

Erros de abastecimento de aeronaves - soluções alternativas-improvisos e ‘cegueira’ não intencional (desatenção por cegueira, ou atenção cega) derrotam defesas contra erros, pelo articulista de segurança operacional da mídia *AIN on line* Stuart “Kipp” Lau

Em dezembro 2023 [EL]

Em post datado em 27 de outubro, intitulado “*Fueling mistakes - Workarounds and inattention blindness defeat fueling error defenses*”, ou “Erros de abastecimento - soluções alternativas-improvisos e ‘cegueira’ por desatenção derrotam defesas contra erros de abastecimento”, o articulista de segurança operacional da mídia *AIN on line* Stuart “Kipp” Lau tratou dos erros de abastecimento de aeronaves com uso de combustível errado, mais especificamente na troca de AvGas por QAv em aviões como motor a pistão, resultando eventos sérios.

“Kipp” Lau inicia o seu artigo apontando que abastecer aeronaves com o tipo errado de combustível pode levar à perda completa da potência do motor, causando ferimentos graves ou morte. Isto é mais crítico quando uma aeronave com motor a pistão (*reciprocating engine*, ou *alternative engine*) convencional é abastecida com combustível à base de querosene de aviação (QAv – JET-A) ao invés de gasolina de aviação (AvGas). De acordo com a FAA, um motor a pistão convencional quando alimentado por QAv/JET-A em configurações de alta potência sofre detonações, rápida perda de potência e altas temperaturas da cabeça do cilindro, rapidamente seguidas por uma falha completa do motor.

Por diversas razões, segundo os investigadores, aeronaves com motores a pistão convencionais continuam a acidentar com uso do tipo errado de combustível em seus tanques. E esses acidentes costumam ser fatais, ocorrendo numa “lacuna” – pela disponibilidade momentaneamente de AvGas suficiente no sistema de combustível da aeronave (na linha entre os tanques e o motor) para a decolagem e início de subida. Mas, em baixa altitude, a mistura de QAv (versus AvGas) pode tornar-se grande o suficiente para causar uma falha de motor (ou, no caso de um avião multimotor, falhas de um motor).

Em 05 de outubro de 2019, um bimotor a pistão Piper 602P *Aerostar* caiu a menos de 6 km (3,2 MN) ao sul do Aeroporto Municipal de Kokomo (KOKK), no Estado de Indiana (EUA), de onde decolara. O piloto, detentor de Licença de Piloto de Linha Aérea (ATPL/PLA), único ocupante, faleceu no acidente.

O NTSB declarou a causa provável do acidente como “a excedência do ângulo crítico de ataque do avião pelo piloto após uma perda de potência do motor dupla (ie, falha dos dois motores) causada pelo abastecimento do avião com o combustível errado por técnico de serviço de linha, o que resultou em um estol aerodinâmico e subsequente perda de controle” O relatório também adicionou: “Contribuiu [para o acidente] a supervisão inadequada do piloto sobre o serviço de combustível [abastecimento]”.

O técnico de serviço de linha no aeródromo disse aos investigadores que quando o *Aerostar* chegou à rampa de Kokomo, ele estacionou o caminhão de combustível de aviação em frente ao *Aerostar* enquanto o piloto ainda estava dentro da cabine. O caminhão estava marcado com “JET-A” em ambas as laterais e na traseira do veículo.

Novo no trabalho e na aviação, o técnico de linha disse: “O *Aerostar* parecia um avião a jato”. Segundo o técnico, o piloto foi questionado duas vezes se queria combustível de aviação. O piloto respondeu “sim” e posteriormente encomendou 163 galões de combustível, segundo o relatório do NTSB.

Mais tarde naquele dia, o piloto do acidente retornou e preparou o *Aerostar* para a decolagem, acionou os motores e começou a taxiar até a pista, para a decolagem.

Duas testemunhas disseram que ouviram os motores ligando e pareciam “normais ou típicos”. Nenhuma das testemunhas se lembra de ter visto a decolagem da aeronave.

Mais tarde, outra testemunha disse aos investigadores que viu o *Aerostar* voando baixo e fazendo uma curva acentuada para a esquerda. Nesse ponto, ambos os motores falharam e o piloto enfrentou uma grave ‘crise’ no ar. Para pousar a aeronave, o piloto começou a manobrar a aeronave, aumentou o ângulo de rolamento (*bank angle*), entrou em um acelerado estol, perdeu o controle e o avião colidiu em um campo de feijão. A aeronave foi destruída e o piloto morreu.

A partir da década de 1980, a indústria começou a desenvolver e implementar “defesas” físicas (através de Boletins de Serviço – SB - *Service Bulletin*, pelas fabricantes) para evitar eventos de “abastecimento incorreto”. As “defesas” físicas incluíam bocais de abastecimento de combustível menores para aeronaves alimentadas por AvGas e bicos “alargados” maiores em equipamentos (mangueiras) de abastecimento de combustível QAv (JET-A). A tese era que estes “bicos” maiores (grandes) só caberiam em bocais de abastecimento de combustível maiores de aviões movidos à turbina – aqueles alimentados por QAv (JET-A).

Na década de 1990, os padrões de tamanho para bocais de abastecimento de tanques de combustível foram incorporados aos padrões de aeronavegabilidade do regulamento PART23, da FAA. Aviões com motores movidos por AvGas não devem ter aberturas maiores que 2,36 polegadas (cerca de 6 cm). Aviões movidos à turbina poderiam ter uma abertura não inferior a 2,95 pol. (7,49 cm). Neste momento, os regulamentos também determinavam que cada bocal de abastecimento de tanque de combustível deveria ser sinalizado (com uma etiqueta) com o tipo de combustível e a classificação/especificação técnica mínima requerida.

Mais uma vez, esta tese era sólida; um “grande” bico de mangueira abastecedora de combustível QAv (JET-A) de um carro-tanque – de 2,95 pol. (7,49 cm) - não cabia fisicamente na pequena abertura do bocal de abastecimento de combustível de um avião movido por AvGas - 2,36 polegadas (cerca de 6 cm).

No entanto, esses requisitos não se aplicavam a certos aviões e aeronaves de asas rotativas com motorização à turbina (alimentada primariamente por QAv) que não podiam ser abastecidos com o bico de mangueira abastecedora de combustível QAv (JET-A) de um carro-tanque alargado. Isto incluiu aeronaves fabricadas antes dos novos requisitos de certificação ou aeronaves modificadas pela substituição de motor a pistão por motor à turbina (muitas vezes mantendo os bocais de abastecimento dos tanques de combustível originais, de motor dimensão/largura).

Como uma “solução alternativa”, muitos caminhões de combustível QAv (JET-A) e gabinetes de abastecimento fixos são equipados com um bico de diâmetro reduzido que se destina a ser usado temporariamente quando o bico alargado (para abastecimento de QAv/JET-A) for impraticável ou inutilizável pela sua maior dimensão.

No caso do acidente (em 2019) do Piper *Aerostar* 602P em Kokomo, e especificamente do técnico de linha inexperiente e não supervisionado, o caminhão abastecedor de JET-A (QAv) tinha a mangueira de abastecimento com o bico alargado apropriado e a aeronave tinha um bocal de abastecimento de tanque de diâmetro menor. Para “fazer o trabalho” – de abastecer contornando e ‘resolvendo’ o problema físico das dimensões de bico e bocal -, o técnico da linha criou sua própria ‘solução’ alternativa, posicionando o bico de “formato diferente” em um ângulo sobre os bocais de abastecimento do tanque de combustível de asa. De acordo com o relatório do acidente, o técnico da linha disse que “inicialmente derramou cerca de um galão [3,8 litros] de combustível durante o reabastecimento e ajustou sua técnica para que o derramamento subsequente de combustível fosse mínimo”.

Outro problema enfrentado pelo técnico de linha em Kokomo é que muitas aeronaves “parecem um jato”, com ‘nariz’ pontudo e linhas elegantes.

Para aumentar a confusão, muitas aeronaves compartilham a mesma fuselagem ou de aspecto semelhante, mas sendo equipadas com motores diferentes – a pistão ou à turbina. Os exemplos incluem a linha monomotor Piper série M (*Piper MClass*) – para um olhar não-especializado, um Piper M350 (equipado com motorização a pistão turbocomprimido Lycoming TIO-540-AE2A) se assemelha ao Piper M500 (equipado com motor turboélice Pratt & Whitney PT6A-42A), ou um bimotor Cessna C421 *Golden Eagle* (equipado com motores a pistão Continental GTSIO-520) se parece com um C425 *Conquest* (equipado com motores turboélice Pratt & Whitney Canada PT6A-112), ou o bimotor Piper *Navajo* (PA31) (com motores a pistão Lycoming TIO-540/541) e o Piper *Cheyenne* (P31T/PA42) (com motores turboélice Pratt & Whitney Canada PT6A-41/61). Na mesma linha, um helicóptero Robinson R44 (com motor a pistão) se parece muito com um R66 (movido à turbina).

Por esta razão, a FAA e alguns fabricantes encorajaram os operadores a remover as palavras “turbo” ou “turboalimentado” das carenagens das aeronaves turboalimentadas.

‘Cegueira’ não-intencional - atenção ‘cega’ – desatenção por cegueira - e responsabilidades de piloto
Os pilotos e os fornecedores de combustível têm a responsabilidade partilhada de garantir que uma aeronave seja devidamente abastecida.

Embora o relatório do NTSB do acidente do Piper *Aerostar* em Kokomo não tenha abordado as questões de fatores humanos que podem ter afetado o piloto e influenciado o acidente, muitos dos fatores humanos da teoria *The Dirty Dozen* - “Dúzia Suja”, alusiva ao filme clássico deste título, podem ser aplicáveis.

The Dirty Dozen refere-se às 12 condições prévias de erro humano mais comuns (condições que podem atuar como precursoras de acidentes e incidentes).

A partir do relatório do NTSB do acidente do Piper *Aerostar* em Kokomo, diversas questões, como [1] falta de comunicação, [2] distração, [3] complacência, [4] pressão, [5] normas e outras, podem ter sido identificadas como precursoras deste acidente. É difícil determinar porque o piloto não sobreviveu ao acidente.

Um evento similar aconteceu em 15 de setembro de 2015 com um bimotor Piper PA-31-350 *Navajo Chieftain*, perto de Thompson, em Manitoba (Canadá), após decolagem do aeródromo da localidade. Numa tentativa de regresso em pouso de emergência, o bimotor colidiu com terreno arborizado ao sul do aeroporto, sofrendo danos substanciais. O avião foi destruído pelo impacto em árvores e terreno; no entanto, a seção da cabine permaneceu praticamente intacta. Não houve incêndio pós-impacto.

Todos os oito ocupantes (seis passageiros e dois pilotos) sobreviveram, com feridos sérios entre os mesmos.

Quase todo o combustível foi disperso por todo o local do acidente a partir das células de combustível rompidas, mas restou uma quantidade suficiente para a obtenção de amostras. A investigação pela autoridade canadense TSB confirmou que o avião foi abastecido com tipo incorreto de combustível em Thompson antes de partir para Winnipeg, com JET-A1 ao invés de AvGas.

“Kipp” Lau escreveu que, neste caso, um técnico de linha novato abasteceu a aeronave com JET-A1 (QAv). O técnico inicialmente tentou abastecer a aeronave usando o bico alargado (próprio para QAv) e mudou para um bico de diâmetro menor (destinado para abastecimento de AvGas) para encaixar na abertura do bocal do tanque de combustível da aeronave. Isso ‘derrotou’ a “defesa” para evitar que o combustível impróprio para o avião - JET-A1 - fosse usado numa aeronave com motor a pistão (alimentado por AvGas).

“Kipp” Lau registra que, durante a operação de abastecimento, os dois tripulantes (cmte. e copiloto) do Piper *Navajo Chieftain* desempenhavam outras funções. A certa altura, o copiloto percebeu que o técnico de linha estava tendo dificuldades com os bocais do tanque de combustível. Assim, o copiloto “ajudou o técnico e solicitou a quantidade necessária”.

Na sua análise do acidente, o TSB identificou vários fatores que permitiram que um erro de abastecimento passasse despercebido. O relatório afirmou: “Incluía a pressão de tempo [horário], a confiança da tripulação de voo no revendedor de combustível, baseada na experiência anterior, e a orientação da sua atenção para outras tarefas relacionadas com o trabalho no momento do abastecimento. Esses fatores provavelmente resultaram na cegueira por desatenção que os tripulantes experimentaram em relação à sinalização do caminhão de combustível, o que pode tê-los alertado sobre o erro do tipo de combustível”.

De acordo com “Kipp” Lau, o Manual de Voo de Avião (AFH - *Airplane Flying Handbook*) da FAA - FAA-H-8083-38 - recomenda: “Durante operações de (re)abastecimento, é aconselhável que o piloto desembarque todos os passageiros da aeronave durante as operações de abastecimento e testemunhe o (re)abastecimento para garantir que o combustível e a quantidade corretos sejam

dispensados no avião e que todas as tampas e carenagens estejam devidamente fixadas após o abastecimento”,

Como prática recomendada, a maioria de grandes bases de serviços logísticos em aeródromos (FBO) e fornecedores de combustível incorporam diversas “defesas” administrativas nos procedimentos de abastecimento para incluir, no mínimo, o seguinte:

- Todos os pedidos deverão incluir classificação, volume e distribuição, e registro de aeronaves.
- O pedido deverá ser repetido ao cliente e registrado no formulário de pedido de combustível.
- Todo abastecimento sobre a asa requer a assinatura do cliente antes do abastecimento.
- Um requisito para registrar qualquer remoção e substituição de bico alargado de mangueira de abastecimento de combustível (JET-A) por bico de menor.

“Kipp” Lau escreveu que, de acordo com alerta de segurança do NTSB de título “*Pilot: Fueling Mistakes*” (Piloto – erros de abastecimento), um desafio para os pilotos é que é difícil identificar se o combustível errado foi bombeado para uma aeronave. Assim, é importante que os pilotos e o pessoal de linha (técnicos-abastecedores) sigam as melhores práticas estabelecidas e mantenham a vigilância durante as atividades de abastecimento. De acordo com “Kipp”, alerta de segurança do NTSB também aponta: “Embora os combustíveis JET-A e AvGas tenham odores, cores e propriedades de evaporação distintos, lembre-se que uma verificação visual por si só pode não detectar que JET-A e AvGas foram misturados. A mistura pode parecer apenas AvGas”.

Assim sendo, “Kipp” Lau indica que pilotos devem ter cautela e estar atentos ao fato de que os técnicos de linha podem não estar cientes dos requisitos de abastecimento de sua aeronave específica. Um técnico de linha pode ser recém-treinado. Frequentemente, esse treinamento pode ser concluído em uma ou duas semanas e consiste em uma série de vídeos, questionários e treinamento prático.

Os caminhões abastecedores de combustível devem estar claramente marcados com a identificação do tipo de combustível (AvGas ou JET-A) nos tanques. De acordo com “Kipp” Lau, um piloto deve ter cuidado se o caminhão é utilizado para abastecer helicópteros menores movidos à turbina: o caminhão pode dispor de um bico de diâmetro menor instalado (ao invés do bico flangeado maior), que pode ser encaixado em bocal com largura menor de aeronave motorizada à pistão (com alimentação AvGas).

“Kipp” Lau ainda indica que pilotos podem usar o recibo de compra de combustível como uma verificação final de segurança para garantir que a aeronave foi abastecida adequadamente (quanto ao tipo e também quanto à quantidade de combustível). Houve diversas ocasiões em que o piloto de acidente assinou um recibo de combustível que mostrava claramente que o combustível errado foi fornecido aos tanques da aeronave.

“Kipp” Lau finaliza o artigo registrando, que em ultimato, as palavras importam. “Kipp” sustenta que os pilotos deveriam ouvir e “despertar” e aproveitar um questionamento simples irreverente de um técnico de linha perguntar: “*Do you want prist with your jet?*” [Você quer ‘sacramento’ com seu jato?]; essa indagação deve servir de uma “bandeira vermelha” e o piloto deverá solicitar esclarecimentos. Este foi o caso (inclusive deste o articulista reproduzindo o questionamento que houve entre agentes no acidente), quando, em 28 de maio de 2020, um bimotor Rockwell *Aero Commander* 500S da Divisão Florestal do Alasca foi abastecido com QAv (JET-A); o avião caiu na partida do Aeroporto de Aniak (PANI), sofrendo danos substanciais, e feriu gravemente o piloto e três bombeiros.

Informações complementares

por Eduardo Lima

O articulista da AIN “Kipp” Lau cita três casos de eventos de erros de abastecimento com a troca de AvGas por QAv, de aviões bimotor a pistão, um deles no Canadá (em 2015) e dois no EUA (2019 e 2020, separados de 7 meses e cerca de 20 dias).

