



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
1/2023

ANDREY **FRANKLIN** LIMA, Cap Av

**Ensaio em Voo relacionados a procedimentos de toques e arremetidas  
realizados por aeronaves de asa fixa**

Rio de Janeiro  
2023

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA

1/2023

ANDREY **FRANKLIN** LIMA, Cap Av

**Ensaio em Voo relacionados a procedimentos de toques e arremetidas realizados por aeronaves de asa fixa**

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica como requisito parcial para aprovação no Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Liderança com Ênfase em Gestão no COMAER.

Linha de Pesquisa: Segurança de voo  
Orientador: Herhíc **Rabelo** Alves Pereira,  
Ten Cel Av.

Rio de Janeiro

2023

ANDREY **FRANKLIN** LIMA, Cap Av

**Ensaio em Voo relacionados a procedimentos de toques e arremetidas realizados por aeronaves de asa fixa**

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica.

Aprovado por:

---

Herhich **Rabelo** Alves Pereira, Ten Cel Av  
EAOAR

---

**André** da Costa Gonçalves, Prof Dr  
EAOAR

Rio de Janeiro

2023

## RESUMO

Na comunidade aeronáutica, existem questões ainda não estudadas ou completamente resolvidas a respeito dos procedimentos de toques e arremetidas, “*Touch and Go Landing*” (TGL). Embora seja um assunto consagrado, vários fatores podem comprometer a segurança de voo. Há riscos latentes sobre aspectos de desempenho e de Qualidade de Voo, como a falta de conhecimento sobre distâncias necessárias para decolagens e pousos subsequentes, a capacidade de aceleração, as mínimas razões de subida após decolagem, problemas de estabilidades estática e dinâmica das aeronaves, a estabilidade na trajetória para pouso, dentre outros. Nesse sentido, este trabalho foca na necessidade de realizar Ensaio em Voo voltados para os procedimentos de TGL por aeronaves de asa fixa, analisando seus riscos. Para isso, apresenta-se como argumento a demanda de busca pelo conhecimento dos desempenhos das aeronaves durante TGL, o qual proporcionaria aos pilotos as habilidades necessárias para melhor julgamento no processo decisório durante esses eventos. Outro argumento, que envolve a mensuração e adequação de forças e deslocamentos nos comandos de voo das aeronaves, são as investigações das Qualidades de Voo e de Pilotagem em tais procedimentos, tendo por escopo aprimorar a aplicação de comandos pelos pilotos executando TGL. Ademais, em busca de aumentar a capacidade operacional da Força Aérea Brasileira, este trabalho aponta que é preciso avançar em estudos aprofundados para levantar os dados de desempenho e as Qualidades de Voo e de Pilotagem durante TGL, buscando promover a segurança de voo durante esses eventos, evitando acidentes aéreos, preservando vidas e salvaguardando o erário da união.

**Palavras-chave:** Toque e arremetida. Ensaio em Voo. Segurança de Voo. Desempenho. Qualidade de Voo e de Pilotagem.

## 1 INTRODUÇÃO

O toque e arremetida ou *touch and go landing* (TGL) é um procedimento que consiste na aproximação para pouso, *flare*, pouso, reconfiguração da aeronave, aceleração dos motores, corrida de decolagem, rotação e subida inicial. Estes procedimentos também são empregados nos voos de adaptações e readaptações em aeronaves ou mesmo em casos de pousos rejeitados durante atividade operacional. As fases de decolagem e pouso são cruciais e muito bem analisadas durante o desenvolvimento de protótipos, porém os voos de ensaio analisam essas fases de forma separada e independentes.

Em virtude de sempre serem utilizados, os dados estatísticos do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA) indicam que os acidentes relacionados a decolagens ou pousos correspondem a 55% do total de acidentes ocorridos nos últimos dez anos no Brasil.

A Assessoria Estatística (2020), do ramo de segurança de voo do Brasil, aponta, ainda, como principais fatores de risco de acidentes aéreos o “julgamento de pilotagem” e a “aplicação de comandos”. Os erros de julgamento de pilotagem e o processo decisório estão intimamente relacionados na aviação. Se o piloto não avaliar adequadamente uma situação e tomar a decisão errada, a aeronave pode não ser capaz de decolar ou pousar com segurança, podendo resultar em uma saída de pista, colisão ou acidente grave.

