



ANÁLISE DOS FATORES HUMANOS ENVOLVIDOS NA OCORRÊNCIA DE ACIDENTES E INCIDENTES AERONÁUTICOS NA FASE FINAL DE APROXIMAÇÃO DO VOO

ISSN 2763-7697 - QUALIS A4

Ruan Mariano Aguiar¹

Lucas Leandro Pimentel²

Pedro Paulo Faganello Teodoro dos Anjos³

Salmen Chaquip Bukzem⁴

Reinaldo Moreira Del Fiacco⁵

Roberto Marcio dos Santos⁶

RESUMO

A aproximação estabilizada é um requisito essencial para pousos seguros, seguindo parâmetros da IATA que determinam limites mínimos de altitude, configuração, razão de descida, velocidade e potência, sendo obrigatória a arremetida quando esses critérios não são atendidos. O texto analisa o acidente do voo PIA 8303, em 2020, destacando que fatores como pouca experiência recente de voo devido ao COVID-19, o período do Ramadã e falhas comportamentais anteriores do comandante podem ter contribuído para o erro humano. A tripulação realizou um briefing inadequado e não percebeu que estava muito alta para a aproximação,

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 80-100, jul/ago. 2026.



insistindo no pouso mesmo diante das sugestões do controle para realizar esperas ou curvas. Diversos alertas foram ignorados, incluindo excesso de velocidade, avisos de EGPWS e mensagens indicando que o trem de pouso não estava estendido. A aeronave acabou tocando a pista com os motores, que foram danificados, e a tentativa de arremetida subsequente falhou por perda de potência, levando à queda sobre áreas residenciais. Conclui-se que uma sequência de falhas, falta de coordenação e descumprimento de procedimentos eliminou as defesas do sistema, resultando no acidente.

Palavras-Chave: Aproximação Estabilizada, Segurança Operacional, Operações Aéreas.

¹Engenheiro de Bioprocessos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Supervisor, instrutor e operador do Controle de Aproximação do Rio de Janeiro, com atuação na área de capacitação de instrutores e supervisores de Órgão ATC e formação de controladores de tráfego aéreo. Instrução em diversos cursos no SISCEAB e Gerente Local do Destacamento de Controle do Espaço Aéreo do Galeão. Atuou como Instrutor de Inglês Aeronáutico e auxilia o DECEA na área de Língua Espanhola. E-mail: ruanmaquiar@yahoo.com.br

²Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas e Bacharel em Engenharia da Computação pela Universidade Cruzeiro do Sul, Especialista em Gestão da Aviação Civil, Especialista em Direito Aeronáutico, Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) e Pós-Graduando em Segurança Operacional e Qualidade na Aviação pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-GO), é Militar da Ativa da Força Aérea Brasileira, na função de Controlador de Tráfego Aéreo. E-mail: lucasleap@gmail.com

³Graduado em Ciências Aeronáuticas pela PUC-GO, Comandante/Instrutor de rota e simulador em linha aérea. E-mail: pedropauloanjos@hotmail.com

⁴Graduado em Desenvolvimento de Sistemas de Informação, Especialista em Gestão de Segurança da Informação e Comunicações pela Universidade de Brasília. Especialista em Docência do ensino Superior e Mestre em Educação. Militar da Reserva da Força Aérea, onde exerceu a função de Supervisor e Instrutor de órgãos de controle de tráfego aéreo, com atuação na prevenção e investigação de Acidentes Aeronáuticos, Gerenciamento de Sistemas de Segurança Operacional, Inspeção em Prestadores de Serviço de Navegação Aérea e instrução em diversos cursos do SISCEAB. Professor, Pesquisador e Coordenador do Curso de Ciências Aeronáuticas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás. E-mail: salmen@pucgoias.edu.br

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 80-100, jul/ago. 2026.

⁵Doutor em Eng. de Defesa pelo Instituto Militar de Engenharia. Mestre em Eng. de Transportes pelo Instituto Militar de Engenharia. Bacharel em Ciências Aeronáuticas pela PUC Goiás. E-mail: fiaco@ime.eb.br

⁶Professor Assistente na PUC GOIÁS. Professor do Curso de Ciências Aeronáuticas. Mestre em Engenharia pelo ITA - Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Mestre em Psicologia pela UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2000). Especialista em Metodologia do Ensino da Educação Física, pela UFRGS (1994). Licenciatura Plena em Educação Física pela ESEFEGO - Escola Superior de Educação Física do Estado de Goiás (1987). Capitão RF Especialista em Aeronáutica - Controlador de Tráfego Aéreo - pela Força Aérea Brasileira (1981). Psicopedagogo, pela PUC - GOIÁS (2019). Professor nos cursos de Piloto de Avião na SKY - Escola de Aeronáutica (Goiânia. Goiás). PUC - GO. E-mail: rmarcio@pucgoias.edu.br

ANALYSIS OF THE HUMAN FACTORS INVOLVED IN THE OCCURRENCE OF AERONAUTICAL ACCIDENTS AND INCIDENTS DURING THE FINAL APPROACH OF FLIGHT

