

Comportamento humano em cenários complexos: múltiplos fatores contribuintes

Human behavior in complex scenarios: multiple contributing factors

DOI:10.34117/bjdv8n5-489

Recebimento dos originais: 21/03/2022

Aceitação para publicação: 29/04/2022

Carlos André Vaz Junior

Doutor em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro

Endereço: Sala E-209, Departamento de Engenharia Química, Bloco E, Centro de Tecnologia, UFRJ, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro-RJ, Brasil

E-mail: cavazjunior@eq.ufrj

RESUMO

Reconhecido como um dos meios de transporte mais seguros da atualidade, a segurança na aviação evoluiu tão rapidamente que alguns recursos hoje rotineiramente empregados seriam simplesmente impensáveis poucas décadas atrás. Contudo, acidentes permanecem ocorrendo, e com eles surgem as oportunidades de melhoria. O acidente aqui analisado apresentou, dentre outros fatores contribuintes, a execução de uma complexa técnica de aproximação para pouso, visibilidade reduzida, restrições de velocidade em função de tráfego, baixa aderência aos procedimentos e possível fadiga. Quando analisados separadamente, cada um destes fatores poderia ser tratado de forma adequada, e raramente levaria a um acidente. Porém, sua ação combinada, tal qual foi observado no evento aqui estudado, criou um cenário de elevada complexidade. O gerenciamento do voo ficou prejudicado quando os fatores foram tratados de forma isolada. Atualmente, parcela significativa do treinamento de tripulantes ocorre em simuladores de voo, ambiente completamente seguro para que os mais desafiadores cenários sejam reproduzidos. Contudo, normalmente esses treinamentos não contemplam um número tão elevado de fatores tal qual foi observado neste evento. A capacidade de tratar com maestria problemas específicos é fundamental para a garantia do voo seguro, porém, manter uma visão mais global também se revela necessário.

Palavras-chave: aproximação de não precisão, segurança no voo, comportamento humano, tolerância ao desvio.

ABSTRACT

Recognized as one of the safest modes of transport today, aviation safety has evolved so quickly that some features routinely employed today were unthinkable a few decades ago. However, accidents continue to occur, and with them come opportunities for improvement. The accident analyzed has some contributing factors: a complex approach technique, reduced visibility, speed restrictions due to traffic, poor adherence to procedures and possible fatigue. If analyzed separately, these factors could be adequately addressed, and would rarely lead to an accident. However, their combined action, as observed in this event, created a highly complex scenario. The management of the flight was harmed when these factors were treated separately. Currently, a significant portion

of crew training takes place in modern flight simulators, a safe environment for the creation of the most challenging scenarios. However, these trainings do not contemplate, at same time, a high number of factors as observed in this event. The ability to deal with specific problems is essential for ensuring safe flight, however, maintaining a more global view is also necessary.

Keywords: non-precision approach, flight safety, human behavior, deviation tolerance.

1 INTRODUÇÃO

O atual nível tecnológico alcançado pela aviação civil tornou o voo uma experiência extremamente segura. A combinação de hardware de primeira linha; softwares complexos e projetados de modo a unir as melhores técnicas de engenharia aeroespacial com os princípios de ergonomia e comportamento humano; combinados com procedimentos cuidadosamente planejados e amplo investimento em treinamento, permitiram alcançar níveis de segurança até então impensáveis. Em apenas um século a experiência de voar se transformou, passando de uma aventura para poucos destemidos que frequentemente pagavam com a própria vida, para se tornar um meio de transporte regular e confiável.

No universo da segurança um conceito que se destaca é a resiliência, a capacidade de manter uma operação segura, com níveis de risco aceitáveis, mesmo diante da ocorrência de uma falha. Deste modo, o simples mau funcionamento de um sensor, o erro humano durante a execução de um procedimento, ou uma falha localizada em um sistema específico, em geral, isoladamente, não basta para resultar em um acidente catastrófico. Surge daí a ideia de que um acidente é fruto de uma cadeia de eventos, ou seja, da combinação de uma sequência de fatores contribuintes.

O acidente analisado neste artigo ocorreu em solo americano e envolve aeronave de transporte executivo de passageiros. Este evento exhibe com elevada precisão como fatores contribuintes, que isoladamente não resultariam em um acidente, podem agir de forma combinada promovendo consequências catastróficas. No caso específico do acidente aqui analisado percebe-se: i. possível quadro de fadiga; ii. a tentativa de realizar uma aproximação para pouso especialmente desafiadora; iii. condições meteorológicas degradadas; iv. baixa aderência aos procedimentos; v. tolerância ao desvio; vi. CRM limitado; e vii. restrições de velocidade em função de tráfego lento a frente. Embora cada um destes fatores isoladamente fosse gerenciável, sendo inclusive alvo de treinamentos frequentes, sua combinação levou aquela tripulação ao extremo.

Este texto é composto de nove itens, sendo o primeiro essa introdução. O item seguinte descreve detalhadamente a dinâmica do voo, tendo como base o relatório oficial da investigação (NTSB, 2016). Os itens 3 e 4 descrevem de forma breve a empresa e os tripulantes envolvidos, com especial atenção a carga de trabalho executada nos dias anteriores ao acidente – essa avaliação é importante para identificar, ou descartar, cenários de fadiga. Na sequência, um fator importante na compreensão deste evento envolve a técnica de aproximação empregada. Assim, o item 5 busca apresentá-la com riqueza de detalhes. Já o item seguinte discute a aderência aos procedimentos e a tolerância ao desvio, analisando se estes fatores contribuíram para a ocorrência do acidente. Finalmente, o item 7 aprofunda-se sobre a configuração dos flapes, superfícies móveis empregadas para promover a sustentação da aeronave e que tiveram papel fundamental no acidente. Os dois itens finais contemplam as conclusões e referências bibliográficas.

O estudo de qualquer acidente busca promover a cultura de segurança, a reflexão e a prevenção de eventos futuros por meio do aprendizado com o passado. Este artigo não indica culpados ou responsáveis por este ou qualquer outro acidente citado.

2 DESCRIÇÃO DO VOO EXECUFLIGHT 1526

Todo detalhamento aqui apresentado tomou como base o relatório oficial da investigação do acidente, publicado pela NTSB (National Transportation Safety Board) (NTSB, 2016). A aeronave não dispunha de sistema de registro de dados de voo (FDR: *flight data recorder*), contando somente com gravador de sons na cabine (CVR: *cockpit voice recorder*), situação que embora esteja de acordo com a legislação em vigor, limita algumas análises realizadas pelos investigadores. Neste acidente em particular, devido a interferências elétricas já existentes antes do acidente, a qualidade da gravação de áudio da cabine ficou bastante comprometida, sendo impossível para a equipe da NTSB compreenderem todos os diálogos ocorridos. Para compensar em parte a falta do FDR, a equipe utilizou os registros do radar do controle de tráfego aéreo local (ATC: *air traffic control*). As gravações das comunicações de rádio entre o ATC e a aeronave também foram empregadas.

A empresa Execuflight operava voos sob demanda (*on-demand charter flight*). No dia 10 de novembro de 2015 um dos voos sob responsabilidade da empresa envolvia o deslocamento de um grupo de sete pessoas entre as cidades de Dayton e Akron, ambas no estado americano de Ohio. O voo, número 1526, deveria ser realizado pela aeronave

prefixo N237WR, modelo Hawker 700A (Bristish Aerospace HS 125-700A), comandada por dois tripulantes.

O voo 1526 decolou do aeroporto Dayton – Wright Brothers Airport (MGY), em Dayton, às 14h13. Às 14h16 a tripulação contatou o ATC – Indianapolis Air Route Traffic Control Center (ARTCC), sendo liberada para prosseguir subida até o nível de voo 170 (aproximadamente 17.000 pés de altitude).