Portanto, com conhecimento do desempenho de aceleração, razão de subida, capacidade de frear e manter-se na pista, os pilotos seriam capazes de se planejar melhor e teriam maior capacidade de julgamento frente a situações adversas durante a execução de TGL.

Quanto ao fator de risco “aplicação de comandos”, observa-se uma relação direta com a adequabilidade de forças e deslocamentos dos comandos de voo das aeronaves: o manche e os pedais. Além disso, a aplicação de comandos pode gerar comportamentos de instabilidade não desejados nas aeronaves, e estes precisam ser conhecidos e analisados.

No Ensaio de Voo, essas análises envolvem o que chamamos de Qualidades de Voo (QDV) e de Pilotagem (QDP), em que se estudam as características de Estabilidades Estáticas Longitudinais (EEL) e Látero-Direcionais (EELD) das aeronaves, essenciais para o voo seguro e controlado durante o TGL.

Diante do exposto, defende-se como ideia central deste trabalho a necessidade de se realizar Ensaios em Voo para analisar os riscos dos procedimentos de toque e arremetida por aeronaves de asa fixa. Para isso, dois argumentos serão desenvolvidos com vistas a fundamentar a tese proposta.

Em primeiro momento, será evidenciada a necessidade de incremento de conhecimento sobre o desempenho das aeronaves durante esta operação de TGL, através da divulgação de Avisos Operacionais ou adendos aos Manuais de Voo, o que proporcionaria subsídios para melhor julgamento de pilotagem.

Em seguida, apontaremos a necessidade de se levantar os dados de QDV e QDP durante TGL, para que estes também sejam considerados em suplementos de Manuais de Instruções Técnicas das aeronaves, o que daria aos pilotos maior capacidade de pilotar através da adequada aplicação de comandos.

## 2 DESENVOLVIMENTO

Os Ensaios em Voo, que são realizados aqui no Brasil pelo Instituto de Pesquisa e Ensaios em Voo (IPEV), analisam o desempenho e as QDV e QDP de uma aeronave durante a decolagem ou pouso. Não há registros de estudos nesse sentido que considerem toda a dinâmica de um procedimento de toque e arremetida.

Questões de segurança relacionadas ao desempenho da aeronave durante a decolagem já motivaram autores como Andersen e Bove (2002) a realizar estudos experimentais e desenvolvimento de métodos (ATOMS)<sup>1</sup> de auxílio ao piloto na tomada de decisão para abortativas de decolagem em caso de situações anormais.

Quanto às características de QDV/QDP, por exemplo, observa-se que o dinamismo de um procedimento TGL gera pouco tempo para que o piloto se enquadre numa final estabilizada para pouso. Atento à segurança de voo, Rob Mark (2023) aborda os resultados catastróficos durante aproximações desestabilizadas:

(...) A *Flight Safety Foundation* (FSF) diz que 54% de todos os acidentes poderiam ser evitados se o piloto tivesse executado uma arremetida oportuna, simplesmente aumentando a potência e retornando para outra tentativa de pouso, muitas vezes porque a primeira aproximação foi de alguma forma instável. (...). Em janeiro, a tripulação de um Boeing 747 esperou demais para tentar uma arremetida durante uma aproximação malsucedida ao aeroporto internacional de Manas, no Quirguistão. A aeronave caiu durante a arremetida, matando todos os quatro tripulantes e 35 pessoas no solo. (ROB MARK, 2023, tradução nossa)

---

<sup>1</sup> Advisory Takeoff Monitoring System (ATOMS) ou sistema de monitoramento de decolagem.

Veremos adiante como a análise por meio de voos de teste de desempenho e das QDV e QDP das aeronaves durante o procedimento de toque e arremetida são vitais para segurança de voo.