ABSTRACT

A stabilized approach is an essential requirement for safe landings, following IATA parameters that determine minimum altitude, configuration, rate of descent, speed, and power limits. A go-around is mandatory when these criteria are not met. The text analyzes the accident of flight PIA 8303 in 2020, highlighting that factors such as little recent flight experience due to COVID-19, the Ramadan period, and previous behavioral failures of the captain may have contributed to human error. The crew conducted an inadequate briefing and failed to realize they were too high for the approach, insisting on landing even after air traffic control suggested holding patterns or turns. Several warnings were ignored, including excessive speed, EGPWS warnings, and messages indicating that the landing gear was not extended. The aircraft ended up touching the runway with its engines, which were damaged, and the subsequent go-around attempt failed due to loss of power, leading to a crash into residential areas. It is concluded that a sequence of failures, lack of coordination, and non-compliance with procedures eliminated the system's defenses, resulting in the accident.

Keywords: *Stabilized Approach, Safety, Air Operations.*

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 80-100, jul/ago. 2026.

1 INTRODUÇÃO

A segurança operacional constitui um dos pilares fundamentais da aviação civil e depende da aderência rigorosa a procedimentos padronizados que visam mitigar riscos inerentes às operações aéreas. Entre essas práticas, destaca-se o conceito de aproximação estabilizada, que estabelece critérios normativos relativos à configuração da aeronave, parâmetros de velocidade, potência, razão de descida e trajetória, previamente definidos por organismos internacionais como a IATA, e seguido por todos os operadores aéreos regulares. O cumprimento desses parâmetros é reconhecido como elemento primordial para a prevenção de incidentes e acidentes durante a etapa de aproximação e pouso, fases estatisticamente associadas ao maior índice de ocorrências.

A relevância do tema torna-se ainda mais evidente quando analisados eventos reais que demonstram os impactos do descumprimento desses requisitos, como o acidente envolvendo o voo *Pakistan International Airlines 8303*, um voo operado por um Airbus A320 em 22 de maio de 2020 entre o Aeroporto Internacional *Allama Iqbal*, em Lahore, até o Aeroporto Internacional *Jinnah*, em Karachi, Paquistão. O caso evidencia uma sequência de falhas relacionadas a não observância dos critérios de estabilização, deficiência no gerenciamento de recursos de cabine (CRM), elevada carga de trabalho e desvio sistemático de procedimentos operacionais, fatores amplamente documentados no relatório oficial do evento. Assim, este estudo delimita-se à análise técnico-operacional desse acidente, concentrando-se na relação entre aproximação desestabilizada e a perda progressiva de consciência situacional por parte da tripulação.

Diante desse contexto, a questão que orienta a investigação é: de que maneira a ausência de conformidade com os critérios de aproximação estabilizada

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 80-100, jul/ago. 2026.

contribuiu para o acidente do voo PIA 8303 e quais implicações operacionais podem ser aprendidas para a prevenção de ocorrências semelhantes? Parte-se da hipótese de que o evento resultou da convergência de múltiplos fatores humanos e técnicos, entre eles julgamento inadequado, falhas de coordenação, desatenção aos alertas e não execução de arremetidas previstas, que romperam sucessivas barreiras de segurança.

O objetivo geral consiste em analisar a influência da aproximação desestabilizada no desfecho do acidente. Para isso, estabelecem-se como objetivos específicos: (1) caracterizar os critérios que definem uma aproximação estabilizada segundo normativas internacionais; (2) reconstruir a cronologia da aproximação realizada pelo voo PIA 8303; (3) identificar falhas operacionais, comportamentais e sistêmicas envolvidas; e (4) avaliar as lições aprendidas e suas contribuições para o aprimoramento dos processos de treinamento e tomada de decisão.

A justificativa deste estudo fundamenta-se na necessidade de fortalecer a compreensão dos fatores contribuintes para acidentes relacionados à estabilização de aproximações, uma vez que tais eventos apresentam elevado potencial de severidade. Ao explorar a interface entre procedimentos, fatores humanos e desempenho operacional, esta pesquisa contribui para o aprimoramento de práticas profissionais, favorecendo a capacitação de pilotos, a melhoria de programas de treinamento e a atualização de políticas institucionais de segurança.

Metodologicamente, adotou-se uma abordagem qualitativa de caráter descritivo-analítico, estruturada a partir da análise documental do relatório oficial do acidente e de referências teóricas sobre estabilização de aproximações e fatores humanos na aviação. A organização deste trabalho contempla, inicialmente, a apresentação do referencial teórico; em seguida, a descrição detalhada do caso PIA

8303; posteriormente, a discussão analítica dos fatores contribuintes; e, por fim, as considerações finais com recomendações para a segurança operacional.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A fase de aproximação e pouso concentra uma parcela desproporcional do risco operacional na aviação comercial, razão pela qual o conceito de aproximação estabilizada se consolidou como barreira essencial na prevenção de incidentes e acidentes. Em termos operacionais, uma aproximação é considerada estabilizada quando, abaixo de uma altura pré-definida, majoritariamente 1000 pés durante operações instrumentos e 500 pés para operações visuais, a aeronave mantém trajetória, velocidade, razão de descida, potência e configuração dentro de limites prescritos nos manuais do operador e/ou normas regulatórias. Esses princípios estão presentes de forma consistente na *International Air Transport Association (IATA)*, *Operational Safety Audit (IOSA)*, *Flight Safety Foundation (FSF) Approach-and-landing Accident Reduction (ALAR)*, *European Union Aviation Safety Agency (EASA)/Aviation Management Conference (AMC)* e materiais correlatos da *International Civil Aviation Organization (ICAO)* e *Federal Aviation Administration (FAA)*.