A seguir apresentamos algumas informações adicionais destes três casos considerando os relatórios de investigação finais:

1 – quanto ao acidente com um bimotor a pistão Piper PA-31-350 *Navajo Chieftain*, durante partida do Thompson, em Manitoba (Canadá), em 15 de setembro de 2015:

Dois pilotos no aparelho Piper PA-31-350 *Navajo Chieftain* com registro de produção sn 31-8052022, de matrícula C-FXLO, foram destacados para uma série de vôos por diversas comunidades do norte de Manitoba em serviço de transporte de passageiros prestado pela Keystone Air Service – no vôo KEE208 – iniciada do Aeroporto Internacional de Winnipeg/James Armstrong Richardson (CYWG), no horário central-local de 08:18 (13:18Z).

O cmte. era detentor de Licença de Piloto de Linha Aérea (ATPL/PLA) com experiência total de vôo de aproximadamente 2.000 horas de vôo, incluindo cerca de 1.000 horas no modelo PA-31-350. Durante os 7 dias anteriores à ocorrência, o PIC acumulou 34,8 horas de jornada de trabalho com 14,4 horas de vôo. No dia, o piloto apresentara-se no hangar às 06:30CDT, e estava acordado há aproximadamente 13h15m e numa jornada de cerca de 12h15m no momento da ocorrência.

O copiloto era detentor de Licença de Piloto Comercial de Avião (CPL/PCM) com experiência total de vôo de aproximadamente 446 horas de vôo, incluindo cerca de 120 horas no modelo PA-31-350. Durante os 7 dias anteriores à ocorrência, o PIC acumulou 21,9 horas de jornada de trabalho com 9,6 horas de vôo. No dia, o piloto apresentara-se no hangar às 06:30CDT, e estava acordado há aproximadamente 13h15m e numa jornada de cerca de 12h15m no momento da ocorrência.

Os dois últimos destinos planejados eram o Aeroporto *Oxford House* (CYOH) e o Aeroporto *Pikwitonei* (CZMN). Na escala no “*Oxford House*” (CYOH), a tripulação avaliou as condições meteorológicas no destino seguinte - *Pikwitonei* (CZMN), a 76MN a NW -, e concluiu que o vôo não poderia ser realizado sob regras de vôo visual e cancelou aquele trecho da viagem.

Depois de determinar ainda que um vôo em regras de vôo por instrumentos para Winnipeg (CYWG), a 310 MN a SW do “*Oxford House*” (CYOH), com alternativas adequadas exigiria combustível adicional, a tripulação decidiu prosseguir para o Aeroporto de Thompson (CYTH), em Manitoba, a aproximadamente 102 MN a NW de CYOH (e 27 MN a NW de *Pikwitonei* (CZMN), e a 355 MN ao norte de Winnipeg (CYWG), para reabastecer. O pessoal de acompanhamento do vôo da Keystone foi contatado por telefone e instruído a sobreavistar a distribuidora-revendedora de combustível de Thompson (CYTH). A investigação do TSB não pôde determinar se o AFHT - *Aircraft Fuel Handling Technician* (técnico-abastecedor de aeronave) recebeu este contato da operadora aérea Keystone.

Com oito ocupantes (sendo dois pilotos e seis passageiros), o Piper PA-31-350 *Navajo Chieftain* decolou de *Oxford House* (CYOH) com destino de Thompson (CYTH) às 16:40CDT (21:40Z).

Antes da chegada do Piper PA-31-350 *Navajo Chieftain* da Keystone (no vôo KEE208, procedendo de *Oxford House* – CYOH), o AFHT em Thompson (CYTH) abasteceu uma aeronave com combustível JET-A1 do caminhão-tanque (foto 1), e após este serviço transitou o caminhão para as dependências junto do escritório da distribuidora de combustível local; o técnico estacionou o caminhão, mas deixou-o ligado, e ingressou no escritório da distribuidora.

Photo 1. Jet-A1 truck



Chovia continuamente em Thompson (CYTH) quando o Piper PA-31-350 *Navajo Chieftain* da Keystone (no vôo KEE208) chegou às 17:28CDT (22:28Z), após vôo de 48 minutos. Enquanto o bimotor taxiava até o pátio, o AFHT saiu do prédio e dirigiu o caminhão JET-A1 para receber o avião da Keystone, sem ter conhecimento que tipo ou quantidade de combustível seria necessária. O AFHT estacionou o caminhão-abastecedor de JET-A1 na frente do Piper PA-31-350 *Navajo Chieftain* da Keystone com o lado esquerdo do caminhão voltado para a aeronave.

Enquanto procedia aos itens para corte dos motores, o cmte. observou o caminhão-abastecedor (vermelho e branco) na frente do avião, até o corte do segundo motor.

O cmte. intencionava encarregar o AFHT do abastecimento, e instruiu o copiloto a calçar o avião e acompanhar os passageiros até o terminal.

Após desembarque do avião, o copiloto acompanhou os passageiros até área junto da ponta da asa esquerda, instruindo-os a aguardar enquanto foi calçar o avião pela roda do 'nariz'. O SIC não olhou as placas de identificação de combustível no caminhão-abastecedor, mas percebeu que o AFHT estava tendo dificuldade em determinar quais eram os bocais de abastecimento de combustível dos tanques principais. O copiloto então identificou para o AFHT cada bocal de abastecimento de combustível e instruiu o AFHT a abastecer (completar) os tanques principais de combustível e colocar 80 litros em cada tanque auxiliar. Em seguida, o copiloto acompanhou os passageiros até ao terminal do aeroporto através do edifício da distribuidora de combustíveis através da porta lateral para área de movimento ("lado ar") normalmente de acesso para tripulantes.

O cmte. observou e ouviu o copiloto falar com a AFHT e o próprio não falou com a AFHT relativamente ao abastecimento de combustível. O cmte. realizou tarefas pós-vôo, saiu do avião às 17:34CDT (22:34Z), cerca de seis minutos após a chegada, e dirigiu-se às dependências da distribuidora-revendedora de combustível. O cmte. informou a uma pessoa atrás do balcão dentro do prédio que alguém voltaria para assinar o comprovante de combustível até 18:00.

O AFHT declarou que não viu as etiquetas (rótulos) de tipo e capacidade de combustível adjacentes aos bocais de abastecimento dos tanques do avião, mas que notou que o bico alargado da mangueira de abastecimento (de JET-A1) do caminhão não encaixava (cabia) no bocal do tanque de abastecimento de combustível do avião – conforme foto 2. A etiqueta identificava claramente o combustível (somente) AvGas, de 100LL:

Photo 2. Placard and fuel filler opening



O AFHT retirou o bico alargado da mangueira, com uma ponteira de extremidade (próprio para abastecimento de QAv – JET-A) e o substituiu por um bico alternativo cilíndrico de diâmetro reduzido (foto 3):

Photo 3. Exemplar flared spout (left) and reduced-diameter (brass) spout



Ao final, o avião foi abastecido com 406 litros de JET-A1 (QAv), distribuídos pelos 4 tanques (principais e auxiliares).

Após a conclusão do abastecimento, o bico alargado (próprio para abastecimento de QAv – JET-A) do foi reinstalado.

O AFHT imprimiu um recibo de combustível e registrou a remoção e reinstalação do bico alargado (próprio para abastecimento de QAv – JET-A) no registro de inventário de equipamentos do caminhão de combustível. O AFHT voltou ao prédio da distribuidora-revendedora de combustível, estacionou e desligou o caminhão-abastecedor.

Às 18:00 CDT (23:00Z), o cmte. retornou ao prédio do distribuidora-revendedora de combustível, mas não conseguiu entrar pela porta de segurança do lado externo (“lado terra”) para dispor do recibo do abastecimento. As luzes estavam apagadas e o cmte. não conseguiu ver nenhuma guia-recibo de combustível no balcão. O cmte. regressou ao terminal do aeroporto.

Os dois pilotos e os seis passageiros passaram pela porta do “lado ar”-“lado terra” (para área operacional), deixando o terminal, e retornaram à aeronave e se prepararam para partir. Nenhum dos dois pilotos tentou acessar as dependências da distribuidora-revendedora de combustíveis a partir da área operacional do aeroporto.

O copiloto verificou as tampas dos bocais de combustível e removeu o calço da roda dianteira. Um breve *briefing* de segurança para os passageiros foi realizado pelo copiloto. As verificações pré-voo pela tripulação foram concluídas; no entanto, os tanques de combustível não foram amostrados (para drenagem e eliminação de impurezas, além a verificação do aspecto do combustível).

A amostragem dos drenos para água, sedimentos e combustível adequado faz parte da verificação pré-voo. O Procedimento Operacional Padrão (SOP) da Keystone para o modelo Piper PA31 declara: “O Pré-voo Externo (inspeção externa) [...] deve ser concluído no primeiro voo do dia ou sempre que a aeronave tiver sido completamente desenergizada e deixada sem supervisão. Era prática normal para os tripulantes da Keystone coletar amostras dos drenos de combustível antes do primeiro voo do dia, mas não após subseqüentes abastecimentos.

Os motores foram acionados às 18:13CDT (23:13Z) e a tripulação obteve autorização de tráfego para voo em regra IFR, que expiraria às 18:19CDT (23:19Z). Devido a um tráfego chegando previsto, o táxi para a pista 06 foi agilizado e a corrida de decolagem foi iniciada às 18:17CDT (23:17Z), numa escala de 49 minutos (chegada/partida).

A decolagem foi operada pelo copiloto, com funcionamento inicial, aparentemente, normal dos motores Lycoming (TIO-540 J2B e LTIO-540 J2B). Mas, após a rotação, o avião não acelerou normalmente e não ascendeu como esperado, e a pressão de admissão (*manifold pressure*) dos motores caiu. Os pilotos recolheram o trem de pouso e os flapes. O copiloto (PF) iniciou uma curva suave para direita e concentrou-se em manter a velocidade indicada enquanto o cmte. tentou resolver a falta de potência.

Às 18:19:01CDT (23:19Z), o cmte. rádio-comunicou com a Estação de Serviço de Vôo (FSS - *Flight Service Station*) informando que o avião estava iniciando uma curva para direita para regresso no aeródromo com pouso na pista 06. Às 18:19:17CDT (23:19Z), o cmte. informou para FSS que o avião iria curvar para ingressar na perna-do-vento da pista 06 e que tinha pista à vista, com este contato visual sendo mantida na perna-do-vento às 18:19:45CDT (23:19Z). O avião não conseguiu ascender mais do que 450 pés AGL (altitude de 1.135 pés). A potência dos dois motores diminuiu ainda mais e o avião começou a perder altura. O cmte. instruiu o copiloto (PF) a realizar um pouso forçado na rodovia (#391), comandando o abaixamento do trem de pouso. Na sequência, o cmte. avisou um tráfego na rodovia em sentido contrário ao pouso forçado intencionado, e assumiu os comandos do avião. O cmte. curvou o avião para direita e executou um pouso forçado, em vôo controlado, numa área arborizada parcialmente desmatada a cerca de 50 m. ao norte e paralelamente à rodovia, e a cerca de 700 m. ao sul da cabeceira 06. O avião parou perto do final de uma área parcialmente limpa.

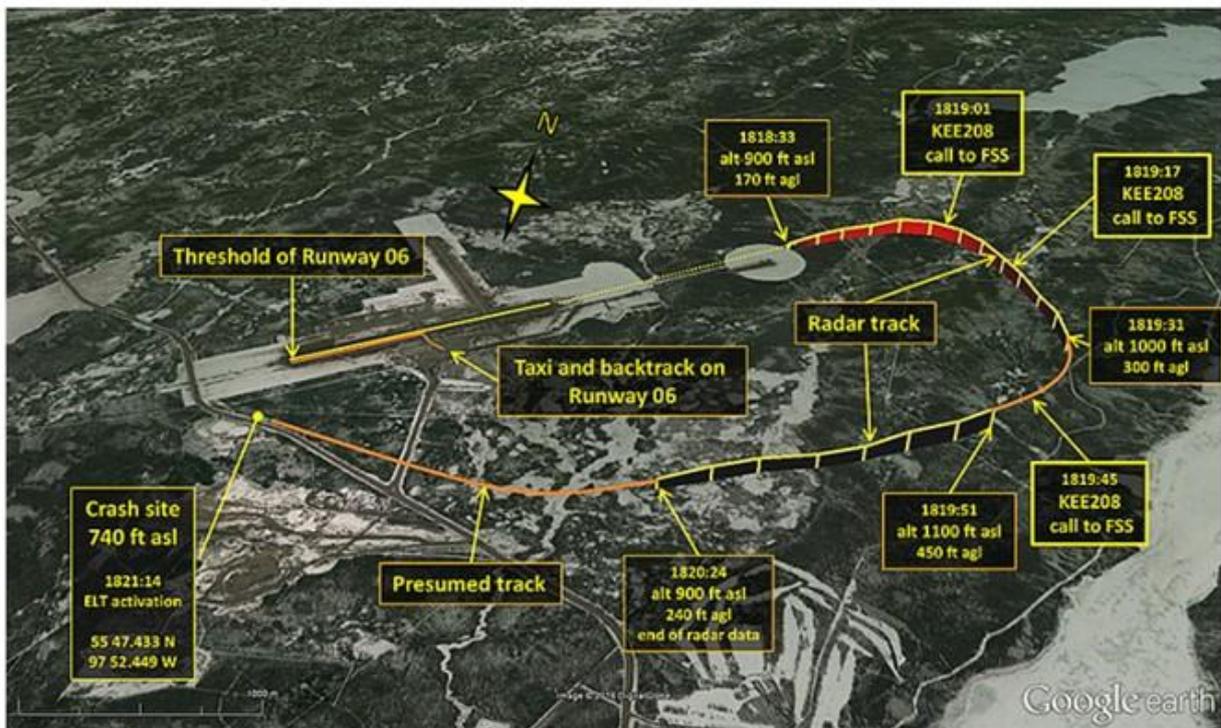


Photo 4. Accident site



No momento do acidente, o METAR vigente informava vento de 050° de 12 KT com rajada de 19 KT, visibilidade de 7 SM (11,3 km), chuva leve, céu com três camadas, de nuvens esparsas com base a 500 pés, céu nublado com Teto de 700 pés e céu fechado com base a 900 pés, temperatura do ar de 9°C e QNH de 29,88 pol. Hg. (1.011 hPa).

O local do acidente foi uma clareira parcial repleta de pedras, detritos, entulhos e sucata, indicando que a área provavelmente era um antigo local de despejo.

O ângulo de descida através das árvores até o ponto de impacto do trem de pouso principal foi de cerca de 10° com avião com atitude de 'nariz' para cima (cabrado) e asas niveladas.

Na colisão - impacto inicial com o terreno -, a porta da cabine foi forçada a abrir. A partir do ponto de impacto inicial, a aeronave percorreu mais 30 m. antes de parar. O comprimento total da "trilha" de destroços do impacto na primeira árvore foi de aproximadamente 76 m.

Ambos os estabilizadores horizontais da aeronave se romperam. As asas foram arrancadas de ambas na seção externa das naceles do motor. Os flapes das asas estavam recolhidos e o trem de pouso abaixado no momento do impacto.

Uma grande quantidade de energia foi dissipada pelo rompimento das asas, bem como pela deformação e colapso do trem de pouso estendido.

O "garfo" do trem de pouso do 'nariz' e o conjunto da roda se quebraram e a parte restante da 'perna' do trem de pouso dianteiro foi forçada a voltar para o compartimento da roda pelo impacto. O suporte de óleo do trem de pouso principal esquerdo foi dobrado 90° para trás. A 'perna' do trem de pouso principal direito colapsou parcialmente. A caixa da bateria da aeronave estava no chão cerca de 6 m. à frente de sua estrutura de montagem na antepara dianteira da fuselagem.

A fuselagem permaneceu em posição normal e a cabine proporcionou um volume de sobrevivência aos oito ocupantes. A fuselagem foi torcida durante o impacto inicial com o solo, e a distorção forçou a abertura da porta da cabine. Mas os ocupantes permaneceram na cabine e nas suas posições durante a sequência do acidente, pois todos os cintos de segurança disponíveis foram utilizados. A distorção da fuselagem também afetou o piso da cabine e resultou na liberação de diversas pernas dos assentos de seus pontos de fixação. Algumas bases dos assentos desabaram parcialmente

enquanto absorviam energia durante o impacto inicial. A utilização de todos os sistemas de retenção disponíveis na aeronave contribuiu para a sobrevivência dos ocupantes.

O motor esquerdo permaneceu preso apenas por fios e cabos. O motor direito ainda estava marginalmente conectado na parede corta-fogo; no entanto, vários tubos do suporte do motor foram quebrados. As velas de ignição e as cabeças dos pistões examinadas exibiam uma aparência limpa e jateada. As hélices sofreram danos rotacionais limitados; no entanto, houve graves danos por flexão e torção em todas as lâminas.

