

Os Desafios do Voo Visual Noturno: limitações humanas

The Challenges of Night Visual Flight: human limitations

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

RESUMO

Desde a antiguidade a humanidade, impressionada com o voo das aves, busca dominar os céus. Foi apenas no início do século XX que os primeiros voos em aeronaves motorizadas se tornaram possíveis. No princípio essa era uma atividade restrita para aqueles mais corajosos e aventureiros. Com o passar dos anos, contudo, o surgimento de aeronaves cada vez maiores e mais seguras tornou a aviação um meio de transporte de pessoas e mercadorias. Se desenvolvimento exponencial ocorreu na tecnologia aeronáutica, o mesmo não é possível afirmar sobre os sentidos humanos. A capacidade humana de ouvir e ver continuou igual, seja em 1906, seja em 2025. Essa limitação humana precisa ser lembrada antes e durante cada voo, em especial quando este ocorre a noite e sob regras de voo visual (VFR). O presente artigo discute como as limitações da visão noturna humana impactam na segurança do voo VFR noturno. Estudo de caso foi aqui desenvolvido tomando como base acidente envolvendo aeronave tipo Learjet 35A, em outubro de 2004, no estado americano da Califórnia. Além dos desafios do voo durante a noite, o presente texto aborda questões ligadas a fadiga e tomada de decisão, outros fatores humanos presentes em grande número de acidentes ainda nos dias atuais.

Palavras-Chave: voo noturno, voo visual, VFR, comportamento humano, tomada de decisão, segurança na aviação

ABSTRACT

Since ancient times, humanity, impressed by the flight of birds, has sought to dominate the skies. It was only at the beginning of the 20th century that the first flights in powered aircraft became possible. In the beginning, this was a restricted activity for those more courageous and adventurous. Over the years, however, the emergence of increasingly larger and safer aircraft has made aviation a means of transporting people and goods. If exponential development occurred in aeronautical technology, the same cannot be said about the human senses. The human ability to hear and see remains the same, whether in 1906 or in 2025. This human limitation needs to be remembered before and during each flight, especially when it takes place at night and under visual flight rules (VFR). This article discusses how the limitations of human night vision impact the safety of night VFR flight. A case study was developed here based on an accident involving a Learjet 35A aircraft, in October 2004, in California. In addition to the challenges of flying at night, this text addresses issues linked to fatigue and decision making, other human factors present in a large number of accidents today.

Keywords: night flight, visual flight, VFR, human behavior, decision making, aviation safety

1. INTRODUÇÃO

O voo visual noturno apresenta desafios próprios que precisam ser bem entendidos por todas as tripulações. A incapacidade dos olhos humanos para enxergar perfeitamente em ambientes com pouca ou nenhuma iluminação deve ser sempre considerada (WILSON, D., 2020). Dentre esses desafios se destaca a capacidade de visualização do relevo, que quando não percebido no tempo adequado pode resultar em colisões quase sempre fatais. O FAA AIM, chapter 5-1-2, “Follow IFR Procedures Even When Operating VFR,” (FAA, 2024) destaca:

When flying VFR at night, in addition to the altitude appropriate for the direction of flight, pilots should maintain an altitude which is at or above the minimum en route altitude as shown on the charts. This is especially true in mountainous terrain, where there is usually very little ground reference. Do not depend on your eyes alone to avoid rising unlighted terrain.

O CFIT (Controlled Flight Into Terrain), ou voo controlado contra o terreno, é uma das grandes ameaças para o voo visual noturno. A NTSB publicou, em 2008, documento alertando exatamente para este fator (NTSB, 2008). Com o título de “Controlled Flight Into Terrain in Visual Conditions - Nighttime Visual Flight Operations Are Resulting in Avoidable Accidents”, o documento cita seis acidentes que guardam enormes semelhanças e que poderiam ser evitados caso algumas medidas fossem adotadas. Acidentes similares também marcam a história da aviação no Brasil, como o evento envolvendo aeronave prefixo PT-LSD que colidiu contra montanha próxima do Aeroporto Internacional de Guarulhos (SBGR) em 1996 (CENIPA, 1996).

Para ilustrar como pequenas falhas no planejamento e execução de voos visuais noturnos podem gerar acidentes graves, este artigo discute evento ocorrido em 24 de outubro de 2004, na Califórnia, EUA. O acidente envolveu aeronave modelo Learjet 35A, prefixo N30DK, decolando do aeroporto de Brown Field Municipal Airport (SDM), próximo de San Diego, Califórnia, com destino a Aeroporto Internacional Sunport (ABQ), em Albuquerque, Novo México. A Figura 1 mostra origem e destino do voo. Operado pela Med Flight Air Ambulance Inc. (MFAA), essa era a quarta e última perna de uma sequência de voos começada no dia anterior, e realizados pela mesma tripulação. O presente texto toma como base o relatório oficial da investigação, emitido pela NTSB (National Transportation Safety Board) (NTSB, 2006).

O objetivo deste artigo é refletir como profissionais competentes, dedicados e esforçados são afetados pelos limites dos sensores humanos e, eventualmente, tomam decisões que lhes conduzem para situações desafiadoras. Parte-se, assim, de uma certeza: que todo o esforço dos tripulantes foi feito com o único e maior objetivo de acertar, de tomar decisões corretas e de realizar seu trabalho da melhor forma possível.

Em tempo: embora o relatório da NTSB (2006) cite fatores contribuintes ligados aos procedimentos adotados pelo controlador de tráfego aéreo, este artigo busca refletir unicamente sobre o papel da tripulação e sua tomada de decisões.



Figura 1: O voo teve origem em San Diego e teria como destino Albuquerque

Fonte: Google Maps, 2025

2. SEQUÊNCIA DE AÇÕES QUE LEVOU AO ACIDENTE

Com a aeronave no solo, no aeroporto de Brown Field Municipal Airport (SDM), a tripulação enviou o plano de voo IFR (Instrument Flight Rule) às 00h02 do dia 24 de outubro de 2004, tendo como destino o Aeroporto Internacional Sunport (ABQ), em Albuquerque, Novo México. Quando mais próximo do horário do voo o copiloto tentou contato via rádio com Brown Field Municipal Clearance para obter liberação de voo IFR, porém não obteve resposta no rádio. Segundo os investigadores da NTSB, os serviços de controle de tráfego aéreo de SDM só atendiam durante os dias comerciais, e dia 24 de outubro era domingo. Observando que o colega não obteve sucesso, o piloto sugere que o mesmo chame, via rádio, a torre do aeroporto de Tijuana, aeródromo próximo, ao sul de Brown Field. Antes de fazer isso o copiloto pondera que seria possível pegar a liberação logo após a decolagem, mas expressa que não deseja ter de fazer isso: *“I don’t want to do it but...”* (NTSB, 2006).

