

## Comportamento Humano e Tomada de Decisão: Estudo de Caso de Acidente em Empresa de Táxi Aéreo

### Human Behavior and Decision Making: A Case Study of an Accident at an Air Taxi Company

DOI:10.34117/bjdv7n3-346

Recebimento dos originais: 08/02/2021

Aceitação para publicação: 12/03/2021

#### Carlos André Vaz Junior

Especialista em Gerenciamento de Segurança de Processos  
Engenheiro de Segurança do Trabalho, Engenheiro Químico e Doutor em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.  
Escola de Química / 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.br

#### RESUMO

Sistemas complexos e fortemente seguros, tais como aviação civil, apresentam desafios particulares para profissionais de segurança. O número reduzido de acidentes por vezes mascara problemas operacionais graves. Desvios comportamentais, falhas sistêmicas e organizacionais, complacência e tolerância podem permanecer ocultos durante muitos meses ou anos, até que algo grave aconteça. Diante da ausência de acidentes, gestores podem se tornar complacentes e tolerar comportamentos ruins por parte de suas equipes, ou outras falhas organizacionais, que somente serão percebidas e modificadas após a investigação de um acidente. O relatório final de investigação é uma peça valiosa na prevenção de eventos futuros e na promoção da segurança. É com este objetivo que o presente artigo detalha a dinâmica do acidente envolvendo aeronave de táxi aéreo operada pela empresa americana East Coast Jets. O acidente, ocorrido em 2008, foi investigado pela NTSB (2011) e o relatório final oficial gerado foi usado como base para este artigo. Dentre os fatores contribuintes destacam-se o processo de tomada de decisão em situações críticas, a gestão de risco ao longo do voo, a tolerância aos desvios comportamentais, tanto por parte dos tripulantes quanto da organização. No caso do voo East Coast Jets 81, aqui analisado, mesmo diante da piora significativa nas condições meteorológicas no destino, o piloto optou por manter seu planejamento original, decidido anteriormente com base em condições distintas. O piloto, fixado em seu objetivo original, realizou pouca ou nenhuma avaliação sobre as novas condições operacionais e o novo nível de risco, mostrando falhas no gerenciamento de risco operacional. Apoiado por política informal estabelecida pela East Coast Jets, o piloto deslocou o copiloto para executar tarefas de menor relevância. Isso, na prática, levava o voo 81 para uma condição de *single-pilot*, elevando a carga de trabalho do piloto e, deste modo, sua chance de cometer erros. Uma falha humana durante o pouso impediu que o piloto acionasse, rapidamente, o dispositivo de freio aerodinâmico, prejudicando a performance de frenagem da aeronave e comprometendo o pouso. A falha gerou uma situação crítica, exigindo decisões e ações rápidas, algo que o copiloto, deslocado, não tinha como realizar. A fadiga de ambos os tripulantes também foi avaliada pelos investigadores. Enquanto o erro humano é inerente ao ser humano, o uso inteligente, planejado e adequado dos recursos disponíveis é capaz de prevenir erros e, mesmo quando

o erro ocorrer, sua recuperação será mais rápida e tranquila – princípio fundamental da resiliência.

**Palavras-Chave:** comportamento humano, tomada de decisão, táxi aéreo, segurança na aviação.

## **ABSTRACT**

Complex and strongly safe systems, such as civil aviation, present particular challenges for safety professionals. The small number of accidents sometimes masks serious operational problems. Behavioral deviations, systemic and organizational failures, complacency, and tolerance may remain hidden for many months or years until something serious happens. In the absence of accidents, managers may become complacent and tolerate bad behavior by their teams, or other organizational failures, that will only be noticed and modified after an accident investigation. The final investigation report is a valuable piece in preventing future events and promoting safety. It is with this objective that the present article details the dynamics of the accident involving air cab aircraft operated by the American company East Coast Jets. The accident, which occurred in 2008, was investigated by the NTSB (2011) and the official final report generated was used as the basis for this article. Among the contributing factors are the decision-making process in critical situations, risk management throughout the flight, tolerance to behavioral deviations, both on the part of the crew members and the organization. In the case of the East Coast Jets 81 flight analyzed here, even in the face of significantly worsening weather conditions at the destination, the pilot chose to maintain his original planning, previously decided based on different conditions. The pilot, fixated on his original objective, performed little or no assessment of the new operating conditions and the new level of risk, showing shortcomings in operational risk management. Supported by informal policy established by East Coast Jets, the pilot shifted the copilot to perform minor tasks. This in effect brought Flight 81 to a single-pilot condition, increasing the pilot's workload and thus his chance of making mistakes. A human error during the landing prevented the pilot from quickly activating the air brake device, jeopardizing the aircraft's braking performance and compromising the landing. The failure generated a critical situation, requiring decisions and quick actions, something that the copilot, displaced, had no way to perform. The fatigue of both crew members was also assessed by the investigators. While human error is inherent to the human being, the intelligent, planned, and adequate use of available resources is able to prevent errors, and even when the error occurs, its recovery will be faster and smoother - a fundamental principle of resilience.

**Keywords:** human behavior, decision making, air cab, aviation safety.

## **1 INTRODUÇÃO**

Enquanto a ausência de acidentes não é garantia de um sistema seguro, a ocorrência de um sinistro expõe falhas que devem ser analisadas. Mais do que encontrar culpados ou punir responsáveis, a investigação visa definir fatores contribuintes e, principalmente, evitar que eventos similares voltem a ocorrer. É com este enfoque preventivo que o presente texto

discute a investigação de acidente envolvendo o voo 81 da empresa de táxi aéreo East Coast Jets, ocorrido nos Estados Unidos, em 2008.

O território brasileiro apresenta dimensões continentais, de modo que deslocamentos terrestres entre cidades localizadas em diferentes regiões podem demandar dias, tornando-se uma viagem extensa, demorada, cansativa e, algumas vezes, perigosa. Por outro lado, a malha aérea comercial regular nacional atende somente uma pequena parcela dos aeroportos existentes (ABAG, s.d.). Mesmo a aviação regional não consegue ampliar fortemente sua rede de atuação e se manter economicamente viável. Para empresas que precisam estar presentes em todo o território nacional, a busca por um deslocamento eficiente para seus funcionários, gestores e líderes é um desafio que, por vezes, passa pelo táxi aéreo. Ao fazer uso do transporte aéreo privado, seus representantes podem visitar inúmeras cidades em um único dia, maximizando sua produtividade. A aeronave se torna uma ferramenta de trabalho, promovendo desenvolvimento, lucro e criação de empregos.

Dada a importância do serviço de táxi aéreo no Brasil, um dos maiores mercados de aviação executiva do mundo (ABAG, s.d.), o estudo de acidentes envolvendo aeronaves deste modal se torna pertinente. Embora existam inegáveis particularidades que separam a operação aérea nos Estados Unidos e no Brasil, alguns dos fatores contribuintes e oportunidades de melhoria indicados pela NTSB (National Transportation Safety Board) no relatório final de investigação do acidente do voo 81 da East Coast Jets (NTSB, 2011) podem ser aplicados para a realidade brasileira.

O presente artigo, baseado no relatório oficial emitido pela NTSB, encontra-se dividido em catorze itens. Após esta introdução, o item seguinte apresenta uma descrição geral da dinâmica do acidente do voo 81, permitindo uma compreensão ampla do que ocorreu. Após, os itens detalham a aeronave empregada, tripulação envolvida, empresa, condições meteorológicas e aeroporto de destino. Na sequência, o acidente é detalhado no item “Análise do Voo”, avaliando decisões e escolhas realizadas pelos tripulantes e suas consequências. Finalmente, os itens “Modelagem Matemática”, “Fadiga e Sono”, “Procedimentos” e “CRM e Treinamento” aprofundam-se em fatores contribuintes específicos, gerando lições aprendidas. Conclusões e bibliografia encerram o texto.

## **2 VOO EAST COAST JETS 81**

A empresa East Coast Jets operava voos sobre demanda nos Estados Unidos, conhecidos como Part 135 em função de serem regidos pela legislação norte-americana “*14 Code of Federal Regulations / Part 135*” (FAA, 2020). Em 31 de julho de 2008 o voo 81

faria a ligação entre as cidades de Atlantic City, Nova Jersey e Owatonna, Minnesota. A aeronave a ser utilizada era um jato executivo modelo Hawker Beechcraft Corporation 125-800A, prefixo N818MV. O voo transportaria seis passageiros, e seria operado por dois tripulantes: o comandante, que faria o papel de *pilot-flying* (PF), e o copiloto como *pilot-monitoring* (PM).

A aeronave decolou de Atlantic City (ACY) às 7h13 da manhã com destino ao aeroporto Owatonna Degner Regional Airport, em Owatonna, Minnesota. Este era o segundo voo do dia, realizado por essa mesma aeronave e tripulação. O primeiro voo foi ligando a cidade de Allentown, Pennsylvania, e Atlantic City. Este primeiro voo decolou às 6h da manhã daquele dia, transportando apenas a tripulação. A programação completa dos tripulantes para aquele dia era composta por cinco etapas, de modo que a ligação de Atlantic City e Owatonna era apenas a segunda perna programada.

O voo de Atlantic City até Owatonna transcorreu normalmente até a aproximação no destino. Às 9h22, pouco mais de uma hora após a decolagem, o controle de tráfego aéreo de Minneapolis (*Minneapolis Air Route Traffic Control Center – ARTCC*) autorizou descida para o nível FL240 (aproximadamente 24000 pés de altitude). Dois minutos após (9h24) os tripulantes escutaram as informações meteorológicas (*Automated Weather Observation System – AWOS*) do aeroporto de Atlantic City. A indicação era de vento calmo, visibilidade de 10 milhas, porém com presença de tempestades, chuva e descargas atmosféricas nas proximidades.