Todas as 4 células de combustível se romperam, dispersando o combustível ao longo da “trilha” de destroços. Havia um cheiro de combustível de aviação em todo o local do acidente. As tampas de combustível da aeronave estavam instaladas e os bocais de abastecimento tinham aproximadamente 2,3 polegadas (5,84 cm) de diâmetro. Havia combustível suficiente restante no recipiente (‘copo’) do filtro de combustível direito e na célula de combustível auxiliar esquerda para obter amostras de combustível para perícia do material.

Não houve incêndio pós-acidente. A bateria foi arrancada da aeronave, o que provavelmente eliminou as fontes de ignição elétrica. As faíscas geradas pelo contato com o solo foram provavelmente suprimidas pela chuva constante e pelo terreno saturado. Esses fatores provavelmente impediram a ignição do combustível derramado. A ausência de incêndio pós-impacto contribuiu para a sobrevivência de todos os ocupantes da aeronave.

O avião era dotado de quatro tanques – 4 células de combustível flexíveis (2 em cada asa). As células externas (tanques auxiliares) comportam 40 galões (ie, 151,6 litros) cada, e as células internas (tanques principais) comportam 56 galões (ie, 212,2 litros) cada, o conjunto de 4 tanques somando capacidade de 192 galões (727 litros), sendo utilizáveis 182 galões (689 litros), ie, 95% da capacidade.

A investigação levantou que o avião foi abastecido com 406 litros de JET-A1 (QAv), distribuídos pelos 4 tanques (principais e auxiliares), ie, 56% da capacidade. O AFHT foi instruído pelo copiloto a abastecer 80 litros em cada tanque auxiliar (de capacidade de 151 litros), ie, 160 litros nestes tanques, o que resulta 246 litros nos tanques principais. Considerando que os tanques principais tenham sido completados, o avião teria decolado com 584 litros (546 litros utilizáveis), ie, 80% da capacidade total.

No avião, as válvulas de drenagem para coleta de amostras de combustível estão localizadas nos reservatórios das células de combustível (4 válvulas), nos recipientes do filtro de combustível (2 válvulas) e na parte mais baixa do sistema de alimentação cruzada (1 válvula).

Aeronaves são requeridas por regulamentação aeronáutica – de aeronavegabilidade - de dispor de etiqueta (rótulo) na superfície superior (extradorso) da asa próximo a cada bocal de abastecimento de tanque de combustível especificando o tipo de combustível e classificação mínima exigida. Na aeronave de ocorrência, adjacente a 3 dos bocais de abastecimento de combustível, havia uma etiqueta com a especificação do tipo de combustível da aeronave (AvGas) e sua classificação em índice de octana mínimo (100LL), bem como a capacidade de combustível do tanque. A etiqueta adjacente ao bocal do tanque principal da asa esquerda identificava apenas a especificação no caso, índice de octanagem) e a capacidade (volume) do tanque. Todas as três etiquetas texto preto sobre fundo branco.

Photo 2. Placard and fuel filler opening



O Boletim de Serviço (SB) Piper 797A, emitido em 02 de abril de 1985, exigia a instalação de bocais de abastecimento de combustível de diâmetro reduzido para evitar abastecimento incorreto. O boletim de serviço foi revisado para incluir instruções que deveriam ser seguidas no caso de combustível QAV (JET-A), ao invés de AvgAS, ser introduzido no tanque de uma aeronave com motor a pistão. O Boletim de Serviço 797B tornou-se obrigatório com a emissão da Diretriz de Aeronavegabilidade (AD) 87-21-01 da FAA, em vigor em 02 de novembro de 1987. A aeronave acidentada estava em conformidade com esta Diretriz.

No curso da investigação, foi constatado que o avião estava mantido de acordo com os regulamentos existentes e nenhuma anormalidade operacional tinha sido reportada antes do voo da ocorrência. O exame dos destroços não revelou quaisquer defeitos pré-existentes contribuintes para o acidente.

Os danos sofridos pelas hélices indicaram que os motores não estavam produzindo potência significativa no momento do impacto.

Os testes das amostras de combustível do avião recolhidos nos destroços foram realizados sob a direção do Laboratório do TSB. Os resultados dos testes indicaram que as amostras consistiam em cerca de 32% de AvGas, enquanto os 68% restante do combustível era um hidrocarboneto mais pesado consistente com as propriedades do combustível JET-A1 (QAV).

A revendedora de combustível Esso no Aeroporto Thompson (CYTH) era a Mara-Tech Aviation Fuels Ltd. (Mara-Tech), que operava nas instalações e com equipamentos de propriedade da Imperial Oil (Imperial) sob um contrato de revenda aeronáutica. Além da operação diária das instalações de abastecimento, a Mara-Tech era responsável pela contratação de pessoal e pelo treinamento dos funcionários da revenda de combustível.

Acordos de revenda de serviços de aviação exigem que os revendedores de combustível cumpram os padrões e procedimentos operacionais da Imperial. Nos termos do acordo de revenda de aviação da Imperial, os revendedores de combustível sob contrato têm licença para usar marcas registradas detidas pela Imperial, como as bandeiras Esso e Esso Aviation, na comercialização de seus negócios.

O material de treinamento de pessoal ministrado pela Mara Tech era fornecido pela Imperial e consistia de uma série de CD ou fita VHS cujo conteúdo estava organizado em módulos. Cada módulo foi acompanhado por um Quiz com questões de múltipla escolha correspondente.

O AFHT - *Aircraft Fuel Handling Technician* (técnico-abastecedor de aeronave) envolvido no acidente fora contratado pelo gerente das instalações da Mara-Tech no aeroporto de Thompson, e o treinamento começou em 06 de agosto de 2015 (cerca de 40 dias antes do acidente). O AFHT não tinha experiência anterior em aviação e, conseqüentemente, nenhum conhecimento prévio de tipos de aeronaves e seus respectivos detalhes, como a localização de bocais de abastecimento de combustível. e requisitos de tipo de combustível.

O treinamento do AFHT consistira na leitura do material de treinamento da Imperial, visualização de CDs e preenchimento dos questionários de múltipla escolha correspondentes aos módulos do

programa instrucional. Certificações adicionais, como Permissão de Operador de Veículo no Lado Aéreo e Transporte de Mercadorias Perigosas, foram administradas pelo gerente das instalações da Mara-Tech em Thompson. O AFHT recebeu o certificado de treinamento em manuseio de combustível de aviação da Mara Aviation Tech em 10 de agosto de 2015. O AFHT também passou por treinamento prático que consistia em acompanhar o gerente para ganhar experiência no abastecimento de aeronaves. O AFHT realizou o primeiro abastecimento não-assistido em 22 de agosto de 2015 (cerca de 25 dias antes do acidente). A maioria das aeronaves atendidas pelo AFHT exigiram combustível JET-A1 (QAv). Porém, dados os vários tipos de aeronaves, às vezes houve a necessidade da troca do bico alargado para combustível JET-A1 mangueira de abastecimento e da instalação do bico de diâmetro reduzido (tal como efetuada para abastecimento da aeronave acidentada, no caso alimentada por AvGas). Devido a sua falta de familiaridade com vários tipos de aeronaves, o AFHT ainda exigia informações das tripulações de voo com relação aos tipos de combustível necessários e aos locais de abastecimento de combustível.

A autoridade regulatória de aviação civil canadense (TCC) não regulamenta nem supervisiona os revendedores de combustível. No entanto, a questão de fornecimento-suprimento de combustível é tratada na Circular de Segurança de Aeródromos (ASC - *Aerodrome Safety Circular*) – à época na edição 2006-0297 – no item “Armazenamento, Manuseio e Distribuição de Combustíveis de Aviação em Aeródromos”, com apresentação de informações e orientações aos envolvidos no abastecimento de aeronaves nos aeródromos. A versão deste documento é a Circular de Informação – AC - *Advisory Circular* 300-12 – à época com emissão em 1º de outubro de 2014, por sua vez remetendo-se à edição da norma B836-14, da CSA – *Canadian Standards Association* (associação de padrões canadense), intitulada “Armazenamento, manuseio e distribuição de combustíveis de aviação em aeródromos”. A posição da TCC A era de que a norma CSA B836-14 fornecia à indústria as melhores práticas, e, desde a introdução desta norma, a autoridade também recomendava que todos os operadores aeroportuários adotassem a norma para as suas operações individuais.

A Imperial Oil (Imperial) fornecia o “Manual de Padrões de Operação de Aviação: Procedimentos de Revendedor Aeroportuário e Guia de Referência Rápida” - (AOSM - *Aviation Operation Standards Manual - Dealer Airport Procedures and the companion Quick Reference Guide*) para seus revendedores de combustível licenciados. O AOSM da Imperial continha regras e procedimentos para revendedores de combustível e compreendia uma série de documentos, cada um abordando um aspecto específico de uma operação de abastecimento de aeroporto.

O documento ADD-P-Z605 (605), intitulado “*Overwing Fuelling*” – abastecimento sobre asa - era dividido em 6 seções. O procedimento formal para entrega de combustível a uma aeronave era detalhado em formato de tabela nas seções 2 a 5, com colunas denominadas “Etapa [número]”, “Procedimento”, “Explicações”, “Perigos” e “Ações” - “*Step [number],*” “*Procedure,*” “*Explanations,*” “*Hazards,*” “*Actions*”.

Os procedimentos relativos à verificação da qualidade do combustível, extraídos¹⁰ das seções 2 a 5, têm a seguinte redação:

Section 2. Order taking

- Step 1: "Take order and repeat back to customer for confirmation."
- Step 2: "All fuel orders should be recorded on a Refuelling Order Running Sheet."

Section 3. Grade confirmation

- Step 1: "Fuel Order Form completion or reference to Standing Fuel Order List."
- Step 2: "Upon arrival at the aircraft physically confirm grade by comparing Nozzle Grade Tag with Wing Tank Decal."
- Step 3: "Use of Selective Nozzle Spout." [This step contains a detailed explanation of the use of the spout and identifies the hazard as "Delivery of incorrect grade into aircraft."]

Section 4. Arrival and delivery

- Step 13: "Compare Nozzle Grade Identification Tag with Aircraft Wing Tank Decal."

Section 5. Equipment stowage and departure

- Step 2: "Completion of Documentation."
 - "Ensure delivery docket [fuel slip] signed unless standing fuel order in place."

Seção 2: Aceitação de pedidos

Passo 1: Anote o pedido e repita ao cliente para confirmação

Passo 2: Todos os pedidos de combustível devem ser registrados em uma Folha de Execução de Pedidos de Reabastecimento

Seção 3: Confirmação de nota

Passo 1: Preenchimento do Formulário de Pedido de Combustível ou referência à Lista Permanente de Pedidos de Combustível

Passo 2: Ao chegar à aeronave, confirme fisicamente a classificação comparando a característica do bocal com a etiqueta de especificação de combustível e de tanque de asa.

Passo 3: Uso do Bico Seletivo [Esta etapa contém uma explicação detalhada de uso do bico e identifica o perigo como "Entrega de material/comb. incorreto em aeronave"]

Seção 4: Chegada e entrega

Passo 13: Compare a etiqueta de identificação do grau do bico com o decalque do tanque da asa da aeronave

Seção 5: Recolhimento e saída de equipamentos

Passo 2: Preenchimento da Documentação - Garantir que o recibo de entrega [nota/comprovante de combustível] esteja assinado, a menos que o pedido de combustível esteja em vigor

A investigação do acidente revelou que os técnicos-abastecedores (AFHT) nas instalações da Mara-Tech em Thompson raramente usavam o formulário de pedido de combustível. A revendedora de combustível abastecia rotineiramente aeronaves operadas por diversas empresas diferentes. Uma análise dos recibos de combustível da semana anterior à ocorrência mostrou que apenas cerca de 6% dos recibos foram assinados por um membro da tripulação de vôo.

A Imperial também produzia um documento chamado *Toolbox Talk* (Caixa de ferramenta comentada). Uma edição intitulada "*Misfuelling Awareness*" – Alerta de erro de abastecimento (ADD-T-Z133) é um tratado de 8 páginas que visa aumentar a conscientização e prevenir eventos de erro de combustível.

O abastecimento incorreto era identificado como um risco local-residual de nível médio em uma avaliação de risco em nível de local (SLRA - *Site Level Risk Assessment*) que a Imperial realizou em setembro de 2011. A SLRA determinou que o risco de "entrega de combustível de tipo incorreto às aeronaves" exigia uma atualização do plano de contingência local de revendedor(a) de combustível em Thompson. Uma atualização do plano de contingência foi emitida em junho de 2012, com a identificação das seguintes etapas a serem tomadas no caso de um abastecimento de aeronave com combustível incorreto (erro de abastecimento):

1. IMMEDIATELY notify the customer/pilot(s)
 2. Leave your vehicle in front of the affected aircraft
 3. Call the supervisor
 4. Assist the customer/pilot with defueling/anything they might need help with
 5. Make sure an AME (plane mechanic) signs off before the aircraft departs
- AvGas in a Jet-A1 plane might be ok (pilot will advise), but Jet fuel in an Avgas plane is a **NO GO**¹¹

1. Notificar IMEDIATAMENTE o(s) cliente(s)/piloto(s)
2. Deixe seu veículo na frente da aeronave afetada
3. Ligue para o supervisor
4. Auxiliar o cliente/piloto no reabastecimento/qualquer coisa em que ele possa precisar de ajuda
5. Certifique-se de que um AME (mecânico de avião) assine antes da aeronave partir. AvGas em um avião a JET-A1 pode estar ok (o piloto irá ponderar), mas o combustível JET-A1 em um avião à Avgas é “No Go” [aeronave não-operacional].

Os boletins, cartas e plano de contingência foram revisados pelos investigadores; cada um desses documentos era acompanhado de uma folha de assinatura com a assinatura de AFHT.

Seguindo o SLRA, uma inspeção das instalações da Mara-Tech em Thompson foi realizada por 2 membros da equipe da Imperial em maio de 2014 (ie, cerca de 1 ano e 5 meses antes do acidente). Os dois membros testemunharam várias operações de abastecimento de combustível sobre asas sendo conduzidas de acordo com os procedimentos AOSM.

Quanto à operadora aérea, o Manual de Operações (COM - *Company Operations Manual*) da Keystone Company previa: “Os próprios pilotos geralmente abastecem a aeronave. Contudo, quando um terceiro prestar serviços de abastecimento, os pilotos deverão supervisionar o abastecimento dos seus aviões para garantir que os requisitos de abastecimento são cumpridos”. Adicionalmente, o manual de Procedimentos de operação Padrão (SOP - *Standard Operational Procedures*) da Keystone Co. especificava:

The PIC is responsible for close supervision of all details of aircraft refuelling when being performed by other than authorized company employees or representative of the company. Unless on base, one crew member must be present during refuelling who will be responsible for the type, condition and amount of fuel boarded.¹³

O PIC é responsável pela supervisão rigorosa de todos os detalhes do reabastecimento da aeronave quando realizado por outros que não sejam funcionários autorizados da empresa ou representantes da empresa. A menos que esteja na base, deverá estar presente durante o reabastecimento um tripulante que será responsável pelo tipo, condição e quantidade de combustível abastecido.

No curso da investigação do acidente, tornou-se evidente que, apesar das diretrizes previstas nos documentos COM e SOP da Keystone, a supervisão do abastecimento não era realizada de forma consistente por piloto da operadora, entre os tripulantes da operadora. O grau de supervisão parecia variar com base nos níveis de confiança que os pilotos individualmente depositavam nos revendedores de combustível nas várias localidades em que a Keystone operava. Alguns pilotos realizavam regularmente algum nível de supervisão, enquanto outros raramente estavam presentes na aeronave durante o abastecimento. De acordo com o relatório, por exemplo, um revendedor de combustível de um grande centro tende a ser mais confiável e menos demandante, sendo menos supervisionado, do que um revendedor de combustível de um aeródromo de menor porte.

O relatório apresenta um histórico de eventos de falhas de motor causadas de erros de abastecimento no uso de combustível inadequado.

Abordando falhas operacionais de motores causadas por acidentes com abastecimento incorreto, a Circular de Informação aeronáutica (AC – *Circular Advisory*) AC 20-105B, de 15/06/1998, da FAA, divulga: “Motores a pistão [a gasolina - AvGas] que consomem JET-A, em configurações de alta potência, sofrem detonações, rápida perda de potência e altas temperaturas da cabeça do cilindro, rapidamente seguidas por falha completa do motor”.

Após uma série de casos de abastecimento incorreto ocorridos na década de 1980, a indústria da aviação tomou iniciativas para prevenção de novas ocorrências deste gênero.