Historicamente, a padronização de procedimentos de aproximação, a evolução do *PANS-OPS*⁷ pelo Doc 8168 (2018) e a disseminação de tecnologias de alerta (*TAWS/EGPWS*)⁸ reduziram significativamente os acidentes. O *PANS-OPS* estabelece princípios operacionais e de projeto de procedimentos instrumentais,

⁷*PANS-OPS: Procedures for Air Navigation Services - Aircraft Operations*, que define padrões internacionais para procedimentos em voo IFR, como subidas, descidas e esperas.

⁸*TAWS: Terrain Awareness and Warning System*, que é um sistema avançado que previne colisão com o terreno.

EGPWS: Enhanced Ground Proximity Warning System, que é um sistema que previne colisão com obstáculos e água.

incluindo a simplicidade do arremeter publicado e a necessidade de o piloto manter a trajetória protegida, além de balizar a estabilização por caminho de planeio constante.

O Doc 8168 (Volumes I e II) (2018) codifica princípios operacionais e critérios de desenho de procedimentos, reforçando a necessidade de aderência aos perfis publicados, de trajetórias constantes (*Continuous Descent Final Approach – CDFA* em *Non-Precision Approach – NPA*) e do desenho simples do arremeter (*missed approach procedure*) em três segmentos (inicial, intermediário e final), de forma a facilitar a execução segura em condições de alta carga de trabalho

No âmbito europeu, o *CAT.OP.MPA.110/115* e seus *Acceptable Means of Compliance (AMC)/Guidance Material (GM)*⁹ detalham técnicas de aproximação e os critérios de estabilização: trajetória lateral e vertical dentro de tolerâncias, potência/trim adequados, configuração correta, *checklist* de pouso completo e alturas padronizadas, admitindo variações justificadas pelo operador no manual de operações. O AMC também recomenda identificar o *Final Approach Fix (FAF)* como ponto de referência e descreve limites de ângulo de inclinação, variação de razão de descida e seleção de técnica *CDFA* em *NPA*.

Já a *FAA*, por meio do *Advisory Circular (AC)* 120-108, recomenda *CDFA* como técnica preferencial em aproximações não-precisas, pois reduz a necessidade de “*dive and drive*” (descidas escalonadas e nivelamentos baixos) – prática associada a carga de trabalho elevada, erros de configuração/energia e risco de *Controlled Flight In to Terrain (CFIT)*.

A literatura de Fatores Humanos/*CRM*¹⁰, por meio do Doc 9683 (1998) e guias correlatos, mostra que decisões precárias, monitoramento ineficaz,

⁹*CAT.OP.MPA.110/115*: normas da *EASA* que se referem a procedimentos operacionais para aeronaves a motor no transporte aéreo comercial

¹⁰*CRM: Crew Resource Management*, que está diretamente relacionado ao gerenciamento de equipe.

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 80-100, jul/ago. 2026.

comunicação deficiente e quebras de *Standard Operating Procedures (SOP)* são precursores típicos de aproximações desestabilizadas e de falha em arremeter (*go-around decision inertia*). O *CRM* abrange consciência situacional, tomada de decisão, gestão de ameaças e erros (*TEM*¹¹), *leadership/followership* e comunicação efetiva – competências essenciais para detectar desvios de parâmetros e executar o “arremeter sem hesitação” quando gatilhos são atingidos.

Estudos e programas regulatórios de *Human Factors* (incluindo *advisory circulars* de manutenção e operação) reforçam que fadiga, pressões temporais, interrupções, viés de continuidade do plano e automatização mal gerida contribuem para violar gates de estabilização ou para racionalizar a continuidade da aproximação.

Complementarmente, *briefing notes* de fabricantes e guias operacionais destacam benefícios do voo estabilizado, *gates* e limites de desvio para *callouts* e política de *go-around*. O *EGPWS/TAWS*, em suas variantes com base em banco de dados, tornou-se uma das camadas tecnológicas mais efetivas contra *CFIT*, emitindo alertas visuais e sonoros para excesso de razão de descida, terreno à frente (*look-ahead*), *glideslope* e outras condições perigosas. Pilotos devem empregar procedimentos padronizados frente a *Caution/Warning* do *EGPWS* e não inibir sistemas sem justificativa operacional. Entretanto, alertas podem ser ignorados por vieses humanos (pressão para continuar, viés de confirmação), o que realça o papel do treinamento e de *SOPs* robustas para arremeter imediata e assertivamente quando acionados os sinais de risco.