## 2.1 *Touch-and-Go* e Desempenho

O desempenho de uma aeronave é determinado por um conjunto de características que incluem sua capacidade de aceleração, velocidade máxima, altitude máxima e razão de subida. No entanto, essas características sofrem influência pela configuração da aeronave, que se modifica com o uso das superfícies de controle da aeronave, como trem de pouso, flapes e freios aerodinâmicos.

Para melhor compreensão das diferentes nuances que precisam ser consideradas, temos que em TGL existe a modificação destas superfícies supracitadas durante corrida pós-pouso, o que não acontece em pousos e decolagens, já que estas são mantidas na mesma posição.

Além disso, nas corridas de decolagem em um TGL, os motores ficam reduzidos até a reconfiguração das superfícies de controle e a aeronave se encontra desacelerando, ao passo que nas decolagens normais, o motor está a pleno desde o início da corrida de decolagem e aeronave está sempre acelerando.

Outra consideração a ser feita, temos que em verificações de desempenho de pousos e decolagens, os voos de testes são realizados com a simulação de falha do motor crítico, cuja perda proporcionaria a pior condição de voo para a aeronave. Analogamente, essa condição degradada também tem que ser considerada durante as verificações para se obter os dados de desempenho em TGL.

Um exemplo de como o desconhecimento da *performance* da aeronave durante TGL pode ter consequências fatais na aviação é o acidente envolvendo um *Hawker Beechcraft 800*. Sobre a investigação deste acidente, Vaz Júnior (2021) pontua aspectos como falta de conhecimento da *performance* da aeronave:

(...) Sobre a decisão de arremeter a aeronave, os investigadores entrevistaram alguns comandantes da *East Coast Jets* em relação ao procedimento de iniciar a arremetida já com a aeronave no solo. Um dos profissionais entrevistados destacou (...) que seria “como um foguete”, enquanto o segundo “até responde rápido, mas não ganha altura tão rapidamente”. O piloto do voo 81 possuía, como todos os demais da empresa, experiência em ambas as aeronaves, existindo, assim, a possibilidade de confusão na expectativa de desempenho no procedimento executado no voo 81. (VAZ JUNIOR, 2021, p.18)

Preocupado com a díade segurança de voo e desempenho da aeronave, Daidzic (2016) confirma a importância de se estabelecer um ponto crítico durante a decolagem, conhecido como *Point-of-No-Return* (PNR), que é definido como o ponto além do qual a aeronave não pode mais retornar com segurança para a pista de decolagem em caso de falha do motor ou outros eventos inesperados.

Destarte, salta aos olhos que a realização de Ensaios em Voo voltados para a análise de risco em busca de conhecimentos mais aprofundados do desempenho da aeronave é essencial para manutenção da Segurança de Voo durante o procedimento de toque e arremetida, uma vez que a capacidade de abortar a aterrissagem e decolar com segurança depende diretamente do desempenho da aeronave, que se traduz em capacidade de acelerar, subir rapidamente e manter um alto nível de segurança durante operação normal de TGL. Assim, os pilotos teriam as informações pertinentes para aperfeiçoar o julgamento de pilotagem e tomada de decisão frente a situações anormais nessas operações.

## **2.2 Touch-and-Go e Qualidades de Voo e de Pilotagem**

Os estudos das Qualidades de Voo (QDV) de uma aeronave levam em conta o comportamento da aeronave considerando as questões de estabilidade, seja ela a Estabilidade Estática Longitudinal (EEL) ou a Estabilidade Látero-Direcional (EELD), com enfoque em constatar se a aeronave atende a requisitos, como as normas MIL-F-8785 e MIL-STD-1797B. Já as Qualidades de Pilotagem (QDP) são as “características de uma aeronave que determinam a facilidade e a precisão com as quais o piloto é capaz de desempenhar suas tarefas operacionais” (IPEV, 2019b), ou seja, tem foco em verificar se aeronave cumpre a missão.

A EEL é responsável pela tendência da aeronave de retornar ao voo estabilizado após ter sido perturbada em arfagem<sup>2</sup> (IPEV, 2019b). Essa característica afeta diretamente a capacidade da aeronave manter sua trajetória de forma estabilizada durante o TGL. Caso a aeronave não possua EEL adequada, pode haver tendências de picar ou cabrar o nariz<sup>2</sup>, aumentando a possibilidade de perda de controle durante o procedimento.