Algumas fabricantes de aeronaves emitiram Boletins de Serviço e disponibilizaram kits para redução do tamanho (largura) do bocal dos tanques de abastecimento de combustível em aeronaves que exigiam AvGas. As autoridades americana FAA e canadense TC (TCC) posteriormente emitiram Diretrizes de Aeronavegabilidade que tornaram os Boletins de Serviço de cumprimento obrigatório. E, como outro resultado, bicos alargados para não encaixar em bocais de menor diâmetro (abertura) de bocais de tanques de combustível AvGas de aeronaves a pistão foram introduzidos nos equipamentos de abastecimento (nas mangueiras de abastecimento de caminhões-tanque). Os fornecedores de combustível colocaram cartazes adicionais nos equipamentos de abastecimento, com a identificação do combustível.

Em 1993, os padrões de tamanho para aberturas (larguras) de bocais de abastecimento de combustível foram incorporados nos Regulamento Federal Aeronáutico (FAR) americano PART-23 - PART-23 – dos Padrões de Aeronavegabilidade: Aviões de Categoria Normal, Utilitário, Acrobático e de Transporte Regional. O regulamento passou a especificar [i] para aviões com motores a pistão (alimentados por AvGas) abertura (diâmetro) de bocal de abastecimento de combustível não maior que 2,36 polegadas (6 cm) e [ii] para aviões com motores à turbina (alimentados por QAv) abertura (diâmetro) de bocal de abastecimento de combustível não menor (maior) do que 2,95 pol. (7,49 cm). O regulamento também passou a especificar a identificação (com etiqueta/rótulo) em cada bocal de tipo (com classificação mínima) de combustível e a capacidade (volume) de tanque de combustível

O Canadá (TC) seguiu a FAA e adotou padrões de aeronavegabilidade idênticos na Parte V - Manual de Aeronavegabilidade, Capítulo 523 - Aviões de Categoria Normal, Utilitário, Acrobático e Transportador Regional (523.973 e 523.1557).

Os padrões de aeronavegabilidade FAA e TC para helicópteros não especificam o tamanho das aberturas de abastecimento de combustível.

Certos aviões e helicópteros movidos por motores à turbina não podem ser abastecidos usando o bico alargado QAv (JET-A1). Algumas aeronaves fabricadas antes do padrão atual possuem bocais de abastecimento de combustível com abertura que não atende aos requisitos de dimensão atuais. Aeronaves que foram modificadas por remotorização à base da troca de motor a pistão por motor à turbina às vezes mantêm seus bocais de abastecimento de combustível originais (de menor diâmetro). A menor dimensão (largura/diâmetro) e mais o ângulo e a localização dos bocais de abastecimento de combustível em algumas aeronaves tornam o uso do bico alargado previsto para abastecimento de QAv (JET-A) impraticável. Consequentemente, muitos caminhões abastecedores de combustível JET-A e bombas/pontos fixos de abastecimento são dotados de bico de diâmetro reduzido alternativo que pode ser instalado na troca temporariamente do bico alargado JET-A.

Adicionalmente, numa outra frente, programas de treinamento de técnicos-abastecedores (AFHT) foram introduzidos e manuais de operações mais detalhados foram desenvolvidos. A Circular da FAA AC 20-105B e os boletins emitidos por algumas fabricantes de aeronaves motivaram os operadores a remover as palavras “*Turbo*” e “*Turbo-charged*” (turbocomprimido) das carenagens de aeronaves com motorização a pistão turboalimentadas. O abastecimento incorreto também foi tema de um *Notice to Aircraft Maintenance Engineers and Aircraft Owners* (Aviso-Informação para Proprietários de Aeronaves e Engenheiros de Manutenção [aeronáutica]) – 10/85 - da autoridade de aviação civil canadense (TC/TCC) e em diversas edições de sua Carta de Segurança da Aviação (ASL - *Aviation Safety Letter*).

No curso da investigação, e constando do relatório final, uma revisão de análise da base de dados do TSB revelou que, desde 1980, foram registrados 21 casos de abastecimento de aeronave com QAv Aparelho ortodôntico invés de AvGas, sendo 10 (47,6%) dos quais ocorreram desde 2000.

	TSB File #	InvClass	Aeronave	vôo (Y)/solo	Asa fixa	Asa rotativa
1	A80Q0056	Nil	Britten-Norman <i>Islander</i>	YES	X	
2	A83O4077	Nil	Piper PA-31	YES	X	
3	A88Q0058	C5	Piper PA-28	YES	X	
4	A92W0078	C5	Rockwell Aero <i>Commander 685</i>	No	X	
5	A93O0287	C5	Canadair CL-215	No	X	
6	A97A0131	5	Piper PA-31	YES	X	
7	A97A0132	5	Hughes 269C	YES		X
8	A97C0140	5	Beech 60 <i>Duke</i>	YES	X	
9	A98C0114	5	Piper PA-31-350	YES	X	
10	A98O0292	5	Schweizer 269C (300C)	YES		X
11	A99F0064	5	Piper PA-31	YES	X	
12	A00O0181	5	Cessna 414	YES	X	
13	A02P0089	5	Piper PA-23-250	YES	X	
14	A05P0063	5	de Havilland DHC-2	YES	X	
15	A07Q0230	5	Piper PA-31	YES	X	
16	A07W0228	5	Piper PA-31-350	YES	X	
17	A10C0123	3	Rockwell Aero <i>Commander 500S</i>	YES	X	
18	A11Q0036	3	3 Robinson R44 IIs	YES		X
19	A15F0029	5	Piper PA-46-350P	YES	X	
20	A15C0134	3	Piper PA-31-350	YES	X	
21	A16Q0059	5	Piper PA-31	YES	X	

Desses 21 casos, três casos envolveram 5 helicópteros e 18 casos [85,7%] envolveram aviões – sendo 8 [38,1% ; 44,4%] da linha Piper PA-31 e 2 [9,5% ; 11,1%] da linha Rockwell Aero *Commander* (500S e 680).

	TSB File #	InvClass	Aeronave	vôo (Y)/solo
1	A80Q0056	Nil	Britten-Norman <i>Islander</i>	YES
2	A83O4077	Nil	Piper PA-31	YES
3	A88Q0058	C5	Piper PA-28	YES
4	A92W0078	C5	Rockwell Aero <i>Commander 685</i>	No
5	A93O0287	C5	Canadair CL-215	No
6	A97A0131	5	Piper PA-31	YES
7	A97C0140	5	Beech 60 <i>Duke</i>	YES
8	A98C0114	5	Piper PA-31-350	YES
9	A99F0064	5	Piper PA-31	YES
10	A00O0181	5	Cessna 414	YES
11	A02P0089	5	Piper PA-23-250	YES
12	A05P0063	5	de Havilland DHC-2	YES
13	A07Q0230	5	Piper PA-31	YES
14	A07W0228	5	Piper PA-31-350	YES
15	A10C0123	3	Rockwell Aero <i>Commander 500S</i>	YES
16	A15F0029	5	Piper PA-46-350P	YES
17	A15C0134	3	Piper PA-31-350	YES
18	A16Q0059	5	Piper PA-31	YES

Em 2 casos, com aviões [9,5% ; 11,1%], o abastecimento de combustível incorreto foi detectado antes da partida da aeronave. Os demais 19 casos tiveram consequências em vôo. Esses 21 eventos de abastecimento de combustível incorreto resultaram em 8 acidentes (38,1%) e 11 pousos forçados [52,4%] Houve uma fatalidade e vários feridos, alguns graves.

Desses 21 casos, 17 [81%] ocorreram em um aeródromo, 3 [14,3%] foram relacionados ao reabastecimento de tambor e 1 ocorreu numa doca de hidroaviões.

A investigação determinou que o fornecimento do tipo incorreto de combustível no avião (com JET-A1 ao invés de AvGas) provocou a perda de potência dos dois motores na decolagem (iniciando a ascensão) demandando um pouso forçado na impossibilidade de manutenção de vôo durante tentativa de regresso para o aeródromo de partida. O serviço de abastecimento do avião não foi adequadamente supervisionado pela tripulação de vôo, e também falho pelo técnico-abastecedor nos procedimentos adotados a despeito das orientações da revendedora. Para o abastecimento, houve a necessidade da instalação (troca) de bico da mangueira de fornecimento – para um bico de menor diâmetro substituindo o bico alargado próprio para abastecimento de JET-A1. E um recibo (nota) do abastecimento de emissão da revendedora, indicando o combustível fornecido (JET-A1, e não AvGas, o combustível correto) não foi disponível aos pilotos, por um “desencontro” entre as partes.

O relatório conceitua que, caráter geral, a supervisão de uma operação de abastecimento de aeronave por tripulantes (técnicos), durante este serviço, é uma importante “defesa” administrativa contra riscos de erros no abastecimento e geralmente é um requisito declarado em manual de operações e nos procedimentos operacionais padrão (SOP) de uma operadora aérea. A supervisão do abastecimento (em execução) oferece a oportunidade para tripulante observar a sinalização e placas (cartazes) nos equipamentos de abastecimento. O tripulante também pode transmitir informações técnicas específicas da aeronave, bem como o tipo e a quantidade de combustível necessária, ao técnico-abastecedor de combustível da aeronave (AFHT). A autoridade canadense de investigação também define como outras “defesas” administrativas contra riscos de erros no abastecimento incluem o uso de uma lista permanente de pedido de combustível ou de um formulário de pedido de combustível e a confirmação verbal que um técnico-abastecedor (AFHT) deve obter sobre o tipo de combustível necessário. A comparação pelo AFHT da sinalização de identificação de combustível junto de um bocal de abastecimento (do tanque de combustível) da aeronave e a comparação dimensional entre a abertura (diâmetros) de bocal e o bico da mangueira de abastecimento também são “defesa” administrativa contra riscos de erros no abastecimento, com uso de combustível errado.

A autoridade canadense enfatiza que uma “defesa” física existe na forma do bico de mangueira de abastecimento alargado para QAv (JET-A), que normalmente não encaixa no bocal de abastecimento de tanques de aeronaves com motor a pistão (alimentado por AvGas).

Entretanto, por várias razões, o uso do bico de mangueira de abastecimento alargado para QAv (JET-A) não é possível ou não é praticável, para o abastecimento de algumas aeronaves com motorização à turbina (alimentada por QAv) - aeronaves fabricadas antes dos padrões de aeronavegabilidade atuais, ou que foram modificadas com a instalação de motor(es) à turbina (substituindo motorização a pistão) podem ter bocais de abastecimento de combustível com abertura (largura) que não atendem aos requisitos de dimensão. Os padrões de aeronavegabilidade para helicópteros não especificam o tamanho dos bocais de abastecimento de combustível.

Como resultado, o equipamento de abastecimento geralmente inclui, como peça sobressalente, um bico de diâmetro reduzido que pode ser temporariamente adaptado para uso em aeronaves com bocais de abastecimento de combustível não padronizados. Quando um bico de diâmetro reduzido está disponível para ser encaixado em bocais de abastecimento de combustível não padronizados (de menor abertura), há um risco maior de que o combustível QAv (JET-A) seja abastecido no tanque de aeronave movida por AvGas.

Como uma última “defesa”, quando uma operação de abastecimento for concluída, o técnico-abastecedor (AFHT) deverá apresentar o recibo (nota) de combustível à tripulação para análise e assinatura.

Também na linha final de “defesa”, um tripulante tem a oportunidade de verificação de combustível na coleta de amostra do combustível nos drenos do reservatório como parte da verificação pré-vo. No entanto, dependendo das concentrações de combustível presentes, é incerto quão eficaz seria esta amostragem para detectar combustível qual o tipo do combustível e identificar uma discrepância (erro) na troca entre AvGas e QAv (JET-A).

Uma série de “defesas” administrativas e físicas foram introduzidas por operadores de aeronaves, reguladores e fornecedores de combustível para enfrentar os riscos associados a erros de abastecimento de aeronaves. Como resultado, a cadeia de abastecimento de combustível de aviação é um sistema robusto e fiável. Contudo, se as “defesas” administrativas e físicas contra erros nas operações de combustível de aviação forem ‘contornadas’ ou ‘desarmadas’, existe o risco de ser do fornecimento (abastecimento) de combustível do tipo errado.

Inattentive blindness - ‘Cegueira’ desatencional (ou, cegueira não-intencional/involuntária, ou atenção cega) – a autoridade canadense apresenta esta condição humana. Quando mentalmente ocupado com uma tarefa ou de outra forma absorto em pensamentos, um indivíduo pode olhar para um objeto ou evento, mas não notá-lo ou registrá-lo na consciência. Esse fenômeno ocorre quando as pessoas filtram erroneamente informações importantes que estão disponíveis aos sentidos. Através da ‘cegueira’ não-intencional, e uma perda de atenção, identificação e fixação, o envolvimento de um piloto, ou um técnico abastecedor, numa tarefa pode fazer com que o mesmo perca – ou fique “cego” para – um segundo evento simultâneo.

Para a ocorrência, a autoridade canadense estabeleceu que vários fatores provavelmente permitiram que o erro de abastecimento não fosse detectado durante e após o serviço. Abrangendo a pressão do tempo, a confiança da tripulação de vôo na revendedora de combustível, baseada em experiência anterior, e a orientação da atenção dos tripulantes para outras tarefas relacionadas com o trabalho no momento do abastecimento. Esses fatores provavelmente resultaram na ‘cegueira’ que os tripulantes experimentaram em relação à sinalização do caminhão de combustível, o que já de imediato poderia tê-los alertado para o tipo de combustível inadequado, contra o erro que acabou se materializando.

Outrossim, o relatório da investigação aponta que os tripulantes de vôo da Keystone desenvolveram certos níveis de confiança em vários revendedores de combustível de aeródromo que se estendem aos técnicos-abastecedores (AFHT) individuais desses revendedores. Contudo, na ocorrência, o AFHT tinha aproximadamente apenas 1 mês de experiência no abastecimento de aeronaves e só

recentemente começara a trabalhar sem supervisão. O AFHT concluía o treinamento exigido e recebera a certificação. Devido a sua falta de familiaridade com vários tipos de aeronaves, o AFHT ainda exigia informações das tripulações de voo com relação aos tipos de combustível necessários e aos locais de abastecimento de combustível.

Então, para a ocorrência, houve um cenário de conjunção de fatores.

Previamente à chegada em Thompson do Piper PA-31-350 *Navajo Chieftain* da Keystone (no voo KEE208), numa escala técnica (de abastecimento), o técnico-abastecedor (AFHT) não estava familiarizado com a aeronave ou o tipo de combustível necessário. Após a chegada, o AFHT dirigiu o caminhão de JET-A1 até o avião. O fato do cmt. (PIC) não ter percebido os cartazes de identificação de combustível (JET-A1) do caminhão pode provavelmente ser atribuído à desatenção por 'cegueira' involuntária – o piloto estava ocupado com tarefas pós-voo na cabine, ele pretendia retransmitir as informações sobre a carga de combustível, no entanto, a tarefa acabou sendo cumprida pelo Segundo em comando (SIC) quando este constatou que o AFHT estava com dificuldades em identificar os bocais de abastecimento de combustível. Após apontar os bocais de abastecimento de combustível, o SIC transmitiu a informação da quantidade de combustível ao AFHT, mas não informou e confirmou o tipo de combustível. O SIC também não reparou na sinalização dos cartazes de identificação de combustível (JET-A1) do caminhão. O AFHT era obrigado a apresentar um formulário de pedido de combustível no qual a tripulação especificaria o tipo de combustível e a quantidade necessária, porém, esse formulário quase nunca era utilizado pelos funcionários da concessionária de combustíveis, como foi na ocorrência.

A investigação conclui que a operação de abastecimento do Piper PA-31-350 *Navajo Chieftain* da Keystone não foi adequadamente supervisionada pela tripulação de voo. O técnico-abastecedor (AFHT) iniciou a operação de abastecimento, tendo recebido aprovação tácita para o efeito, após os dois tripulantes terem deixado a aeronave e se dirigido ao terminal aeroportuário. Por outro lado, o técnico-abastecedor (AFHT) falhou na desatenção – também acometido por uma 'cegueira' involuntária – quanto às informações das etiquetas dos bocais

Na ocorrência, o bico alargado da mangueira de abastecimento (de JET-A1) não cabia (encaixava) no bocal de abastecimento dos tanques combustível, tal como em outras ocasiões. Nessas incompatibilidades entre bico e bocal, o AFHT contornou essa incompatibilidade dimensional com a solução de remoção do bico alargado e a instalação alternativa de bico de diâmetro reduzido. Consequentemente, na ocorrência o AFHT instalou um bico de diâmetro reduzido na mangueira que permitiu o fornecimento de combustível JET-A1 pelos bocais de abastecimento dos (4) tanques de combustível.