A gravação do CVR se inicia às 14h20, sete minutos após a decolagem. Por meio das gravações de vozes foi possível definir que o copiloto, sentado à direita, estava efetivamente no comando da aeronave (*pilot flying* – PF), enquanto o comandante, sentado à esquerda, assumiu o papel de monitoramento (*pilot monitoring* – PM).

Por tratar-se de um voo extremamente curto, já às 14h26, apenas 13 minutos depois da decolagem, a tripulação iniciou os preparativos para a aproximação e pouso no destino. A primeira providência tomada foi ouvir, pelo rádio, o serviço de monitoramento automático das condições atmosféricas do aeroporto de destino (ASOS – *automated surface observing system*). Contudo, inadvertidamente a frequência ajustada no rádio da aeronave neste momento não correspondia ao aeroporto de destino, em Akron, mas sim ao de Fairfield Conty Airport, na cidade de Lancaster. Este aeroporto fica a aproximadamente 100 milhas de distância de Akron, o destino do voo. Naquele momento Lancaster contava com condições meteorológicas mais favoráveis que Akron: visibilidade de dez milhas, nuvens esparsas a 1100 pés agl (*above ground level*) e encoberto a 1800 pés. As condições em Akron, destino do voo, eram: visibilidade de 1 $\frac{3}{4}$ milha, céu encoberto a 700 agl. A confusão na sintonia teria ocorrido pois a frequência de Fairfield Conty Airport, em Lancaster, era a mesma do aeroporto de origem daquele voo, Dayton, e provavelmente havia sido sintonizada antes do pouso anterior. O erro não foi percebido neste primeiro momento.

Às 14h27 o PF solicitou que o colega iniciasse o *briefing* de aproximação e pouso: “*I’ll let you brief it to me*”. Porém, nos minutos seguintes, enquanto discutiam a aproximação, os tripulantes foram interrompidos seguidamente pelo controle de tráfego aéreo. A primeira chamada ocorreu às 14h29, autorizando cruzar o fixo HUUVR a 9000 pés. Após, às 14h32, nova chamada, agora destinada a realizar a transferência para o controle de Cleveland (*Cleveland ARTCC*). Após a chama inicial para o novo controlador, os tripulantes puderam voltar sua atenção para o planejamento da aproximação. Um minuto após foram interrompidos pela visita de um passageiro ao *cockpit*. Neste instante a aeronave se encontrava a 13.500 pés, já em descida. O copiloto informou ao passageiro

que ele só poderia permanecer ali alguns minutos, precisando sair pois os pilotos não poderiam ser distraídos. O relatório informa que o passageiro veio até a cabine às 14h33:16, e que às 14h33:38 a tripulação já havia voltado a discutir o *briefing*, agora verificando as altitudes de aproximação:

PF: “okay, so we go down twenty three, then down to (what’s the minimums?)”

PM: “four seventy three”

Observando a carta de aproximação usada fica claro que o copiloto se referia a altitude mínima para cruzar o FAF (*final approach fix*), e o comandante respondeu com a elevação da pista (TDZE: *Touchdown Zone Elevation*), de 473 pés.

Na sequência, novo engano (14h36:26):

PF: The minimum for this approach [is] fifteen twenty”

PF: Which is ground. Where is the ground, five oh one right?

Esses dados teriam sido lidos da carta RNAV GPS 25, e não da carta referente a aproximação que efetivamente estavam realizando (Localizer 25). É impossível afirmar que se o *briefing* foi reiniciado ainda com o passageiro no *cockpit*, sendo também impossível estabelecer se este fato teria alguma influência nos enganos cometidos.

Às 14h36:40 o radar do ATC indica que o voo cruzou 10.000 pés descendo, e apresentava uma velocidade de 298 nós. Essa velocidade supera o valor máximo permitido abaixo de 10.000 pés, que corresponde a 250 nós (Title 14 CFR 91.117).

Às 14h37:09 a tripulação continuava discutindo sobre a altura da camada de nuvens em relação ao solo:

*PF: Yeah I undestand. But we can shoot it. We can shoot because overcast * reporting * eight hundred.*

PF: The cloud base is from the ground. From the ground do we get minimums for us

Apenas neste momento a tripulação ouve a transmissão de rádio correta sobre as condições meteorológicas no destino (14h37:39): encoberto, teto de 600 pés (agl: *above ground level*), visibilidade de 1,5 milhas, vento de 240° com 8 nós. Antes que houvesse qualquer debate no *cockpit* sobre a nova informação, o ATC solicitou que o controle de aproximação de Akron fosse chamado. Na primeira chamada ao novo controlador o copiloto informou que estavam cruzando a posição HUUR a 9.000 pés (msl: *mean sea level*). O controlador reconheceu e declarou que usariam a aproximação “Localizer 25”, questionando então se aquela tripulação já estava ciente das condições meteorológicas do destino. O copiloto informou que estavam recebendo a informação agora (“*we are in the*

process of copying the weather”). Diante de tal resposta o controlador autorizou continuarem a descida, a critério da tripulação, até 5.000 pés (msl).

Às 14h39:22 foi retomada a discussão sobre as condições meteorológicas no destino, agora, pela primeira vez, utilizando os dados corretos. O piloto repetiu as informações meteorológicas recebidas: *“one and half mile visibility, overcast at six hundred”*. Após breve discussão, às 14h39:40 o comandante declarou: *“alright we are visibility we got it”*. Os investigadores consideram que, em função do peso da aeronave, eles estavam classificados como categoria C, o que, deste modo, segundo a carta de aproximação em uso, indicava que a visibilidade mínima requerida era de 1 ¼ milhas. Logo, a visibilidade informada era um pouco acima da mínima exigida.

Às 14h41:08 ainda parece existir confusão sobre a carta de aproximação a ser usada:

PF: *“ *** the minima is five hundred and ten. *** minima ”*

PM: *“Localizer?”*

Às 14h41:19 o diálogo prossegue:

PM: *“Four eighty. Four eighty”*.

Às 14h41:24:

PF: *“Four seventy three”*

Este último valor é a MDA (*minimum descent altitude*) correta para a aproximação 25 Localizer.

A partir deste momento o controle de aproximação passa a solicitar reduções de velocidade em função de aeronave mais lenta a frente prosseguindo para pouso na mesma pista. A primeira solicitação ocorre às 14h43:59, indicando redução para 200 nós e descida até 4000 pés (msl). A segunda redução foi pedida às 14h46:05, sendo a nova velocidade de 170 nós e descida até 3000 pés (msl).

Às 14h47:09 o controlador de tráfego aéreo solicita que adotem proa de 280 até interceptar o localizador da pista 25. Às 14h47:40 o voo passa a manter 3000 pés (msl). Nivelado, e precisando manter uma velocidade reduzida em função das restrições, o copiloto sugeriu aplicar os flapes de modo a criar arrasto: *“... I will ... try to ... drag every (thing)”*.

Voando nivelado e a baixa velocidade a aeronave passa a apresentar uma atitude de “nariz para cima”, uma condição limite antes da perda de sustentação. O cenário foi percebido pelo comandante (PM) (14h48:14): *“oh, we got. We got. We got nine degrees pitch up”*. Às 14h48:21 o ruído dos motores, gravado pelo CVR, indica possível

aceleração, provavelmente em resposta a observação sobre a atitude da aeronave. Porém, logo após o trem de pouso é estendido, aumentando significativamente o arrasto (14h48:27).

Com a aeronave nivelada, a aceleração para compensar a atitude de “nariz em pé” fez com que a velocidade crescesse, mesmo com flapes e trem de pouso estendidos, criando um novo problema: às 14h48:33 o comandante lembra a existência de tráfego mais lento a frente (*“did you hear what he say? There is an airplane on the approach. (He is) slower than us. He hasn’t cancelled. We don’t know if he’s on the ground.”*). A pilotagem neste momento precisa atender as duas restrições: não pode impor uma velocidade demasiadamente reduzida em função do risco de gerar uma perda de sustentação, mas também não pode empregar uma velocidade maior em função do tráfego lento a frente. O correto gerenciamento deste equilíbrio passa a ser fundamental.