A deterioração das condições atmosféricas foi confirmada na mensagem seguinte do controle de tráfego aéreo (*Air Traffic Control - ATC*), às 9h25, questionando se a tripulação avistava chuva forte 20 milhas a frente. A resposta do copiloto foi: “*Yeah, we’re paintin’ it here*”. O controlador reforçou o alerta: “*I don’t recommend you go through it. I’ve had noboy go through it*”, indicando desvio a direita (NTSB, 2011). O desvio foi aceito pelo copiloto.

Às 9h27 o ATC parecia continuar preocupado com as condições meteorológicas em rota, questionando a tripulação sobre suas intenções e acrescentando: “*I can’t even give you a good recommendation right now*”. Os pilotos informaram que iriam continuar, e foram liberados para descer até o nível FL190.

Em conversa interna na cabine o comandante (PF) demonstra pressa: “*I didn’t really hear what he was sayin’... whether we’re on approach control... What difference does it make? All I care is above 10 and we go fast so we can get around this thing*” (9h27) (NTSB,

2011). Logo após o ATC autorizou descida para 14000 pés (msl – *mean sea level*, nível médio do mar).

Três minutos após (9h30), o piloto fala com o colega de *cockpit*: “*What do you mean what are my intentions? Get me around this... So I can go to the field... I ain’t gonna turn around and go home*”, mostrando forte intenção de seguir em frente e completar o voo conforme planejado, sem ser atrapalhado pelo mau tempo. Neste momento a gravação de sons da cabine (*Cockpit voice recorder - CVR*) já registra o impacto da chuva no para-brisa.

Pouco depois de 9h32 o voo East Coast 81 é transferido para o controle de aproximação de Minneapolis. Na sequência, às 9h33, o copiloto passa a tentar se comunicar por rádio com os funcionários da companhia no solo (*Fixed Based Operator – FBO*). Enquanto o copiloto tenta estabelecer contato, o piloto se comunica com o ATC. Às 9h34 o voo é transferido para o *Rochester Approach Control*. O controle de aproximação libera descida até 7000 pés, e fornece os vetores para iniciar aproximação por instrumentos (*Instrument Landing System – ILS*), pista 30, aeroporto de Owatonna.

Às 9h35 o piloto volta a expressar sua pressa: “*let’s do the approaches real quick*”. Os investigadores acreditam que esta frase se referia a execução do *checklist* de aproximação (NTSB, 2011). O copiloto anuncia: “*Approach briefing*”, o que é respondido pelo comandante apenas com: “*it’s gonna be the ILS to three zero*”.

Às 9h37 o ATC autorizou o voo 81 a descer para 3000 pés, e informou as condições meteorológicas no aeroporto de destino: vento de 320° com 8 nós, visibilidade de 10 milhas ou mais, tempestade, nuvens a 3700 pés e 5000 pés, além da presença de descargas atmosféricas nas proximidades. O ATC ressaltou que estes dados se referiam a situação observada 20 minutos antes.

Às 9h38 o ATC reforçou a presença de chuva leve durante o restante da aproximação, assim como núcleos de tempestade nas proximidades. O copiloto conformou a informação e falou para o colega a esquerda: “*The sooner you get us there the better*”.

Logo depois, às 9h38:50 o comandante declara: “*Approach are done*”, sendo confirmado pelo copiloto: “*Approaches are done*”. Quanto a aeronave se aproxima de 3000 pés de altitude o copiloto (PM) informa que tentaria novamente entrar em contato com os funcionários da companhia no solo.

Às 9h39:58 o comandante (PF) declara “*flaps one*”, o que é confirmado pelo colega. O *pilot-flying* solicita que o copiloto cheque se o localizador (ILS) está sintonizado adequadamente.

Logo na sequência (9h40:21) o ATC autorizou o voo 81 a interceptar o localizador da pista 30. O *pilot-monitoring* confirmou que o localizador estava corretamente sintonizado, e em resposta o comandante instruiu o colega a voltar a chamar o FBO.

Na sequência, às 9h42:00, o piloto informa visual com a pista e cancela o plano de voo por instrumentos (*Instrument Flight Rule - IFR*), seguindo em regra visual (*Visual Flight Rule – VFR*).

Às 9h42:09 finalmente o copiloto consegue estabelecer contato com o pessoal de solo, e começa a discutir sobre os procedimentos de desembarque dos passageiros e abastecimento. O diálogo se alonga até 9h42:38. Enquanto o tripulante fala por rádio com o FBO, o CVR (*Cockpit Voice Recorder*) registra o som característico do trem de pouso sendo baixado (9h42:22), e o piloto executa o *checklist Before Landing* (9h42:37), porém sem informar ao colega o início desta atividade.

Às 9h43:05 o *pilot-flying* anuncia “*flaps two*”.

Às 9h43:36 a voz eletrônica do EGPWS (*Enhanced Ground Proximity Warning System* – sistema de alerta de proximidade com o solo) anuncia “*one thousand*”, referindo-se a altura em relação ao solo, em pés. Às 9h44:25 o sistema anuncia “*four hundred*”. Logo após o comandante informa o colega sobre seus planos: “*I’m goin’ right to the tiller and the brakes*”.

Às 9h44:32 o EGPWS anuncia “*three hundred*”, e às 9h44:47, “*two minimums minimums*”. Neste momento o copiloto executa os últimos itens do *Before Landing Checklist*. Às 9h45:04 o CVR registra o som dos pneus em contato com a pista. Após 2,5 segundos registra-se o som da abertura dos *air brakes*, também denominados *speed brakes*.

Às 9h45:08 o copiloto declara: “*(we’re) dumped*”, para imediatamente após corrigir: “*we’re not dumped*”. “*Dump*” refere-se a um sistema disponível naquela aeronave que, por meio do deslocamento de superfícies móveis presentes nas asas, elevava o arrasto, aumentando a capacidade de frenagem no solo. Trata-se de sistema de frenagem auxiliar, utilizado somente no solo. Um segundo e meio após, o comandante confirma: “*no, we’re not*”, ou seja, que o sistema não estava ativo, e então o CVR (*cockpit voice recorder*) registra o som do recurso sendo ativado.

A partir deste instante os tripulantes permanecem em silêncio, até que 10 segundos após (17 segundos após o primeiro toque na pista), o CVR registra o som do *air brake* sendo recolhido. O piloto anuncia “*flaps*”, e o ruído do aumento de rotação dos motores é registrado.

Às 9h45:27 o piloto fala “*here we go... Not flyin’... Not flyin’*”. Um alarme na cabine alerta para a inclinação da aeronave (“*bank angle, bank angle*”). A aeronave colide contra o solo e o CVR para de gravar às 9h45:45.

Após os acidente os investigadores da NTSB puderam verificar que a aeronave, ainda no solo, ultrapassou a extensão da pista em 978 pés, com seus trens de pouso deixando marcas no terreno. Logo após, ganhou alguns metros de altitude, porém não o suficiente para evitar a colisão contra as antenas do ILS, posicionadas no alinhamento da pista. O choque contra a estrutura das antenas trouxe a aeronave de volta para o solo. A queda foi fatal para os seis passageiros e dois tripulantes.

### 3 TRIPULAÇÃO

#### 3.1 PILOTO

O piloto tinha quarenta anos de idade, e estava na empresa a três anos e meio. Seu emprego anterior na área da aviação teria sido como instrutor de voo, pelo período de um ano e meio. Na data do acidente ele possuía 3600 horas de voo totais, sendo 2763 horas como piloto em comando (PIC). Apresentava 1188 horas em aeronave tipo Hawker Beechcraft 125-800A e 874 horas em aeronave modelo Learjet. Nos últimos 90 dias havia voado 110 horas, sendo 24 horas nos últimos 30 dias. O tripulante esteve de folga nas 72 horas anteriores ao voo do acidente.

Não existia registro de incidente ou acidente envolvendo o piloto ao longo de sua carreira. O relatório final da NTSB ressalta, porém, o padrão de sono do comandante, bastante incomum. A partir de informações obtidas com sua namorada, os investigadores souberam que em geral o piloto ia dormir entre 22h e 22h30, podendo dormir até às 10h da manhã do dia seguinte. Ele tinha ainda o hábito de fazer um cochilo entre meio-dia e 14h30 ou 15h, todas as tardes. Colegas da empresa confirmaram este costume.

Ainda segundo sua namorada, na noite anterior ao acidente o comandante foi dormir por volta de meia-noite, após um jogo de pôquer. Em função do horário do primeiro voo na manhã seguinte, ele precisou acordar entre 4h45 e 5h da manhã.

#### 3.2 COPILOTO

O copiloto possuía vinte e sete anos de idade na época do acidente, e estava na empresa a menos de um ano – de outubro de 2007 até julho de 2008, quando ocorreu o acidente. Toda sua documentação estava adequada. Antes deste emprego, o copiloto teria realizado todo o treinamento para trabalhar na empresa Colgan Air, no início de 2005.

Porém, ao saber que precisaria morar em outro estado, recusou o trabalho. Meses após esta desistência, ele trabalhou para uma corporação localizada em Allentown, Pensilvânia, voando aeronaves modelo Cessna.

Até a data do acidente o tripulante apresentava 1454 horas de voo, sendo 295 horas como *second-in-command* no modelo Hawker Beechcraft 125-800 e 2 horas no modelo Learjet. Apresentava ainda 951 horas totais como piloto em comando. Nos últimos 90 dias havia voado 86 horas, sendo 27 horas registradas nos últimos 30 dias. Do mesmo modo que o piloto, ele também esteve de folga nas 72 horas anteriores ao acidente. Não havia registro de acidente ou incidente ao longo de sua carreira.

Em relação ao padrão de sono do copiloto os investigadores verificaram com sua noiva que o mesmo costumava ir para a cama por volta de 23h30, e acordar às 8h30. Contudo, ciente de que precisava acordar às 5h na manhã do acidente, o tripulante foi dormir mais cedo naquela noite, às 23h. Ainda segundo sua noiva, o copiloto algumas vezes tinha problemas para dormir na noite anterior a um voo. Nestes casos, era comum ele tomar remédio para dormir (Zolpidem). No caso da noite anterior ao acidente, o tripulante tomou o remédio fornecido pela sua noiva, uma vez que ele não dispunha de receita médica. O copiloto jamais procurou apoio médico para tratar de sua dificuldade para dormir.