O relatório indica que a adoção do recurso da troca de bico de mangueira, para uma compatibilização com bocal (com largura/diâmetro não-padronizado) gera um risco maior da troca de combustível de AvGas por QAv (JET-A) no abastecimento de uma aeronave alimentada por AvGas.

Na ocorrência, quando o abastecimento foi concluído, o AFHT imprimiu um recibo de combustível, que registrava que o combustível JET-A1 havia sido distribuído. Quando o AFHT saiu do prédio, o recibo do abastecimento permaneceu no interior. O cmt. não conseguiu obter acesso pela porta trancada do lado terra do prédio, e a tripulação não tentou o acesso pela porta lado ar no retorno para a aeronave. Como resultado, o recibo de combustível indicando que o combustível do JET-A1 havia sido entregue não foi disponível para exame e conferência pela tripulação.

Como a aeronave foi desenergizada e deixada sem vigilância durante a escala, os SOP da Keystone instruíam que as verificações pré-voo pela tripulação incluíssem a coleta de amostras de combustível, para drenagem e verificação do aspecto do combustível. No entanto, a prática normal era colher amostras apenas antes do primeiro voo do dia. A tripulação não executou esta verificação. Amostras dos quatro reservatórios de células de combustível poderiam ter indicado a presença de combustível JET-A1. Mas, antes dos motores serem acionados, é provável que uma amostra dos dois recipientes do filtro de combustível produzisse principalmente AvGas remanescente.

Quando a tripulação acionou os motores, a AvGas remanescente (cerca de 32% do combustível nos tanques) linhas de combustível e nos filtros de combustível passou a ser consumida. O táxi agilizado até a pista fez com que a aeronave decolasse antes que a mistura de combustível, composta por aproximadamente 32% de AvGas e 68% de JET-A1, ou apenas JET-A1, chegasse aos motores. Dado que a mistura de combustível estava presente em todos os 4 tanques de combustível, as tentativas de restaurar a potência do motor selecionando outro tanque de combustível teriam sido infrutíferas. A tripulação, portanto, teve que lidar com a redução e perda de potência e a falha inevitável de ambos os motores. Um pouso forçado fora do aeroporto foi a única opção restante.

O fornecimento do tipo incorreto de combustível da aeronave – de QAv para motor a pistão - causou perda de potência de ambos os motores, obrigando a tripulação a executar um pouso forçado.

2 - quanto ao acidente de um bimotor a pistão Piper 602P *Aerostar* na partida de Kokomo (Indiana/EUA), em 05 de outubro de 2019:

O bimotor a pistão Piper *Aerostar* 602P de matrícula N326CW, do transporte privado (e operando pelo regulamento do transporte PART-91) foi destruído na colisão com terreno nos arredores de Kokomo, no Estado do Indiana (EUA), na partida do aeródromo local – Aeroporto Municipal de Kokomo (KOKK). O acidente foi registrado no horário local de 16:37, em ponto a cerca de 3,6 SM/5,8 km (3,12 MN) ao sul do aeroporto (KOKK). O piloto era o único ocupante, e faleceu no acidente.

O piloto chegou no aeródromo de Kokomo (KOKK) no avião do acidente, onde foi abastecido por um funcionário de aeródromo-técnico de serviço de linha.

Segundo o funcionário do aeroporto que abasteceu o avião, durante a aproximação do piloto no Aeroporto Municipal de Kokomo (KOKK), ele perguntou se o piloto queria QAv, e o piloto disse que “sim”. O funcionário declarou que o avião (Piper 602P *Aerostar*, bimotor a pistão) parecia um avião a jato. Quando o avião chegou, o funcionário estacionou o caminhão de combustível JET-A (QAv) em frente ao avião enquanto o piloto ainda estava dentro do avião. O funcionário disse que perguntou novamente ao piloto se ele queria QAv, e o piloto novamente disse “sim”.

No depoimento para a investigação do NTSB, o funcionário do aeródromo abasteceu o avião com cerca de 163 galões (618 litros), um abastecimento quase completo - de JET-A do caminhão-abastecedor de combustível. O caminhão-tanque de combustível tinha placas de identificação de combustível “JET-A” (em fundo preto, letra branca, sobre tanque prateado) nas laterais esquerda, direita e traseira.



O funcionário disse que conseguiu orientar o bico de formato diferente da mangueira do caminhão de combustível JET-A (em comparação ao bico do caminhão de combustível AvGas, com baixo teor de chumbo – índice de octana 100LL) posicionando-o 90° sobre os gargalos de enchimento do tanque de combustível da asa e cerca de 45° sobre o ‘pescoço’ o bocal de abastecimento do tanque nas asas. O funcionário-abastecedor disse que inicialmente derramou cerca de 1 galão de combustível (3,8 litros) durante o reabastecimento e ajustou sua técnica para que o derramamento subsequente de combustível fosse mínimo.

No dia do acidente, o piloto partiu por volta das 06:45LT do Aeroporto Peter O Knight (KTPF), em Tampa, na Flórida, no Aeroporto Municipal de Kokomo (KOKK), no Indiana, uma viagem de 776 MN em rota direta (voando cruzeiro no FL200), ponde pousou por volta das 10:27LT (uma viagem de 03h42m). O piloto tinha vínculo de trabalho com a Flight Review Inc, com sede em Tampa, e a viagem para Kokomo tinha propósito do piloto fornecer treinamento recorrente em um Piper PA-42 *Cheyenne* para uma cliente baseada em Kokomo.

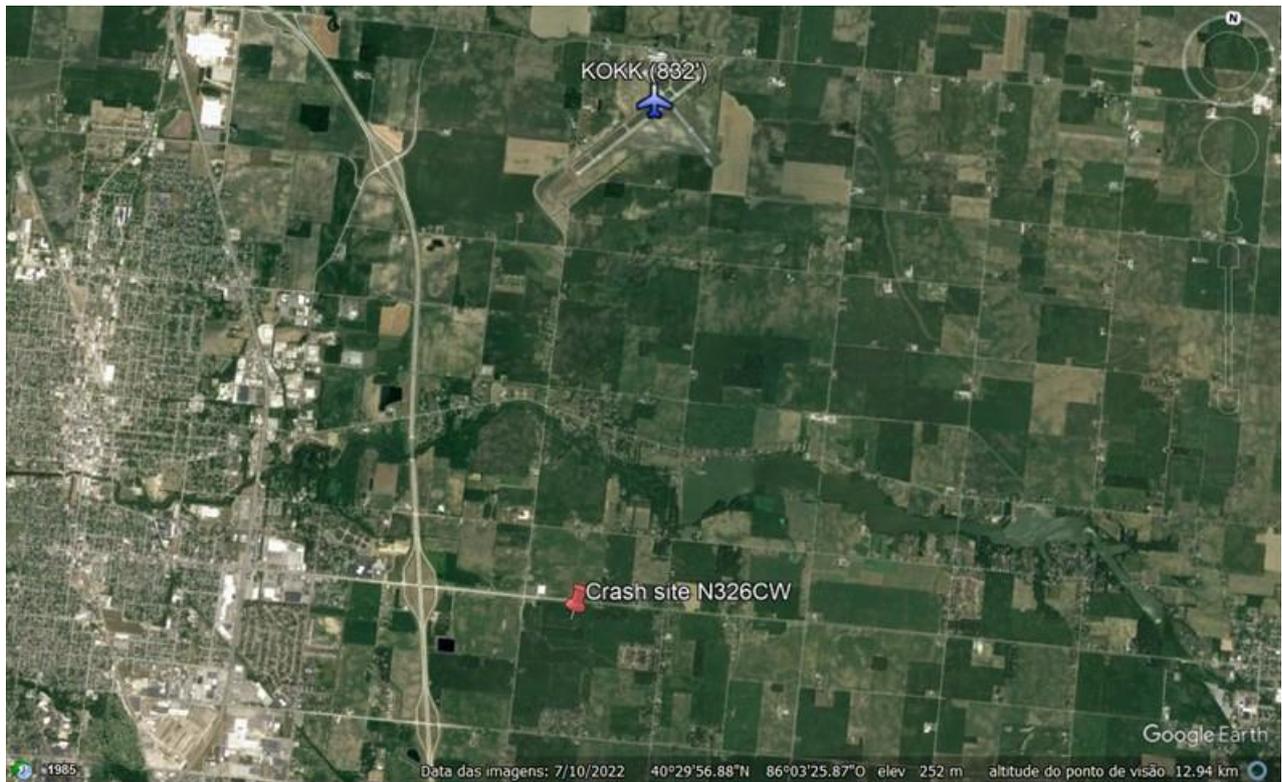
O piloto acidentado pousara em Kokomo para dar um vôo de instrução/treinamento/instrução. A piloto-aluna, que recebeu treinamento recorrente do piloto acidentado, disse que quando chegou, em seu veículo, para encontrar o piloto acidentado, este caminhava entre o caminhão de combustível que estava estacionado ao lado do avião acidentado e o veículo dela.

A piloto-aluna declarou disse que o piloto acidentado começou o vôo de treinamento imediatamente por volta das 10:45LT (cerca de 20 min. após a chegada do INV-A em vôo de Tampa, de 03h42m). Eles completaram o treinamento e, depois das 16:30LT (cerca de 7 minutos antes do horário atribuído ao acidente), a piloto-aluna então conduziu o piloto acidentado até o avião Piper 602P *Aerostar*. A piloto-aluna disse que o piloto acidentado verificou visualmente os tanques de combustível do Piper 602P *Aerostar* para garantir que estavam abastecidos e despediu-se dando um sinal com “polegar para cima” para a piloto-aluna. Esta não permaneceu durante o restante da inspeção pré-vôo do piloto do acidente e partiu. Mas, houve tempo para a piloto-aluna ouvir os motores serem acionados – com som “parecendo normais”. A piloto-aluna não viu a decolagem do Piper 602P *Aerostar*. A piloto-aluna disse que os ventos favoreciam a pista 14, que estava em uso no dia do acidente.

O funcionário do aeroporto de Kokomo (KOKK) declarou que estava dentro do prédio da operadora de serviços logísticos aeroportuários (FBO) local por volta de 16:20LT quando ouviu os motores serem acionados e funcionarem. Depois que os motores foram acionados, soaram “típicos”. Ele disse que não ouviu nenhuma rádio-comunicação do piloto (na frequência de coordenação de aeronaves do aeródromo – que não dispunha de serviço ATC e ATS) durante sua partida e não ouviu o som de motores acelerando (para decolagem).

O destino do vôo não foi conhecido. O piloto não apresentou Plano de Vôo.

Uma testemunha da decolagem do Piper 602P *Aerostar*, numa estrada próxima, afirmou ter visto um avião “voando baixo” de norte para sul. E que o avião fez uma “curva acentuada à esquerda” para leste. A asa esquerda “mergulhou” e ela perdeu o avião de vista, mas quando se aproximou do cruzamento próximo ao local do acidente, viu o avião no chão.



O avião impactou um campo que apresentava características de superfície seca, nivelada e dura, propícias para um “pouso fora de aeródromo”, e o avião foi destruído – sem explosão. O rastro e a disposição dos destroços (incluindo comprimento) e os danos do impacto no avião foram consistentes com um estol acelerado.





O exame do avião no local revelou que a “trilha” dos destroços do avião tinha cerca de 328 pés (100 m.) de comprimento ao longo de uma direção aproximada de 046° em um campo de superfície seca e dura.

A análise dos destroços constatou a continuidade dos comandos de controle de vôo. O trem de pouso estava na posição recolhido.

Exame pós-acidente dos destroços do avião encontrou combustível de aviação JET-A (QAv) no sistema de combustível do avião e evidência de detonação em ambos os motores (nas velas) devido ao uso do QAv (JET-A) e não do combustível AvGas de 100LL (baixo teor de chumbo).





No horário da decolagem em Kokomo (KOKK), em el. de 832 pés, as condições de meteorologia – VMC diurno - eram favoráveis, com visibilidade de 10 SM (16 km) com céu “limpo”, temperatura de 22°C e QNH de 30,01 pol. Hg. (1.016 hPa). O vento era de 140° com 9 KT.

O NTSB determinou como “causas prováveis” do acidente em Kokomo [i] a excedência do ângulo de ataque crítico do avião pelo piloto após uma perda de potência do motor dupla causada pelo abastecimento do avião com combustível errado por um técnico de serviço de linha, que resultou em um estol aerodinâmico e subsequente perda de controle em voo (LoC-I), com [ii] a contribuição da supervisão inadequada do piloto sobre o serviço de abastecimento de combustível.

O piloto tinha 59 anos, era detentor de Licença de Piloto de Linha Aérea, com habilitação de Instrutor de voo. O piloto não tinha registros de experiência de voo no sistema da FAA atualizados. Em 09/11/2018 (cerca de um antes do acidente), por ocasião da renovação de certificação médica-aeronáutica, o piloto declarou experiência de 7.500 horas de voo (com 200 horas nos últimos seis meses).

O proprietário do avião acidentado (registrado pela Indiana Paging Network Inc) afirmou que ele deveria receber treinamento inicial no avião ministrado pela In Flight Review Inc, mas que isso nunca aconteceu por “vários motivos” E afirmou que nunca deu permissão para o piloto do acidente voar o seu avião (Piper 602P *Aerostar* - N326CW), ele tendo recusado a fornecer mais informações sobre quem entregou as chaves do avião ao piloto acidentado.

O avião Piper 602P *Aerostar*, fabricação 1981, era o aparelho com registro de produção sn 62P08698165008 (matrícula N326CW), equipado com motores a pistão Lycoming IO-540-AA1A5, de 290 HP, com MTOW de 6.000 lb. O avião era registrado na categoria do transporte privado (PART-91). À ocasião do acidente, o avião-célula acumulava 3.002,3 horas de voo registradas na última ação de manutenção (IAM), em 22/08/2019.

O relatório do NTSB destacou que o uso de QAv (JET-A) ao invés AvGas de 100LL em um motor a pistão resulta detonação nos cilindros e leva a danos e falha catastrófica do motor. E aponta para orientações contidas no AFH - *Airplane Flying Handbook*, da FAA (FAA-H-8083-38), Capítulo 2, de “Operações terrestres”. O AFH informa:

“O QAv [“combustível de jato”] tem consequências desastrosas quando introduzido em motor a pistão alimentado por AvGas de avião. Um motor a pistão [por AvGas] operando com QAv pode dar partida,

funcionar e movimentar o avião por um tempo longo o suficiente para que o avião decole, apenas para que o motor falhe catastróficamente após a decolagem.

Caminhões-abastecedoras de QAv e os equipamentos de abastecimento são marcados com cartazes JET-A em caracteres brancos sobre fundo preto. Devido às terríveis consequências associadas ao abastecimento incorreto, bicos de mangueira de abastecimento de combustível são específicos para o tipo de combustível. Os bicos para abastecimento de combustível AvGas são retos e com diâmetro constante. No entanto, os bicos para abastecimento de QAv são alargados na extremidade para evitar a inserção nos tanques de combustível de aeronaves alimentadas por AvGas.

Usar o tipo/especificação de combustível adequado e aprovado é fundamental para a operação segura e confiável do motor. Sem a quantidade, classificação e qualidade adequadas de combustível, o(s) motor(es) provavelmente deixarão de funcionar. Portanto, é imperativo que o piloto verifique visualmente se o avião possui a quantidade correta para o voo pretendido e reservas legais e adequadas, bem como inspecione se o combustível é de tipo/especificação adequada e se a qualidade do combustível é aceitável. O piloto deve sempre garantir que as tampas de bocais de combustível foram recolocadas com segurança após cada abastecimento”.

Ainda de acordo com o AFH - *Airplane Flying Handbook*:

“Durante as operações de reabastecimento, é aconselhável que o piloto desembarque todos os passageiros da aeronave durante as operações de abastecimento e testemunhe o reabastecimento para garantir que o tipo e a quantidade de combustível corretos sejam fornecidos/carregados no avião e que todas as tampas de bocais e carenagens estejam devidamente fixadas após o reabastecimento”.

3 - quanto ao acidente de um bimotor a pistão Rockwell Aero Commander 500 Shrike (500S) na partida de Aniak (Alasca/EUA), em 28 de maio de 2020:

Após pousar no aeroporto de Aniak, o piloto (53 anos, detentor de Licença de Piloto de Linha Aérea, com experiência total de 4.869 horas de voo, sendo 4.003 horas como PIC, e tendo 30 horas no modelo do acidente) pediu ao pessoal de serviço de solo para reabastecer o avião.

De acordo com o abastecedor, ele perguntou ao piloto se queria “*do you want Prist with your jet*”, no que foi respondido pelo piloto: “não”. Após concluir o processo de reabastecimento, o técnico voltou para seu caminhão-abastecedor e escreveu “JET-A” na seção do recibo preparado o número do medidor (em volume) de combustível fornecido e apresentou o recibo para o piloto para assinatura. O piloto assinou o recibo e recebeu uma cópia. O abastecedor afirmou que, mais tarde, acrescentou “*No Prist*” na sua cópia do recibo.