Na sequência, o tripulante tenta contato via rádio com San Diego FSS e com Tijuana Tower, mas sem sucesso. Finalmente, o copiloto tenta chamar San Diego FSS novamente, agora em outra frequência de rádio, mas também sem êxito. Neste momento o piloto interrompe o processo e escolhe decolar em regras visuais (VFR – visual flight rule) e obter a autorização IFR (instrument flight rule) logo após a decolagem: *“All right, let’s just do VFR”* (NTSB, 2006).

A empresa operadora do voo informou aos investigadores da NTSB que havia um celular e um telefone via satélite a bordo, mas, de acordo com as gravações de áudio da cabine, a tripulação não tentou contato telefônico com San Diego FSS. Uma vez decidida a decolar VFR e realizar a transferência para IFR já em voo, a tripulação passa a discutir o perfil ideal de subida. O piloto

declara preferir decolar da pista 8, pois assim poderia evitar sobrevoar a cidade de San Diego. Outra vantagem seria que essa decolagem já deixaria a aeronave com proa direta de Albuquerque, destino final daquela sequência de voos. Ou seja, decolando da cabeceira 8 o poderiam seguir logo sentido leste, coerente com o destino do voo (Figura 1). O copiloto concorda com essas ponderações. A partir das gravações de áudio da cabine fica claro que a tripulação não discutiu, ao decidir pela cabeceira 08, sobre a presença de montanhas nos setores leste e noroeste do aeródromo, fator que se mostrou relevante momentos depois. Os investigadores destacam ainda que o copiloto bocejou cinco vezes ao longo dos seis minutos de conversa com o colega de cabine (NTSB, 2006).

Escolhida a pista e perfil inicial de subida, *checklists* regulares são executados conforme manual de operação da aeronave (NTSB, 2006).

Imediatamente antes de iniciar a decolagem o copiloto pede o *briefing* pré-voo ao colega mais experiente. O piloto responde: *“uh, let’s see. Will be standard callouts tonight and, if you can’t punch up through a nice hole then just uh, you know, stay at a reasonably safe altitude and uh, underneath two hundred and fifty knots, and I’ll do the best I can to get somebody’s attention”* (NTSB, 2006). A resposta do piloto deixa claro que o pilot flying (PF), ou piloto operando os controles de voo desta perna será o copiloto. A frase do piloto deixa evidente também que ambos estão cientes da camada de nuvens logo após a decolagem. O plano é que o PF encontre uma abertura entre as nuvens para cruzar a camada mantendo-se em condições visuais. Caso isso não fosse possível, que o pilot flying mantivesse a aeronave em uma altitude segura, enquanto o pilot-monitoring (PM) tentaria contato com os órgãos de tráfego aéreo para seguir IFR. Não fica claro no briefing qual será essa “altitude segura”. Novamente não é discutido o risco representado pelo relevo presente nas imediações do aeródromo.

Logo após essa resposta o gravador de áudio da cabine registra os motores sendo acelerados para iniciar a corrida de decolagem (00h23, 24 de outubro de 2004).

Após saírem do solo, o pilot-flying mantém a aeronave em subida alinhada com o eixo da pista 8, enquanto o pilot-monitoring contacta, via rádio, o Southern California Terminal Radar Approach Control (SCT TRACON):

00h24:12 (N30DK encontra-se 2 milhas náuticas leste de SDM, cruzando 1800 pés (msl - Mean Sea Level, e subindo)

N30DK: - off Brown Field at this time, squawking VFR with IFR please to Albuquerque

Controlador: - Lifeguard 30DK, squawk 7372 and ident please

O contato é feito e a tripulação recebe um número de transponder (7372), que permitirá ao controlador identificar a aeronave na tela de radar, o que acontece 30 segundos depois:

00h24:46 (N30DK identificado, 4 milhas náuticas leste de SDM, estabilizado em 2300 pés (msl))

Às 00h24:55 a aeronave continua nivelada a 2300 pés (msl) e o controlador informa que já está identificada no radar, devendo curvar e voar na proa 020°, mantendo-se em condições visuais, esperando liberação IFR acima de 5000 pés (msl):

00h24:55 (N30DK encontra-se 4,5 milhas náuticas leste de SDM, estabilizado em 2300 pés (msl)):

Controlador: - Lifeguard 30DK radar contact, cleared through class b airspace for now fly heading of 020, maintain VFR and as soon as you get above 5000 I'll uh have an IFR clearance for you".

N30DK: - OK. 020 heading and uh Lifeguard 02 uh 0 DK roger.

Segundo os investigadores, o N30DK era o único tráfego sob responsabilidade do controlador naquele momento, mas foi orientado a aguardar pela aprovação IFR mantendo proa 020° em condições visuais.

O Southern California Terminal Radar Approach Control (SCT TRACON) era equipado com sistema de alarme do tipo MSAW (minimum safe altitude warning). Trata-se de uma função eletrônica de monitoramento que gera alertas quando uma aeronave com transponder em modo C está abaixo, ou é previsto matematicamente que ficará abaixo, de uma pré-determinada altitude mínima de segurança no setor (minimum safe altitude). Alertas MSAW foram gerados para o controlador às 00h24:59 e 00h25:03. O controlador não realizou qualquer ação diante dos alarmes.

A aeronave mantém 2300 pés (msl) e, conforme instruções, passa a voar na proa 020°, colidindo contra a montanha Otay Mountain aos 00h25:28. A Otay Mountain se localiza a leste do aeroporto, afastada 7 milhas náuticas deste (Figura 2). Seu pico mais elevado apresenta 3566 pés. Controlador tenta contato com a aeronave às 00h25:56, mas sem sucesso.

3. METEOROLOGIA

Dados obtidos do ASOS (automated surface observing service) de SDM próximo do horário da decolagem (NTSB, 2006):

23 de outubro de 2004, 23h17: nuvens esparças (scattered clouds) em 2100 pés (agl – above ground level), visibilidade de 8 milhas estatutárias, temperatura de 14°C e pressão de 29.93.

23 de outubro de 2004, 23h53: ventos calmos, nublado (overcast) em 2100 pés (agl), visibilidade de 8 milhas estatutárias, temperatura de 14°C e pressão de 29.92.

Observação: o aeroporto fica a 526 pés (msl), logo 2100 pés (agl) corresponde a 2626 pés (msl)

A aeronave pousou em Brown Field Municipal Airport (SDM) às 23h24 do dia 23 de outubro de 2004, pilotado pela mesma tripulação que sofreria o acidente pouco mais de uma hora depois. A decolagem ocorreu às 00h20 do dia 24 de outubro de 2004. A partir das duas observações meteorológicas apresentadas no relatório da NTSB observa-se aumento no volume de nuvens na região neste período, com o teto de 2100 pés (agl) se mantendo. Essa informação é razoavelmente coerente com os dados levantados pela equipe aérea de resgate que sobrevoou o local do acidente logo após o ocorrido. Essa equipe reportou grande quantidade de nuvens (“brokens to overcast”) na região de Otay Mountain, sendo que o ponto de colisão (2256 pés, msl) estava entre 75 e 100 pés abaixo da camada de nuvens (NTSB, 2006).

