tiltrotor uma capacidade logística e de resposta sem precedentes para o SAR.

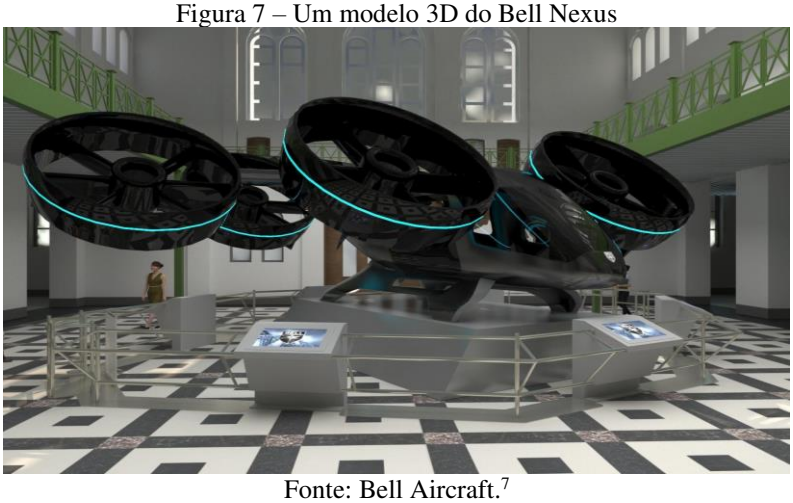
3.3 Mobilidade Aérea Urbana (UAM) e eVTOLs

A evolução natural do conceito tiltrotor converge para a Mobilidade Aérea Urbana. Projetos de tiltrotores elétricos ou híbrido-elétricos (eVTOLs), como o Bell Nexus e o Joby Aviation S4, adaptam o princípio do rotor basculante para um contexto urbano. Estes veículos são projetados para operar silenciosamente a partir de vertiports distribuídos pela cidade, formando uma rede de *air taxis* que sobrevoa o tráfego terrestre congestionado. Enquanto os tiltrotores convencionais como o AW609 atendem a rotas regionais, os eVTOLs de asa fixa e rotores basculantes focam em trajetos mais curtos (até 100 km), mas com a mesma vantagem

[6] LEONARDO. AW609 TiltRotor – Medical Configuration. Disponível em: https://helicopters.leonardo.com/en/products/aw609. Acesso em: 25 out. 2025.

fundamental: a transição eficiente entre voo vertical e horizontal. Os eVTOLs se distinguem de tiltrotores convencionais, seus *designs* são mais focados em navegar pelo ambiente urbano com agilidade, como o caso do Bell Nexus abaixo na figura 7:

Figura 7 – Um modelo 3D do Bell Nexus



Fonte: Bell Aircraft.[7]

Esta aplicação, ainda em fase de desenvolvimento e certificação, promete revolucionar a mobilidade nas grandes cidades, representando o capítulo mais futurista da herança tecnológica do tiltrotor.

3.4 Serviço *Offshore* e Transporte para Plataformas

Na indústria de petróleo e gás, o transporte de equipes para plataformas marítimas é uma operação essencial, hoje feita principalmente por helicópteros como o *Sikorsky* S-92 e *Airbus* H225. Esses helicópteros voam entre 140-150 nós de velocidade de cruzeiro. Um tiltrotor faria o mesmo trajeto quase duas vezes mais rápido, cortando pela metade o tempo de voo sobre o mar - um fator crucial para segurança, reduzindo a exposição a condições climáticas adversas.

Além disso, o maior alcance permite que as bases de operação fiquem mais distantes da costa, otimizando a logística e reduzindo custos. Para plataformas a 200 milhas náuticas da costa, a redução no tempo de voo significa não apenas mais segurança, mas também mais produtividade, já que a aeronave pode fazer mais viagens por dia.

4 Principais vantagens

[7] BELL AIRCRAFT. Bell Nexus Air Taxi. Bell Flight News, 2021. Disponível em: https://news.bellflight.com/en-US/202804-bell-to-showcase-nexus-air-taxi-and-iconic-innovations-at-smithsonian-futures-exhibition.

Velocidade e alcance: São muito superiores aos helicópteros, praticamente dobrando a velocidade de cruzeiro e aumentando o raio de ação.

Flexibilidade operacional: Podem operar de heliportos, eliminando a dependência de pistas longas e acessando locais inalcançáveis para aviões.

Eficiência: No modo avião, são mais eficientes que helicópteros, consumindo menos combustível por distância percorrida.

4.1 Principais desafios

Custo e complexidade: Os sistemas de transição são complexos, resultando em custos de aquisição e manutenção mais altos que helicópteros equivalentes.

Regulamentação: A certificação pelas autoridades de aviação civil é um processo rigoroso que ainda está em andamento.