Às 14h48:44 o comandante retorna a sua atenção para a atitude da aeronave: *“you need to (look). You need to. I mean we were – were flying like (one thirty nine) nine degrees pitch up”*. Os investigadores, analisando os registros do radar do ATC, acreditam que entre 14h48:30 e 14h49:30 a aeronave teve seu nariz elevado de 5° a 12°, enquanto a velocidade caiu de 150 nós para 125 nós.

Às 14h49:22 o voo estava a 4 milhas de distância do FAF e nivelado a 3000 pés. Neste momento o controlador avisou que o tráfego a frente tinha cancelado a aproximação por instrumentos, e que o voo da Execuflight estava autorizado a iniciar a aproximação final via localizador. O piloto reconheceu a liberação para aproximação e confirmou que haviam interceptado o localizador. Os investigadores destacam que, uma vez tendo sido liberados para a aproximação final, e já havendo interceptado o localizador, a tripulação não precisava mais manter os 3000 pés de altitude. O correto seria prosseguir a descida de modo a cruzar o FAF na altitude prevista na carta de aproximação, 2300 pés (msl). Porém, não foi isso o que ocorreu: o radar revela que a aeronave permaneceu nivelada em 3000 pés por mais dois minutos, até 14h51:13, somente retomando a descida quando já estava bastante próxima do FAF.

Às 14h49:41 o comandante volta a expressar sua preocupação com a baixa velocidade: *“look, you’re going one twenty. You can’t keep decreasing your speed”*. O copiloto respondeu: *“No. On tw... How do you get on twenty?”*. Quinze segundos depois, às 14h49:56, o comandante insiste: *“That’s what I’m saying. If you keep decreasing your speed ---”*. O copiloto interrompe: *“But why?”*. O piloto prossegue: *“Because we gonna stall. I don’t want to sta---”*. Importante observar neste momento que o foco da tripulação

permaneceu na velocidade, impedindo que percebessem que já estavam liberados da restrição do tráfego a frente. Ou seja, poderiam a partir de agora elevar a velocidade e retomar a descida. Caso essas duas ações fossem adotadas, elas automaticamente eliminariam o problema da velocidade baixa demais para manter a sustentação. Os tripulantes, aparentemente focados demais na questão, parecem não perceber este fato novo, continuando a lidar com a situação como se ainda estivessem restritos pelo tráfego a frente.

Às 14h50:21 o controlador solicitou que a tripulação mudasse para a frequência local e seguisse para o pouso. Às 14h50:39 o comandante transmitiu na frequência local a sua localização, de modo a alertar tráfegos próximos. Em resposta, um dos tripulantes da aeronave mais lenta que pousou a frente fez a seguinte observação: *“Hey guys. Ah, we just landed on the loc. And uh broke out right at minimums, (right at a) mile”*. O comandante apenas agradece. A informação recebida não foi debatida no cockpit do voo da Execuflight. Mais importante do que o teto baixo, a visibilidade informada pelo piloto da aeronave que pousou antes era menor que aquela requerida para o pouso do modelo operado pela Execuflight. Embora se trata-se de uma informação não-oficial, e que portanto não impedia que o voo 1526 desse prosseguimento ao pouso, estes dados novos poderiam ser úteis para reflexão e planejamento. Contudo, os investigadores não detectaram qualquer diálogo sobre este assunto na cabine.

Às 14h51:00 o copiloto, que estava no comando, solicitou ao colega da esquerda: *“Full flaps”*, ajuste correspondente, nesta aeronave, a posição de 45°. A solicitação foi atendida pelo comandante.

Às 14h51:06 o comandante iniciou o *checklist* para pouso: *“gear down, before landing, three lights”*. Neste momento a velocidade da aeronave era de 130 nós.

Embora autorizado desde 14h49:22 a continuar a descida sem restrições, é apenas às 14h51:13 que o copiloto reduziu a potência dos motores e a aeronave deixou os 3000 pés, iniciando sua descida para aproximação final.

O atraso para retomada da descida trouxe consequências: às 14h51:31 o copiloto declarou: *“alright we go to minimums”*, o que para os investigadores indica que tinham cruzado o FAF e seguiam para a MDA. Usando os registros do radar do controle de tráfego aéreo os investigadores verificaram que a aeronave cruzou o FAF às 14h51:33, com uma velocidade de 109 nós e uma altitude de 2700 pés. Essa altitude é 400 pés superior a prevista na carta de aproximação. Cruzar o FAF muito alto significa ter de empregar uma maior razão de descida a partir de agora na tentativa de ainda viabilizar o

pouso. E foi isso que a tripulação fez a partir daí: às 14h51:43 estavam a uma altitude de 2300 pés e a razão de descida foi aumentada para 2000 pés por minuto, com uma velocidade de 118 nós. Essa razão de descida elevada em um momento no qual a aeronave já se encontrava bastante próxima do solo chamou atenção do piloto: *“on localizer, you’re diving, you’re diving, don’t dive. Two thousand feet per minute buddy”* (14h51:56). O copiloto respondeu apenas *“yeah”*. Às 14h52:02 o comandante reforçou: *“Two thousand feet per minute, don’t go two thousand feet per minute”*. E novamente às 14h52:07: *“don’t go two thousand feet per minute when you are five hundred feet above the ground or minimums”*.

Os registros do radar revelam que a aeronave cruzou a MDA às 14h52:13, com uma velocidade de 113 nós e uma razão de descida de 830 pés por minuto. A aeronave da Execuflight continuou descendo após cruzar a MDA, e quatro segundos depois, às 14h52:17, o comandante informou: *“ground”*, seguido por *“keep going”* (14h52:20). Essas duas expressões dão a entender que este tripulante realizou contato visual com o solo e que considerava seguro prosseguir a descida abaixo da MDA.

Contudo, às 14h52:27, o comandante solicitou que o colega nivelasse a aeronave, interrompendo a descida: *“ok, level off, guy”*. Neste momento a gravação de áudio da cabine registra um ruído semelhante ao acionamento do *stick shaker*, um alerta de vibração do manche geralmente associado a uma condição de quase perda de sustentação da aeronave. O alerta se repete às 14h52:30. Às 14h52:32 o alarme do GPWS (*Ground proximity warning system*) é ouvido na cabine: *“pull out”*. O impacto contra o solo ocorre às 14h52:34.

3 EMPRESA

A Execuflight operava seis aeronaves na época do acidente: dois Gulfstream 111, um Hawker 800, dois Hawker 700A, e um Westwind II. A empresa contava com onze pilotos.

4 TRIPULAÇÃO

Piloto e copiloto já tinham voado juntos três vezes nos últimos 90 dias, tendo cumprido 32,5 horas de voo. Porém, ambos estavam pousando pela primeira vez em Akron pela Execuflight. Os investigadores não encontraram evidências que aqueles tripulantes já tinham voado para Akron alguma vez ao longo de suas carreiras.

4.1 COMANDANTE

Estava com 40 anos de idade na data do acidente, e era qualificado e habilitado para operar a aeronave utilizada naquele voo. Embora o tripulante jamais tenha se envolvido em qualquer acidente ou incidente, no dia 21 de junho de 2014, antes de ser contratado pela Execuflight, teria operado uma aeronave de forma contrária aquela para a qual foi instruído pelo ATC. A FAA (*Federal Aviation Administration*) encaminhou um comunicado ao piloto em virtude da violação, recomendando a realização de retreinamento. O treinamento foi feito e o processo arquivado no final de 2014.

O piloto foi contratado pela Execuflight em 4 de junho de 2015. Seu emprego anterior foi como comandante de Hawker 800A em outra empresa americana, tendo ficado de 1º de maio de 2014 até 30 de abril de 2015.

O comandante possuía 6170 horas de voo, sendo 3414 horas como PIC (*pilot in command*). No modelo HS-125 ele possuía 1020 horas, sendo 670 como PIC. Pela Execuflight já acumulava 167 horas, sendo 118 horas nos últimos 90 dias, 43 horas nos últimos 30 dias e 10 horas nos últimos 7 dias.