---

<sup>2</sup> Em torno do eixo transversal / lateral, o avião realiza os movimentos de “arfagem”, que são os movimentos de cabrar (levantar o nariz do avião), e picar (baixar o nariz do avião).

Nesse sentido, no artigo de Takahashi *et al.* (2017), que explora os cenários de pouso rejeitado em voos comerciais, foram observadas características de EEL influenciando na execução deste procedimento. Ele usou em seus estudos o simulador de voo nível 6 da aeronave CRJ-200, com pilotos altamente capacitados para realizarem procedimentos de pouso rejeitado. Foram feitas 26 aproximações seguidas de arremetidas nesse simulador, com todos os motores operando. Em um procedimento, no início da arremetida, a aeronave cabrou 40° alguns segundos depois do piloto completar a potência. Logo após, a velocidade diminuiu rapidamente e a aeronave perdeu sustentação. A tripulação tentou recuperar enquanto o dispositivo para evitar estol aerodinâmico foi ativado, porém a aeronave entrou em rolamento inadvertido durante a arremetida e caiu.

A EELD está relacionada à “tendência inicial da aeronave retornar ao voo estabilizado após ser perturbada em derrapagem ou rolamento<sup>3</sup>” (IPEV, 2017). Durante o TGL, a aeronave precisa ter boa EELD para ser capaz de manter seu rumo desejado mesmo em condições de ventos cruzados, rajadas de vento, turbulência e outras perturbações laterais, evitando problemas como excursão de pista ou colisão com obstáculos.

Levando ainda em consideração os estudos de Takahashi *et al.* (2017), encontramos também características marcantes de EELD. Os autores descrevem que em outra tentativa de arremetida, desta vez monomotor, a aeronave rolou<sup>3</sup> para um ângulo de inclinação de 20°, logo após o início da arremetida, experimentando condição bem insegura. Essas oscilações de rolagem continuaram durante a subida em torno de um ângulo de inclinação de 10° em ambas as direções.

Isto posto, ressaltamos a necessidade de se realizar Ensaios em Voo voltados para a análise de risco do procedimento TGL em prol da segurança de voo e em busca do acréscimo de conhecimento sobre as Qualidades de Voo e de Pilotagem das aeronaves, dado que essas características influenciam diretamente os controles de guinada, arfagem e rolagem durante execução de TGL. Sendo assim, os pilotos teriam aumentadas suas capacidades de pilotagem em posse das informações de QDV e QDP em seus Manuais de Voo.

---

<sup>3</sup> Derrapagem é o giro da aeronave em torno do seu eixo vertical. Rolamento é o giro da aeronave em torno do seu eixo longitudinal.

### 3 CONCLUSÃO

Este trabalho busca fomentar a expansão de conhecimento na prática de toques e arremetidas das aeronaves de asa fixa da FAB por meio de Ensaio em Voo pelo IPEV; estimular as instituições de desenvolvimento tecnológico da Força, como o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) e o Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI), quanto à promoção e certificação de sistemas embarcados que possam auxiliar a tomada de decisão dos pilotos em face de situações anormais nesses procedimentos; propor ao Instituto de Aplicações Operacionais (IAOP) a padronização de procedimentos de TGL para aquelas aeronaves que não têm esses procedimentos previstos em manuais; e elevar a consciência situacional dos esquadrões operacionais, em especial àqueles que estão com pouca experiência por terem recebido suas aeronaves recentemente, tais como o U-100 *Phenom* (IPEV e ETA6), KC-390 Millenium (1º/1ºGT e GTT) e o *Airbus A330* (2º/2ºGT).

Ademais, foi colocado em evidência que é imprescindível os estudos sobre as Qualidades de Voo e de Pilotagem das aeronaves, dado que essas características influenciam diretamente os controles de guinada, arfagem e rolagem durante execução de TGL. A partir disso, os pilotos teriam suas capacidades de pilotagem aumentadas em posse das informações de QDV e QDP em seus Manuais de Voo.