Do ponto de vista regulatório, as *AC* da *FAA* reforçam critérios de desempenho e aprovação desses sistemas, e revisões históricas mostram a redução expressiva de fatalidades por *CFIT* após a exigência de *GPWS/TAWS* em

¹¹*TEM: Threat-and-error Management*, que é o gerenciamento para os riscos e ameaças na aviação.

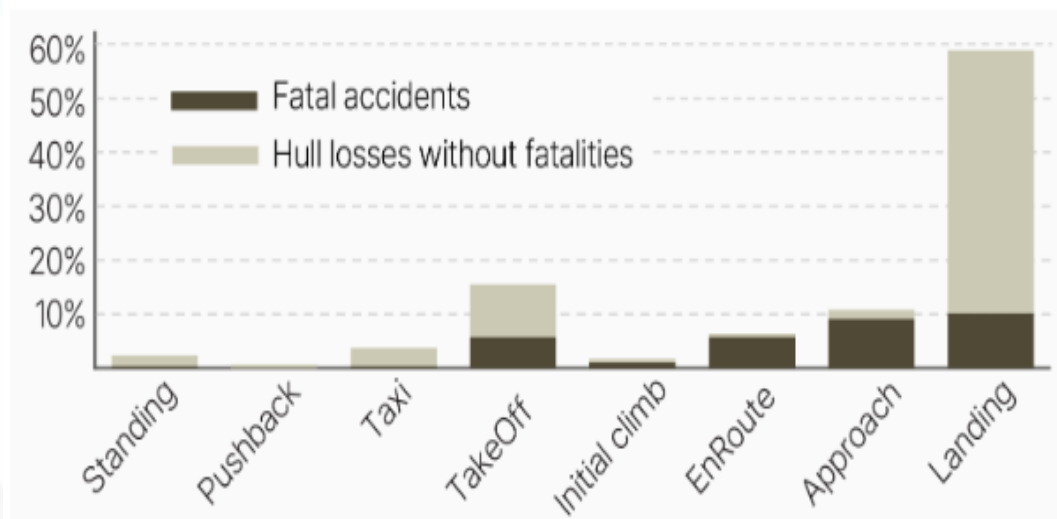
R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 80-100, jul/ago. 2026.

frotas comerciais, ainda que persistam riscos quando sistemas estão desativados ou suas advertências são desconsideradas.

A doutrina internacional (ICAO/EASA/IATA/FSF) é unânime: arremeter é a resposta padrão sempre que a aproximação não estiver estabilizada na altitude pré-definida ou se tornar desestabilizada abaixo dela. No *PANS-OPS*, o *missed approach* é concebido para ser operacionalmente simples, com segmentos inicial/intermediário/final e proteção de obstáculos, justamente porque sua execução tende a ocorrer sob elevada carga de trabalho. A política de *go-around* deve ser inequívoca, treinada, incentivada pelos operadores e sustentada por SOPs.

Segundo o gráfico abaixo, extraído do estudo “*Statistical analysis of Commercial Aircraft Accidents 1958-2024*”, 70% dos acidentes com aeronaves comerciais que ocorreram nos últimos vinte anos aconteceram durante a fase de aproximação e pouso:

Figura 1 - Análise Estatística de Acidentes com Aeronaves Comerciais 1958/2024



Fonte: Airbus, 2026.

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 80-100, jul/ago. 2026.

Pesquisas recentes da *FSF* sobre a decisão de arremeter mostram que aproximações desestabilizadas são frequentes na linha, mas a taxa de arremetidas é baixa, indicando barreiras comportamentais e culturais. Cerca de 83% das excursões de pista poderiam ter sido evitadas com a decisão de arremeter. Recomenda-se uma cultura “*go-around friendly*”, com treinamento explícito em decisão e reconhecimento organizacional de que arremeter é resultado desejável diante de critérios e parâmetros não cumpridos.

A literatura pós-2020 indica que a pandemia produziu quedas sem precedentes no tráfego aéreo, com reflexos na proficiência e recenticidade de tripulações. Relatórios da ICAO (*Safety Report*, 2021) e da IATA (2020) documentam a contração de 2020–2021 e forneceram guias para retomada segura, inclusive revisões de risco e treinamento para recompor competências. Estudos acadêmicos mostram aumento de relatos de eventos por proficiência degradada e apontam a necessidade de mitigações (treinamento requalificatório, políticas de gestão de fadiga e retorno à linha). Esses fatores – combinados a rituais culturais/religiosos que possam afetar fadiga/atenção (quando relevantes) – compõem o contexto humano-organizacional que pode elevar a vulnerabilidade a aproximações instáveis.

Como ilustração da relevância do referencial teórico, o Relatório Final do PIA 8303 (Karachi, 2020) descreve uma sequência típica de quebra de critérios de estabilização, alertas (*EGPWS*) não seguidos de arremetida oportuna, desvio significativo de perfil (alto/rápido), configuração inadequada (trem não estendido) e falhas de *CRM*/monitoramento. O evento evidencia como acúmulo de desvios sob alta carga de trabalho pode romper sucessivas barreiras, resultando em toque de naceles na pista, arremetida tardia e perda de potência subsequente, culminando em impacto fora do aeródromo.