4.2 COPILOTO

O copiloto possuía 50 anos de idade na data do acidente, sendo qualificado e habilitado para a operação realizada. Também havia sido contratado em 1º de junho de 2015 pela Execuflight. Antes do emprego atual, atuou como copiloto em aeronave Boeing 737 na empresa Sky King Inc entre 16 de setembro de 2014 e 27 de fevereiro de 2015. O tripulante esteve desempregado entre o final de fevereiro e o início de junho.

O copiloto nunca esteve envolvido em incidentes ou acidentes, e não constam advertências por parte da FAA. No momento do acidente possuía 4382 horas totais de voo, sendo 3200 horas como PIC. No modelo HS-125 o copiloto dispunha de 482 horas, todas como SIC. Destas horas, apenas 82 foram cumpridas após sua contratação pela Execuflight. Nos últimos 90 dias havia voado 78 horas, sendo 38 nos últimos 30 dias e 21 nos últimos 7 dias.

Os investigadores verificaram que o copiloto mostrou inúmeras dificuldades de aprendizado durante o período que permaneceu na empresa Sky King, seu emprego anterior. Dentre essas dificuldades destacam-se problemas no *Ground School* e no uso do simulador de voo. A falta de progresso adequado fez com que a empresa lhe desse a chance de observar o comportamento de tripulantes mais experientes voando como terceiro tripulante durante uma semana. Porém, mesmo após esse período, seu

desempenho permaneceu “significativamente abaixo do padrão aceitável”, sendo o contrato finalizado por “desempenho insatisfatório”.

Pela legislação americana a Execuflight era obrigada a consultar os documentos referentes a carreira do novo tripulante, especialmente os dados de desempenho alcançados no emprego anterior.

4.3 ROTINA DE TRABALHO ANTERIOR AO ACIDENTE

O voo onde ocorreu o acidente fazia parte de um conjunto de deslocamentos envolvendo o mesmo grupo de passageiros, a mesma aeronave e a mesma tripulação. A viagem havia começado na véspera, dia 9 de novembro de 2015, às 6h50, no aeroporto de Fort Lauderdale Executive Airport (FXE), na Flórida.

Decolando da Flórida, seguiram para St Paul (Minnesota), Moline (Illinois), St. Louis (Missuri) e Cincinnati (Ohio). O primeiro dia terminou com o pouso às 19h55 no Cincinnati Municipal Airport – Lunken Field (LUK). Segundo registros, neste dia a tripulação trabalhou de 5h50 da manhã até 20h30, incluindo o tempo de preparação para os voos e as providências pós-pouso.

No segundo dia, decolaram de Cincinnati com destino ao aeroporto de Dayton – Wright Brothers Airport (MGY), em Dayton, Ohio. A aeronave decolou de Lunken Field (Cincinnati) às 11h03, chegando em Dayton às 11h33. Em Dayton foi preenchido o plano de voo para Akron, estimando uma duração de 34 minutos e partida às 13h30. A aeronave foi abastecida às 11h45. Este seria o segundo voo do dia, e após retornariam para a Flórida encerrando as atividades.

A previsão inicial de decolagem de Dayton, às 13h30, sofreu um pequeno atraso. O comandante enviou mensagem de portas fechadas (*door closed*) para a Execuflight, indicando que estavam prontos para a partida, às 13h49. A decolagem ocorreu às 14h13.

Antes dessa sequência de voos iniciada no dia 9 de novembro, o comandante esteve de folga nos dias 6 e 7 de novembro. No dia 8 de novembro trabalhou de 7h50 às 13h05.

Já o copiloto fez uma viagem de dois dias (6 e 7 de novembro) entre Fort Lauderdale e Teterboro, em New Jersey. No dia 6 de novembro trabalhou entre 8h e 13h, permanecendo no hotel em New Jersey até meio dia do dia seguinte. A decolagem de Teterboro ocorreu às 17h20, pousando na Flórida às 20h06. Neste momento o copiloto seguiu em viagem noturna para o México, decolando às 20h40. A sua jornada só foi finalizada às 7h15 da manhã do dia 8 de novembro, já de volta aos EUA. Ou seja, de

17h20 do dia 7 de novembro até 7h15 da manhã do dia 8 de novembro, o copiloto esteve dedicado a empresa.

4.4 FADIGA

Breno Domingues destaca que *“a fadiga mental diminui os reflexos, a reação e a percepção de que está acontecendo, e reduz a nossa capacidade de acumular e processar as informações recebidas, aumentando consequentemente o risco na tomada de decisões”* (DOMINGUES, B., 2006).

Embora alguns comportamentos da tripulação do voo da Execuflight possam ser associados a fadiga, e que a rotina de trabalho do copiloto nos dias anteriores foi especialmente intensa, não foi possível para os investigadores comprovar o papel da fadiga neste evento. Peter Garrison destaca que a impossibilidade dos investigadores afirmarem a influência da fadiga na dinâmica do acidente é frequente, permanecendo apenas como um possível fator contribuinte (GARRISON, P., 2019a).

5 APROXIMAÇÃO

O procedimento de aproximação em Akron executado pelo voo 1526 no momento do acidente pode ser classificado como de “não-precisão”, ou *non-precision approach*. Este tipo de aproximação difere das chamadas “aproximações de precisão” em alguns aspectos, em especial quanto a rampa de descida. Nos procedimentos de precisão, emissores de rádio localizados próximos da pista indicam para a tripulação os rumos horizontal, em relação ao eixo da pista, e vertical (rampa de descida ou *glideslope*) ideais para o pouso. Ou seja, os pilotos sabem por meio dos instrumentos se estão alinhados com a pista (rumo horizontal) (Figura 1) e se estão na rampa de descida correta (rumo vertical) (Figura 2) No caso das aproximações de não-precisão, a tripulação conta apenas com informação eletrônica quanto ao eixo da pista (rumo horizontal), não dispondo do *glideslope*, de modo que não é possível saber com precisão se estão na rampa de aproximação ideal, ou abaixo ou acima dela. A informação de perfil ideal de descida consta apenas nas cartas de aproximação, de modo que a tripulação deve cruzar as informações do altímetro com os dados da carta ao longo da execução do procedimento.

Figura 1: Representação simplificada do eixo horizontal, garantindo alinhamento com a pista

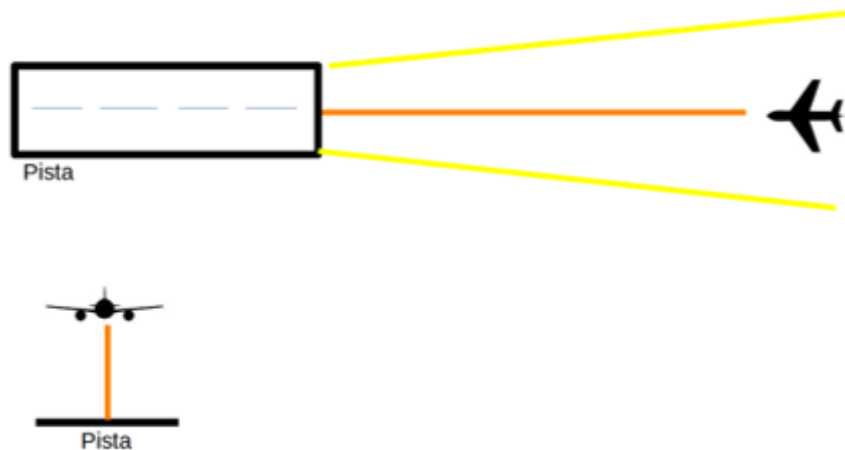


Figura 2 Representação simplificada do *glideslope*, a rampa ideal de descida



Na prática a técnica de pilotagem a ser empregada varia em função do tipo de aproximação que está sendo realizada: de precisão ou não. As diferenças são significativas, e deixar de compreendê-las eleva o risco do procedimento. A aeronave Hawker 700A, por exemplo, pode realizar aproximações de precisão empregando uma configuração de flapes de 45° a partir do momento que o perfil de descida (*glideslope*) é interceptado – ou seja, a partir do momento que a aeronave ingressa na rampa final de descida. Uma vez que a interceptação normalmente ocorre acima dos 1000 pés (agl), isso significa que o ajuste final dos flapes ocorre acima dessa altitude. Porém, para executar aproximações de não-precisão os pilotos da Execuflight eram treinados para seguir a técnica conhecida como “*step-down*” ou “*dive and drive*”. Nesta abordagem, o cruzamento do FAF ocorre com flapes 25°. A aeronave deve prosseguir a descida até a MDA, altitude na qual irá nivelar até alcançar a condição de “pouso assegurado” (ou