A autópsia realizada no corpo do copiloto confirmou o uso do medicamento Zolpidem.

## 4 A EMPRESA

A empresa East Coast Jets iniciou suas operações em outubro de 1999, realizando voos sobre demanda - regulamento Part 135 nos EUA (FAA, 2020), semelhante ao RBAC 135 no Brasil (ANAC, 2019). Na época do acidente a East Coast Jets operava quatro Hawker Beechcraft 125-800A, três Learjet 35 e três Learjet 55, e empregava 22 tripulantes (pilotos e copilotos). Não havia registro de acidentes envolvendo a empresa até aquele momento.

### 4.1 CONTRATAÇÃO

Era comum que a empresa contratasse tripulantes diretamente de uma escola de formação de pilotos local. Neste caso, em geral os formandos dispunham de 1500 horas de voo. Os recém-contratados iniciavam suas atividades na empresa como copiloto de Learjet, passando depois para copiloto de Hawker Beechcraft. Na sequência, assumiam a pilotagem do modelo Learjet, e finalmente, o assento da esquerda do Hawker Beechcraft.

Contratar pilotos jovens, recém saídos da escola de formação, colocava os colegas mais experientes em uma situação delicada no *cockpit*. Um piloto revelou para os investigadores da NTSB que a situação demandava boa dose de conversa e “*baby-sitting*”, mas que “após um período, já era possível passar tarefas para eles com menos supervisão” (NTSB, 2011). O diretor de operações da East Coast Jets apresentava visão semelhante: para ele, no início os copilotos eram informados para apenas “sentar” e “não tocar em nada”.

#### 4.2 TREINAMENTO

O treinamento das tripulações era realizado na empresa Simcom International, uma *training school* regularmente registrada. A East Coast Jets não possuía seus próprios SOPs (*Standard Operating Procedures*), de modo que usava os documentos da Simcom durante os treinamentos. Ou seja, o GOM (*General Operations Manual*) da East Coast Jets não possuía SOPs, o que é autorizado pela legislação americana para operadores Part 135.

Em termos normativos, o conteúdo do SOP era descrito no apêndice 1 da AC 120-71A (FAA, 2003), em vigor na época do acidente, mas já cancelada. O documento inclui, dentre outros pontos, disciplina na cabine e o conceito de “*cockpit* estéril”. Este conceito busca evitar distrações na cabine de comando quando a aeronave encontra-se a menos de 10 mil pés do solo, suprimindo conversas paralelas, como programação do jantar, dias de folga ou futebol no final de semana, ou solução de problemas que não são urgente, como as condições meteorológicas que serão encontradas no voo seguinte, ou o procedimento de abastecimento no solo. O conceito de *cockpit* estéril busca garantir foco máximo por parte da tripulação. O SOP também trata de CRM (*crew resource management*), procedimentos para aproximação perdida (*missed approach*) e arremetida (*go-around*).

Operadores Part 135 não eram obrigados a implementar treinamento de CRM para suas tripulações. Os instrutores da Simcom informaram que até tratavam do tema durante os treinamentos, mas não havia um currículo formal, atendendo as mesmas exigências do treinamento de pilotos em operadoras Part 121 – companhias aéreas comerciais com voos regulares. O GOM da East Coast Jets também não tratava de CRM. O emprego correto, ou não, dos recursos disponíveis por parte dos tripulantes pode representar a diferença entre um voo seguro ou um acidente, tal qual ocorrido nos voos LNI043 e LNI610, ambos envolvendo aeronave Boeing 737-8 MAX – o primeiro pousou com sucesso apesar das falhas de automação, enquanto o segundo resultou em catastrófico acidente (VAZ JUNIOR, 2019-A).

Visando maximizar o uso dos recursos, sejam humanos, de *software* ou de *hardware*, o conceito de CRM vem se desenvolvendo intensamente no setor aeronáutico (SALAS e MAURINO, 2010). Inicialmente pensado como *Cockpit Resource Management*, ou seja, recursos do *cockpit*, foi posteriormente ampliado para *Crew Resource Management*, incluindo não apenas os pilotos como também toda a tripulação. Atualmente, a visão de *Company Resource Management*, ou *Corporation Resource Management*, como modo de incorporar pessoal de solo e manutenção, já é encontrada na literatura (RICHARD, 2016).

Embora não possuísse SOP, a East Coast Jets contava com *checklists* próprios. Os investigadores verificaram que alguns tripulantes levavam os *checklists* da empresa para o treinamento, possibilitando que o treino fosse feito empregando este material. Porém, outros usavam o material da escola de aviação – que era distinto daquele empregado na East Coast Jets. Ou seja, estes tripulantes treinavam com um documento e voavam com outro. No caso dos tripulantes do voo 81, o piloto havia trazido os *checklists* da East Coast Jets em sua seção de treinamento mais recente, porém o copiloto não. Ambos treinaram em momentos diferentes.

Comparando os *checklists* das duas empresas é possível encontrar diferenças, tais como o *Descent Checklist* da East Coast Jets era classificado como “*silent check*”, ou seja, seu início devia ser anunciado em voz alta, mas os itens eram executados em silêncio. Por outro lado, nenhum *checklist* da Simcom era classificado como “*silent check*”.

Outra diferença é a ausência do item “*maintain sterile cockpit below 10000 feet above airport surface*” no documento da East Coast Jets. Este item estava presente no *checklist* da escola de aviação, e atende ao regulamento 14 CFR 135.100 (e-CFR (A)) reproduzido abaixo:

*(c) For the purposes of this section, critical phases of flight includes all ground operations involving taxi, takeoff and landing, and all other flight operations conducted below 10,000 feet, except cruise flight*

Finalmente, alguns itens apareciam nos documentos das duas empresas, embora nem sempre na mesma ordem.

## 5 AERONAVE

A aeronave N818MV foi construída em 1991, inicialmente como modelo BAE 125-800B, sendo três anos depois convertida para modelo Hawker Beechcraft 125-800A. A aeronave estava em *leasing* para a empresa East Coast Jets desde junho de 2003, e já havia

acumulado um total de 6570 horas de voo desde a sua construção. Toda a sua documentação estava regular.

Do mesmo modo que as demais aeronaves do seu porte, o N818MV possuía flapes nas asas, ajustados por alavanca manual localizada no console central do *cockpit*. Os ajustes possíveis eram: 0° (completamente recolhido), 15°, 25°, e 45° (*full flaps*). Na East Coast Jets era comum que as tripulações denominassem estes ajustes como: “*flaps one*” para 15°, “*flaps two*” para 25° e “*full flaps*” para 45°.

Além dos flapes, outra superfície móvel localizada nas asas eram os *air brakes* (ou *speed brakes*). Instalados tanto na parte superior quanto inferior das asas, também eram controlados por meio de alavanca manual localizada no *cockpit*. A posição dos *air brakes* variava entre *SHUT*, quando completamente fechados ou recolhidos, e *OPEN*, quando completamente abertos. Na parte superior da asa o *air brake*, quando aberto, atinge um ângulo máximo de 30°, já na parte inferior o ângulo máximo é de 56°.

A aeronave envolvida no acidente de voo 81 não dispunha de sistema de reverso, cujo funcionamento é detalhado por Vaz Junior (2019-B). Para buscar compensar a ausência de reversores nos motores desta aeronave, ela dispunha de sistema auxiliar de frenagem denominado “*lift-dump*”, ou apenas, “*dump*”. Quando acionado, o sistema ampliava a abertura dos flapes e *air brakes*, ultrapassando a faixa normal de operação, gerando ainda mais efeito de frenagem aerodinâmica. Com o *dump* acionado os flapes passavam de 45° para 75°, o *air brake* superior passava de 30° para 51°, e o *air brake* inferior ia de 56° para 75°.

O acionamento do *lift-dump* somente poderia ocorrer no solo e quando os flapes já estivessem completamente estendidos, ou seja, 45° (*full flaps*). A partir daí seria acionado, manualmente, o *air brake* e, somente então, o *dump*. O acionamento poderia ser confirmado pela tripulação observando o indicador de posicionamento dos flapes no painel, que dispunha de marcação específica para o *dump* (Figura 1).

Figura 1: Indicador do acionamento do dispositivo *Dump*



Fonte: NTSB, 2011

Finalmente, a aeronave dispunha de sistema anti-travamento das rodas durante a frenagem, especialmente útil para pousos em pistas molhadas.

O jato executivo contava com CVR (*cockpit voice recorder*), ou seja, gravador de vozes e ruídos na cabine, mas não dispunha de FDR (*flight data recorder*), gravador de dados. Essa configuração atendia a legislação local.

## 6 METEOROLOGIA

As condições meteorológicas do aeroporto de destino eram avaliadas automaticamente em uma unidade de AWOS (*Automated Weather Observing System*) localizada nas proximidades. A medição efetuada às 9h45 indicava vento com direção de 170° com 6 nós, visibilidade de 10 milhas, chuva moderada e nuvens a partir de 1800 pés. A Figura 2 exibe as condições meteorológicas no momento da aproximação.

O relatório da NTSB discute inúmeros outros registros meteorológicos referentes à área do aeroporto de destino naquela manhã (NTSB, 2011).

De acordo com a documentação emitida pela East Coast Jets e aprovada pela FAA (*Federal Aviation Administration*), era de responsabilidade do comandante obter e usar as informações meteorológicas relevantes ao longo da rota. Os investigadores localizaram, em meio aos destroços da aeronave, informação meteorológica que havia sido impressa às 5h13 da manhã do dia 31 de julho, ou seja, antes do primeiro voo daquele dia. No material impresso havia o relatório meteorológico referente aos cinco voos programados para aquele dia.

Figura 2: Rota e condições meteorológicas durante a aproximação



Fonte: NTSB, 2011

Ao longo da rota a tripulação não fez solicitação ao ATC ou ao FSS (*Flight Service Station*) referente às condições meteorológicas do destino.