De acordo com o relatório, a tripulação não requereu qualquer informação sobre as condições meteorológicas, assim como não escutou o trecho sobre condições meteorológicas do ATIS (Automatic Terminal Information Service) de SDM.

4. AEROPORTO DE BROWN FIELD MUNICIPAL AIRPORT (SDM)

O Brown Field Municipal Airport, localizado próximo de San Diego, no estado americano da Califórnia, conta com duas pistas paralelas (8L/26R, 8R/26L). A 8L/26R tem dimensões de 2430 x 46 metros, enquanto a 8R/26L apenas 971 x 23 metros. A pista usada pela tripulação na decolagem descrita neste artigo foi a 8L. Na Figura 2 é possível observar o relevo localizado no setor leste do campo, praticamente no alinhamento da cabeceira 8. Na parte inferior da Figura 2 encontra-se a fronteira com o México, assim como o Aeroporto Internacional de Tijuana.

Trecho da carta de voo visual, válida em fevereiro de 2025, contendo a região do aeroporto, é apresentado na Figura 3. É possível observar a indicação de montanhas no setor leste do aeródromo, inclusive com a marcação de picos de 3760 e 3836 pés. A gravação de áudio da cabine não permite afirmar se a tripulação consultou essa carta antes da decolagem, durante o planejamento do perfil de subida.

A Figura 4 mostra uma carta de procedimento de aproximação por instrumentos para pista 8L de Brown Field Municipal Airport, válida em fevereiro de 2025. Nesta carta é possível observar claramente o contorno dos relevos em todo o setor leste do campo. Tons diferentes de creme / marrom permitem compreensão visual rápida e objetiva em relação as linhas de 1000 pés e 2000 pés de altura do relevo. Os picos também encontram-se destacados, com seus valores informados em pés. Essa apresentação gráfica, contudo, não estava disponível na época do acidente. Segundo os investigadores (NTSB, 2006), nas cartas de aproximação em vigor na data do acidente havia apenas um ponto preto marcando picos e elevação máxima do relevo. Conforme Figura 4, o modelo atual de carta apresenta, no canto inferior esquerdo, a MSA (minimum safe altitude) de 6100 pés para um raio de 25 milhas náuticas ao redor de UGOYA.

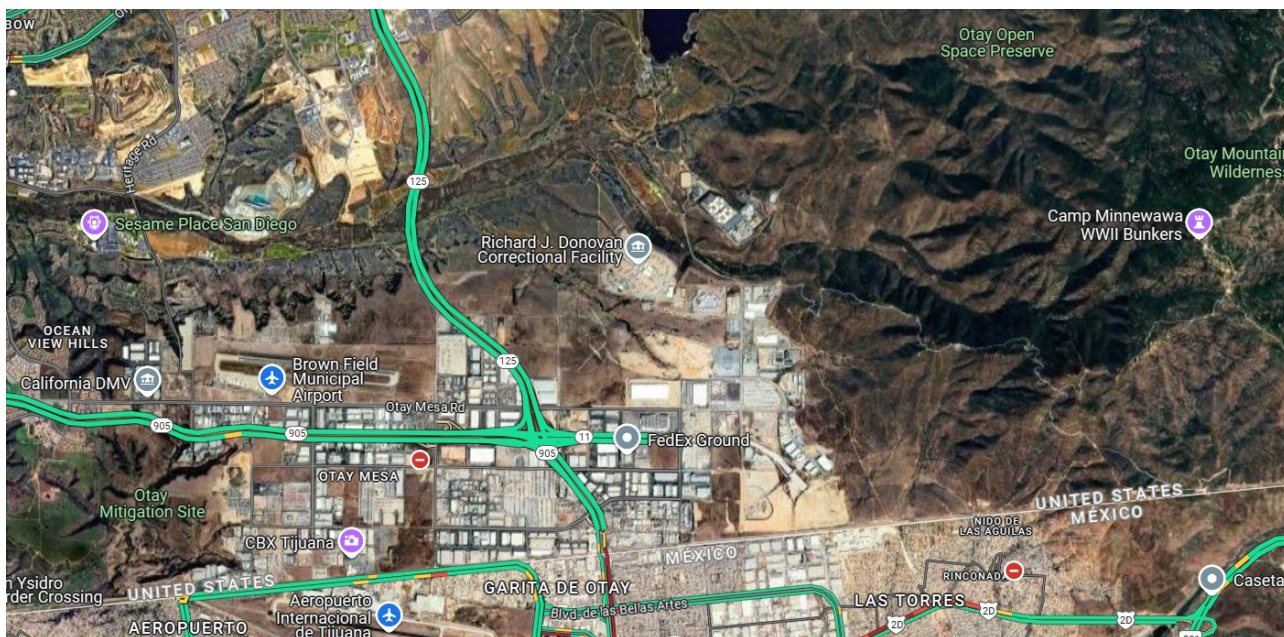


Figura 2: Região do aeroporto Brown Field Municipal Airport, próximo de San Diego, no estado americano da Califórnia