Ruído e infraestrutura: O ruído dos rotores grandes e a necessidade de heliportos adaptados representam desafios para operação em áreas urbanas

Treinamento: Pilotos precisam de treinamento especializado para operar essas aeronaves híbridas.

5 Aspectos regulatórios e certificação

A certificação de aeronaves tiltrotor para uso civil representa um dos maiores desafios para sua popularização. Por se tratar de uma categoria híbrida, as agências reguladoras precisam criar normas específicas que contemplem tanto características de helicóptero quanto de aeronave de asa fixa.

A *Federal Aviation Administration* (FAA) dos EUA e a *European Union Aviation Safety Agency* (EASA) estão desenvolvendo requisitos específicos para tiltrotores, focando em: Procedimentos de transição entre modos de voo, sistemas de redundância e segurança, performance em caso de falha de motor, requisitos de treinamento de pilotos.

No Brasil, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) acompanha esse desenvolvimento, mas ainda não possui regulamentação específica para a categoria. A certificação civil de tiltrotores esbarra na ausência de normas específicas, obrigando as autoridades a adaptarem regulamentos existentes para helicópteros (como a CS-27/29 da EASA e a FAR *Part* 27/29 da FAA) e aeronaves de asa fixa. Essa abordagem híbrida gera incertezas, especialmente em requisitos de segurança para transição de voo e falhas de motor. O AW609,

por exemplo, teve seu processo de certificação reavaliado diversas vezes devido a exigências adicionais em testes de *flutter* e redundância de sistemas

O processo de certificação do AW609, que começou em 2003, já passou por várias revisões e adaptações, mostrando a complexidade envolvida. Espera-se que sua certificação completa seja concluída até 2026, abrindo caminho para outros modelos.

6 Impacto econômico e mercado potencial

A análise econômica é crucial para entender a viabilidade real dos tiltrotores no mercado civil. Embora representem um investimento inicial significativo, seu valor deve ser analisado considerando o retorno operacional a longo prazo e as economias indiretas que proporcionam.

6.1 Análise de custos e investimento

O custo de aquisição de um tiltrotor como o AW609 está estimado entre US$ 30-40 milhões, significativamente superior ao de helicópteros executivos de mesma capacidade (Sikorsky S-76: US$ 15-20 milhões) ou jatos leves (Embraer Phenom 300: US$ 10-15 milhões). No entanto, esta análise deve considerar:

- Custo por milha voada: A maior velocidade (275 nós vs 140-150 nós de helicópteros) permite mais missões por dia.
- Eficiência energética: No modo de cruzeiro, consome até 30% menos combustível que helicópteros equivalentes.
- Manutenção: Sistemas mais complexos, mas com intervalos entre revisões potencialmente maiores.
- Produtividade da tripulação: Menor tempo de exposição a condições adversas, especialmente em operações offshore.

Essas vantagens podem ser mais bem evidenciadas com o Quadro 1 abaixo:

Quadro 1 - Comparação de parâmetros entre jato executivo, helicóptero e tiltrotor na aviação executiva

Parâmetro	Tiltrotor (AW609)	Helicóptero (Sikorsky S-76)	Jato Executivo (Embraer Phenom 300)
Velocidade de cruzeiro	275 nós (510 km/h)	155 nós (287 km/h)	450 nós (833 km/h)
Autonomia	~1.000 NM	~400 NM	~1.800 NM

Capacidade de passageiros	9	6-8	8-10
Infraestrutura necessária	Heliporto/Vertiport o	Heliporto	Aeroporto
Custo de aquisição	US$ 25-30 milhões	US$ 15-18 milhões	US$ 10-12 milhões
Tempo de treinamento de pilotos	Especializado	Convencional	Convencional

Fonte: Agusta Westland; Lockhead Martin.

Os dados revelam o nicho operacional do tiltrotor: é significativamente mais rápido que um helicóptero e possui autonomia comparável a um jato executivo, porém depende de infraestrutura de pouso vertical. Seu custo de aquisição, substancialmente mais alto, atesta a penalidade econômica da versatilidade tecnológica. A necessidade de treinamento especializado cria uma barreira de entrada para operadores, consolidando o tiltrotor como uma solução para aplicações em que o ganho de tempo *door-to-door* justifica o investimento *premium*.

6.2 Viabilidade no Brasil

O mercado brasileiro apresenta características geográficas e econômicas particularmente favoráveis para a adoção desta tecnologia. No setor *offshore*, onde operam mais de cento e cinquenta plataformas nas Bacias de Campos e Santos, o transporte semanal de mais de cinco mil profissionais cria uma demanda consistente. As distâncias típicas entre oitenta e duzentas e cinquenta milhas náuticas da costa representam o envelope operacional ideal para os tiltrotores, com potencial estimado para quinze a vinte unidades dedicadas exclusivamente a este segmento. No campo da aviação executiva, rotas como São Paulo-Rio de Janeiro (210 milhas náuticas) e Rio-Belo Horizonte (240 milhas náuticas) configuram-se como aplicações promissoras, com estimativa de oito a doze unidades para transporte corporativo *premium*.