## 7 AEROPORTO

O aeroporto de Owatonna Degner Regional Airport, em Owatonna, Minnesota (Figura 3) estava localizado a 1146 pés de altitude em relação ao nível do mar (msl)), e contava com uma única pista (cabeceiras 12 / 30). A pista apresentava 5500 pés de comprimento e 100 pés de largura, sendo seu pavimento em concreto. O piso não contava com *groove*, ou ranhuras no piso (DAIUTOLO, 2013). Além dos 5500 pés de comprimento, a pista dispunha de uma área livre, gramada, com 1000 pés de extensão após cada cabeceira (Figura 4). Essa área é chamada de “*runway safety area*”. O aeroporto não possuía torre de controle, mas sistema de pouso por instrumentos (ILS) estava instalado na cabeceira 30.

Figura 3: Aeroporto de Owatonna Degner Regional Airport, em Owatonna, Minnesota



Fonte: Adaptado de Google Maps

Figura 4: *Runway safety area* após a cabeceira 12



Fonte: Adaptado de Google Maps

De acordo com estudos realizados pelos investigadores, a drenagem da pista era adequada, evitando a formação de poças. Testes realizados após o acidente mostraram que o pavimento da pista estava conforme o exigido nas normas americanas, oferecendo atrito adequado, não havendo significativos depósitos de borracha ou sinais de deterioração.

O item seguinte analisa, em detalhes, a dinâmica do voo, com foco nas decisões tomadas, nas opções existentes e nas consequências das ações humanas executadas. Aspectos mais específicos são apresentados nos itens posteriores, tais como modelagem da capacidade de frenagem da aeronave, aderência aos procedimentos e influência da fadiga e do sono na performance humana.

## 8 ANÁLISE DO VOO

As condições meteorológicas foram, de modo direto ou indireto, fator contribuinte para o acidente: seja em função da chuva, pista molhada e vento, seja em função da pressão gerada na tripulação em função da deterioração das condições para pouso. Às 9h25, questionando se a tripulação avistava chuva forte 20 milhas a frente a resposta do copiloto foi: *“Yeah, we’re paintin’ it here”* o que provavelmente indica que o tripulante estava visualizando o mau tempo por meio da tela do radar meteorológico da aeronave. Este dispositivo é limitado, e não permite uma compreensão completa da situação. Embora útil como ferramenta complementar, o mesmo não substitui a busca por informações mais completas disponíveis em serviços especializados. Ao longo da rota a tripulação não fez qualquer solicitação ao ATC ou ao FSS referente às condições meteorológicas do destino.

Logo após, às 9h27, o voo foi liberado para descer até o nível FL190 – neste momento estavam a 24.000 pés e 50 milhas do destino (OWA). Para os investigadores isso representava um atraso no momento ideal para iniciar a descida (NTSB, 2011). Uma regra geral para aeronaves deste tipo indica descer 1000 pés para cada 3 milhas avançadas. Assim, seria ideal ter iniciado a descida já a 70 milhas náuticas do destino, e não a 50 milhas. O atraso no início da descida pode elevar a carga de trabalho da tripulação, especialmente quando as tarefas não são adequadamente divididas entre os tripulantes, a aplicação de CRM é fraca e o piloto mostra claros sinais de estar com pressa: *“I didn’t really hear what he was sayin’... whether we’re on approach control... What difference does it make? (...) All I care is above 10 and we go fast so we can get around this thing”*(9h28).

A norma 14 CFR 91.117 estabelece que aeronaves abaixo de 10.000 pés devem manter velocidade máxima de 250 nós IAS (*indicated air speed*) (e-CFR, s.d. -B):

*(a) Unless otherwise authorized by the Administrator, no person may operate an aircraft below 10,000 feet MSL at an indicated air speed of more than 250 knots (288 m.p.h.).*

Manter-se acima de dez mil pés era um modo de voar mais rápido e ganhar tempo – este é o significado de *“above 10”* mencionado pelo comandante. A tripulação desejava empregar a maior velocidade possível, mesmo que isso pudesse representar algum atraso na descida. É interessante notar que os dois fatores juntos podem elevar fortemente a carga de trabalho na sequência, pois a aeronave se aproxima rapidamente do destino, oferecendo pouco tempo para que todos os procedimentos e checagens sejam realizados, e a descida deve ser realizada rapidamente (elevada razão de descida), por estarem muito altos.

Nada na investigação indica que a pressa do piloto estivesse relacionada com pressão por parte dos passageiros ou da própria East Coast Jets. A pressão por “cumprir a missão” muitas vezes parece surgir do próprio tripulante e do modo como este se enxerga (VAZ JUNIOR, 2018)

Logo após às 9h34 o controle de aproximação libera descida até 7000 pés, e fornece os vetores para iniciar aproximação por instrumentos. O CVR não registra que o *checklist* de descida (*Descent Checklist*) tenha sido realizado. Embora no padrão da East Coast Jets este seja um *checklist* silencioso, seu início precisa ser anunciado em voz alta pelo tripulante responsável. A ausência de um *checklist* é o primeiro sintoma que, diante da pressa, algumas atividades poderiam ser abandonadas ou realizadas de modo menos cuidadoso.

Às 9h35 o piloto volta a expressar sua pressa: “*let’s do the approaches real quick*”, e desejo de abreviar ao máximo as checagens (NTSB, 2011). Os investigadores acreditam que esta frase se referia a execução do *checklist* de aproximação. De acordo com o procedimento da East Coast Jets, o *Approach Checklist* deve ser precedido do *Approach Briefing*, e o copiloto tenta conduzir a operação nessa direção, anunciando: “*Approach briefing*”. Este chamado é respondido pelo comandante apenas com: “*it’s gonna be the ILS to three zero*”. Porém, um *briefing* completo incluiria discutir eventuais perigos que estariam presentes na aproximação, tais como riscos meteorológicos, compreensão da carta de aproximação e seu procedimento de arremetida em caso de aproximação perdida (*missed approach*), entre outros fatores. Nenhum destes itens foi mencionado. De acordo com o SOP da Simcom, o *approach briefing* deveria contemplar, entre outros pontos: luzes de aproximação, procedimento de aproximação perdida, condição da pista, velocidade de aproximação, *decision altitude / minimum descent altitude*, etc. Uma vez que a East Coast Jets não dispunha de SOP, esse detalhamento não estava presente nos documentos da empresa.

A ação do copiloto, na prática corrigindo o piloto, apresentou resultado pouco animador, e o copiloto não insiste.

Às 9h37 o ATC autorizou o voo 81 a descer para 3000 pés, e informou as condições meteorológicas no aeroporto de destino: vento de 320° com 8 nós, visibilidade de 10 milhas ou mais, tempestade, nuvens a 3700 pés e 5000 pés, além da presença de descargas atmosféricas nas proximidades. Às 9h38 o ATC reforçou a presença de chuva leve durante o restante da aproximação, assim como núcleos de tempestade nas proximidades. Os investigadores destacam que mesmo com a deterioração das condições meteorológicas no destino, o CVR não registra qualquer avaliação, por parte da tripulação, quanto as condições

atuais de vento. A aeronave dispunha de sensores de vento, e este dado estava disponível no FMS (*Flight Management System*), embora não tenha sido discutido. A memória do FMS revela que, doze segundos antes do pouso, o vento indicado para os pilotos era de 195° com 17 nós, ou seja, uma resultante de vento de cauda de 5,6 nós.

Às 9h38 era possível para o piloto decidir aguardar as condições meteorológicas melhorarem e então seguir para pouso, alternar para outro aeroporto ou mesmo optar por utilizar a cabeceira oposta. Porém, os investigadores declaram que o foco do comandante era em, exclusivamente, completar o voo do modo inicialmente planejado (NTSB, 2011):

*“(...) the captain’s focus on completing the flight degraded his attention to the changing weather situation and prevented him from recognizing that alternatives to landing on runway 30 were available.”*

Às 9h40 o comandante (PF) solicita que o copiloto cheque se o localizador (ILS) está sintonizado adequadamente. Observa-se que neste momento o comandante pilota a aeronave (PF), responde as demandas do ATC e lembra o copiloto de checar a frequência do ILS. A tarefa de um PM, no caso o copiloto, seria de manter o contato com o ATC e checar a sintonia dos dispositivos de navegação, sem necessidade de ser cobrado sobre isso. Porém, o comandante deslocou o colega da direita para a tarefa de fazer contato com o FBO, afastando o copiloto de suas tarefas mais importantes naquela fase do voo. Neste momento o PM “voava atrás da aeronave”, tentando entender o que estava acontecendo, se apressando para cumprir seu papel e, principalmente, não criando obstáculos para que o comandante realizasse sua missão. Sentimento semelhante teria sido vivido pelo copiloto em Tenerife (VAZ JUNIOR, 2018)

Às 9h42, enquanto o copiloto fala por rádio com o FBO, o piloto começa a executar alguns itens do *checklist Before Landing* (9h42:37), porém sem informar ao colega o início desta atividade. Somente momentos depois é que o piloto anuncia o início da *checklist* para o colega. A execução desta lista de itens é confusa, e nenhum dos tripulantes menciona claramente um dos pontos da listagem: o ajuste final dos flapes para o pouso. O piloto fala: “*down indicating down*”, o que é uma fraseologia não-padrão, mas que os investigadores acreditam indicar que os flapes estavam ajustados para 45°. A forma desorganizada de executar os *checklists* vai contra os procedimentos básicos de segurança (NTSB, 2011):

*“The NTSB concludes that the captain allowed an atmosphere in the cockpit that did not comply with well-designed procedures intended to minimize operational errors, including sterile cockpit adherence, and that this atmosphere permitted inadequate briefing of the approach and monitoring of the current weather conditions, including the wind*

*information on the cockpit instruments; inappropriate conversation; nonstandard terminology; and a lack of checklist discipline throughout the descent and approach phases of the flight.”*

Finalmente, avaliando a performance da aeronave, os investigadores acreditam que a mesma cruzou a cabeceira 30 com uma velocidade indicada de 122 nós (IAS), que era exatamente a  $V_{ref}$  (*reference speed*). A aeronave teria tocado o solo a 1128 pés após a cabeceira, o que estava dentro da zona de pouso denominada de *touchdown zone*. Essa zona são aos primeiros 3000 pés da pista a partir da cabeceira. Um fator importante na velocidade de cruzamento da cabeceira, mas que não é mencionado diretamente no relatório, é a diferença entre a velocidade indicada (IAS) e a velocidade em relação ao solo ( $V_{ground}$ ). Se a IAS era de 122 nós, mas havia uma componente de 8 nós de vento de cauda, então a *ground speed* seria de 130 nós. Por outro lado, caso o vento fosse frontal de 8 nós, então a  $V_{ground}$  seria de apenas 114 nós.