CROWLEY FUELS LLC				Aniak
Date 5-28-2020	Truck 0210	Driver mark	MT# 31633	
Customer Name DNIR Forestry			Terminal Location: ANIAK	
Bill To		Customer #		
Delivery Address			<input type="checkbox"/> INTO BELLY <input checked="" type="checkbox"/> INTO WING <input type="checkbox"/> INTO TANK	
<input type="checkbox"/> Will Call <input type="checkbox"/> Auto		<input checked="" type="checkbox"/> Charge <input type="checkbox"/> Credit Card		<input type="checkbox"/> Cash <input type="checkbox"/> Check
<input type="checkbox"/> UNLEAD (dmvx) 115870 <input type="checkbox"/> HF Jet Delivered 134300 <input type="checkbox"/> HF1 JET Term 164300 <input type="checkbox"/> AVGAS 100LL 125000 <input type="checkbox"/> JETA COMM 135000 <input type="checkbox"/> JETA w/PRIST 135017 <input type="checkbox"/> Call Out Fee:		<input type="checkbox"/> JETA non-comm 134000 <input type="checkbox"/> ULSD #1 154000		<input type="checkbox"/> Propane #100 w/exchange 501199 <input type="checkbox"/> Propane #20 w/exchange 501029
CROWLEY FUELS ANIAK AK SALE # 2582 DATE 05/28/20 15:17:53 COUNT: START 0.0 END 121.2 NET DELIVERY 121.2 GALLONS JET A AVIATION 1 VOLUME CORRECTED TO 60.0°F				
Meter Readings Jet A no Post				
* VOLUMES HAVE BEEN ADJUSTED FOR TEMP VARIATIONS TO A VOLUME AT 15° C (60°F)				
Vehicle Identification / Tail # 909AK			Tank Full? <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
Delivered Gallons 121.2	Price/Gal	Subtotal/Fuel \$		
Print Name		Misc Charges \$		
Signature		Total Fuel + Misc \$		
201 ARCTIC SLOPE AVE. • ANCHORAGE, AK 99518				
Form No. CC-462 Rev. 0, 8-17-15			Retain on File for 7 Years	

O piloto declarou que recebeu e assinou o recibo de combustível, e retornou à cabine do avião para completar alguns papéis antes da partida. Assim que a papelada foi concluída, ele embarcou seus passageiros, acionou os motores e taxiou o avião para seguir a decolagem.

O abastecedor declarou que não estava familiarizado com o avião, então perguntou ao piloto onde ele deveria engatar o fio de aterramento e a locação do bocal de abastecimento de combustível.

O avião Rockwell Aero Commander 500S, fabricação 1975, era o aparelho com registro de produção sn 3232 (matrícula N909AK), equipado com motores a pistão Lycoming IO-540, de 320 HP, com MTOW de 6.748 lb. O avião era propriedade do Estado do Alasca e era operado pela Divisão Florestal (do Estado). À ocasião do acidente, o avião-célula acumulava 6.966,4 horas de vôo registradas na última ação de manutenção (IAM), em 05/03/2020.

No vôo do acidente – de Aniak (PANI) para Soldotna (PASX), no Alasca, a 257 MN a W-NW, com Plano de vôo em regra VFR -, o avião era operado pelas regras do regulamento de transporte PART-91/Serviço Aéreo de Aeronave Pública.

No horário da decolagem em Aniak (em el. de 96 pés), as condições de meteorologia – VMC diurno - eram favoráveis, sem obscurecimento e precipitação, com visibilidade de 10 SM (16 km) com céu fechado com Teto a 12.000 pés, temperatura de 15°C e QNH de 30,15 pol. Hg. (1.021 hPa).

O piloto disse que logo após a decolagem (da pista 29), e durante a subida inicial, percebeu inicialmente o que pensava ser “turbulência mecânica” seguida por uma redução no desempenho de subida, e os motores do avião começaram a perder potência. Na incapacidade de manter a altitude e

enquanto descia à razão cerca de 400 pés/min., o piloto selecionou uma área de terreno coberto de água rasa como local de pouso fora de aeródromo. O pouso forçado se deu em ponto a cerca de 2,5 milhas (4 km, ou 2,2 MN) a oeste do Aeroporto de Aniak (PANI), registrado no horário de 16:00LT.



O avião sofreu danos substanciais danos durante o pouso, e os quatro ocupantes tiveram ferimentos sérios.



Um exame pós-acidente revelou que o avião havia sido inadvertidamente atendido com combustível de motor à turbina (JET-A). Uma etiqueta ligeiramente desgastada perto do bocal de combustível no extradorso da asa informava, em parte: “*Fuel 100/100LL Minimum Grade - Aviation Gasoline Only - Capacity 159,6 US Gallons*” [Combustível índice mínimo 100/100L – AvGas somente – capacidade de 159,6 galões/605 litros]. Em entrevista, o abastecedor que atendeu o avião afirmou não ter visto esta placa de informação de combustível próxima do bocal de abastecimento.



Figure 1 - Fuel placard on accident airplane located near fueling port.

Fontes:

PA 31-350 Navajo – Thompson/Manitoba (Canadá)

<https://aviation-safety.net/wikibase/179596>

<https://www.tsb.gc.ca/eng/rapports-reports/aviation/2015/a15c0134/a15c0134.html>

<https://www.tsb.gc.ca/eng/rapports-reports/aviation/2015/a15c0134/a15c0134.pdf>

Piper Aerostar 602P – Kokomo/Indiana (EUA)

<https://aviation-safety.net/wikibase/229757>

<https://data.nts.gov/carol-repgen/api/Aviation/ReportMain/GenerateNewestReport/100366/pdf>

Aero Commander 500S *Shrike* – Aniak/Alaska/EUA

<https://aviation-safety.net/wikibase/236519>

<https://data.nts.gov/carol-repgen/api/Aviation/ReportMain/GenerateNewestReport/101338/pdf>

4 - acidente no Brasil - Cirrus SR-22 *G3 Turbo*, durante decolagem do Aeroporto de Jacarepaguá (SBJR), no RJ, em 02/03/2008:

No Brasil, uma ocorrência do gênero erro de combustível (abastecimento de combustível errado, com a troca de AvGas por QAv) emblemática foi o acidente (com fatalidades), em março de 2008, de um monomotor a pistão Cirrus SR-22, do transporte privado, durante decolagem do Aeroporto de Jacarepaguá (SBJR), no Rio de Janeiro.

O avião pousara no Aeroporto de Jacarepaguá (SBJR), com quatro ocupantes (três passageiros e um piloto), procedente da localidade interiorana do RJ Barra do Pirai/Aeródromo (privado) “Hotel fazenda Ribeirão” (SIFU), numa escala técnica (para abastecimento), para seguir viagem para Florianópolis/Aeródromo “Aeroclube de Santa Catarina” (SSKT), base do avião.

Após pouso, com o avião no pátio, foi solicitado o abastecimento avião. Na sequência, o avião (com os quatro ocupantes) decolou da pista 20 (para o mar), às 14:41Z (11:41LT). Cerca de 10 segundos após o avião livrar o solo, foi observado pelo pessoal da Torre, e comunicado por controlador ao piloto, a presença de fumaça sendo expelida pelo Cirrus. Não houve resposta do piloto. Na subida inicial, o avião perdeu potência, executou uma curva à esquerda descendente, para acabar colidindo com o solo, antes atingindo um prédio de alvenaria situado de nº 6.000 da Av. das Américas (uma importante via de trânsito que corta o eixo estendido da pista 02/20, a cerca 1.000 m. da cabeceira 02), sobrevoando uma área livre encharcada (entre a pista e A Av. Américas, após o terreno do aeroporto). O avião explodiu, sendo destruído pela colisão e incêndio pós-choque. Os quatro ocupantes faleceram no local.

O primeiro impacto do avião seu com o seu motor contra uma coluna de aço que sustentava o telhado do prédio de alvenaria (nº 6.000 da Av. das Américas). O segundo e último impacto foi com a parte inferior da fuselagem contra o solo, de forma “placada” (uma vez que não foram encontradas outras marcas no solo). Os destroços restaram totalmente concentrados.

As características da trajetória e colisão são de um impacto à baixa velocidade e grande ângulo de “picada” (ie, ‘nariz’ para baixo), com trajetória de vôo de aproximadamente 90°. As características do impacto e destroços indicaram que, provavelmente, o avião entrou em parafuso nos últimos instantes do vôo.

O grau de destruição da asa esquerda foi maior do que a da asa direita. O motor manteve-se fixado no “berço”. O painel de instrumentos resultou completamente destruído carbonizado.

Na “Ação Inicial” da investigação, no “sítio” do acidente, foi encontrado o paraquedas balístico (CAPS) do avião a uma distância de 3 m. do “núcleo” dos destroços, ainda na forma empacotada e com seus tirantes embrulhados, em estado carbonizado. O “foguetete” e o ignitor do CAPS foram encontrados a 1 m. de distância do paraquedas, os dois componentes também restando carbonizados.

Representante da fabricante do avião no Brasil, acionado pela investigação para desmontagem do “foguetete” do CAPS, reportou para a investigação que a carga fora queimada devido ao calor do incêndio pós-choque, não tendo sido encontradas evidências do acionamento do CAPS pelo piloto.

O grau de destruição do avião e a carbonização total dos destroços impediu a determinação da configuração do avião e exames, testes e pesquisas posteriores de equipamentos, componentes e instrumentos de vôo do avião.

Relativamente ao fogo ocorrido, a investigação constatou que o “sítio” do acidente apresentava características de um largo padrão de queima, com marcas verticais nas paredes e fuligem no telhado do prédio de alvenaria atingido pelo avião. A queima dos destroços caracterizou-se por uma coloração de preto para cinza. O fogo iniciou imediatamente após o impacto do avião no solo. O material da combustão foi o combustível do avião e a fonte de ignição provavelmente originou-se da energia liberada do impacto do avião contra o solo.

O comandante do vôo era um experiente piloto egresso de transporte aéreo comercial, de cia. aérea nacional, inclusive com operação internacional em aeronaves de grande porte (*widebody*). O piloto era formado PP no RS em 1965. Era detentor de Licença de Piloto de Linha Aérea (PLA), em 1970.

No transporte aéreo comercial, voou modelos DC-3, Avro HS-748, Lockheed L-188 *Electra II*, Vicker Viscount VC-837, numa primeira fase, e os modelos a jato B.737-200, DC-10 e MD-11, inclusive como instrutor e checador. Em 1999, o piloto se aposentara, e adquirira um ultraleve. Entre 1999 e 2007, foi instrutor e examinador credenciado da ABUL (associação brasileira de ultraleve).

O cmte. tornara-se uma referência importante para todos pilotos que operavam no aeródromo “Aeroclube de Santa Catarina” (SSKT), pela sua brilhante carreira de aviador.

O cmte. foi descrito como uma pessoa tranquila, culta, séria, otimista e de muito caráter, e, profissionalmente, como extremamente organizado, cuidadoso e metucioso, especialmente em questões de procedimentos de segurança; dedicava-se todo tempo que julgasse necessário em verificações de aeronave, a despeito de impaciência de seus passageiros. Funcionários do Aeroclube de SC confirmaram que o piloto era extremamente cuidadoso com o abastecimento de aeronave, ele sempre acompanhando e supervisionando esta operação. Conhecedor de limitações de aeronave, quanto a peso, o cmte. processava cálculos para determinação de volume de abastecimento.

À ocasião do acidente, o cmte. estava com habilitações de monomotor terrestre e de vôo por instrumentos em dia. O piloto somava cerca de 25.000 horas de vôo; no modelo do acidente (monomotor Cirrus SR-22), o piloto acumulava 45 horas de vôo. Nos últimas 30 dias, havia voado 10 horas (e 01 horas nas últimas 24 horas do acidente).

O piloto concluíra o curso teórico inicial do SR-22 – *Ground School Cirrus SR* –, totalizando carga-horário de 16 horas, ministrado pela NVTEC (em Florianópolis/SC), no dia 11 de janeiro (2008). E, em seguida, concluíra curso de treinamento de transição – *SR22 Transition Training* –, na *Cirrus University*, em Duluth (no Minesota, no EUA), com carga-horária de 10 horas, em 25 de janeiro.

A convite do proprietário do avião, visando a familiarização com a aeronave, o cmte. participou do traslado do avião do EUA para o Brasil, junto com piloto credenciado da fabricante. A viagem foi realizada em 01 de janeiro de 2008, com oito dias de duração, perfazendo 30 horas de voo, com diversas escalas (incluindo para fim de reabastecimento).

Os quatro ocupantes do avião eram amigos, a amizade tendo surgido na esfera do Aeroclube de SC. O cmte. dedicava grande atenção aos três amigos, passageiros no voo.

Um dos passageiros era o proprietário do avião. O relacionamento dos dois surgira há 4 anos, e se estendera a familiares. Os dois voavam juntos com muita frequência (2 a 3 vezes por semana); as viagens eram normalmente curtas, e dificilmente havia reabastecimento fora da sede (no Aeroclube de SC).

Não havia vínculo empregatício relativamente à atividade de voo (pelo cmte.). Mas o proprietário arcava com os custos de hospedagem e demais despesas do cmte. pelos deslocamentos. O cmte. voava pelo prazer, apaixonado por aviação.

O proprietário do Cirrus SR-22 era um empresário bem-sucedido, detalhista, atribuído com a marca de perfeccionista em sua personalidade. Isso o teria motivado para aquisição do SR-22, como um modelo dos mais seguros no mercado, após consulta a especialistas. Ele já tinha uma aeronave mais antiga e julgara que o SR-22, novo, recém adquirido, seria mais propício para viagens de maior distância, e que o cmte. (do voo do acidente) seria mais indicado para a operação, na combinação da sua experiência e a modernidade do Cirrus. O empresário nutria paixão por aviação há cerca de 20 anos; o interesse surgira inicialmente como um hobby, mas progredira para os seus negócios – ele começava a vislumbrar a expansão empresarial para outros Estados. Ele havia iniciado o curso teórico de PP (no ACSC) e já obtivera a Certificação Médica-Aeronáutica (CMA, ex-CCF).

Conforme declarações de funcionários do Aeroclube de SC, todas as considerações e/ou exigências relativas à aeronave eram prontamente atendidas pelo empresário. Ele sempre assinava os “vales” de combustível.

Um segundo passageiro era piloto privado. O cmte. estava traduzindo o manual original do avião (SR-22) para o amigo (que tinha pouco conhecimento de inglês).

O avião Cirrus SR-22 G3 Turbo era o aparelho com registro de produção sn 2892, ano de fabricação 2007, com matrícula PR-IAO. O avião era registrado na categoria do transporte privado (TPP/RBAC 91) pela operadora CISA Trading. Tinha motorização a pistão convencional, com motor Continental IO-550-N com registro de produção sn 691440, equipado hélice Hartzell tripá de lâminas de material composto modelo PHC-J3YF-1N/N7605B. O peso máximo de decolagem aprovado era de 1.542 kg.

O avião passara pela Vistoria Técnica Inicial (VTI), da ANAC, no processo de nacionalização, em 22/01/2008. O avião estava com Certificado de Aeronavegabilidade (CA) válido até 22/01/2014 (seis anos de validade). A Inspeção Anual de Manutenção (IAM, hoje CVA) tinha validade até 22/01/2009 (um ano).

Documentos técnicos do avião, incluindo as cadernetas de célula/motor/hélice, estavam a bordo e foram queimados no acidente. A investigação apurou que o avião era pouco voado e que não havia discrepâncias operacionais (para efeito de manutenção e aeronavegabilidade).

Registros fotográficos do avião anteriores do acidente mostraram que o avião tinha pintura padrão da fabricante ostentando a inscrição “G3 Turbo” (alusivo à terceira geração do modelo, e ao motor

turbocomprimido) no padrão da fabricante – com letras grandes -, em cada face do estabilizador vertical (deriva).

O Manual do avião – “SR22 Turbo PN 13772-01 (rev. A1)”, da fabricante Cirrus, informava:

*“Approved fuel grades:
100LL Grade Aviation Fuel (Blue)
100 (Formerly 100/130) Grade Aviation “Fuel (Green).”*

Especificações de combustível aprovadas:
100LL (índice – azul)
100 (ex- 100/130) (índice – verde)

O Manual “operação e instalação” (form X30565 – março 2001), da do avião – “SR22 Turbo PN 13772-01 (rev. A1)”, da fabricante do motor do avião TCM - Teledyne Continental Motors descrevia:

“WARNING

This engine is certified for operation with 100-LL Blue or 100 Green aviation fuel. If the minimum grade required is not available, use the next higher grade. Never use a lower grade fuel. The use of lower octane rated fuel or jet fuel will result in damage to, or destruction of, an engine the first time high Power is applied. This would most likely occur on takeoff. If the aircraft is inadvertently serviced with the wrong grade of fuel or Jet fuel, the fuel system must be completely drained and the tanks serviced in accordance with the aircraft manufacturer’s recommendation. The engine must be inspected in accordance with TCM service publications”.