Fonte: Google Maps

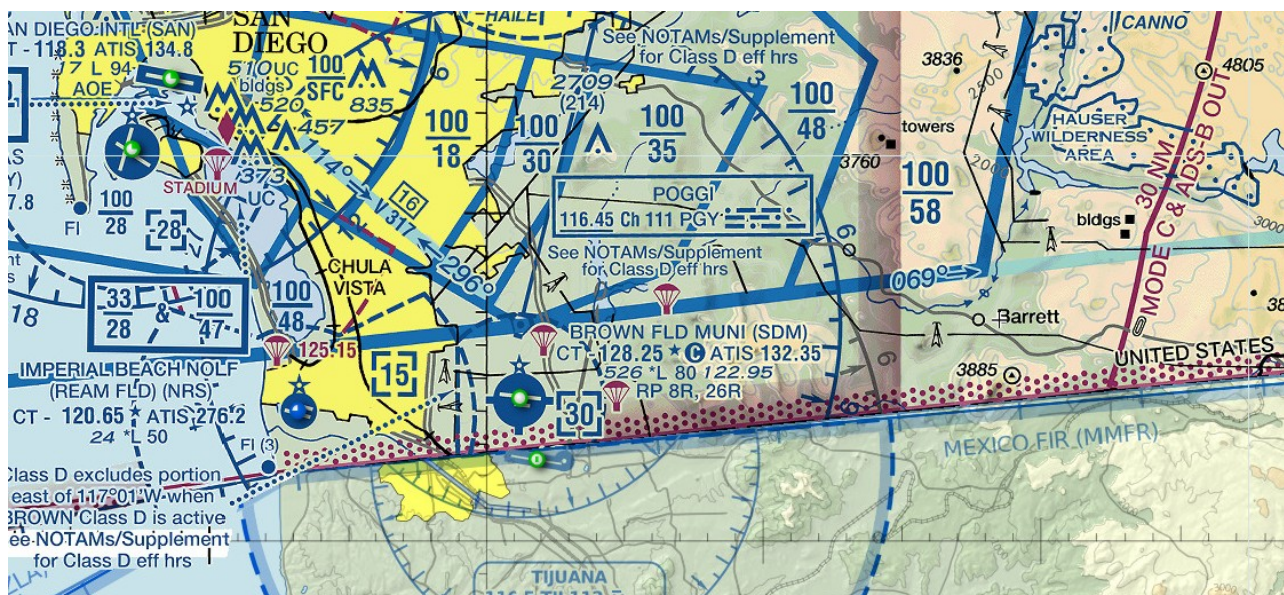


Figura 3: Carta para voo visual, em vigor em fevereiro de 2025

Fonte: <https://skyvector.com/>

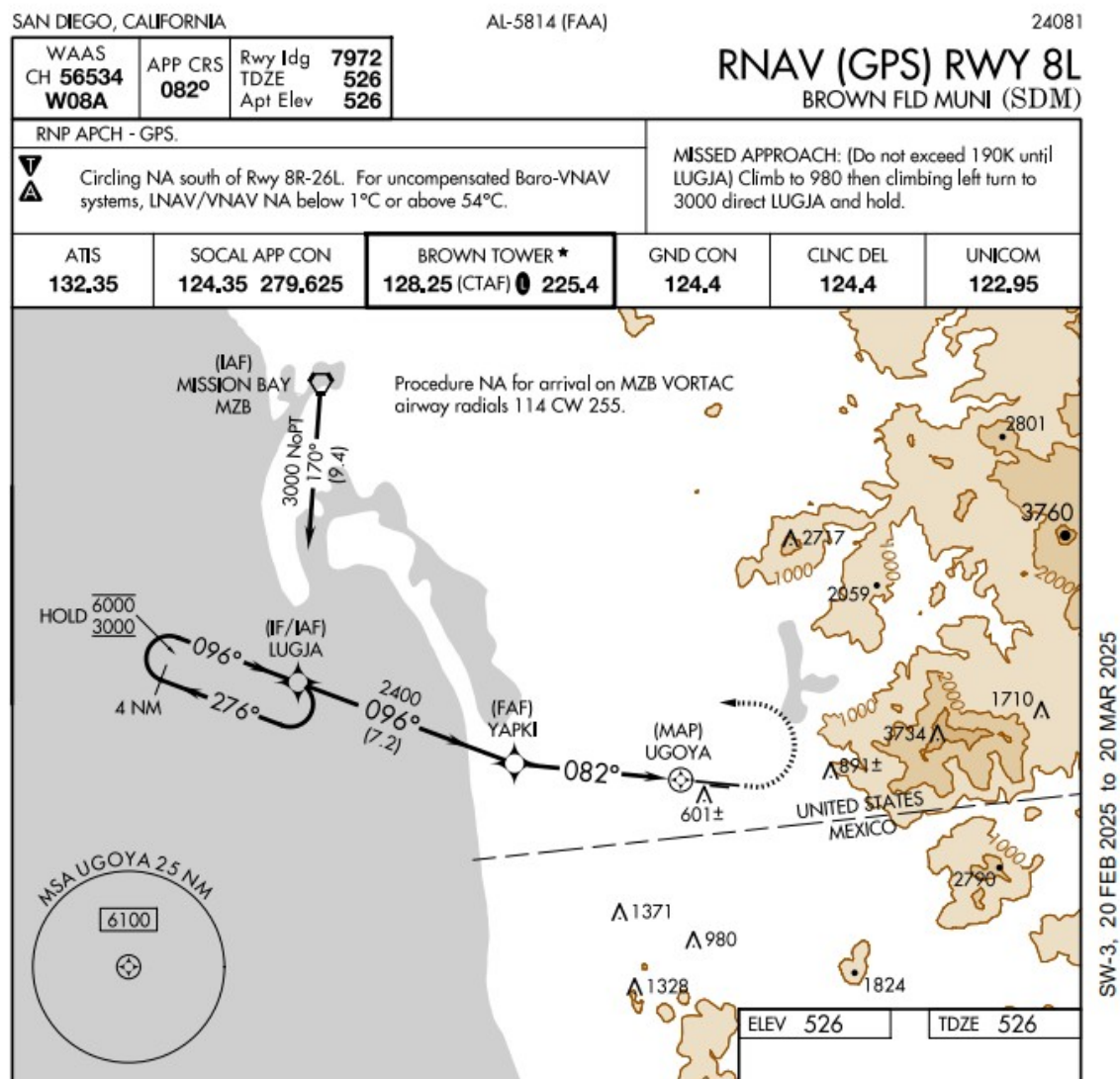


Figura 4: Carta de pouso por instrumentos, pista 8L, em vigor em fevereiro de 2025

Fonte: <https://skyvector.com/>

Por sua vez, a Figura 5 apresenta carta de subida por instrumentos, válida em fevereiro de 2025, para o mesmo aeroporto. Tanto a representação gráfica da rota quanto a descrição textual evidenciam a necessidade de curva a esquerda logo após a decolagem da cabeceira 8. Ou seja, após decolar da pista 8L ou 8R a aeronave, para manter o perfil de subida previsto em carta, deveria curvar a esquerda, fazendo proa 280°. Prosseguir direto para Albuquerque, mantendo proa leste logo após a decolagem, contraria o procedimento previsto.

(CWARD2.CWARD) 21168

CWARD TWO DEPARTURE (RNAV)

AL-5814 (FAA)

BROWN FLD MUNI (SDM)