Uma vez que a distância de frenagem é função da  $V_{ground}$  e não da IAS, fica clara a influência negativa do vento de cauda para o pouso, especialmente em pistas curtas e molhadas.

Ao dizer que pousar na cabeceira oposta resolveria o problema e tornaria voo mais seguro, os investigadores da NSTB deixam de avaliar fatos importantes, tais como: a tripulação estava atenta ao vento local no momento do pouso? Provavelmente não, embora os dados estivessem disponíveis. Haveria tempo de circular para pouso na pista oposta antes que as condições atmosféricas se degradassem o suficiente para impedir o pouso? Ainda havia condição para circular e pousar? O relatório não detalha se existia procedimento ILS disponível para a cabeceira oposta, ou se essa aproximação deveria ser realizada de modo visual. O relatório também não discute limites considerados seguros para pouso com vento de cauda, assim como se outros pousos bem sucedidos nesta condição já tinham sido realizados pelos tripulantes. Apenas afirmar que o pouso com vento de cauda é uma falha não ajuda a entender o porque isso ocorreu e, o mais importante, como evitar que ocorra novamente.

Sobre a decisão de arremeter a aeronave, os investigadores entrevistaram alguns comandantes da East Coast Jets em relação ao procedimento de iniciar a arremetida já com a aeronave no solo. Um dos profissionais entrevistados destacou a diferença de performance de aeronaves do modelo Learjet 35, também usado pela East Coast Jets, e o desempenho oferecido pelo modelo Hawker em uso no voo 81. Segundo o piloto, o primeiro seria “como um foguete”, enquanto o segundo “até responde rápido, mas não ganha altura tão

rapidamente”. O piloto do voo 81 possuía, como todos os demais da empresa, experiência em ambas as aeronaves, existindo, assim, a possibilidade de confusão na expectativa de desempenho no procedimento executado no voo 81. Ou seja, o piloto teria desenvolvido um modelo mental para desempenho muito baseado no Learjet, e adaptou este modelo para o Hawker, sem considerar as particularidades das duas aeronaves. Em uma situação crítica, onde o tempo é extremamente curto e determinante para o sucesso da missão, não há tempo disponível para avaliação de modelos mentais já existentes ou criação de novos modelos (MORIARTY, 2014) (SALAS e MAURINO, 2010). Adaptar / simplificar o que já existe e se mostrou útil no passado recente tende a ser o caminho escolhido pela mente humana. Infelizmente, nem todas as analogias são verdadeiras e adequadas, e modelos ruins promovem decisões ruins.

Decisões rápidas, envolvendo cenários inéditos e complexos, é um dos quadros mais desafiadores que um profissional pode enfrentar. Situação semelhante foi vivida pela tripulação da aeronave Fokker 100, prefixo PT-MRK, quando o reverso de um dos motores foi acionado de forma ininterrupta durante a decolagem, dificultando a detecção da anomalia e assim a mitigação do problema (VAZ JUNIOR, 2019-B).

O voo 81 guarda ainda outro exemplo de modelo mental inadequado. A East Coast Jets dispunha de aeronaves Hawker com e sem o sistema de reverso nos motores. No caso da aeronave empregada no voo 81 este recurso não estava disponível. Deste modo, modelos mentais de performance de frenagem após o pouso empregando o reverso não seriam adequados para a descrição do comportamento desta aeronave. Habitado a voar em ambos os modelos da Hawker pela East Coast Jets, uma possível confusão pode ter surgido, criando uma expectativa de desaceleração que se mostrou falsa. Até compreender que a performance real não era aquela suposta inicialmente, segundos foram perdidos, retardando a tomada de ações mitigadoras.

## **9 MODELAGEM MATEMÁTICA**

Os investigadores usaram três modelos e inúmeras hipóteses para concluir se era, ou não, viável pousar naquelas condições (NTSB, 2011). Mas seria crível crer que tripulações reais, em voos reais e de rotina, dedicassem tanto tempo e atenção a essas simulações?

## a) CAPS

Os investigadores usaram a ferramenta CAPS – *Hawker Beechcraft Computerised Aircraft Performance System* para avaliar como diferentes configurações da aeronave afetariam a distância percorrida até a parada completa. Avaliaram ainda a influência do vento e das condições da pista.

Foi assumido inicialmente: pista coberta com uma camada de 3 mm de espessura de água; flapes em 45°; *lift dump* não acionado; vento de cauda de 8 nós; velocidade de cruzamento da cabeceira da pista de 122 nós; ponto de toque a 1128 pés da cabeceira, com velocidade de 130 nós (*ground speed*).

O resultado da simulação mostra que, nestas condições, mesmo com o uso adequado do freio, a aeronave teria atingido a cabeceira oposta com uma velocidade entre 23 e 37 nós, sendo necessário percorrer entre 100 e 300 pés da área gramada até parar. Ou seja, embora fosse ultrapassar o final da pista, a parada ocorreria ainda dentro da área de segurança (*runway safety area*) (Figura 4).

## b) AMJ 25X1591

Simulando um cenário hipotético no qual os *air brakes* e o sistema *lift dump* fossem acionados 0,25 segundo depois do toque, e usando o modelo AMJ 25X1591 (também denominado BCAR RWHS), as distâncias necessárias para o pouso foram:

## Sem Vento:

total: 3338 pés

total + 15%: 3840 pés

## Vento de cauda de 8 nós:

total: 3792 pés

total + 15%: 4361 pés

Por este modelo, mesmo com vento de cauda seria possível pousar com segurança. Os investigadores, contudo, ressaltam que o modelo não é adequado para representar a frenagem real em pistas molhadas e sem *groove*.

c) 14 CFR 25.109

Aplicando as mesmas condições do modelo AMJ 25X1591, mas agora alimentando o modelo 14 CFR 25.109 os resultados encontrados foram:

Sem Vento:

total: 4225 pés

total + 15%: 4860 pés

Vento de cauda de 8 nós:

total: 4928 pés

total + 15%: 5667 pés

Ou seja, se a tripulação usasse dados meteorológicos desatualizados, deixando de considerar a componente de vento de cauda, ambos os modelos mostrariam ser possível realizar o pouso com segurança, respeitando inclusive o limite de 15%. Porém, dispondo da informação sobre vento de cauda, o modelo 14 CFR 25.109 revelaria a condição limite para um pouso seguro, sem obedecer a regra dos 15%, mesmo com o *lift dump* acionado logo após o pouso.

Os investigadores, ao realizarem esta análise, mostram a importância da tripulação recalcular as condições de pouso ao longo da rota, alimentando o sistema com os dados mais atualizados (NTSB, 2011).

Ainda considerando o modelo 14 CFR 25.109, a NTSB (2011) elaborou outras hipóteses para o pouso:

i. Vento de cauda de 8 nós; *air brakes* abertos 4,1 segundos após o toque; *lift dump* ativado 8,9 segundos após o toque:

Distância total de pouso: 5800 pés

ii. Vento de cauda de 8 nós; *air brakes* abertos 4,1 segundos após o toque; *lift dump* ativado 4,1 segundos após o toque:

Distância total de pouso: 5530 pés

iii. Vento frontal de 8 nós; *air brakes* abertos 4,1 segundos após o toque; *lift dump* ativado 8,9 segundos após o toque:

Distância total de pouso: 4300 pés

iv. Vento frontal de 8 nós; *air brakes* abertos 4,1 segundos após o toque; *lift dump* não acionado

Distância total de pouso: 4550 pés

O cenário i é o mais próximo do observado no acidente, e revela que o final da pista seria ultrapassado em 300 pés. A partir dos dados do EGPWS (*Enhanced Ground Proximity Warning System*) verificou-se que a performance real de frenagem foi levemente superior que a estimada pelo modelo 14 CFR 25.109. Porém, mesmo assim o final da pista seria ultrapassado em 100 pés.

O cenário ii mostra que mesmo com o acionamento simultâneo do *lift dump*, a aeronave ultrapassaria o final da pista. Por sua vez, os cenários iii e iv estimam que, eliminada a condição de vento de cauda, seria possível realizar um pouso seguro mesmo sem o emprego do *lift dump*. Os investigadores concluem que o vento foi fator relevante, e que a escolha pelo pouso na cabeceira oposta eliminaria tal contribuição.

#### d) Air Crew Manual

Cálculo de distância de parada usando o *Air Crew Manual*, disponível a bordo. Foi assumida velocidade de cruzamento da cabeceira ( $V_{ref}$ ) de 122 nós.

i. Pista seca, sem vento: 4216 pés

ii. Pista seca, vento de 10 nós frontal: 3966 pés

iii. Pista seca, vento de 10 nós de cauda: 5059 pés

Novamente, a diferença encontra-se na presença ou ausência de componente de vento de cauda. Logo, caso os pilotos usassem dados meteorológicos desatualizados, a conclusão seria que o pouso era seguro. Casos dados recentes fossem empregados, ou a própria medição da aeronave fosse aplicada, a conclusão seria oposta, indicando a necessidade de melhor avaliação. Porém, essa conclusão também depende do modelo matemático empregado. O modelo Ultra Nav, apresentado no próximo item, gerou resultados bastante diferentes.