Alerta

Este motor [IO-550-N] é certificado para operação com AvGas [Aviation fuel]. Se a especificação mínima requerida não for disponível, use a especificação acima. Nunca use combustível de especificação inferior. A utilização de combustível [AvGas] de baixa octanagem [índice de octana] ou QAv [Jet fuel] resultará danos, ou destruição, no motor, no primeiro momento de elevada potência aplicada. Isso provavelmente ocorrerá na decolagem. Se a aeronave for inadvertidamente abastecida com combustível de baixa especificação ou QAv, o sistema de combustível terá de ser completamente drenado e os tanques servidos de acordo com a recomendação da fabricante da aeronave. O motor terá de ser inspecionado de acordo com publicações de serviço da TCM”.

O Manual “Modelo de Motor da Aeronave” (DMSIO550N – de 12/06/2007), da TCM - Teledyne Continental Motors descrevia:

“This engine is certified for operation with 100-LL Blue or 100 Green aviation fuel. If the minimum grade required is not available, use the next higher grade available. Never use a lower grade fuel.

WARNING

Using low octane or Jet fuel in this piston engine wil damage the engine the first time high Power is applied ont takeoff.”

Este motor [IO-550-N] é certificado para operação com AvGas [Aviation fuel] 100LL “Azul” [gasolina azul]. Se a especificação mínima requerida não for disponível, use a especificação acima. Nunca use combustível de especificação inferior.

Alerta

Usar combustível [AvGas] de baixa octanagem [índice de octana] ou QAv [Jet fuel] neste motor a pistão danificará o motor no primeiro momento de elevada potência aplicada na decolagem”.

A especificação de aeronave nº EA-2005T05-02, de janeiro de 2008: “Fuel 100/100LL Minimum Grade Aviation gasoline” [Combustível 100/100L - Especificação/octanagem mínima de AvGas].

Portanto, o avião acidentado, equipado com motor a pistão turbocomprimido convencional, era certificado para operar apenas com AvGas, com índice de octanagem mínima 100.

AvGas e QAv/JET-A1 são hidrocarbonetos que se misturam sem separação da fase formando uma mistura homogênea (um combustível misto). O QAv/JET-A não é adequado para motores de Ciclo Otto (a pistão com sistema de ignição por vela). A parte do combustível presente (do QAv/JET-A) na mistura não queima no interior da câmara de combustão, formando resíduos que sujaram as velas, resultando a elevação da temperatura da cabeça do cilindro até uma temperatura de auto-ignição, o que pode levar à detonação do combustível, implicando em danos severos no motor.

O Cirrus SR-22 era equipado com dois tanques coletores (um em cada asa, esquerda e direita). De acordo com o Manual de manutenção – *Cirrus Airplane Maintenance Manual* - ATA-28-10, pág. 2, revisão 15 (abril 2007), cada tanque coletor possuía capacidade de 2,8 galões (10,6 litros). Esse sistema era localizado na parte mais inferior de cada tanque de asa. O combustível fluía do tanque de asa para dentro do tanque coletor por gravidade e uma válvula tipo “*Flap*” impedia o retorno do combustível para o tanque de asa.

Se o sistema de combustível tiver alimentação direta entre o tanque de combustível selecionado para o suprimento do motor, a mudança repentina de combustível – de AvGas para QAv/JET-A (ou a mistura AvGas-QAv/JET-A) deve ocorrer logo após o acionamento do motor, havendo tempo para o vôo não ocorrer, pela identificação antes, imediata, do problema de mau funcionamento do motor. Em solução de sistemas de combustível com tanque coletor, na partida, o material primeiramente consumido será o armazenado do tanque coletor – no caso do acidente, os tanques coletores estavam primeiramente armazenados da AvGas (remanescente, antes do abastecimento de QAv em SBJR), proporcionando de imediato um funcionamento normal e postergando assim mau funcionamento do motor.

Os principais sintomas de mau funcionamento do motor (pelo combustível errado – QAv) podem ser perceptíveis pelo fraco desempenho do motor e performance da aeronave, ruído e vibração irregular do desempenho do motor, indicações de temperatura elevada da cabeça dos cilindros (CHT) e fumaça expelida pelo escape .

O Cirrus SR-22T tem dois tanques de combustível (um por asa), perfazendo capacidade de combustível (AvGas) utilizável de 92 galões (2 x 46 galões), ou 348 litros (2 x 174 litros).

A viagem do grupo de quatro amigos (os três passageiros e o piloto) visava a participação de um encontro organizado pela representante da Cirrus no Brasil, reunindo numa festa pilotos e proprietários de aviões Cirrus SR, em um hotel-fazenda, em Barra do Piraí (RJ) – “Fazenda Ribeirão” (SIFU).

Na véspera do acidente (ie, 01/03/2008), o grupo viajou para o evento, a partir de Florianópolis/Aeródromo Aeroclube de Santa Catarina (SSKT), com o destino do “Hotel Fazenda Ribeirão” (SIFU), distância em rota direta (NE) de 410 MN, numa etapa de três horas de duração.

O aeródromo do Aeroclube de Santa Catarina (SSKT), no município de São José (região metropolitana de Florianópolis – a 7,5 MN a NW do Hercílio Luz/SBFL), tinha pista 18 x 896 m, de asfalto, ao nível do mar (el. 20 pés). O aeródromo privado “Fazenda Ribeirão” tinha pista (07/25) de 18 x 1.050 m., em elevação de 1.319 pés, de grama (com resistência de piso para aeronaves com até 4.000 kg).

No regresso para Florianópolis (para o Aeroclube de SC/SSKT, base do avião), no dia 02/03/2008, o avião (com POB 04) decolou para o Rio de Janeiro/Aeroporto de Jacarepaguá (SBJR), a 41 MN a SE (em rota direta), para uma escala técnica de abastecimento, para seguir para Florianópolis/Aeroclube de SC (SSKT), a 400 MN a SW (em rota direta – sobre mar), pousando neste destino.

O Aeroporto de Jacarepaguá, ao nível do mar (el. 10 pés), tinha pista (02/20) de 30 x 900 m., com a cabeceira 02 no lado mar.

Após pouso, no pátio de aeronaves, foi solicitado o reabastecimento do avião, para a próxima etapa da viagem (destino Aeroclube de SC/SSKT, base do avião).

O avião foi abastecido com 265 litros de QAv (JET-A1). Este volume corresponde a 76% da capacidade de combustível (AvGas) utilizável de 92 galões (2 x 46 galões), ou 348 litros (2 x 174 litros).

A abastecedora foi a empresa AviJet, revendedora de combustível Petrobras Dist.

O operador de abastecimento de rampa da AviJet declarou para a investigação:

[1] que estava atendendo uma aeronave com caminhão-tanque (CTA – Carro Tanque Abastecedor) quando foi solicitado por uma pessoa que ele supôs ser o comandante do avião (o Cirrus SR-22 acidentado) para abastecê-lo.

[2] que confirmou verbalmente com esta pessoa a utilização de QAv, e completou os tanques do avião (o Cirrus SR-22 acidentado) atendendo o pedido. A pessoa que solicitou o abastecimento teria acompanhado todos os procedimentos de abastecimento do avião.

[3] que foi a primeira vez que abasteceu uma aeronave do modelo Cirrus SR.

A investigação constatou que a assinatura da fatura da compra do combustível (QAv) – 265 litros abastecidos no Cirrus -, atestando o abastecimento (erroneamente com QAv, ao invés de AvGas) do avião, era do proprietário do avião. Familiares do empresário reconheceram a sua assinatura na nota.

Corroborando a informação de que o abastecimento foi solicitado e acompanhado pelo proprietário do avião, ele dando aceite do abastecimento ao assinar a fatura da compra do combustível, sem a presença do cmte. do vôo, tem-se o depoimento a viúva do cmte., relatando que:

[1] ela teria conversado com o piloto, que lhe teria telefonado, em horário bem próximo do momento do abastecimento do avião.

[2] neste telefonema, o cmte. comentou que intencionava sobrevoar o Cristo Redentor, para mostrá-lo ao proprietário do avião, na saída de Jacarepaguá (SBJR).

O motorista de CTA/operador de abastecimento da AviJet (que atendeu o Cirrus) estava na empresa por aproximadamente 11 meses. Ingressara na revendedora para função de operador de abastecimento primeiramente na condição de “Aprendiz”, que durou cerca 1 a 2 meses. Seu primeiro local de trabalho foi na Base Aérea dos Afonsos/Campo Délio Jardim de Matos (SBAF), no RJ, onde atuou por 8 meses; posteriormente, foi transferido para o Aeroporto de Jacarepaguá (SBRJ), onde trabalhava por cerca de 3 meses (em um aeródromo com perfil de movimento de aeronaves bastante distinto da base de serviço anterior).

Ainda, o técnico teria sido habilitado também para receber caminhões da distribuidora (BR Dist.) no depósito. Foi indicado para ser o representante da AviJet junto da distribuidora (BR Dist.) na função de gestor de qualidade, mas até a data do acidente não tendo exercido esta função.

O técnico descreveu-se como pessoa alegre, descontraída e extrovertida, e profissional disciplinado e atencioso. O técnico declarou que desconhecia as especificações das aeronaves, o que incluía o tipo de combustível, e (por esse desconhecimento) não discutia ordens de comandantes de aeronaves.

De acordo com informações prestadas pelo seu superintendente, a empresa/revenda de abastecimento AviJet valorizava o bom relacionamento no trabalho e o comprometimento entre seus funcionários. O foco da empresa era o funcionário, que tinha direito a uma série de benefícios, incluindo assistência médica-hospitalar.

Os requisitos mínimos para motorista de CTA/operador de abastecimento da AviJet, no recrutamento, eram:

- grau de escolaridade – ensino médio, e,
- carteira de habilitação (CNH) categoria D.

O processo de seleção se compunha de análise de currículo e entrevista com o superintendente.

No curso da investigação, depreendeu-se que a contratação do operador de abastecimento não foi efetuada com utilização de procedimentos estruturados de seleção de pessoal, ainda que a contratação tenha sido baseada em alguns requisitos mínimos bem como com adoção de critérios de avaliação pautada na experiência de relacionamento interpessoal da vivência do avaliador. A

inexistência, na empresa abastecedora, de um procedimento estruturado para a seleção de profissionais era vulnerável para contribuição de possibilidade de contratação de pessoal sem o perfil adequado para o desempenho de tarefas de grande responsabilidade e envolvendo riscos. Aparelho ortodôntico próprio e a terceiros, gerando comprometimento à segurança de operação aérea.

O treinamento oferecido pela empresa previa etapas teórica e prática, totalizando 45 dias, de 8 horas de aula/dia, com avaliação semanal, além de reuniões em grupo. O funcionário em treinamento, na condição de aprendiz, na etapa prática, acompanhava o trabalho de um abastecedor apenas observando o serviço, como era a execução. Posteriormente, funcionário em treinamento passava por uma avaliação teórica, para fins da habilitação do funcionário para iniciar sua atuação (no caso, na função de abastecedor).

Após esta etapa prática e da avaliação teórica de habilitação, o funcionário ainda poderia, ou não, contar com acompanhamento dependendo da segurança que sentisse quanto ao seu desempenho na função.

O superintendente da empresa declarou que sempre haveria supervisão do trabalho de um operador de abastecimento, por instrutor ou um abastecedor mais antigo. No caso de transferência entre bases, o operador de abastecedor passava por uma reciclagem que abordava questões voltadas para operacionalidade específica a cada aeródromo. Esta reciclagem era acompanhada por um supervisor da base.

A empresa distribuidora de combustível (BR Dist.) declarou que não tinha gerência sobre serviço prestado por empresas abastecedoras, e que realizava apenas auditorias periódicas para verificação de adequação das instalações e do atendimento dos padrões de manuseio de produtos de aviação, com a preocupação com a garantia de qualidade de produtos.

A distribuidora disponibilizava às empresas abastecedoras um programa de treinamento e uma série de procedimentos de abastecimento de aeronaves, incluindo os cuidados quanto ao registro de combustível solicitado e à verificação de sua compatibilidade de combustível de um CTA com o tipo de combustível especificado para uma aeronave, e o de como agir quando um operador de abastecimento constatasse a diferença entre o combustível de um CTA e o combustível solicitado para uma aeronave.

A distribuidora não fornecia orientações quanto a processo de recrutamento e seleção de profissionais para função de operador de abastecimento de aeronave.

A AviJet desenvolvera seus próprios procedimentos, incluindo alguns específicos de segurança operacional para abastecimento de aeronaves, os quais não contemplavam ações para verificação da compatibilidade de combustível de um CTA com o tipo de combustível especificado para uma aeronave, na etiqueta/placar no bocal de abastecimento de tanques da aeronave.

Existia um procedimento padrão para o atendimento (de abastecimento) de aeronave por telefone que previa a anotação do pedido de abastecimento, incluindo a identificação (nome) do solicitante.

Em teste comparativo com veículos CTA da AviJet e outro avião Cirrus SR (do modelo do acidente), a investigação do CENIPA verificou que os bicos de abastecimento das mangueiras de CTA para AvGas (fig. 1) e do CTA para QAv/JET-A1 – do caminhão-tanque envolvido no acidente, que abasteceu o Cirrus (fig. 02), apesar de forma e diâmetros diferentes, encaixavam-se perfeitamente no bocal de abastecimento.



Fig.1 Bico da mangueira de JET A-1 e bocal de abastecimento



Fig.2 Bico da mangueira de AVGAS e bocal de abastecimento

As duas figuras também mostram a identificação do tipo de combustível no CTA, perfeitamente visível e destacada, facilmente encontrada pelo cliente.

A investigação também constatou que a mangueira do CTA de QAv/JAT-A1 que abasteceu o Cirrus não dispunha da peça “bico de pato” que realiza conexão seletiva em nagueiras de QAv para um tipo de bocal de abastecimento típico em aeronaves com motor à turbina (por QAv), de dimensão alargada.

Questionada, a AviJet informou que, em função de alguns helicópteros possuírem especificações distintas de outras aeronaves, no tocante aos diâmetros de bocal de tanque de abastecimento, fazia-se necessária a retirada do “bico de pato” para serviço de abastecimento.

A investigação constatou que a AviJet não possuía procedimentos estabelecidos formalmente tratando da utilização dessa peça (“bico de pato”), especialmente para o caso citado pela própria empresa abastecedora. Conforma a empresa, os operadores de abastecimentos recebiam apenas orientação verbal para a recolocação da peça (“bico de pato”) da linha de mangueira de abastecimento após o serviço em helicópteros.

Quanto ao abastecimento do Cirrus acidentado, o superintendente da AviJet ressaltou o fato do bico da mangueira de QAv/JET-A1 do CTA (sem o “bico de pato”) ter encaixado perfeitamente no bocal dos tanques do avião, demonstrando constrangimento para a investigação. O superintendente justificou com afirmativa que os bocais de abastecimento do Cirrus deveriam estar foram de especificações (fato descartado pela inexistência de requisitos de homologação para bocal de abastecimento de tanque de combustível, segundo o CENIPA).

Indagado quanto ao abastecedor ser qualificado para identificação da especificação de cada aeronave, o superintendente declarou que isso seria impossível devido ao elevado número de aeronaves existentes, e que era obrigação de um comandante saber o combustível a ser utilizado. Indagado quanto ao erro na troca do combustível no abastecimento do Cirrus, o superintendente declarou que a inscrição “G3 Turbo” (alusivo à terceira geração do modelo, e ao motor turbocomprimido) no padrão da fabricante – com letras grandes -, em cada face do estabilizador vertical (deriva), pode ter confundido quem solicitou o abastecimento do avião.

A investigação também constatou que, no procedimento de abastecimento, era utilizada uma manta ao redor do bocal de abastecimento para prevenir danos no caso de vazamentos ou escape de combustível. A manta ficava posicionada exatamente sobre a etiqueta com a descrição do tipo (especificação) de combustível aprovado para a aeronave.

Pelos fatos relatados e coletados, a investigação inferiu que o abastecimento do Cirrus foi solicitado à AviJet verbalmente em momento em que outra aeronave no pátio do aeroporto era abastecida por um CTA de QAv/JET-A1.

Um procedimento padrão para o atendimento (de abastecimento) de aeronave por telefone (prevendo a anotação do pedido de abastecimento, incluindo a identificação-nome do solicitante) não foi executado.