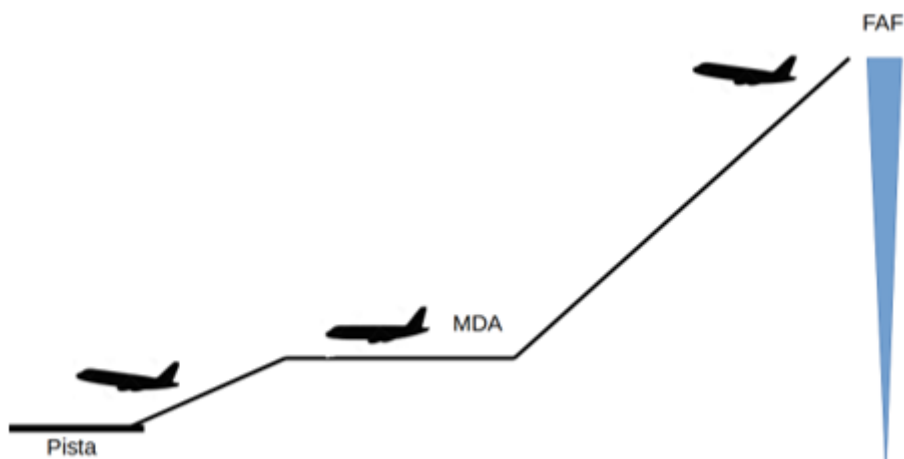
“runway assured”). Com o pouso garantido a tripulação aplica os flaps 45° e completa a descida diretamente para a pista. Ressalta-se que frequentemente a MDA encontra-se entre 400 e 500 pés agl, ou seja, bem abaixo dos 1000 pés. Assim, a técnica *step-down* na prática obriga a tripulação a mudar duas vezes a atitude da aeronave (de descida para voo nivelado, e de voo nivelado para descida) e alterar a configuração dos flaps abaixo dos 1000 pés agl. Essa técnica é discutida com mais detalhes no item seguinte.

5.1 STEP-DOWN

Em resumo, a *non-precision approach*, ou aproximação de não-precisão, é uma aproximação guiada lateralmente por instrumentos, porém sem orientação vertical (SKYBRARY, a). Ou seja, é possível para a tripulação verificar o correto alinhamento em relação ao eixo da pista, mas nenhuma informação é fornecida quanto a rampa de descida. Um significativo número de acidentes do tipo CFIT (*controlled flight into terrain*) já foram registrados durante a realização de aproximações deste tipo (SKYBRARY, a).

Nesta metodologia a tripulação cruza a FAF e inicia a descida até atingir a MDA. Nessa altitude a aeronave é então nivelada até que a pista seja avistada e o procedimento de pouso possa ser completado (Figura 3). Caso a pista não seja avistada até atingir o MAP (*missed approach point*), será iniciado o procedimento de aproximação perdida.

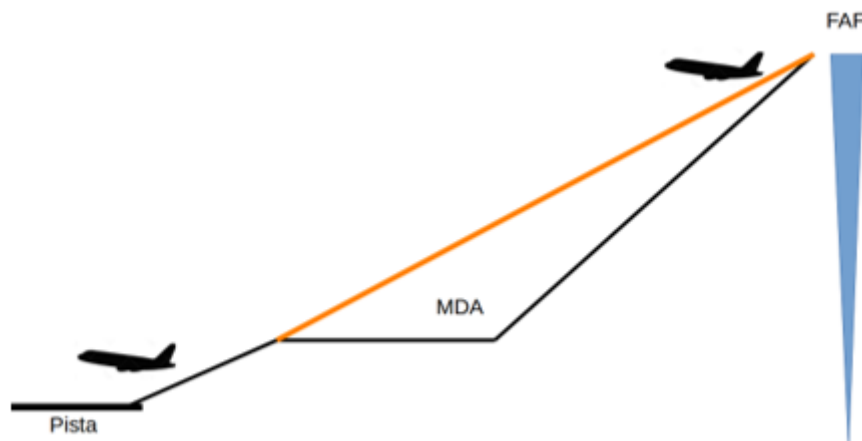
Figura 3: Técnica step-down para aproximação de não-precisão



Note que a razão de descida empregada entre o FAF e a MDA é uma opção da tripulação. Idealmente deve ser usada uma razão de descida que permita atingir a MDA a uma distância da cabeceira da pista igual a visibilidade mínima requerida na carta de

aproximação para a respectiva aeronave. O objetivo disso seria evitar a necessidade de nivelar tão próximo ao solo (Figura 4). Seja como for, a técnica “*step-down*” (ou “*dive and drive*”) exige mudanças na potência dos motores e na atitude da aeronave mesmo após a passagem pelo FAF. Isso eleva a carga de trabalho dos tripulantes e os ajustes são realizados com a aeronave cada vez mais próxima do solo – especialmente em condições meteorológicas ruins, quando a pista somente será avistada nos mínimos de aproximação.

Figura 4: Versão otimizada da técnica de step-down



Além da dificuldade intrínseca na aplicação da técnica de “*dive and drive*” em condições meteorológicas desfavoráveis, existem ainda importantes fatores humanos a considerar. Alguns pilotos tendem a tolerar descer “um pouco abaixo” da MDA, ou “avançar um pouco depois” do MAP, na tentativa de completar a aproximação. Outros, aceitam como referências visuais válidas algumas luzes ou edificações no terreno, porém sem realmente estabelecer contato visual com a pista. Todos estes desvios elevam o risco operacional, porém são tolerados por diversas razões, em especial o desejo de “completar a missão”. Ressalta-se que essa vontade pode ser estritamente pessoal ou ter origem na empresa aérea e/ou no cliente para o qual o serviço está sendo prestado.

5.2 APROXIMAÇÃO ESTABILIZADA

Para os investigadores da NTSB, mudanças de configuração da aeronave abaixo de 1000 pés agl contrariam as definições de aproximação estabilizada apresentadas nas normas AC 120-71A e AC 120-108. Em resumo, para a FAA uma aproximação IFR (*instrument flight rules*) de não-precisão (“*nonprecision IFR approach*”) é considerada estabilizada quando todos os critérios a seguir são mantidos abaixo de 1000 pés em relação ao solo:

- a aeronave está na proa correta
- a aeronave está corretamente configurada para o pouso
- após cruzar o FAF o piloto precisa fazer apenas correções normais de rumo e de ângulo de descida. Nivelar abaixo de 1000 pés não é recomendável.
- velocidade mantida na faixa adequada
- ajuste adequado da potência dos motores
- razão de descida não superior a 1000 pés por minuto. Se uma razão de descida maior que 1000 pés por minuto é planejada, então um *briefing* especial de aproximação deve ser previamente realizado. Se uma razão de descida superior a 1000 pés por minuto ocorrer de forma não planejada, o procedimento de aproximação perdida deve ser executado.

É importante ressaltar que quando os investigadores pediram para os instrutores da empresa de treinamento em simulador descrevessem os critérios de “aproximação estabilizada”, o detalhamento declarado possuía inúmeros conflitos com a norma AC 120-71A aqui descrita.