SAN DIEGO, CALIFORNIA

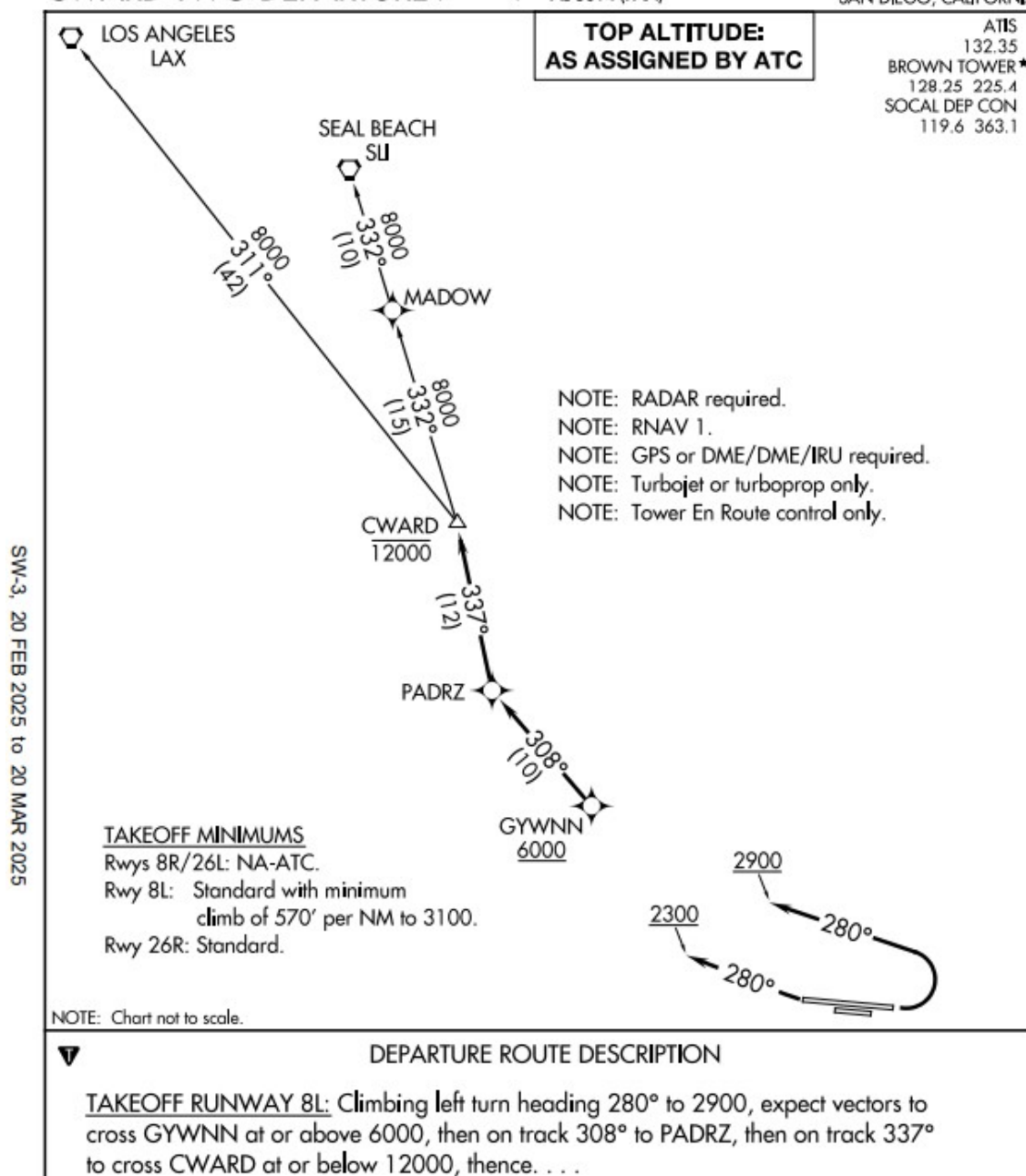


Figura 5: Carta de subida por instrumentos, em vigor em fevereiro de 2025

Fonte: <https://skyvector.com/>

5. TRIPULAÇÃO

5.1 Experiência

a) Piloto: 56 anos, com um total de 13.000 horas de voo, sendo 900 horas por instrumentos. Já tinha voado 639 horas em aeronaves Learjet 25D e 525 horas em aeronaves Learjet 35.

Horas trabalhadas e horas voadas no mês anterior ao acidente (setembro de 2004):

70 horas trabalhadas (duty time)

36 horas de voo (flight time)

Horas trabalhadas e horas voadas no mês do acidente (outubro de 2004):

67 horas trabalhadas (duty time)

38 horas de voo (flight time)

Em setembro e outubro o piloto só voou em Learjet 35.

b) Copiloto: 30 anos, um total de 3.000 horas de voo, sendo 375 horas por instrumentos.

Horas trabalhadas e horas voadas no mês anterior ao acidente (setembro de 2004):

74 horas trabalhadas (duty time)

29 horas de voo (flight time)

Horas trabalhadas e horas voadas no mês do acidente (outubro de 2004):

54 horas trabalhadas (duty time)

32 horas de voo (flight time)

Em setembro e outubro o copiloto só voou em Learjet 35.

5.2 Sequência de Voos Executados pela Mesma Tripulação nos Dias Anteriores

21 de outubro de 2004:

Ambos os tripulantes somente voaram juntos neste dia:

10 horas trabalhadas

7,4 horas de voo

Este voo, com a mesma tripulação, fazia parte de uma outra missão, anterior aquela onde aconteceu o acidente. Entre os dias 21 e 22 de outubro os tripulantes dormiram no estado do Michigan, fora da base, em virtude de manutenção não programada da aeronave.

22 de outubro de 2004:

Ambos os tripulantes somente voaram juntos neste dia:

4,3 horas trabalhadas

3,3 horas voadas

Voaram de Michigan para a base em Albuquerque (Albuquerque International Sunport - ABQ), onde, às 17h30, encerraram o dia de trabalho e seguiram para as respectivas casas. Segundo familiares, ambos teriam ido dormir às 21h30

23 de outubro de 2004:

Piloto acordou em casa às 7h00 (9,5 horas de sono). Seguiu para o aeroporto ABQ às 13h00 atendendo chamado para voo aeromédico. Já o copiloto acordou em casa às 08h30 (11 horas de sono) e seguiu para o aeroporto às 14h10.

Neste dia começa a missão composta de quatro pernas de voo que resultou no acidente. A primeira decolagem ocorreu da base da MFAA, no aeroporto de Albuquerque International Sunport (ABQ).

Horário da decolagem: 15h20

Pouso no aeroporto de El Paso International Airport (ELP)

Horário de pouso: 15h55

Decolagem de El Paso International Airport (ELP)

Horário da decolagem: 16h25

Pouso no aeroporto de Playa De Oro International Airport (MMZO), em Manzanillo, no México.

Horário de pouso: 18h25

Decolagem de Playa De Oro International Airport (MMZO)

Horário da decolagem: 20h40

Pouso no aeroporto de Brown Field Municipal Airport (SDM), próximo de San Diego, no estado da Califórnia (EUA)

Horário de pouso: 23h24

O relatório da NTSB informa que este voo foi executado conforme plano de voo IFR, e recebeu autorização para aproximação por instrumentos em SDM. Todavia, a tripulação reportou que já tinha contato visual com o aeroporto e cancelou o voo por instrumentos. Aproximação e pouso foram executados sob regras de voo visual às 23h24 do dia 23 de outubro de 2024.

Até este momento a tripulação já havia feito três das quatro pernas de voo previstas.

24 de outubro de 2004:

Faltava assim apenas uma perna para completar a missão: retornar com a aeronave para a base em Albuquerque (ABQ). Essa perna foi iniciada pouco depois da meia-noite.

Decolagem de Brown Field Municipal Airport

Horário da decolagem: 00h20

Destino previsto: aeroporto de Albuquerque International Sunport (ABQ)

O acidente ocorreu logo após a decolagem.