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 80-100, jul/ago. 2026.

O consenso regulatório e técnico estabelece que aproximações estabilizadas e políticas de arremetida efetivas são determinantes de segurança. A evidência empírica (*FSF/ALAR*, *FOQA/LOSA*¹², relatórios de acidentes) sustenta que instabilidade e não iniciar o procedimento de aproximação perdida são preditores críticos de risco, mitigáveis por *SOPs* claras, treinamento em *CDFA*, cultura justa de *go-around*, automatização bem gerida e *CRM* robusto.

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo foi elaborada de modo a garantir rigor científico, transparência e possibilidade de reprodução por outros pesquisadores. A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, descritivo exploratória e de natureza aplicada, uma vez que busca compreender e analisar como a aderência, ou a falta dela aos critérios de aproximação estabilizada, influencia na diminuição da margem de segurança operacional, tomando como referência conceitual normas internacionais e como estudo do acidente envolvendo o voo *Pakistan International Airlines 8303*, de 2020.

A pesquisa é descritiva, pois detalha conceitos, normas e práticas relacionadas a aproximações estabilizadas conforme diretrizes de organismos internacionais como *IATA*, *ICAO*, *EASA*, *FAA* e *FSF*, e é também exploratória, ao investigar relações entre fatores humanos, procedimentos operacionais e decisões críticas como a realização do *go-around*, tema amplamente discutido em estudos como o *Go-Around Decision-Making and Execution Project*, da *FSF*.

¹²*FOQA: FlightOperationalQualityAssurance*, que é um programa voluntário que captura e analisa dados de voos reais para melhorar a segurança.

LOSA: LineOperationsSafetyAudit, que é um programa proativo de segurança no qual há o monitoramento entre pares através de observações durante o voo.

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 80-100, jul/ago. 2026.

Já a abordagem é qualitativa, pois se baseia na interpretação e análise detalhada de documentos técnicos, relatórios oficiais, guias de segurança e literatura científica que tratam de estabilização de aproximações, tomada de decisão, *CRM* e fatores humanos. A natureza qualitativa se justifica porque o objetivo não é quantificar eventos, mas compreender processos, relações sistêmicas e fatores contributivos que emergem da análise documental.

O recorte temporal da análise compreende normas e guias operacionais vigentes até 2025 (*IOSA*, *ICAO*, *EASA*, *FAA* e *FSF*), relatórios e análises publicados entre 2020 e 2023 referentes ao acidente do PIA 8303, incluindo o relatório final da *Aircraft Accident Investigation Board (AAIB)* do Paquistão (2023) e literatura sobre impacto da COVID-19 no desempenho e proficiência, publicada entre 2020 e 2022 (*ICAO*, *IATA* e estudos empíricos). Esse intervalo permite integrar tanto os fundamentos consolidados quanto elementos contextuais da atualidade.

A coleta de dados foi realizada por meio de pesquisa documental sistemática, examinando normas internacionais, documentos técnicos e relatórios oficiais, análise de literatura científica (fatores humanos, *CRM*, segurança de voo) e análise de relatório de acidente como estudo de caso, permitindo observar a aplicação – ou falha de aplicação – das normas estudadas. Toda a coleta foi realizada em bases públicas acessíveis, garantindo reprodutibilidade mediante o uso dos mesmos documentos.

A análise de dados empregou um método qualitativo-interpretativo baseado em análise de conteúdo, organizada por categorias previamente definidas como critérios técnicos da aproximação estabilizada, normas internacionais e requisitos operacionais, fatores humanos e *CRM*, tomada de decisão e política de arremetida, papel das tecnologias de alerta (*TAWS/EGPWS*), análise comparativa entre diretrizes internacionais (*IATA*, *ICAO*, *EASA*, *FAA*), análise temática do relatório do

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 80-100, jul/ago. 2026.

PIA 8303, identificando convergências entre a literatura e a ocorrência real. dentre outros.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise documental confirma um consenso internacional sobre os critérios de aproximação estabilizada: estabilização no mínimo a 1000 ft em IMC e 500 ft em VMC, com configuração de pouso estabelecida, velocidade dentro das tolerâncias, razão de descida compatível e desvios lateral/vertical dentro de limites; caso qualquer critério seja perdido, a arremetida deve ser executada.

O Doc 8168 (2018) reforça a lógica operacional por trás desses critérios: procedimentos padronizados, trajetória constante (especialmente via *CDFA* nas *NPA*) e *missed approach* projetado de modo simples e segmentado para permitir execução segura sob alta carga de trabalho. Por sua vez, a *FAA*, por meio da AC 120-108/108A, recomenda *CDFA* como técnica preferencial em *NPA*, mitigando “*dive and drive*” e seus riscos associados (alta carga de trabalho, perfis de energia inadequados).