A partir dos critérios apresentados fica claro que a técnica de aproximação de não-precisão ensinada para os tripulantes da Execuflight não atendia os critérios de aproximação estabilizada. A partir desta conclusão, a NTSB recomendou a FAA que, juntamente com as operadoras e empresas responsáveis pelos treinamentos, elaborassem uma técnica de aproximação de não-precisão que estivesse alinhada com os requisitos formais de aproximação estabilizada.

Em 20 de janeiro de 2011 a FAA emitiu o documento AC 120-108 “*Continuous Descent Final Approach*” (CDFA). Essa técnica visa permitir uma descida contínua em aproximações de não precisão. O objetivo é substituir o método tradicional de “*step-down*” ou “*dive and drive*”, onde a descida é realizada em degraus. A técnica CDFA também é denominada “*constant-angle-of-descent*”, e atende os critérios de aproximação estabilizada estabelecidos pela FAA. Além de reduzir a carga de trabalho, a técnica CDFA torna o perfil de descida mais parecido com aquele empregado nas aproximações de precisão (“*precision approach operation*”).

Até a data do acidente a Execuflight não incluía a técnica CDFA em seu guia de treinamento. Os instrutores de simulador declararam que poderiam apresentar tal abordagem, mas não havia previsão para treinamento formal deste item.

5.2 CDFA

Conforme mencionado, aproximações de não-precisão também podem ser executadas empregando outra técnica, conhecida como CDFA. Nesta, a aeronave desce de forma contínua e constante desde o FAF até atingir 50 pés de altura sobre a marca de toque na pista, semelhante ao padrão da Figura 2. A norma AC 120-108 recomenda o uso da técnica CDFA para aproximações de não-precisão ao invés da abordagem denominada “*step-down*”. A metodologia CDFA minimizaria o risco de aproximações não estabilizadas e CFIT.

Desde 1995 a NTSB ressalta as vantagens da técnica CDFA, sendo foco de diversas recomendações de segurança encaminhadas para a FAA. Esta, em 2009, emitiu o documento SAFO 09011 recomendando que operadores Part 121 e Part 135 passassem a empregar a técnica CDFA em suas aproximações de não-precisão. A FAA contudo não proíbe ou impede o uso da abordagem “*step-down*”, considerando que ambas são prudentes e seguras, desde que corretamente aplicadas.

A CDFA é uma técnica coerente com os critérios de aproximação estabilizada declarados pela FAA. Tal abordagem permite as tripulações empregarem uma razão de descida constante ao longo da aproximação final. Na técnica de CDFA a razão de descida empregada após a FAF se mantém constante até quase o momento do pouso (SKYBRARY, b). Avaliando altura, distância horizontal até a pista e velocidade horizontal em relação ao solo se torna possível obter a razão de descida ideal. Nesta abordagem, caso a aeronave atinja a MDA sem ter a pista a vista será imediatamente iniciado o procedimento de aproximação perdida. A CDFA reduz a carga de trabalho na cabine, evita o sobrevoo a baixa altura e se mostra bastante semelhante ao perfil adotado em uma aproximação ILS (*instrument landing system*).

6 PROCEDIMENTOS E DESVIOS

O emprego da técnica de aproximação “*dive and drive*” por si só não é suficiente para explicar o acidente. Conforme reconhecido pela FAA, embora esta não seja a melhor metodologia, o seu uso é completamente seguro desde que os procedimentos sejam aplicados da forma correta. Entender o papel dos procedimentos e o comportamento humano diante deles se torna relevante.

“*Procedimentos operacionais padrão*” (POPs) ou “*standard operating procedure*” (SOPs) são amplamente reconhecidos como elemento básico na promoção da segurança operacional (CCPS, AIChE, 2007)(NOGUEIRA, HEIL DE ASSUNÇÃO,

VAZ JUNIOR, 2021). Um bom conjunto de procedimentos é uma medida eficaz para redução do erro operacional. A aderência aos procedimentos e *checklists* promove a ação coordenada por parte dos membros da tripulação, elevando seu desempenho. Os investigadores destacam que dados da indústria mostram que pilotos que se desviaram intencionalmente dos SOPs eram três vezes mais propensos a cometer outros tipos de erros, gerenciar equivocadamente erros e se encontrar em situações indesejadas em comparação com os pilotos que não se desviaram intencionalmente dos procedimentos (pág. 45, NTSB, 2016). Robert L. Sumwalt (pág. 75, NTSB, 2016) afirma que a falha em seguir procedimentos tem sido fator contribuinte na vasta maioria dos acidentes investigados ao longo da última década. A Flight Safety Foundation publicou, em 1999, estudo revelando que o não cumprimento intencional de procedimentos por parte da tripulação esteve presente em mais de 39% dos acidentes analisados ao redor do planeta (pag. 76, NTSB, 2006). Por outro lado, seguir procedimentos apresenta um efeito positivo para a segurança: um estudo da Boeing analisou 138 acidentes em voos de linha aérea regular ao longo de uma década. Estudando os fatores que poderiam ter prevenido cada um destes eventos verificou-se que seguir os procedimentos era a abordagem que aparecia no maior número de casos – 48% do total (págs. 76 e 77, NTSB, 2016)

Desde 2008, como resultado da investigação de acidente envolvendo aeronave Hawker 800A, prefixo N818MV (NTSB, 2011) (VAZ JUNIOR, C.A., 2021), a NTSB vem reforçando a necessidade da FAA estabelecer normas mais rígidas para operadoras em relação ao estabelecimento de SOPs e a garantia que suas tripulações efetivamente cumpram os procedimentos ao longo de todos os voos. A mesma demanda foi reforçada pela NTSB em 2014, e em 2015 a ação “*Strengthen Procedural Compliance*” foi incluída na lista de prioridades (“*2015 Most Wanted List*”)

No caso do acidente envolvendo a empresa Execuflight, a mesma contava com SOPs, mas foi constatado que a tripulação responsável frequentemente falhava no seu atendimento. Ao não acompanhar, verificar e checar a aderência aos SOPs por parte dos seus tripulantes durante voos regulares, a Execuflight pode ter acabado por estimular as tripulações a adotarem dois comportamentos distintos: um durante os treinamentos e checagens, e outro ao longo dos voos de rotina. Para os investigadores, a Execuflight não investia em meios para monitorar a operação diária de suas aeronaves e assim se tornava incapaz de detectar deficiências operacionais, como por exemplo, a baixa aderência aos procedimentos e *checklists*. O acompanhamento rotineiro é uma iniciativa pró-ativa, visando identificar falhas e não conformidades antes que as mesmas resultem em um

acidente. Na indústria química o acompanhamento diário pode ser feito por meio de indicadores pró-ativos (“*leading metrics*”) de desempenho em segurança (CCPS AIChE, 2011a). Indicadores pró-ativos buscam antecipar problemas e detectar desvios com potencial para contribuir na ocorrência de acidente futuro.

O documento FAA AC 120-82 apresenta a metodologia de Flight Operational Quality Assurance, muito usada por operadores Part 121 para verificar, continuamente, o desempenho de suas tripulações. Para a NTSB, um programa similar, caso estivesse sendo adotado na Execuflight, teria o potencial de detectar falhas em voos anteriores, criando a oportunidade de corrigi-los antes que viesse a resultar em acidente. O sistema de gestão da empresa aérea como um todo, e os procedimentos e checklists em particular, podem ser entendidos como barreiras de segurança eficazes. Porém, a integridade de cada uma das barreiras depende de um trabalho diário e rigoroso por parte de todos. O treinamento e a aderência aos procedimentos, por exemplo, garantem a integridade desta barreira. O CCPS debate mais profundamente a questão de como classificar procedimentos como barreiras de segurança e garantir sua integridade (CCPS AIChE, 2011b).

Uma vez entendida a relevância dos procedimentos operacionais para a segurança do voo, se torna fundamental detectar em quais momentos a tripulação do voo 1526 deixou de segui-los.