5.3. Rotina de Trabalho nas Últimas 24 horas Antes do Acidente

Tripulação:

Ambos os tripulantes somente voaram juntos neste período:

11 horas trabalhadas

6,5 horas voadas

6. VISIBILIDADE NOTURNA DO RELEVO

Para melhor compreensão do cenário encontrado por essa tripulação logo após de decolagem de Brown Field Municipal Airport (SDM), a Figura 6 ilustra um pequeno experimento para avaliar a visibilidade de um relevo localizado próximo de aeroporto brasileiro em diferentes horários ao longo do dia. A Figura 6A apresenta imagem obtida às 6h00 da manhã, pouco depois do amanhecer. A imagem da Figura 6B foi feita da mesma posição, às 11h00 da manhã. Já a imagem da Figura 6C é uma fotografia feita às 21h00, já no período noturno (noite sem lua e sem nuvens). Todas as imagens foram feitas da mesma posição, e a distância entre o fotógrafo e a montanha é de pouco mais de 5 quilômetros. O METAR (Meteorological Aerodrome Report) do aeroporto mais próximo, também afastado 5 quilômetros da montanha, informava visibilidade e teto sem restrições nos três horários.

Por tratar-se de uma montanha sem ocupação humana, sua visibilidade contra o céu noturno fica bastante prejudicada. As árvores no primeiro plano (Figura 6C), mais próximas do fotógrafo, estão iluminadas pela iluminação pública local, o que também dificulta a visualização do contorno do relevo ao fundo. No caso do acidente com a aeronave prefixo N30DK decolando de SDM, é possível que a iluminação do pátio e pistas do aeródromo tenham exercido fenômeno de ofuscamento similar, dificultando a percepção sobre a presença de montanhas no alinhamento da pista 8L. No caso de Brown Field Municipal Airport, o relevo encontra-se a mais de 8 quilômetros

do aeroporto (Figura 7), tornando ainda mais difícil sua visualização noturna durante a corrida de decolagem.

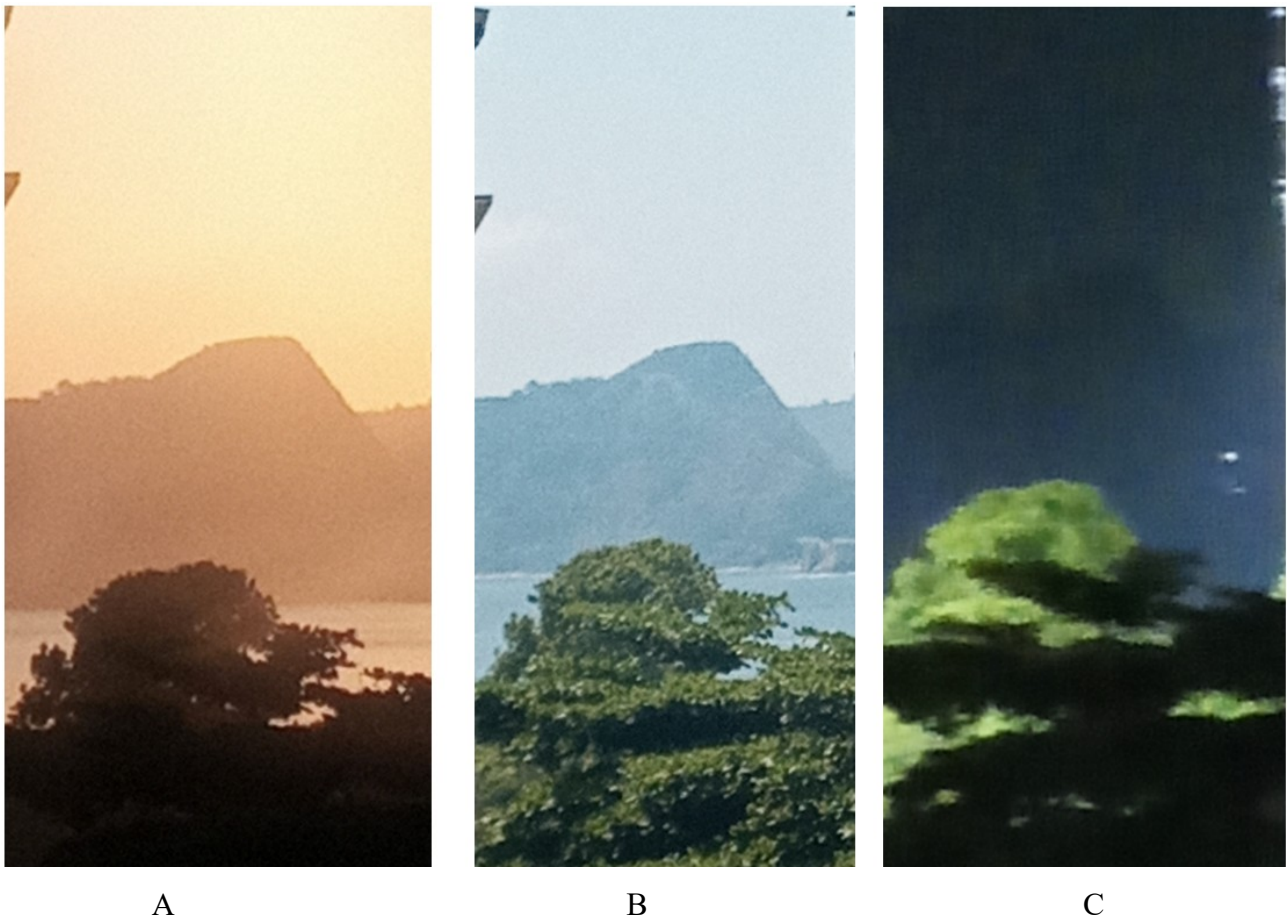


Figura 6: Variação da visualização do relevo em função do horário do dia



Figura 7: Marcação da distância entre o aeroporto e a parte mais oeste do relevo

Fonte: Google Maps

7. TRECHOS PERTINENTES DOS REGULAMENTOS EM VIGOR

O item 14 CFR § 91.103 - *Preflight action*. explicita que as tripulações devem obter todas as informações sobre o voo antes do seu início (EUA, 2024):

Each pilot in command shall, before beginning a flight, become familiar with all available information concerning that flight.

Especificamente sobre o terreno e presença de obstruções o FAA estabelece critérios que devem ser aplicados pelas tripulações durante o planejamento de subidas por instrumentos. Destaca-se que a tripulação deve buscar informações sobre o terreno e obstruções, e assegurar-se que é viável manter separação visual (FAA, 2025-A):

Prior to departure considers the type of terrain and other obstructions on or in the vicinity of the departure airport.

Determines if obstruction avoidance can be maintained visually or that the departure procedure should be followed.

Ainda sobre o relevo, o próprio manual da operadora salientava que este tópico deveria ser tratado com especial cuidado no briefing antes da decolagem:

ATIJ's Standard Operating Procedures Manual (NTSB, 2006)

"Crew Takeoff Briefing (Lear[jet] 35)," "the pilot in command will brief any special or unusual conditions that may arise such as high terrain, windy conditions, etc."