6.3 Fatores críticos para o sucesso comercial

É imperativo que uma série de fatores críticos seja atendida. A redução de custos por meio de economias de escala no processo produtivo é fundamental para tornar a tecnologia mais acessível. O desenvolvimento de infraestrutura terrestre adequada, como heliportos e *vertiports* adaptados, é outro pilar necessário. A criação de programas de financiamento específicos para

a aquisição dessas aeronaves, o estabelecimento de programas robustos de treinamento de mão de obra especializada e, sobretudo, a definição de uma regulamentação clara e ágil por parte das autoridades aeronáuticas completam o ecossistema necessário para o sucesso.

Considerações Finais

Este artigo demonstrou que a viabilidade das aeronaves tiltrotor na aviação civil é um tema multidimensional, transcendendo a mera comprovação técnica. A análise confirmou que, embora sua superioridade operacional em nichos específicos – como transporte executivo ponto-a-ponto e operações *offshore* de longo alcance – seja inquestionável, barreiras críticas persistem.

A experiência com o AW609 ao longo de mais de duas décadas de desenvolvimento evidencia que a transposição de tecnologias híbridas do meio militar para o civil depende menos da capacidade técnica plenamente dominada e mais de fatores regulatórios adaptativos e de uma clara viabilidade econômica. O alto custo de aquisição e os rigorosos requisitos de certificação funcionam como filtros que restringem sua aplicação a mercados de alto valor.

Portanto, responde-se à questão norteadora afirmando que os tiltrotores não se destinam a substituir helicópteros ou jatos executivos de forma generalizada, mas sim a ocupar um espaço estratégico de nicho. Seu futuro na aviação civil não será definido por uma revolução, mas por uma evolução gradual, na qual a demonstração de operações sustentáveis e rentáveis em aplicações específicas pavimentará o caminho para uma eventual adoção mais ampla, possivelmente com a próxima geração de eVTOLs tiltrotor. Este cenário reafirma o caráter de inovação incremental e segmentada dos tiltrotores na aviação civil contemporânea.

Referências

AGUSTAWESTLAND**. AW609 TiltRotor**: The World's First Civil TiltRotor. 2023. Acesso em: 23 out. 2025.

ANZELLOTTI, G. **AW609 TiltRotor**. Flickr, 2015. Disponível em: https://www.flickr.com/photos/giammi52/21471922133. Acesso em: 20 out. 2025.

BELL AIRCRAFT. Bell Nexus Air Taxi. ***Bell Flight News***, 2021. Disponível em: https://news.bellflight.com/en-US/202804-bell-to-showcase-nexus-air-taxi-and-iconic-innovations-at-smithsonian-futures-exhibition.

BOLGER, 1988, p. 118. ***Americans at War.*** Disponível em: https://archive.org/details/americansatwar190000bolg. Acesso em: 20 out. 2025.

EMBRAER. ***Phenom 300E***. Disponível em: https://www.embraer.com/executive-jets-our-aircraft/phenom-300e/pt. Acesso em: 25 out. 2025.

LEONARDO. ***AW609 TiltRotor*** – Medical Configuration. Disponível em: https://helicopters.leonardo.com/en/products/aw609. Acesso em: 25 out. 2025.

LOCKHEED MARTIN. ***Sikorsky S-76 Helicopter***. Disponível em: https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/sikorsky-s-76-helicopter.html. Acesso em: 25 out. 2025.

PADFIELD, Gareth D. **Tiltrotor aircraft:** modelling and flying qualities. In: PADFIELD, Gareth D. Helicopter flight dynamics: the theory and application of flying qualities and simulation modelling. 3. ed. Chichester: Wiley, 2018. cap. 10. p. 421–460. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119401087.ch10. Acesso em: 08 jun. 2025.

UNITED STATES SPECIAL OPERATIONS COMMAND. **History, 1987-2007**. Disponível em: https://www.socom.mil/ussocom-celebrates-its-30th-anniversary. Acesso em: 20 out. 2025.

U.S. AIR FORCE. **Bell XV-3 Fact Sheet Media**. National Museum of the United States Air Force. Disponível em: https://www.nationalmuseum.af.mil/factsheets/xv-3_factsheet_media?fsID=2288. Acesso em: 20 out. 2025.

U.S. COAST GUARD VISUAL INFORMATION GALLERY. **Bell XV-15**. Disponível em: http://cgvi.uscg.mil/media/main.php?g2_itemId=110527. Acesso em: 20 out. 2025.

WHITTLE, Richard. ***The dream machine: the untold history of the notorious V-22 Osprey***. New York: Simon & Schuster, 2010. Disponível em: https://scholarship.law.gwu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2386&context=faculty_publications Acesso em: 23 out. 2025.