#### e) Ultra Nav

Durante o voo os pilotos dispunham do software Ultra Nav, que podia ser usado para calcular a distância para o pouso a partir dos dados meteorológicos atualizados. Usando o Ultra Nav os investigadores estimaram uma distância necessária para o pouso assumindo vento frontal de 320° com 8 nós, de 3140 pés. Caso vento de cauda de 10 nós fosse adotado, a distância crescia para 3940 pés. As distâncias calculadas no Ultra Nav são significativamente menores do que aquelas encontradas por meio dos outros modelos.

Ressalta-se que não existia exigência normativa na época do acidente que obrigasse a tripulação a realizar este cálculo ao longo do voo, empregando valores atualizados da condição meteorológica. Assegurar-se que a pista de destino possuía as dimensões adequadas para o pouso nas condições reais é outra preocupação da NTSB. A agência reforça a necessidade de sempre incluir uma margem de segurança nas estimativas. Essa preocupação foi incluída no documento “*Most Wanted List*”, elaborado pela NTSB (2011):

*“The investigation of the East Coast Jets accident revealed that the company did not require its pilots to perform landing distance assessments based on conditions actually existing at the time of arrival”*

É sempre importante compreender a decisão do comandante no contexto no qual ela foi tomada, uma vez que o tripulante, ao contrário dos investigadores, não conhecia previamente a consequência daquela decisão. Moriarty (2014) discute a tendência de muitos em julgar a performance humana tendo como informação prévia as consequências observadas após a tomada de decisão. Ou seja, sabe-se previamente se uma dada decisão ou comportamento resultou em um acidente. Isso pode promover percepção de que apenas comportamentos que efetivamente levem ao acidente podem ser considerados errados ou até punidos. O foco se torna a consequência do comportamento (sucesso ou fracasso), e não o comportamento em si.

Hart (NTSB, 2011) discute ainda que o principal fator para ser impossível parar a aeronave no interior da pista não foi a sua extensão, a chuva ou mesmo o vento, mas sim o atraso na ativação do *lift dump*. Por isso, na visão do especialista (NTSB, 2011), no caso específico do voo 81, a realização de cálculos prévios sobre extensão necessária para a frenagem teriam sido pouco significativos, uma vez que a tripulação assumiria, obviamente, que o *lift dump* seria ativado imediatamente.

Infelizmente cenários de “*runway overrun*” durante o pouso, como o encontrado no acidente do voo 81, não são raros, representando risco significativo especialmente para

tripulações operando em pistas curtas e contaminadas. Atualmente alguns recursos tecnológicos de alerta do piloto sobre a possibilidade de “*runway overrun*” já começam a estar disponíveis mesmo em aeronaves executivas e de táxi aéreo, sendo denominados ROAAS (*runway overrun awareness and alerting system*). Estes dispositivos avaliam as condições da aeronave durante a aproximação, tais como sua razão de descida e velocidade horizontal, avaliam as condições meteorológicas e as características da pista que será usada. De posse destes dados, complexos modelos matemáticos avaliam o cenário e alertam os tripulantes no caso da probabilidade de “*runway overrun*” crescer. Este sistema de supervisão e alerta eletrônico não substitui a atenção do piloto (consciência situacional) e nem os modelos matemáticos apresentados neste item, mas representa um complemento valioso caso bem empregado.

## 10 FADIGA E SONO

O relatório da NTSB (2011) avalia que a pressa do comandante em pousar a aeronave (provavelmente fruto de uma condição autoimposta de “cumprir a missão” e das condições meteorológicas se degradando no destino), aliada a fadiga, impactaram de forma decisiva na capacidade de tomar decisões:

*“Fatigue degrades many aspects of cognitive performance. Further, fatigue is especially impairing when a pilot has to perform under time pressure, such as during a difficult landing sequence.”*

Reinhart (2007) aborda a temática da fadiga em capítulo específico de seu livro “*Basic Flight Physiology*”, ressaltando que esta tende a elevar a tolerância ao risco. Na mesma linha de raciocínio, a NTSB (2011) avalia que:

*“Accident investigations have shown that fatigue can cause pilots to make risky, impulsive decisions and be late at changing plans, such as recognizing the need to discontinue a landing, which was demonstrated by the captain’s decision to go around late in the landing roll.”*

Moriarty (2014) discute a influência da falta de sono na capacidade mental humana, inclusive comparando seus efeitos aos do etanol. A NTSB (2011) alerta sobre os efeitos da redução do tempo de sono:

*“(…) the evidence shows that sleep deprivation, combined with attention-intensive situations, such as the unexpected runway stopping difficulties that the pilots experienced at OWA, causes performance ‘to become*

*unstable with increased errors of omission (lapses) and commission (wrong responses)'."*

No caso do voo 81, o tempo de trabalho da tripulação no dia do acidente, assim como nos dias anteriores, atendia, com folga, a legislação. Estes dados permitem sugerir, a princípio, que a fadiga não foi um fator contribuinte para o acidente. Uma análise mais profunda, contudo, levanta dúvidas sobre tal conclusão.

O primeiro voo da tripulação naquele dia iniciou-se às 6h da manhã. Para decolar neste horário o comandante precisou levantar às 5h, e considerando seu hábito de dormir até o meio da manhã, isso representou perda significativa de horas de sono. Além de acordar às 5h, na véspera o piloto havia ido dormir duas horas mais tarde que o habitual. Dormindo mais tarde e acordando mais cedo, a redução de horas de sono, mesmo que por uma única noite, já seria capaz de afetar o desempenho do comandante. Mesmo um *deficit* pequeno de sono pode afetar o raciocínio e a tomada de decisão, especialmente sob estresse (SALAS e MAURINO, 2010).

Por sua vez, o copiloto também precisou acordar às 5h, ao invés de 8h30 como era habitual. Sabendo que iria acordar neste horário, ele optou por ir para cama meia hora mais cedo, mas esses 30 minutos não são suficientes para compensar, por completo, o deficit de sono criado. Os investigadores destacam ainda a dificuldade do profissional em dormir na noite anterior ao voo, precisando fazer uso de medicamento.

O voo 81 reuniu, por coincidência, dois tripulantes que potencialmente apresentavam distúrbios de sono. Ambos não estavam sob acompanhamento médico, de modo que a empresa provavelmente desconhecia este fato.

Em relação ao uso de medicamentos para dormir, o nível de medicamento encontrado no sangue do copiloto era coerente com o uso de uma dose de Zolpidem na noite anterior, conforme já havia sido relatado pela namorada (NTSB, 2011). Este remédio costuma atuar por 5 ou 6 horas, promovendo algum grau de sedação, de modo que os investigadores consideram improvável que ainda estivesse afetando a performance do tripulante no momento do acidente aproximadamente 12 horas após o seu uso.

Por outro lado, a FAA somente permite o uso do Zolpidem até 24 horas antes do voo. Os investigadores destacam que nas forças armadas norte-americanas o padrão é mais tolerante. A Marinha e a Aeronáutica definem o limite como sendo de 6 horas, enquanto o Exército define como sendo 8 horas. Ao tornar-se demasiadamente rigorosa quanto ao uso de medicamentos comprovadamente eficazes e seguros, a FAA pode levar pilotos a omitirem seus quadros de saúde, deixando de procurar profissionais de saúde. A

automedicação pode ser uma consequência de regulamentos excessivamente restritivos. Conviver com a insônia crônica ou mesmo usar álcool como indutor do sono, são dois outros comportamentos perigosos e que poderiam ser evitados consultando um médico no momento adequado.

No momento do acidente os pilotos haviam acumulado pouco tempo de trabalho nas últimas 24 horas. Apesar disto, distúrbios de sono, alteração de padrão e o horário do primeiro voo do dia podem criar sensação de fadiga nos tripulantes. NTSB (2011) ressalta que observar apenas a carga de trabalho não é suficiente para diagnosticar fadiga ou evitá-la, assim como treinar os tripulantes para identificar os sinais de alerta de fadiga:

*“Part 135 pilots also need to be educated on factors relating to fatigue to prevent operating flights while impaired by fatigue”*

## 11 PROCEDIMENTOS

Procedimentos operacionais padrão (SOP: *standard operating procedure*) são princípio básico para a segurança, conforme declarado no relatório final da NTSB (2011):

*“Well-designed cockpit procedures are an effective countermeasure against operational errors, and disciplined compliance with SOPs, including strict checklist discipline, provides the basis for effective crew coordination and performance.”*

Conforme Salas e Maurino (2010):

*“In aviation, the roles and responsibilities of human operators are generally defined by explicit and implicit procedures”*

Porém, a literatura sobre comportamento humano reforça que os procedimentos devem ser elaborados de modo que efetivamente possam ser usados (MORIARTY, 2014). *Checklists* extensos demais, ou detalhados demais, podem não ser viáveis na prática, sendo abandonados ou adaptados de modo informal pelas tripulações. Do mesmo modo que seguir o procedimento é uma obrigação da tripulação, disponibilizar instruções adequadas é dever do fabricante e operadora. O desvio intencional em relação ao *checklist* pode não revelar apenas uma falha por parte dos tripulantes.

Segundo Salas e Maurino (2010):

*“Procedures, like technology, are designed a priori and thus are limited on their face to the designers’ ability to predict future operations”*

A baixa performance dos pilotos ao longo do voo 81 pode apresentar alguma relação com a fadiga, porém, os investigadores não acreditam que o grau de falta de aderência aos procedimentos mostrado durante este voo se deva exclusivamente a este fator. Ressaltam que seguir procedimentos e dividir carga de trabalho, conceitos de CRM, teriam contribuído para reduzir a fadiga, e não elevá-la.

Outro fator contribuinte relacionado a procedimentos é que o *checklist* escrito de forma genérica permitiria realizar o pouso com diferentes ajustes de flapes, não exigindo aplicação de flapes 45° compulsoriamente. Embora isso gere liberdade para que pilotos ajustem da melhor forma a aeronave em função da situação encontrada, o ajuste de flapes diferente de 45° impede o acionamento do *lift dump*, impactando na frenagem da aeronave. Caso o *checklist* definisse o valor exato, tripulações que precisassem empregar ajuste distinto discutiriam este fato no *briefing*, e possivelmente estariam alertas sobre a restrição de funcionamento do *lift dump*.