No caso específico do acidente aqui analisado, a tripulação tinha como intenção decolar em condições visuais e, logo que possível, já em contato com o controle de tráfego, passar para IFR. Sobre este ponto específico com item 4-4-8 do *FAA Aeronautical Information Manual (AIM)* declara (FAA, 2025-B):

A pilot departing VFR, either intending to or needing to obtain an IFR clearance en route, must be aware of the position of the aircraft and the relative terrain/obstructions.

7. REFLEXÕES

8.1 Pouso em Brown Field Municipal Airport (SDM)

A terceira perna da sequência de voos executados pela tripulação nos dias 23 e 24 de outubro de 2004 incluiu pouso noturno em SDM. Tratou-se de voo IFR, inclusive com aprovação do controle de tráfego aéreo para aproximação e pouso por instrumentos no destino. Contudo, a tripulação informou estar visual com a pista e optou por cancelar o voo por instrumentos, completando a aproximação e pouso em condições visuais. O relatório da NTSB (2006) não detalha o momento exato no qual ocorreu o cancelamento do voo por instrumentos.

A dinâmica desde pouso torna-se ponto de reflexão na medida em que a carta de aproximação por instrumentos apresenta dados sobre o relevo da região onde o aeroporto fica localizado. Caso a tripulação tenha discutido o conteúdo desta carta enquanto voava para Brown Field Municipal Airport, quase inevitavelmente teria se deparado com as informações sobre picos com mais de 3000 pés no setor leste do campo. Caso a aproximação fosse para a pista 8L, uma avaliação do perfil a ser adotado em caso de arremetida também alertaria a tripulação sobre a existência de obstáculos naturais no alinhamento da pista.

Contudo, dependendo do momento no qual o voo passou a seguir em condições visuais, seria possível que a tripulação não tivesse discutido sobre a aproximação em SDM, deixando assim de consultar a carta de aproximação. Deve-se ressaltar também que o layout da carta usada em 2004 não era tão explícito quanto a presença de relevo na região. Comparando com o padrão gráfico em vigor em 2025, fica claro que o padrão de 2004 era excessivamente discreto.

Uma última reflexão sobre este pouso: caso a tripulação tenha executado toda a descida e pouso em condições visuais, e deste modo sem consultar a carta de aproximação por instrumentos, não deveria ter sido capaz de visualizar as montanhas nos arredores do aeroporto? Infelizmente, por tratar-se de uma aproximação em horário noturno, isso não pode ser afirmado. Como discutido anterior e reforçado em ampla literatura, como, por exemplo, o livro sobre fatores humanos de Dale Wilson (2020), a visualização noturna de montanhas não habitadas pode ser um desafio para qualquer tripulação.

8.2 Plano de Voo de Brown Field Municipal Airport para Albuquerque

Pouco depois da meia-noite do dia 24 de outubro a tripulação preencheu plano de voo IFR para, decolando de Brown Field Municipal Airport, retornar para a base em Albuquerque. Durante o preparo deste plano teriam percebido a presença de relevo significativo no setor leste de SDM? Infelizmente isso não é uma certeza, além da visualização do entorno do aeroporto ficar bastante prejudicada durante a noite, a carta de subida por instrumentos não destaca este ponto. Embora seja clara na exigência de curva a esquerda logo após a decolagem da pista 8L, o motivo não é apresentado. Se este perfil de subida, em curva, tivesse despertado a curiosidade da tripulação, seria possível achar a resposta nas cartas de aproximação por instrumento ou na carta de voo em condições visuais. Porém, deve-se lembrar que aquela tripulação estava se preparando para a quarta perna seguida de voo. Naquele momento já tinham acumulado 11 horas trabalhadas, sendo 6,5 horas voadas. Passava da meia-noite do dia 24, e ambos os tripulantes estavam acordados desde 7h00 ou 8h30 da manhã do dia anterior. Na noite anterior, de 22 para 23 de outubro, ambos dormiram antes das 22h, de modo que iniciar os preparativos para um novo voo após a meia-noite pode se mostrar especialmente desafiador (MORIARTY, D., 2015; VAZ JUNIOR, C.A., 2022). Os investigadores

destacam os bocejos sucessivos do copiloto ao longo dos preparativos pré-voo. O preparo e execução de vários voos curtos pode mostrar-se mais cansativo para a tripulação do que a realização de um único voo mais longo, em função da elevada carga de trabalho imposta no início e fim de cada voo. Fadiga é um fator humano dos mais relevantes, e pode afetar na tomada de decisões e no correto gerenciamento de risco, tornando tripulações mais tolerantes ao risco (WILSON, D., 2020; MORIARTY, D., 2015; VAZ JUNIOR, C.A., 2022; NTSB, 2015). A possibilidade de distúrbios de sono por parte da tripulação deste voo não consta do relatório final da investigação. Em 2011 a NTSB publicou investigação de outro evento no qual ambos os tripulantes aparentemente sofriam de distúrbios de sono, sendo possível fator contribuinte (NTSB, 2011).

Finalmente, para reforçar as suspeitas que a tripulação desconhecia a ameaça representada pelo relevo local está o fato do piloto justificar a escolha da pista 8 em função da possibilidade de seguir direto rumo leste.

8.3 Decisão por subida inicial VFR

Diante das dificuldades do copiloto para estabelecer contato com algum órgão de controle de tráfego aéreo e assim obter aprovação do voo IFR, o piloto tomou a decisão de iniciar em condições VFR, e solicitar passagem para IFR já em voo, logo no início da subida. Essa possibilidade já havia sido comentada pelo copiloto, mas não era seu modo preferencial de agir. Agora, diante das dificuldades e da proposta do piloto, não houve objeção.

Essa decisão possivelmente reflete não apenas a dificuldade de estabelecer contato com o controle de tráfego aéreo, mas também o avançar da hora, a longa jornada de trabalho da tripulação e o fato de se tratar da última perna de voo – com o retorno para a base. Desafios específicos para tomada de decisão em cenários como esse, de última perna e volta para casa são muitas vezes denominados “get-home-itis” ou “last-leg syndrome” (WILSON, D., 2020).

Junta-se a isso o fato que pouco mais de uma hora antes tinham pousado naquele aeroporto de forma visual, sem quaisquer dificuldades. A opção pela aproximação visual se mostrou adequada recentemente, inclusive poupando todo o trabalho de cabine envolvido em uma aproximação por instrumentos. Poderia, então, ser novamente usada com sucesso, agora na decolagem? Se foi possível, uma hora antes, fazer contato visual com a pista e realizar o pouso, deveria ser possível decolar também de forma visual. Dois fenômenos podem aqui ser identificados: a tendência de repetição do uso de um modelo mental usado com sucesso recentemente, chamada de “Available Heuristic”; e a associação da decisão anterior (“voo visual”) com o resultado (“sucesso”), chamada “Illusory Correlations”. Dale Wilson (2020) e Moriarty (2015) discutem como essas e outras heurísticas influenciam no processo de tomada de decisão.