A *FSF* encontrou evidência quantitativa de que aproximações desestabilizadas estiveram presentes como fator causal em aproximadamente 66% de 76 acidentes/incidentes de aproximação e pouso (1984–1997) e dificuldades de pilotagem/manuseio estiveram presentes em aproximadamente 45% desses eventos frequentemente associadas a aproximações apressadas, cumprimento de *clearances* exigentes, ventos adversos e uso inadequado de automação.

O Relatório Final do PIA 8303 descreve uma sequência de não conformidades com os critérios de estabilização: perfil alto/rápido, excesso de velocidade com flapes, alertas de *EGPWS* e, criticamente, trem de pouso não

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 80-100, jul/ago. 2026.

estendido não percebido; houve toque de naceles na pista, seguido de arremetida tardia e perda de potência que levou ao impacto em área residencial. O relatório aponta falhas de cumprimento dos padrões de *CRM*, monitoramento insuficiente e não aderência a *SOPs* ao longo da aproximação.

O caso expõe exatamente os preditores de risco já descritos por *FSF/ALAR* (aproximação de alta energia, sobrecarga cognitiva, automação mal gerida, etc.) e contraria princípios normativos da *IOSA/EASA/FAA* de estabilização e arremetida. Em outras palavras, a cadeia causal do caso confirma na prática as relações teóricas entre instabilidade, falhas de *CRM* e decisão tardia de arremeter.

Acerca dos Fatores Humanos, o Doc 9683 (1998) explica como viés de continuidade do plano, pressão operacional, fadiga e comunicação inefetiva degradam a detecção de instabilidade e atrasam a decisão de arremeter. Estudos focados na *go-around decision* (*FSF*, 2017) mostram que, embora instabilidades sejam frequentes, a taxa de arremetidas é subótima, sugerindo barreiras comportamentais e culturais.

O caso PIA 8303 reforça que sistemas sozinhos não bastam: sem *SOPs* internalizadas, monitoramento eficaz e disciplina de arremeter, a última barreira tecnológica pode ser transposta. O caso PIA 8303 é utilizado apenas como ilustração; as conclusões não são generalizações causais, mas interpretações alinhadas ao estado da arte.

Os resultados documentais e o estudo ilustrativo confirmam a centralidade da aproximação estabilizada como barreira de segurança e da arremetida como resposta padrão. O alinhamento entre normas internacionais (*IOSA/ICAO/EASA/FAA*), evidências empíricas (*FSF*) e o comportamento observado no PIA 8303 revela convergência robusta: instabilidade não gerida, combinada a falhas de *CRM* e decisão tardia, amplifica o risco de desfechos graves. O reforço de

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 80-100, jul/ago. 2026.

SOPs e cultura de *go-around*, *CDFA*, *CRM/TEM* emergem como o caminho prático para converter essa evidência em melhoria operacional.

A análise do caso PIA 8303 demonstrou coerência com o arcabouço teórico, evidenciando como falhas de estabilização, monitoramento, aderência a SOPs e decisão tardia de arremeter compuseram uma cadeia clássica de fatores contributivos;

Ademais, os efeitos pós-pandemia descritos pela ICAO e IATA indicam que a proficiência degradada pode atuar como fator agravante em situações de alta complexidade operacional, reforçando a importância da abordagem de fatores humanos como componente metodológico da análise.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho demonstrou que a aproximação estabilizada constitui uma barreira crítica de segurança na aviação comercial, sustentada por um consenso normativo internacional (IATA/IOSA, ICAO/PANS-OPS, EASA, FAA) e por evidência empírica robusta (FSF) que associa aproximações desestabilizadas a uma parcela significativa dos acidentes na fase de aproximação e pouso. A estabilização da aeronave até 1000 ft em IMC e 500 ft em VMC, com velocidade, potência, razão de descida, trajetória e configuração dentro de limites explícitos, e arremeter sempre que tais critérios não forem atendidos ou que sejam perdidos, é a prática alinhada ao cumprimento da segurança operacional.

A análise documental consolidou o papel do PANS-OPS ao estruturar procedimentos de aproximação (incluindo *CDFA* nas *NPA*) e arremetidas simples e segmentadas, reduzindo a carga de trabalho em momentos críticos. A FAA reforça

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 80-100, jul/ago. 2026.

o *CDFA* como técnica preferencial em *NPA* exatamente para mitigar riscos típicos do “*dive and drive*”.

O estudo ilustrativo do PIA 8303 evidenciou a cadeia clássica de fatores mapeada pela literatura: perfil alto/rápido, alertas *EGPWS* desconsiderados, quebras de *CRM* e arremetida tardia, sequência que rompeu sucessivas defesas e culminou no desfecho fatal. A coerência entre o ocorrido e o referencial teórico analisado (*IOSA/EASA/FAA/FSF*) reforça a validade externa das recomendações: *gates* claros, monitoramento eficaz, autoridade operacional para arremeter e disciplina de *SOPs*.

Em relação aos fatores humanos, o Doc 9683 (1998) e estudos específicos da *FSF* sobre o *ALAR* (2020) indicam que vieses cognitivos, pressões operacionais e falhas de comunicação reduzem a probabilidade de arremeter, mesmo diante de critérios infringidos. Logo, a segurança depende não só de parâmetros técnicos, mas de cultura organizacional que valorize o arremeter como resposta desejável, apoiada por treinamento de *CRM/TEM* e por *SOPs* inequívocas.