Outro ponto favorável a definição do valor de 45° de forma explícita é a atenção por parte do outro tripulante. Quando um tripulante ajusta os flapes e declara em voz alta “flapes 45°”, isso gera mais atenção na mente do colega do que simplesmente a expressão “set”. É maior a chance, no primeiro caso, o colega detectar um erro de ajuste. Este ponto não é discutido no relatório oficial (NTSB, 2011).

A NTSB (2011) ressalta também a necessidade de manter a aderência ao SOP e aos *checklists*. Porém, baixa aderência aos procedimentos foi observada ao longo do voo 81. Os *checklists* e *briefings* ao longo da descida foram abandonados ou realizados de modo parcial e superficial, com fraseologia não-padrão. Práticas seguras, como “*cockpit* estéril”, também não foram seguidas. A divisão de tarefas e o emprego racional dos recursos disponíveis, tanto em termos de apoio do copiloto como do ATC e FSS para compreensão das condições meteorológicas, são outros conceitos desprezados.

É importante notar que as falhas de aderência aos procedimentos acabaram por se concatenar, levando a uma sequência de comportamentos ruins – uma cadeia de eventos que, quando não interrompida, leva ao acidente. Ao não aplicar os conceitos de CRM e *cockpit* estéril os tripulantes desperdiçam recursos, inclusive humanos. Ao ter sua carga de trabalho elevada, o comandante fica mais sujeito ao erro, e o copiloto, deslocado de sua função de PM, acaba por não detectar as falhas.

Quando a cadeia de eventos conduz a aeronave para uma situação limite: arremeter ou não após já ter tocado o solo, a falta de um *briefing* prévio, de um maior envolvimento entre os tripulantes, e do compartilhamento do modelo mental, tornam a ação do copiloto mais lenta e imprecisa. O tripulante da direita, deslocado para tarefas secundárias, segue seu papel passivo, aguardando que o colega resolva os problemas. Quando o comandante decide arremeter, e instruí o copiloto a regular os flapes, este adota um ajuste inadequado (flapes 0°, ao invés de 15°). Ao não envolver o copiloto no processo de aproximação e pouso, é pouco provável que diante de uma demanda urgente e pouco usual, o mesmo fosse capaz de atuar de forma rápida e precisa.

Os fatos aqui descritos proporcionam inúmeras reflexões úteis para prevenção de acidentes. O primeiro ponto a ser avaliado era a existência, ou não, de procedimentos disponibilizados pela East Coast Jets, e o seu correto treinamento. Treinar tripulantes usando procedimentos distintos daqueles usados durante os voos é não apenas perda de tempo e recursos financeiros, mas também perda de foco e ponto gerador de confusão mental e oportunidades de erros. Ressalta-se ainda que, valendo-se do fato de operar sob Part 135, a empresa não dispunha de programa de CRM formalmente implementado, algo legalmente aceito na época. O próprio conceito de *cockpit* estéril também não era tratado, uma vez que a legislação americana de empresas de táxi aéreo não fazia tal demanda.

Diante deste cenário, como esperar que os tripulantes atuassem conforme as melhores práticas quando essas não estavam preestabelecidas e presentes nos treinamentos e capacitações? Embora inúmeros fatores contribuintes presentes no acidente do voo 81 estejam relacionados ao comportamento humano, apenas isso não permite compreender por completo sua dinâmica, não sendo suficiente para prevenção de eventos futuros. Perceber o papel da organização, ou seja, dos fatores organizacionais, se revela necessário. A ausência de um programa formal de CRM, de política de *cockpit* estéril, de treinamento adequado e de cultura de segurança, revelam o papel da estrutura organizacional na cadeia de eventos que levou ao acidente.

## 12 CRM E TREINAMENTO

Voos operados conforme Part 135 muitas vezes encontram-se em condições de maior risco que operadoras Part 121 em função de fatores como: voos curtos, com maior número de decolagens e pousos ao longo do dia; tripulantes menos experientes; operação em aeroportos menores, as vezes sem ATC local; ausência de despachante de voo; falta de

rotina operacional, voando rotas diferentes; etc. Ao mesmo tempo, as regulações operacionais para Part 135 são menos rigorosas.

Analisando as comunicações inadequadas, a péssima distribuição de tarefas, coordenação e tomada de decisão, os investigadores concluíram que os pilotos apresentaram baixa qualidade de CRM durante os últimos trinta minutos de voo (NTSB, 2011):

*“the captain performed many duties assigned to the first officer, serving as a single pilot without the full benefit of a second professional pilot who was able to monitor his actions and prevent errors”*

Os investigadores consideram que um *briefing* detalhado, que discutisse o papel de cada tripulante em um eventual cenário de *go-around*, poderia ter contribuído para o sucesso da manobra. O relatório da NTSB (2011), porém, não discute se o *briefing* em um voo de rotina abordaria como realizar uma arremetida com a aeronave já no solo, manobra extremamente incomum e ausente de manuais e treinamentos. Vale refletir se os pilotos realmente investiriam tempo no detalhamento deste tipo de cenário.

Os investigadores destacam que é frequente, entre operadoras Part 135, que um piloto experiente seja alocado para voar juntamente com um colega com pouca experiência. Os pilotos, neste caso, devem ser treinados para lidar com tal situação (NTSB, 2011):

*“it is essential that these captains learn how to adequately communicate and coordinate with low-flight-time pilots and to develop strategies to prevent getting behind on checklist execution, missing radio calls, and other problems that tend to occur with entry-level professional pilots”*

Em 21 de janeiro de 2011 a FAA publicou regra estabelecendo que, a partir de 22 de março de 2013 todos os tripulantes de aeronaves voando sob Part 135 deveriam possuir treinamento inicial em CRM. Para a NTSB (2011), um treinamento deste tipo poderiam ter alterado o destino do voo 81:

*“pilots did not work together well as a crew; specifically, the captain did not adequately support, communicate, or coordinate with the first officer or use him effectively, and, therefore, could have benefitted from CRM training”*

O relatório da NTSB (2011), porém, não discute a qualidade e eficiência dos treinamentos de CRM, e qual a real contribuição destes no desempenho das tripulações. Moriarty (2014) aborda essa questão de forma introdutória.

Uma vez que apenas a fadiga não parece ser suficiente para explicar completamente o comportamento da tripulação, os investigadores passaram a analisar o treinamento recebido. É interessante observar que o desempenho do piloto era elogiado pelos avaliadores e instrutores, mas mostrou-se inadequado em vários momentos ao longo do voo 81. A FAA destaca que a falta de procedimentos bem estabelecidos, e que sejam exigidos pelas operadoras, pode levar a dois padrões distintos de comportamento: um realizado durante instruções, checagens e avaliações; outro observado no dia a dia (NTSB, 2011):

*“Flight crews may end up doing things one way to satisfy training requirements and checkrides but doing them another way in ‘real life’ during line operations.”*

Segundo os investigadores (NTSB, 2011), tal era a baixa aderência da tripulação do voo 81 aos *checklists* que as diferenças existentes entre o documento disponibilizado pela East Coast Jets e pela empresa de treinamento teriam pouca ou nenhuma influência na dinâmica do voo.

Hart (NTSB, 2011) discute se a abordagem tradicional de CRM é eficaz e viável quando a diferença de experiência profissional entre os tripulantes é tão significativa. Nestes casos, a relação acaba sendo mais de “professor / aluno” do que “piloto / copiloto”.

A relação instrutor / aluno, na visão de Hart, explica porque não existiu maior cooperação, envolvimento e divisão de tarefas ao longo do voo 81. Enquanto isto seria esperado em uma tripulação onde ambos os membros tivessem experiências semelhantes, seria surpreendente que numa relação instrutor / aluno este comportamento fosse observado. O “instrutor” chamou para si a responsabilidade no momento mais difícil do voo.

Hart (NTSB, 2011) chama atenção para ponto não explorado no relatório oficial: um bom piloto não necessariamente é um bom instrutor ou professor. No contexto da East Coast Jets, onde copilotos eram frequentemente contratados logo após saírem da escola de pilotagem, o papel de instrutor tornava-se extremamente relevante. Hart lembra, porém, que nem todo piloto possui interesse em ser instrutor, além de não receber treinamento didático para tal e não possuir este tipo de experiência.

### 13 CONCLUSÕES

Enquanto sistemas de gestão de segurança visam reduzir o número de acidentes, a meta “zero acidente” ainda não foi alcançada. Isso é verdade mesmo em setores considerados “altamente seguros”, como a aviação civil. Acidentes, quando ocorrem,

devem ser entendidos, e seus fatores contribuintes trabalhados na busca pela prevenção de eventos futuros. Ao longo do estudo do voo East Coast Jets 81 é possível destacar inúmeras oportunidades de melhoria e fontes de aprendizado para tripulantes e gestores.