Primeiramente destaca-se que a empresa Execuflight indicava, ainda que informalmente, que durante o transporte de passageiros apenas o comandante deveria pilotar a aeronave (PF). O copiloto exerceria o papel de monitoramento (PM). Esse era um procedimento da operadora, visando potencialmente alcançar um maior rigor operacional e um nível superior de segurança. Porém, no voo aqui analisado este padrão informal não foi respeitado pela tripulação.

Outro desvio observado foi durante a execução do *briefing* de aproximação. De acordo com os procedimentos da empresa, este deveria ser realizado pelo próprio PF, de modo a elevar a sua consciência situacional e revisão mental sobre a sequência de ações a serem realizadas. Porém, no voo analisado o copiloto (PF) solicitou que o comandante (PM) realizasse o briefing. A decisão de deixar o piloto responsável pelo monitoramento (PM) realizar o *briefing* vai contra o Execuflight GOM (*general operations manual*). O objetivo dessa instrução é, na visão da NTSB, reforçar os requisitos da aproximação e os procedimentos a serem realizados pelo PF durante sua execução. O GOM declara ainda que: “*Os briefings da tripulação ajudam a padronizar a operação e estimulam o planejamento, supervisão, trabalho em equipe, integridade e redundância. Eles também*

são um meio de exigir que um piloto considere fatores que poderiam ser, de outro modo, negligenciados (pág. 28, NTSB, 2016).

Além de ter sido conduzido pelo PM, o *briefing* foi realizado de modo pouco estruturado, inconsistente e incompleto. A própria *checklist* de aproximação não foi completada. Valorização reduzida dos procedimentos e *checklists* é fator contribuinte presente em inúmeros acidentes, seja na aviação civil (VAZ JUNIOR, C.A., 2022), seja na indústria (CSB, 2007).

Na visão dos investigadores o *briefing* ocorreu de modo não estruturado e inconsistente, além de não seguir o SOP da Execuflight, que definia ser o PF a liderar o *briefing*. Além de ter sido interrompida seguidamente pelo ATC, a tripulação jamais teria concluído a atividade. Consultando o SOP da Execuflight os investigadores apontam vários tópicos requeridos pela empresa que não foram abordados pela tripulação.

É interessante observar que o *briefing* é o primeiro item do “*approach checklist*”. O objetivo deste item é garantir que o *briefing* foi executado e concluído antes das demais etapas da aproximação. De acordo com o GOM, os itens deveriam ser lidos em voz alta, um a um, sendo completados: “*os itens da lista de verificação serão lidos em voz alta e clara e a resposta adequada será igualmente clara e compreensível.*” No voo analisado os investigadores não encontraram registros deste tipo de ação.

A equipe da NTSB concluiu que, além do *briefing* ter sido executado de forma confusa e incompleta, a execução do *checklist* também deixou de seguir os padrões estabelecidos. A falha de execução destes requisitos teria feito com que os tripulantes não tivessem amplo e completo entendimento sobre a dinâmica do procedimento de aproximação que seria executado na sequência.

Outros desvios foram observados, tais como exceder a velocidade de 250 nós quando abaixo de 10.000 pés e na sequência impor velocidade menor que aquela indicada nos manuais quando informado da presença de tráfego a frente, colocando a aeronave em situação próxima de sofrer estol aerodinâmico.

Além de desvios na velocidade, outros foram observados quanto ao perfil vertical empregado. A aeronave cruzou o FAF a 2700 pés, ao invés de 2300 pés conforme previsto no procedimento de aproximação em vigor. Assim, foi necessário empregar uma razão de descida elevada (2000 pés por minuto) na tentativa de compensar este desvio e permitir completar a aproximação.

Na sequência, o PM não anunciou o cruzamento da MDA, conforme estabelecido nos manuais da empresa. Ainda de acordo com os procedimentos da Execuflight, ao

alcançar a MDA a aeronave somente deve prosseguir na descida caso esteja em uma aproximação estabilizada. O SOP da Execuflight estabelece que o procedimento de aproximação perdida (*missed approach*) deve ser executado se a aeronave alcançar 500 pés acima do solo e:

- a razão de descida for superior a 1000 pés / minuto
- estiver em velocidade inferior a V_{ref} (124 kt)
- os flapes não estejam regulados para 25°

Ao cruzar essa altitude a aeronave se encontrava com uma razão de descida de 830 pés / minuto, porém sua velocidade era de apenas 113 kt e os flapes estavam configurados em 45°. Ou seja, a aproximação não poderia ser considerada como estabilizada naquele instante, sendo indicado que o procedimento de aproximação perdida fosse iniciado – o que não aconteceu, pois neste momento o comandante instruiu o colega a descer abaixo da MDA mesmo sem estabelecer contato visual com a pista. Continuar uma aproximação não estabilizada na tentativa de corrigi-la e completar o pouso é atitude frequentemente associada a acidentes.

Finalmente, o papel desempenhado pelo PM, no caso o mais experiente dos dois tripulantes, torna-se confuso. Embora ciente dos desvios em relação a velocidade e do potencial impacto disto na segurança, o PM assumiu papel de “instrutor de voo”, tratando o PF como um aluno. Além desta não ser a função esperada para o comandante ao longo de um voo de transporte de passageiros, os investigadores mostram a ineficiência deste comportamento, sendo o comandante incapaz de garantir a segurança do voo. Além de deixar de agir de forma efetiva para corrigir os desvios de atuação do PF, o PM passou, nos instantes finais do voo, a induzir novos desvios, em especial descer abaixo da MDA.

Os inúmeros desvios praticados durante a operação indicam uma cultura de complacência e reduzida valorização das normas. Estes traços reforçam a necessidade de uma liderança forte e ações que fortaleçam a cultura de segurança. Uma cultura forte incorpora, na organização, o conceito de que os SOPs são eficazes contra o erro humano. Quando a própria organização revela baixa valorização dos procedimentos e dos padrões, os funcionários podem assumir que adesão ao SOP não é algo requerido na prática (CSB, 2007). Na época do acidente o cargo de diretor de operações da Execuflight estava vago. O diretor anterior havia deixado a empresa em fevereiro de 2015, e até novembro não havia sido indicado um substituto. O cargo de diretor de operações é requerido pela legislação americana para empresas que operam voos Part 135.

7 AJUSTE DOS FLAPES

Embora o ajuste dos flapes possa ser entendido como apenas mais um dos inúmeros desvios que contribuíram para o acidente, este desvio em especial resulta em complicações para a pilotagem da aeronave que impactaram diretamente no acidente. Para aproximações de não-precisão os manuais da Execuflight requerem o uso de ajuste de flapes em 25° durante a aproximação, até que a MDA seja alcançada e o pouso esteja assegurado. O copiloto, contudo, executou grande parte da aproximação com os flapes ajustados em 45°.

O *Training Program Manual* da Execuflight apresenta um padrão para ser usado por tripulantes executando aproximações de não-precisão. Inicialmente, ao ingressar na área do terminal, usar Vref (velocidade de referência)+50, flapes Up e trem de pouso recolhido. Nos estágios iniciais da aproximação usar Vref + 25, flapes 15°, e trem de pouso recolhido. Após 1 milha do FAF, usar Vref + 20, flapes 25 e trem de pouso estendido. Quando o pouso estiver assegurado, usar flapes 45° e Vref + 10, reduzindo para cruzar a cabeceira em Vref. Tanto os pilotos quanto os instrutores do simulador destacam que era normal, ao atingir a MDA, que a aeronave fosse nivelada nesta altitude e com flapes 25°, aguardando que o pouso estivesse assegurado para então usar flapes 45° e completar a aproximação.