Paralelamente, o papel das tecnologias de alerta (*TAWS/EGPWS*) permaneceu inequívoco, como última barreira tecnológica contra *CFIT*; porém, sua eficácia final exige resposta imediata e padronizada da tripulação. A tecnologia sem aderência procedimental não sustenta o nível de proteção esperado, especialmente sob alta carga de trabalho típica da aproximação.

À medida que novas tecnologias são desenvolvidas e implementadas, os procedimentos da aviação precisam acompanhar tais evoluções, os mantendo adequados e seguros e, a aproximação final, é uma destas fases críticas que dependem da relação de interdependência entre a operação e a tecnologia

A literatura recente indica estudos para a criação da Regra de Voo Digital - *Digital Flight Rules (DFR)*, totalmente baseada em satélites geoestacionários

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 80-100, jul/ago. 2026.

(GNSS), visando otimizar a cobertura radar do sistema de controle de tráfego aéreo, além de integrar as aeronaves não tripuladas no ecossistema da aviação, ou seja, integrar, de forma segura, o Gerenciamento de Tráfego Aéreo não Tripulado - *Unmanned Air Traffic Management (UTM)* no Gerenciamento de Tráfego Aéreo - *Air Traffic Management (ATM)*.

Além disso, o contexto pós-pandemia foi reconhecido como variável sistêmica relevante: quedas abruptas no uso da frota impactaram proficiência e recenticidade, exigindo programas de requalificação e ênfase renovada em gestão de fadiga e treinamento de retorno ao serviço para recompor margens de segurança nas fases críticas do voo.

A segurança na aproximação depende da aplicação disciplinada de critérios objetivos, da cultura de arremeter e do desempenho humano sustentado por treinamento e por tecnologia. Ao integrar normas, evidência empírica e um estudo ilustrativo marcante, como no caso do PIA 8303, este trabalho reafirma que estabilização somada ao *go-around* oportuno é a equação vencedora para reduzir a exposição a eventos graves na fase mais crítica do voo.

REFERÊNCIAS

AIRCRAFT ACCIDENT INVESTIGATION BOARD OF PAKISTAN. Final Investigation Report – **Accident of PIA 8303, Airbus A320-214 (AP-BLD)**, Karachi, 22 May 2020. Islamabad: Government of Pakistan, 20 abr. 2023. Disponível em: <<https://avherald.com/files/%28PUBLIC%20VERSION%29%20FINAL%20INVESTIGATION%20REPORT%20PIA%208303%20AP-BLD.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2026

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 80-100, jul/ago. 2026.

ARCHIVE.ORG. **Preliminary Investigation Report – Accident of PIA Flight PK8303 Airbus A320-214 (AP-BLD)**, San Francisco, CA: Internet Archive, 2020. Disponível em: <<https://archive.org/details/aaib-431>>. Acesso em: 26 jan. 2026.

AIRBUS SAS. Statistical analysis of Commercial Aircraft Accidents 1958-2024. Disponível em: Further Preventing Runway Overrun – Safety First. Acesso em: 26 jan. 2026.

EASA. AMC1 CAT.OP.MPA.115 (a) – **Approach flight technique – aeroplanes**. Colônia: European Union Aviation Safety Agency, 2025. Disponível em: <<https://regulatorylibrary.caa.co.uk/965-2012/Content/Document%20Amendment/New%20AMC%20Decision%2047/AMC1%20CAT%20OP%20MPA%20115%20a%20Approach.htm>>. Acesso em: 26 jan. 2026.

EASA. **Acceptable Means of Compliance (AMC) and Guidance Material (GM) – Part-CAT**. Colônia: EASA, 2016–2025. Disponível em: <<https://www.easa.europa.eu/en/document-library/acceptable-means-of-compliance-and-guidance-materials>>. Acesso em: 26 jan. 2026.

FAA – Advisory Circulars (AC) UNITED STATES. (FAA). AC 120-108A – **Continuous Descent Final Approach**. Washington, DC: FAA, 22 mar. 2023. Disponível em: <https://www.faa.gov/regulations_policies/advisory_circulars/index.cfm/go/document/information/documentID/1041707>. Acesso em: 26 jan. 2026.

FLIGHT SAFETY FOUNDATION. **ALAR Briefing Note 7.1 – Stabilized Approach**. Alexandria, VA: FSF, 1998. Disponível em: <https://flightsafety.org/wp-content/uploads/2016/09/alar_bn7-1stabilizedappr.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2026.

FLIGHT SAFETY FOUNDATION. **Go-Around Decision-Making and Execution – Final Report**. Alexandria, VA: FSF/Eurocontrol, mar. 2017. Disponível em: <https://flightsafety.org/wp-content/uploads/2017/03/Go-around-study_final.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2026.

HONEYWELL. EGPWS MK V **Pilot's Manual**. Phoenix, AZ: Honeywell, 2000–2011. Disponível em: <<https://www.manualslib.com/manual/1610052/Honeywell-Egpws-Mk-V.html>>. Acesso em: 26 jan. 2026.