De modo geral, este ensaio expôs como foco principal que a execução de Ensaio em Voo voltados para a análise de risco dos procedimentos de toque e arremetida por aeronaves de asa fixa é *sine qua non* para o fortalecimento da segurança de voo. De fato, é fundamental que os pilotos tenham um conhecimento aprofundado sobre o desempenho, as Qualidades de Voo e de Pilotagem da aeronave durante procedimentos de toques e arremetidas.

Em conclusão, sugerimos a realização de estudos mais detalhados e a alocação de recursos para a condução de Ensaio em Voo pelo Instituto de Pesquisa e Ensaio em Voo (IPEV), com o objetivo de se obter conhecimentos sólidos sobre a execução segura dos procedimentos de TGL, visando aumentar a capacidade operacional da Força Aérea Brasileira, e promover a segurança de voo durante esses eventos, evitando ocorrências de acidentes aéreos, protegendo vidas e resguardando os recursos públicos.

## REFERÊNCIAS

- ANDERSEN, H. B, BOVE, T. **The effect of an advisory system on pilots' go/no-go decision during take-off.** Reliability Engineering & System Safety, 75(2), 179–191. doi:10.1016/s0951-8320(01)00093-x, 2002.
- ASSESSORIA ESTATÍSTICA. **Aviões - Sumário Estatístico 2010-2019.** Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA). Brasília. 2020.
- DAIDZIC, N. E. **Determination of rejected landing roll runway point-of-no-return and go-around in transport category airplanes.** International Journal of Aviation, Aeronautics, and Aerospace, 3(1). <https://doi.org/10.15394/ijaaa>, 2016.
- DEPARTMENT OF DEFENSE INTERFACE STANDARD - MIL-STD-1797B **Flying Qualities of Piloted Aircraft**, 1990.
- DEPARTMENT OF DEFENSE INTERFACE STANDARD - MIL-F-8785 **Flying Qualities of Piloted Airplanes**, 1980.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. Title 14 - Aeronautics and Space Chapter I - Department of Transportation Subchapter C – Aircraft Part 25. **Airworthiness Standards: Transport Category Airplanes**, 2023.
- IPEV. D-06 **Desempenho em decolagem e pouso - Teoria – 4ª EDIÇÃO.** Instituto de Pesquisa e Ensaio em Voo. São José dos Campos, 2020.
- IPEV. Q-02 **Estabilidade Estática Longitudinal - Teoria – 6ª EDIÇÃO.** Instituto de Pesquisa e Ensaio em Voo. São José dos Campos, 2019a.
- IPEV. Q-03 **Estabilidade Látero-direcional - Teoria – 5ª EDIÇÃO.** Instituto de Pesquisa e Ensaio em Voo. São José dos Campos, 2017.
- IPEV. Q-06 **Qualidade de Pilotagem – TÉCNICAS DE ENSAIO – 5ª EDIÇÃO.** Instituto de Pesquisa e Ensaio em Voo. São José dos Campos, 2019b.
- MARK, Rob. FSF Study: Pilots Still Don't Go Around. <https://www.flyingmag.com/fsf-study-pilots-still-dont-go-around/>. **Flying Media**, 2021. Disponível em: 30/03/2017. Acesso em 30/03/2023.
- NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY. **Board crash during attempted go-around after landing east coast jets Flight 81 Hawker Beechcraft Corporation 125-800A, N818MV Owatonna, Minnesota July 31, 2008.** Aircraft Accident Report NTSB/AAR-11/01 PB2011-910401 Notation 8046<sup>a</sup> Adopted March 15, 2011.
- VAZ JUNIOR, C.A. **Human Behavior and Decision Making: A Case Study of an Accident at an Air Taxi Company**, Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.7, n.3, p. 25971-26004, DOI:10.34117/bjdv7n3-346, 2021.
- TAKAHASHI, Timothy *et al.* **Real pilots don't go around: Discontinued approach and balked landing climb performance.** Paper presented at the AIAA Aerospace

Sciences Meeting, 2018, doi:10.2514/6.2018-1752, 2017.