Em termos de condições meteorológicas, o desafio encontrado por essa tripulação não foram as condições no destino, mas sim a mudança do modelo mental previamente definido sobre como seria realizada a aproximação e pouso. Tripulantes de táxi aéreo em geral não contam com profissionais dedicados para avaliar e atualizar as condições que serão encontradas em cada voo. Cabe ao piloto, ainda no solo, cuidar desse tipo de verificação, e depois, ao longo do voo, gerencia-la e atualizá-la de forma adequada. É comum que tripulantes, diante de um dia cheio pela frente, prefiram consultar os boletins meteorológicos de todos os destinos do dia logo pela manhã, antes de iniciar o primeiro voo. Essa opção reduz a carga de trabalho e agiliza o processo, permitindo acesso rápido e organizado, permitindo que o tempo em solo entre os voos seja dedicado a outras tarefas. Porém, essa abordagem também cria a possibilidade dos pilotos estarem com dados meteorológicos ultrapassados, não estando cientes de mudanças rápidas ocorridas no destino. Usar informações antigas, que não mostrem a realidade que efetivamente será encontrada durante o pouso, eleva fortemente o risco operacional. No passado a falta de recursos tecnológicos dificultava a obtenção de dados meteorológicos atualizados ao longo do voo, mas este cenário mudou completamente nas últimas décadas. Obter informações atualizadas hoje é trivial, mas então por que tripulantes permanecem voando com boletins gerados horas atrás? Aparentemente o modelo mental construído no início do voo, ou pior, no início do dia, tende a ser mantido pelos pilotos, fenômenos conhecidos como *anchoring heuristic* e *confirmation bias* (SALAS E MAURINO, 2010). Se ao planejar o voo as condições no destino são favoráveis a aproximação visual pelo setor norte, por exemplo, a tendência pode ser de manter este perfil de aproximação, ignorando ou desvalorizando dados contrários que sejam recebidos posteriormente.

Em uma área altamente segura, a maior parte das tarefas diárias ocorrem sem maiores contratempos. A rotina tranquila de voos, embora com uma agenda cheia e elevada carga de trabalho, cria armadilhas. O acidente do voo 81 exhibe a importância de empregar modelos matemáticos para analisar a viabilidade do pouso, especialmente quando operando em pistas molhadas e com chuva. Porém, em voos curtos, de rotina, onde as atividades no *cockpit* precisam ocorrer em uma sequência bem definida, é fácil deixar de se preocupar em realizar esse tipo de simulação. Essa tendência cresce ainda mais quando o modelo é dispensado, de forma intencional ou não, e o pouso transcorre sem problemas. Isso mostra

para os tripulantes que a checagem matemática era apenas mais uma etapa “burocrática”, sem qualquer finalidade prática, e que deixar de realizá-la não impacta na operação. Surge, assim, aos poucos, a tolerância ao desvio. A diferença entre o trabalho prescrito e o realizado, assim como a baixa aderência aos procedimentos, elevam enormemente o risco operacional, mesmo que isso não seja imediatamente percebido. Mas o que leva a tripulação a abandonar um procedimento pré-definido, sabendo que estes documentos existem exatamente para promover a segurança do voo? Diversos fatores podem estar por trás deste comportamento, entre eles a fadiga. Esta diminui a tolerância a seguir regras e procedimentos longos, e simultaneamente eleva a tolerância ao risco – uma combinação frequentemente fatal. Gerenciar a fadiga de suas tripulações é obrigação de qualquer empresa aérea, porém o voo 81 e estudos recentes mostram que mesmo tripulações no início da jornada de trabalho, e que tenham folgado recentemente, podem ser vítimas da fadiga. Voar no horário que em geral se está dormindo pode bastar para que a fadiga se desenvolva.

O acidente do voo 81 reforça ainda, mais uma vez, a importância da implementação dos conceitos de CRM. Embora para muitos gestores implementar CRM seja apenas contratar cursos para seus tripulantes, a realidade mostra que tal prática agrega pouco em termos de segurança. Moriarty (2014) discute a eficiência de treinamentos deste tipo, capazes de abordar o tema em sua teoria, mas incapazes de transformar esse conhecimento em ações práticas. Os treinamentos são percebidos pelos pilotos como uma perda de tempo, e pelas empresas aéreas como um desperdício de tempo e recursos financeiros. Implementar métricas e indicadores de desempenho que permitam avaliar o desempenho antes e depois de ter recebido o treinamento não é somente um desafio, é uma necessidade. Apenas com indicadores de desempenho é possível avaliar e melhorar os treinamentos, passando a entendê-los como um investimento. Ainda hoje diversos pilotos e gestores percebem os treinamentos como mera exigência legal.

Finalmente, o acidente da East Coast Jets exhibe a desafiadora realidade de empresas de táxi aéreo, precisando contratar tripulantes recém-formados das escolas de aviação. É óbvio que todas as empresas desejam contar com funcionários experientes, com os melhores treinamentos no currículo, porém, para contratar um comandante com milhares de horas voadas é necessário que, antes, ele tenha pilotado em algum lugar. E este lugar é, frequentemente, as empresas de táxi aéreo e de aviação regional. Dada essa realidade, cabe ao setor desenvolver táticas próprias. Lidar com a grande diferença de currículo entre o piloto e o copiloto que dividem o *cockpit* pode não ser trivial, mas simplesmente dizer que o colega da direita “não deve tocar em nada” não resolve o problema, na verdade o agrava.

O táxi aéreo e a aviação executiva são parcelas importante do setor aéreo nacional, promovendo o desenvolvimento de regiões afastadas dos grandes centros e atendendo cidades cuja demanda não gera interesse por parte das companhias de voo regular. O setor atende organizações que precisam otimizar suas agendas e, mais recentemente, serve de opção para voos durante a pandemia. Discutir os desafios de segurança e específicos do setor de táxi aéreo visa seu desenvolvimento saudável e sustentável, contribuindo para o crescimento da aviação brasileira.

## BIBLIOGRAFIA

ABAG – Associação Brasileira de Aviação Geral; “*Aviação executiva deve dobrar e gerar US\$ 2 bi*”; s.d.;

Disponível em: <https://www.abag.org.br/dobro.html>

Acessado em fevereiro de 2021.

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil; “*O que representam os RBAC nº 121 e 135?*”; **2019**; Disponível em: <https://www.anac.gov.br/acesso-a-informacao/perguntas-frequentes/projeto-de-remodelagem-dos-servicos-aereos-no-brasil/rbac-121-e-135/o-que-representam-os-rbac-121-e-135> Acessado em fevereiro de 2021.

Daiutolo, H.; “*Runway Grooving and Surface Friction*”; ICAO; **2013**;

Disponível em:

<https://www.icao.int/NACC/Documents/Meetings/2013/ALACPA10/ALACPA10-P23.pdf>

Acessado em fevereiro de 2021.

e-CFR (A) - Electronic Code of Federal Regulations, “*Title 14 → Chapter I → Subchapter G → Part 135 → Subpart B → §135.100*”

Disponível em:

[https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=7f42fa531b2adfd9c54cefedb120db7e&mc=true&node=se14.3.135\\_1100&rgn=d](https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=7f42fa531b2adfd9c54cefedb120db7e&mc=true&node=se14.3.135_1100&rgn=d)

iv8

Acessado em fevereiro de 2021

e-CFR (B) - Electronic Code of Federal Regulations, “*Title 14 → Chapter I → Subchapter F → Part 91 → Subpart B → §91.117*”

Disponível em:

[https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=d36299a4bcc21c06d0e64a83bdd68efc&mc=true&node=se14.2.91\\_1117&rgn=d](https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=d36299a4bcc21c06d0e64a83bdd68efc&mc=true&node=se14.2.91_1117&rgn=d)

iv8

Acessado em fevereiro de 2021

FAA, “*AC 120-71A (Cancelled) - Standard Operating Procedures for Flight Deck Crewmembers. (Cancelled) Document Information*”, **2003**

Disponível em:

[https://www.faa.gov/regulations\\_policies/advisory\\_circulars/index.cfm/go/document.information/documentID/23216](https://www.faa.gov/regulations_policies/advisory_circulars/index.cfm/go/document.information/documentID/23216)

Acessado em fevereiro de 2021

FAA, “*Licenses & Certificates, General Information, Types of 14 CFR 135 Operations*”, **2020**;

Disponível em: [https://www.faa.gov/licenses\\_certificates/airline\\_certification/135\\_certification/general\\_info/](https://www.faa.gov/licenses_certificates/airline_certification/135_certification/general_info/)

Acessado em fevereiro de 2021

Moriarty, D., “*Practical Human Factors for Pilots*”; 1ª Ed.; **Academic Press**; ISBN: 978.0124.202.443; **2014**.

NTSB; “*Crash During Attempted Go-Around After Landing / East Coast Jets Flight 81 / Hawker Beechcraft Corporation 125-800A, N818MV, Owatonna, Minnesota, July 31, 2008 - Accident Report*”; NTSB/AAR-11/01, PB2011-910401. **2011.**

Disponível em:

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

Acessado em fevereiro de 2021

Reinhart, R.O.; “*Basic Flight Physiology*”; **McGraw-Hill Professional Publishing**; 3ª edição; 311 páginas; ISBN-13 : 978-0071494885; **2007.**

Richard, J.; “*Como surgiu o CRM - Corporate Resource Management (Gerenciamento dos Recursos da Corporação)?*”; **2016.** Disponível em:

<https://horizonte-aeronautica.webnode.com/news/como-surgiu-o-crm-corporate-resource-management-gerenciamento-dos-recursos-da-corporacao/>

Acessado em fevereiro de 2021

Salas, E. e Maurino, D.; “*Human Factors in Aviation*”; **Academic Press**; 2ª edição; 744 páginas;

ISBN-13 : 978-0123745187; **2010.**

Vaz Junior, C.A.; “*Remembering Tenerife: 40 Years Later*”; **SF Journal of Aviation and Aeronautical Science**; Volume 1, Edition 2, Article 1012, **2018.**

Disponível em: <https://scienceforecastoa.com/Articles/SJAAS-V1-E2-1012.pdf>

Acessado em fevereiro de 2021

Vaz Junior, C.A.; “*Lições aprendidas de incidente envolvendo aeronave modelo boeing 737-8 (MAX): estudo de caso do voo LNI043*”; **Brazilian Journal of Development**; v. 5, n. 12, p. 295524-29551, **2019-A.** DOI:10.34117/bjdv5n12-105

Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/5252>

Acessado em fevereiro de 2021

Vaz Junior, C.A.; “*Comportamento humano e automação como fatores contribuintes em acidentes: estudo de caso de acidente aéreo em São Paulo, Brasil*”; **Brazilian Journal of Development**; v. 5, n. 9, p. 15134-15150; **2019-B.** DOI:10.34117/bjdv5n9-103

Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/3214>

Acessado em fevereiro de 2021