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 80-100, jul/ago. 2026.

IATA. Annual Review 2020. Montreal/Geneva: International Air Transport Association, 2020. Disponível em: <<https://www.iata.org/contentassets/c81222d96c9a4e0bb4ff6ced0126f0bb/iata-annual-review-2020.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2026.

IATA. Guidance for Flight Operations During and Post Pandemic. 3rd ed. Montreal/Geneva: IATA, 28 ago. 2020. Disponível em: <<https://www.iata.org/contentassets/d0e499e4b2824d4d867a8e07800b14bd/iata-guidance-flightoperations-during-post-pandemic.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2026.

IATA. IOSA Standards Manual (ISM) – 12th Edition. Montreal/Geneva: International Air Transport Association, 2018. Disponível em: <https://www.iata.org/contentassets/8658ac253f6848a79480a6da70c85d5f/iosa_standards_manualism_edition_12.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2026.

IATA. IOSA Standards Manual (ISM) – 13th Edition. [S.l.]: IATA, 2021/2022. Disponível em: <<https://www.yumpu.com/en/document/view/66156657/iosa-standards-manualism-edition-13/234>>. Acesso em: 26 jan. 2026.

IATA. IOSA Standards Manual (ISM) – 16th Edition. (Rev. 2). Montreal/Geneva: IATA, 2023. Disponível em: <<https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/iosa-audit-documentation/iosa-standards-manualism-ed-16-rev-11/>>. Acesso em: 26 jan. 2026.

ICAO. Doc 8168 – Procedures for Air Navigation Services (PANS-OPS), Volume I: Flight Procedures. 7th ed. Montreal: International Civil Aviation Organization, 2020. Disponível em: <https://www.icao.int/sites/default/files/APAC/APAC-FPP/FPP%20Training/FPP%20Training%20in%202024/Pans-Ops%20Procedure%20Design%20Initial%20Course/Courseware/8168_v2_cons_en.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2026.

ICAO. Doc 8168 – PANS-OPS, Volume II: Construction of Visual and Instrument Flight Procedures. 6th Edition Montreal: ICAO, 2014. Disponível em: <<https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/5801.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2026.

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 80-100, jul/ago. 2026.

ICAO. **Doc 9683 – Human Factors Training Manual.** Montreal: International Civil Aviation Organization, 1998. Disponível em: <<https://skylibrarys.files.wordpress.com/2016/07/doc-9683-human-factor-training-manual.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2026.

ICAO. Economic Impacts of COVID-19 on Civil Aviation – Updates and Dashboards

(2022–2023). Montreal: ICAO, 2022–2023. Disponível em: <<https://www.icao.int/economic-impacts-covid-19-civil-aviation>>. Acesso em: 26 jan. 2026.

ICAO. **Effects of Novel Coronavirus (COVID-19) on Civil Aviation: Economic Impact Analysis – Policy Brief.** Montreal: International Civil Aviation Organization, 1 maio 2020. Disponível em: <<https://digitallibrary.un.org/record/3859860?v=pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2026.

OLAGANATHAN, R.; AMIHAN, R. A. H. **Impact of COVID-19 on Pilot Proficiency – A Risk Analysis.** Global Journal of Engineering and Technology Advances, v. 6, n. 3, p. 1–13, 2021. Disponível em: <<https://gjeta.com/content/impact-covid-19-pilot-proficiency-%E2%80%93-risk-analysis>>. Acesso em: 26 jan. 2026.

PAKISTAN CIVIL AVIATION AUTHORITY. **Interim Statement – Accident of PIA Flight PK8303 (A320-214 AP-BLD).** Islamabad: Aviation Division, 22 maio de 2022. Disponível em: <[https://www.aviation.gov.pk/SiteImage/Misc/files/reports%202024%2C2022/2020/Interim%20Statement%20AP-BLD%20for%20%20Aviation%20Division%202022\(1\).pdf](https://www.aviation.gov.pk/SiteImage/Misc/files/reports%202024%2C2022/2020/Interim%20Statement%20AP-BLD%20for%20%20Aviation%20Division%202022(1).pdf)>. Acesso em: 26 jan. 2026.

TAILSTRIKE. **Final Investigation Report – PIA 8303.** [S.l.]: Tailstrike, 2023. Disponível em: <<https://tailstrike.com/media/mm4gkngh/220520.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2026.

UNITED STATES. Federal Aviation Administration (FAA). AC 120-108 – **Continuous Descent Final Approach.** Washington, DC: FAA, 20 jan. 2011. Disponível em: <https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_120-108.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2026.

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 80-100, jul/ago. 2026.

UNITED STATES. Federal Aviation Administration (FAA). AC 120-71 – **Standard Operating Procedures for Flight Deck Crewmembers**. Washington, DC: FAA, 10 ago. 2000. Disponível em: <<http://www.cast-safety.org/pdf/AC120-71.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2026.



R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 6, n. 3, esp., p. 80-100, jul/ago. 2026.