Os investigadores questionaram sobre nivelar a aeronave já com os flapes em 45°. Um dos instrutores do simulador ressaltou que o desempenho do Hawker 700A ficava muito prejudicado quando ajustado para Flaps 45, em função do elevado atrito gerado (*“a lot of drag”*). Esse atrito obrigaria a usar mais potência dos motores de modo a manter o voo reto e nivelado com velocidade Vref + 10 e trem de pouso estendido. Sobre o mesmo tema, outro instrutor declarou não conhecer qualquer situação no programa de treinamento onde um piloto fosse ensinado a voar nivelado utilizando flapes 45°. Ele declarou que jamais faria isso, e nem estava certo sobre qual potência seria preciso empregar – *“envolveria muita potência, com muito arrasto, e se o piloto não estivesse prestando atenção a aeronave poderia desacelerar e estolar”* (pág. 30, NTSB, 2016).

O *Flight Manual*, na seção *“Landing Procedures”*, alerta que *“abaixar os flapes para 45° causa uma mudança de atitude de nariz para baixo e, devido ao arrasto extra, a razão de descida será aumentada, a menos que seja adicionada potência”*.

Uma vez que a aeronave empregada naquele voo não possuía *autothrottles*, os pilotos precisavam ajustar manualmente a potência dos motores para as várias fases do voo, especialmente para tentar manter o voo nivelado com flapes a 45°.

Moriarty (2015) discute o conceito de “modelo mental” que uma tripulação desenvolve em relação ao comportamento da aeronave. No caso do voo 1526 destaca-se que o uso de flapes 45° durante um longo trecho de aproximação não era comum. Ainda mais raro seria desenvolver voo nivelado em tal configuração. Mesmo os treinamentos em simulador também não incluíam o voo nivelado usando flapes a 45°. Deste modo, a tripulação possuía pouca ou nenhuma referência para configurar a potência dos motores para este cenário. Peter Garrison (2019b) discute como a familiaridade do piloto com a aeronave impacta no seu modo de pilotar: “Há familiaridade com as características de manuseio (da aeronave): se, por exemplo, um determinado tipo (de aeronave) se inclina para cima ou para baixo com a deflexão dos flapes. Há memória muscular, sabendo quanto esforço será necessário para subir ou desviar, e reduzir a marcha (dos motores)(...)”

Os investigadores ressaltam ainda que existe alguma demora entre o momento que as manetes dos motores são avançadas, comandando a aceleração, e o instante em que os motores possam, efetivamente, a entregar maior potência. Ou seja, é possível que o copiloto tenha comandado a aceleração demasiadamente tarde, não havendo tempo hábil de evitar a colisão contra as edificações.

8 CONCLUSÕES

Embora o arranjo aqui adotado para estudar o acidente seja a separação em itens, onde cada fator contribuinte é analisado em trechos específicos do texto para fins didáticos, é na visão global que se encontra o maior aprendizado gerado por este evento. Enquanto os fatores isoladamente pudessem ser gerenciados e mitigados sem maior esforço, sua ação combinada resultou em um quadro especialmente desafiador. Identificar o escalonamento dos problemas, e tentar resolvê-los separadamente ao mesmo tempo que se mantém a percepção de conjunto é um aprendizado valioso. Treinamentos em modernos simuladores permitem reproduzir os mais complexos problemas e panes, desafiando, em total segurança, as tripulações. A contribuição dos simuladores na formação e capacitação de tripulações é inegável. Contudo, mesmo estes sofisticados treinamentos raramente são aplicados de forma a reproduzir todos os fatores contribuintes associados ao acidente aqui analisado. Ou seja, a complexidade do voo real e suas múltiplas conjunturas supera, em dificuldade, os cenários simulados durante os treinamentos.

Compreender como a união de inúmeros fatores contribuintes pode rapidamente elevar o nível de risco e se transformar em um quadro desafiador mesmo para tripulações experientes é a principal contribuição deste texto. Treinamentos cujo foco é no tratamento de problemas e panes específicas precisam ser completados por uma visão mais ampla e global, promovendo nos tripulantes a capacidade de gerenciar e perceber o cenário como um todo.

AGRADECIMENTO

Este autor gostaria de agradecer o suporte, dedicação e trabalho incansável de F. Tigran, sem o qual a construção deste texto não teria sido possível.

REFERÊNCIAS

(CCPS, AIChE, 2007): Center for Chemical Process Safety / American Institute of Chemical Engineers (CCPS / AIChE), “Guidelines for Risk Based Process Safety”, 1ª Edição, 2007, Editora Wiley, ISBN: 978-0470165690.

(CCPS, AIChE, 2011a): Center for Chemical Process Safety / American Institute of Chemical Engineers (CCPS / AIChE), “Process Safety Leading and Lagging Metrics”, 2011.

Disponível em:

https://www.aiche.org/sites/default/files/docs/pages/CCPS_ProcessSafety_Lagging_2011_2-24.pdf

(CCPS, AIChE, 2011b): Center for Chemical Process Safety / American Institute of Chemical Engineers (CCPS / AIChE), “Layer of Protection Analysis: Simplified Process Risk Assessment”, 1ª Edição, 2011, Editora Wiley, ISBN: 978-0816908110

(CSB, 2007): Chemical Safety Board (CSB), “BP Texas City, 2005, Investigation Report”. nº 2005-04-I-TX. 2007.

Disponível em:

<https://www.csb.gov/bp-america-refinery-explosion/>

(DOMINGUES, B., 2006): Breno Domingues, “Nível 350 – Concentração nos instrumentos” pag 64. **Aero Magazine**, junho de 2006, nº 145, Ano 13. Spring Editora

(GARRISON, P, 2019a): Peter Garrison, “Pilot’s Discretion”, págs. 26 a 28. **Flying Magazine** Novembro de 2019, vol 148, issue 10, Bornier Corporation

(GARRISON, P. 2019b): Peter Garrison, “Between Procedure and Instinct” pag 26. **Flying Magazine**. Dezembro de 2019, vol. 148, issue 11, Bornier Corporation

MORIARTY, D., 2015): David Moriarty, “Practical Human Factors for Pilots”, 1ª Edição, 2015. Editora Academic Press. ISBN: 978-0124202443.

(NOGUEIRA, HEIL DE ASSUNÇÃO, VAZ JUNIOR, 2021): André Moreira Nogueira, Marina Heil de Assunção, Carlos André Vaz Junior, “Panorama Geral de um Sistema de Gestão de Segurança de Processos Baseado no Risco (RBPS) no Contexto da Indústria Química”. 2021, Brazilian Journal of Development, ISSN: 2525-876179211, Curitiba, v.7, n.8, p.79210-79240.

Disponível em:

<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/34227/pdf>

(NTSB, 2011): 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”

Disponível em:

<https://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Reports/AAR1101.pdf>

(NTSB, 2016): National Transportation Safety Board, “Crash During Nonprecision Instrument Approach to Landing, Execuflight Flight 1526, British Aerospace HS 125-

700A, N237WR, Akron, Ohio, November 10, 2015 - Accident Report NTSB/AAR-16/03 PB2016-104168”. 2016.

Disponível em:

<https://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Reports/AAR1603.pdf>

(SKYBRARY, a): SKYbrary, “Non-Precision Approach”.

Disponível em:

<https://skybrary.aero/articles/non-precision-approach>

(SKYBRARY, b): SKYbrary, “Continuous Descent Final Approach (CDFA)”.

Disponível em:

<https://skybrary.aero/articles/continuous-descent-final-approach-cdfa>

(VAZ JUNIOR, C.A., 2022): Carlos André Vaz Junior, “Eficiência das Barreiras Humanas de Segurança Diante da Tolerância ao Desvio na Aviação: Estudo de Caso”. *Brazilian Journal of Development*, 2022, ISSN: 2525-87616711, Curitiba, v.8, n.1, p.6711-6740.

Disponível em:

<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/43228/pdf>

(VAZ JUNIOR, C.A., 2021): Carlos André Vaz Junior, “Comportamento Humano e Tomada de Decisão: Estudo de Caso de Acidente em Empresa de Táxi Aéreo”. *Brazilian Journal of Development*, 2021, ISSN: 2525-87616711, Curitiba, v.7, n.3, p. 25971-26004

Disponível em:

<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/26348>