8.4 Carta de voo visual

Dado que o planejamento inicial da tripulação era de realizar essa última perna em IFR, a consulta a carta de voo visual não fazia sentido. Contudo, diante da mudança para uma subida inicial VFR, o novo contexto exigia a consulta desse material. O relatório publicado pela NTSB (2006) não menciona que tal carta tenha sido consultada, o que provavelmente resultaria em comentários e análises por parte da tripulação. A tripulação pode ter assumido que, por se tratar de um trecho muito curto em condições visuais, logo após a decolagem, não eram necessárias maiores avaliações. Obviamente que, ao sabermos dos resultados dessa decisão ela nos parece equivocada, mas esse tipo de conclusão posterior é apenas resultado do “Hindsight bias” (WILSON, D., 2020)., sendo profundamente injusto com os pilotos envolvidos.

8.5 Briefing pré-decolagem

Nestes momentos que antecedem a decolagem a tripulação repassa seus planos sobre essa fase inicial do voo: o copiloto seria o PF, o piloto assumiria como PM. Ao PF caberia conduzir a aeronave e tentar encontrar uma passagem entre as nuvens para continuar a subida em condições visuais. Caso isso não fosse possível, deveria manter a aeronave em uma altitude segura. Ao mesmo tempo o PM iria tentar entrar em contato, via rádio, com os órgãos de controle de tráfego, visando prosseguir IFR até o destino.

Este diálogo mostra que ambos estavam cientes da presença de nuvens e da necessidade de manter-se em condições visuais em um primeiro momento. Todavia, não parecem cientes do perfil de subida previsto na carta, com curva a esquerda logo após a decolagem da pista 8L. Também não ocorre avaliação dos riscos representados pelas montanhas no alinhamento da cabeceira.

8.6 Retardo na transição para IFR

Apesar de ser o único tráfego sob responsabilidade do controlador de Southern California Terminal Radar Approach Control (SCT TRACON), a transição de VFR para IFR não foi imediata. A posição do controlador foi:

“Lifeguard 30DK radar contact, cleared through class b airspace for now fly heading of 020, maintain VFR and as soon as you get above 5000 I’ll uh have an IFR clearance for you”.

A aeronave já estava nivelada a 2300 pés, possivelmente em função do teto (nuvens) não permitir que continuassem a subida se mantendo em condições visuais. Assim, ouvir que a liberação para IFR somente ocorreria quando estivessem acima de 5000 pés não fazia sentido. Como, mantendo-se

em condições visuais, chegariam nessa altitude? Havia uma camada de nuvens impedindo que isso acontecesse. Simultaneamente o controlador solicitou que a aeronave passasse a voar na proa 020.

A resposta do PM veio logo em seguida:

“OK. 020 heading and uh Lifeguard 02 uh 0 DK roger.”

O piloto parece confuso com o que ouviu. Ele coteja a nova proa, talvez por essa seja a parte mais “fácil” da instrução recebida. Passar a voar na proa 020 não parecia um problema, mas continuar a subida em condições visuais era algo que realmente ele não esperava. A ideia era realizar uma transição rápida de VFR para IFR, mas agora, por alguma razão, o controlador pediu que se mantivessem em condições visuais. O PM erra a identificação da aeronave no final da resposta, talvez já pensando no que deveria ser feito.

Os investigadores da NTSB não detalham se foram registrados mais conversas entre os tripulantes depois deste diálogo com o Controlador. Seja como for, desconhecendo a presença de montanhas no setor, sem conseguir visualizá-las no céu noturno e, agora, voando numa proa direta do relevo, restavam poucos segundos para a tripulação evitar a colisão.

9. Conclusões

Para muitos as ocorrências de CFIT, ainda mais em condições meteorológicas favoráveis, é um mistério: “Como que não enxergaram as montanhas?” O acidente aqui descrito ilustra como o contexto real de um acidente pode ser muito mais complexo do que aquele resultante de simplificações feitas por pessoas, muitas vezes despreparadas, que apenas buscam por um culpado. Por trás das estatísticas de acidentes existem pessoas reais, com tomadas de decisões em tempo real e informações limitadas. Falhas sempre acontecerão, mesmo nas melhores e mais bem treinadas equipes. Entender o contexto de um acidente e refletir como cada um de nós, realmente, agiria se estivesse lá, é o primeiro passo para evitar que acidentes assim se repitam.

10. Referências Bibliográficas

(CENIPA, 1996): Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, “Relatório Final - Aeronave: PT-LSD. LR-25D”, 1996.

Disponível em: https://sistema.cenipa.fab.mil.br/cenipa/paginas/relatorios/rf/pt/PT-LSD_02-03-1996.pdf

(EUA, 2024): Governo dos Estados Unidos. “14 CFR § 91.103 - Preflight action”. 2024

Disponível em:

<https://www.govinfo.gov/app/details/CFR-2024-title14-vol2/CFR-2024-title14-vol2-sec91-103>

(FAA, 2024): Federal Aviation Administration. “AIM chapter 5-1-2, Follow IFR Procedures Even When Operating VFR”. 2024

Disponível em: <https://faraim.org/faa/aim/331/aim-331.pdf>

(FAA, 2025-A): Federal Aviation Administration “Section 5. Pilot/Controller Roles and Responsibilities”. 2025

Disponível em: https://www.faa.gov/air_traffic/publications/atpubs/aim_html/chap5_section_5.html

(FAA, 2025-B): Federal Aviation Administration “Section 4. ATC Clearances and Aircraft Separation”. 2025

Disponível em:

https://www.faa.gov/air_traffic/publications/atpubs/aim_html/chap4_section_4.html#:~:text=A%20pilot%20departing%20VFR%2C%20either,and%20the%20relative%20terrain%20obstructions

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

(NTSB, 2006): National Transportation Safety Board, “Aircraft Accident Brief – Accident Number: LAX05FA015. Aircraft: Learjet 35A, N30DK”. 2006.

Disponível em: <https://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Reports/AAB0605.pdf>

(NTSB, 2008): National Transportation Safety Board, “Controlled Flight Into Terrain in Visual Conditions - Nighttime Visual Flight Operations Are Resulting in Avoidable Accidents”, 2008.

Disponível em: <https://www.nts.gov/Advocacy/safety-alerts/Documents/SA-013.pdf>

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>

(NTSB, 2015): National Transportation Safety Board, "Runway Overrun During Rejected Takeoff -Gulfstream Aerospace Corporation G-IV, N121JM", 2015,

Disponível em: <https://www.nts.gov/investigations/accidentreports/reports/aar1503.pdf>

(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, Curitiba, v.8, n.1, p. 6711-6740. 2022.

Disponível em <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/43228/pdf>

(WILSON, D., 2020): Dale Wilson, “Human Factors: Enhancing Pilot Performance”, Aviation Supplies & Academics Inc. ISBN: 978-1619549272. 2020.