Assim, a investigação estabeleceu que o procedimento de abastecimento de aeronaves pela AviJet era falho e incompleto (e o do Cirrus assim foi), devido à:

- [1] falta de um formulário padrão para anotação dos dados informados pelo cliente no ato da solicitação do abastecimento;
- [2] falta de regra estabelecendo que o motorista de CTA/operador de abastecimento verificasse se o combustível solicitado por um cliente era o mesmo existente no CTA;
- [3] falta de regra estabelecendo a necessidade do abastecimento de uma aeronave ser acompanhado por um tripulante técnico da aeronave durante toda a operação do abastecimento; e,
- [4] falta de um formulário padrão para ser assinado pelo tripulante (de preferência, o cmte.) com a confirmação do tipo de combustível solicitado, principalmente na falta de indicação do combustível aprovado para a aeronave, no bocal de abastecimento de tanques, ou quando houvesse uma divergência entre solicitação e identificação de combustível aprovado.

Uma vez da constatação [i] da assinatura da fatura da compra do combustível (QAv) – 265 litros abastecidos no Cirrus -, atestando o abastecimento (erroneamente com QAv, ao invés de AvGas) do avião, foi do proprietário do avião, [ii] que o solicitante do abastecimento foi a pessoa que assinou a nota da compra do combustível (o proprietário) e [iii] do telefonema do piloto para esposa em horário bem próximo do momento do abastecimento do avião (que se pode atribuir ter acontecido afastado da aeronave enquanto de um abastecimento, por razões de segurança), a investigação inferiu que o cmte. do Cirrus não acompanhou e supervisionou o abastecimento, isto tendo restado para o proprietário do avião, o proprietário não tendo atentado para as placas de identificação do combustível QAV/JET-A1 contido na CTA, apesar destas placas serem adequadamente visíveis.

A investigação sustentou que a relação de amizade e confiança com o cmte. e características de seu comportamento reforçava a hipótese de que o proprietário solicitara e acompanhara o abastecimento da aeronave, assinando a nota ao final do serviço – tal como acontecia normalmente, em abastecimentos rotineiros na base do avião (no Aeródromo do Aeroclube de SC), em um cenário diverso, menos demandante de um maior rigor para a supervisão deste serviço, mais favorável ao proprietário neste papel, eventualmente nisso “secundado” pelo cmte. O proprietário estava habituado a abastecer a aeronave no “Aeroclube de SC”, onde só existia AvGas. Não sendo aeronauta/tripulante, ele poderia desconhecer a importância da identificação do combustível de um sistema fornecedor previamente a um abastecimento e os meios desta identificação (inclusive as siglas por tipo de combustível – como JET-A1, no caso) – com as placas com siglas de combustível nos tanques de CTA; pelo seu costume a abastecer a aeronave no “Aeroclube de SC”, numa forma “automática” de uma única alternativa de combustível no aeródromo, pode não ter sido preocupado na confirmação do combustível junto do operador no reabastecimento do Cirrus em Jacarepaguá.

A investigação estabeleceu que a estreita relação existente entre o cmte. e o proprietário do Cirrus, marcada por amizade, e com o liberado e acumulado hábito de solicitação de abastecimento do avião na base do avião (AD do Aeroclube de SC), pode ter favorecido a complacência do piloto em permitir que a solicitação e também a supervisão/acompanhamento do abastecimento do avião restasse ao proprietário (mesmo este não sendo tripulante, e sim passageiro), um elemento não-qualificado para esta função. Esta complacência foi listada no relatório da investigação, pelo CENIPA, como um fator contribuinte do acidente.

A investigação considera ainda três questões eventualmente participantes no âmbito da falha humana entre o cmte. e o proprietário do Cirrus, para o erro de abastecimento, nas condições pré-vôo.

Numa hipótese, os quatro ocupantes estariam supostamente ainda sob efeito do evento aeronáutico festivo, concluído na véspera, do qual retornavam, e na expectativa do sobrevôo do Cristo Redentor, na saída de Jacarepaguá. Haveria um clima de descontração entres os ocupantes. Esta condição pode ter interferido na desatenção tanto do cmte. como do proprietário (este eventualmente ainda dividido com os dois demais passageiros, numa euforia da viagem) para a abastecimento (para todos procedimentos necessários de controle da operação).

Também, não houve indícios que os passageiros tivessem pressa na partida, corroborado pela intenção do sobrevôo do Cristo Redentor. Ainda no solo, para autorização de tráfego para a Torre, o piloto solicitou o sobrevôo do Cristo Redentor, na sequência do ingresso e tráfego pelos corredores visuais (REA) “B” e “D”, que foi autorizado pelo controle de tráfego aéreo.

Durante a investigação, o CENIPA observou que uma revista de grande circulação no meio da aviação brasileiro publicou, na edição de fevereiro de 2008 (mês anterior Aparelho ortodôntico do acidente), uma reportagem cujo título trazia a seguinte chamada expressiva: “*Cirrus movido a querosene*”. Mas o conteúdo da matéria, numa leitura completa, informava um projeto futuro da Cirrus com uma fabricante de motores, que visava equipar o modelo SR-22 com motores ciclo diesel (alimentado por QAv) no EUA; a matéria citava que a conversão permitiria a utilização de QAv/JET-A1, ao invés de AvGas, com a vantagem do menor custo comercial e maior disponibilidade de QAv. A investigação inferiu como “pouco provável” a influência da matéria no proprietário. Não houve evidência que o proprietário tivesse lido a matéria; caso tivesse lido, seria de supor que ele teria observado que se tratava do mesmo avião com um outro motor, em um projeto futuro.

Um acervo de mídias (revistas) especializadas de aviação brasileiras, de edição regular, conta com as edições, à época, relativas ao Cirrus SR-22 *Turbo*, das revistas Aero Magazine (ano 14, n° 157, de junho de 2007, e ano 14, n°165, de fevereiro de 2008) e Avião Revue, ano 9, n° 101, de fevereiro de 2008. Estas edições, com as impressões de vôo - “ensaio de vôo” – não faziam menção a tipo de combustível (mas registrando o motor convencional Continental IO-550-N, com sistema turbonormalizador Tornado Alley, com duplo compressores/*chargers* e duplo resfriadores/*intercoolers*, de 310 HP), e nem informavam qualquer projeto futuro para motorização alimentada por QAv.

O operador de abastecimento não identificou por meio próprio (pela aviação de aeronave) o tipo de combustível requerido pelo avião Cirrus SR-22 (AvGas) e não percebeu tampouco a diferença entre os tipos de combustível entre o avião (AvGas) e o CTA (QAV/JET-A1), possivelmente à falta de experiência e de treinamento baseado em procedimentos a serem aplicados para evitar essa situação. Adicionalmente, a utilização de manta sobre a asa ao redor do bocal de abastecimento (para prevenção de danos por vazamentos ou escape de combustível), posicionada exatamente sobre a etiqueta com a descrição do tipo (especificação) de combustível aprovado para a aeronave, reduziu a “defesa” para o erro no abastecimento com combustível errado, obstruindo a leitura e a percepção do operador de abastecimento.

Mas, pelas declarações do próprio operador, denotando uma tendência comportamento passivo e não-contestador impondo-se uma condição subjugada a um comandante - uma passividade, a investigação inferiu que mesmo que ele tivesse observado a diferença do tipo de combustível requerido (pela identificação na etiqueta), ele não tomaria uma iniciativa de questionamento ao solicitante – supostamente por ele o comandante do avião.

Por outro lado, a investigação inferiu que a inscrição na deriva *G3 Turbo*” (alusivo à terceira geração do modelo, e ao motor turbocomprimido) pode ter induzido o operador de abastecimento a estabelecer que o avião (Cirrus SR-22) se tratava de uma aeronave com motor à turbina, fora do padrão de bocal de abastecimento de tanque de diâmetro reduzido, semelhante a alguns helicópteros com os quais estava familiarizado e habituado a abastecer.

O uso de conexão seletiva (bicos) nas mangueiras de abastecimento, com o alargador “bico de pato”, para abastecimento de QAv/JET-A1, uma “defesa” baseada na norma SAE 1852, não regulamentada

no Brasil (pelas agências ANP e ANAC), implementada espontaneamente pela revendedora de combustível, mostrou-se pouco eficaz, uma vez da falta de procedimentos estabelecidos da utilização desta conexão e de requisitos de diâmetros mínimos para os bocais de abastecimento de aeronaves, apontou o CENIPA.

A investigação estabeleceu que o hábito da retirada do bico-largado “bico de pato” toda vez da necessidade de abastecimento de uma aeronave movida por QAv/JET-A1 mas dotada diferentemente de bocal de diâmetro reduzido, sem devidas regras, pode contribuir para ocorrências de erros de abastecimento com combustível trocado (como pode ter ocorrido no caso), especialmente na falha adicional da identificação e conferência previamente entre os tipos de combustível – o requerido da aeronave e o disponível no CTA (ou tanque fixo).

A investigação estabeleceu que o cmte., apesar de toda a sua qualificação de aeronauta, inclusive do seu padrão de extremamente cuidadoso com o abastecimento de aeronave, sempre acompanhando e supervisionando esta operação, relegou ao proprietário a função de solicitação e acompanhamento de abastecimento e recebimento de nota de aquisição do combustível. A solicitação e o acompanhamento do abastecimento foi supostamente, bem como a recepção de nota fiscal, foi pelo proprietário, que assumiu assim a responsabilidade por um procedimento que caberia apenas a tripulante (no caso, o cmte.).

No regresso para a aeronave, não tendo acompanhado o abastecimento e feito o recebimento com aceite do serviço, restaria ao cmte. a inspeção externa pré-vôo do avião, incluindo as conferências qualitativa e quantitativa do combustível (verificação visual do interior e drenagem de combustível dos tanques), o que a investigação não pôde comprovar que tenham sido executadas.

O cmte. era conhecedor de limitações de aeronave quanto a peso e processava cálculos para determinação de volume de abastecimento. Não foi possível obter dados da ficha de peso e balanceamento da aeronave preenchida pelo cmte., em virtude da destruição dos documentos a bordo.

Não houve informações por testemunhas quanto à realização da inspeção externa pré-vôo do avião, inclusive quanto ao abastecimento, entre outros itens a verificação da quantidade de combustível nos tanques (por visualização pelo bocal) e da qualidade do combustível (por meio da amostragem obtida do procedimento de drenagem, conforme prevê o manual de operação do avião).

A investigação fez o seguinte cômputo de peso, com a consideração dos seguintes valores estimados:

POB: 04 adultos (80 kg cada)	320kg
265 litros de JET A-1 (combustível abastecido)	214 kg
54 litros de AVGAS (combustível remanescente)	39 kg
Bagagem	10 kg
Aeronave vazia (padrão do manual de vôo)	1.021 kg
Peso Total	1.604 kg

A investigação adotou os 265 litros (83,1% do volume) de QAv/JET-A1 abastecidos (conforme os dados de serviço pela revendedora) e assumindo 54 litros (16,9% do volume) de AvGas remanescentes após o pouso em Jacarepaguá, com o total de 319 litros, pesando 253 kg (sendo 39 kg de AvGas, e 15,4% do peso de combustível, e 214 kg de QAv, e 84,6% do peso de combustível).

Pesquisa (para este texto) oferece informação que o Cirrus SR-22T tem dois tanques de combustível (um por asa), perfazendo capacidade de combustível (AvGas) utilizável de 92 galões (2 x 46 galões), ou 348 litros (2 x 174 litros).

O peso máximo de decolagem aprovado do avião era de 1.542 kg. A investigação chegou a um peso de decolagem (no pátio, antes do acionamento) de 1.604 kg, um sobrepeso de 62 kg (4%).

Para o vôo, o cmte. apresentara um Plano de Vôo VFR. As condições meteorológicas eram favoráveis ao vôo VFR. A decolagem aconteceria em condição de visibilidade igual ou superior a 10 km, Teto sem restrição, vento calmo e calor com temperatura ambiente de 34°C.

A investigação traçou um paralelo comparando as operações similares segmentadas do avião, partindo de Florianópolis (SSKT) e do Rio de Janeiro (SBJR) em condições meteorológicas semelhantes:

- no dia anterior do acidente, avião executou viagem SSKT-SIFU, com distância em rota direta (NE) de 410 MN (450 MN para alternar SBJR), decolando de pista asfaltada de 986 m. em elevação de 20 pés (ao NMM).
- no acidente, com os mesmos ocupantes (e bagagem), para executar viagem SBJR-SSKT, com distância em rota direta (NE) de 400 MN (410 MN para alternar SBFL), decolando de pista asfaltada de 900 m. em elevação de 10 pés (ao NMM).

A investigação inferiu que a decolagem de Florianópolis (SSKT) foi executada no limite de peso, no MTOW (1.542 kg) ou próximo-ligeiramente abaixo. E que a decolagem no Rio de Janeiro (SBJR), com 1.604 kg - um sobrepeso de 62 kg (4%) sobre o MTOW, teria sido executada com acréscimo de pelo menos de 23 kg, da diferença de densidade entre AvGas e QAV, com relação à decolagem de SSKT (assumindo a mesma tancagem de 319 litros).

Em complemento ao relatório, assumindo na decolagem de SSKT a tancagem de 348 litros de AvGas (251 kg), o peso de decolagem (na rampa) seria de 1.602 kg (60 kg acima do MTOW), ie, igual ao peso na partida de SBJR.

Caso o avião em Jacarepaguá estivesse abastecido de 348 litros – 274 kg, sendo assumindo 83 litros – 60 kg (23,9% do volume / 21,9% do peso) de AvGas remanescentes após o pouso em Jacarepaguá e mais 265 litros – 214 kg (76,1% do volume / 78,1% do peso), o avião pesaria na rampa (para decolagem) o peso de 1.625 kg (83 kg acima do MTOW, uma diferença de +5,4%).

Numa hipótese da decolagem de SSKT com 348 litros de AvGas (TOW de 1.602 kg x MTOW de 1.542 kg) e da decolagem de SBJR planejada pelo piloto com 319 litros de AvGas (TOW de 1.581 kg x MTOW de 1.542 kg), o avião estaria até ligeiramente mais leve.

De todo modo, o piloto tinha, para performance de decolagem de SBJR, uma referência do desempenho da decolagem na véspera em SSKT, em condições operacionais similares, com aeronave no limite de peso (MTOW), e uma limitação de desempenho nessa primeira decolagem (em SSKT) seria identificada e o piloto teria meios de ajustar o planejamento do vôo de retorno, com redução de combustível e/ou previsão de uma escala.

Nas condições de meteorologia no momento da decolagem – de temperatura do ar de 34°C e vento calmo (com visibilidade de 10 km ou superior e sem Teto) -, em pista asfaltada ao NMM, com avião no MTOW, com a configuração de flapes 50°, o avião deveria percorrer distância no solo de cerca de 360 m., e de 540 m. para livrar obstáculo a 50 pés, de acordo com o relatório. A pista de SBJR dispunha de 900 m.

A distância efetivamente percorrida pelo Cirrus na corrida de decolagem (da pista 20) foi de cerca de 800 m. (440 m. a mais da distância prevista, de 360 m., mais do dobro – 2,22, ou 122%), com o avião saindo do solo (despegando) faltando cerca de 100 m. para final da pista (cabeceira oposta – 02). Logo após o despegue, cerca de 10 segundos após a decolagem, o controlador da Torre avistou fumaça sendo expelida do avião e informou o piloto dessa fumaça, não recebendo resposta; uma segunda chamada pelo controlador foi feita, também sem resposta do piloto.

Imagens de câmera do circuito fechado de TV (CFTV) mostraram que o Cirrus apareceu no campo visual com a triquilha fora do solo percorrendo cerca de 60 m. nesta condição até o avião descolar da pista, em uma atitude de grande ângulo de ataque e ascendendo com pequena razão de subida. Verificou-se uma grande defasagem de desempenho, uma vez que a razão inicial de subida prevista para aeronave ao avião (modelo) atingir 101 KT era de 1.398 pés/min. A partir das imagens da CFTV, determinou-se que no momento da rotação e após decolagem o avião percorreu 40 m. em 1 segundo,

o que equivale a uma velocidade de 144 km/h (77,75 ~ 78 KT), uma velocidade próxima da prevista no Manual de Vôo do Avião (para a rotação).

Além das discrepâncias no desempenho de pista (distância da corrida em solo – muito maior à prevista) e na (baixa) razão de subida inicial, a investigação constatou que a velocidade média do Cirrus, entre o ponto do descolamento do solo e local final do impacto, foi de 75 KT, indicando que toda a potência disponível foi utilizada para ganhar altura com o mínimo de velocidade possível.

Na decolagem, os principais sintomas de mau funcionamento do motor (pelo combustível errado – QAv) poderiam ser perceptíveis pelo fraco desempenho do motor e performance da aeronave, ruído e vibração irregular do desempenho do motor, fumaça expelida pelo escape e as indicações de temperatura elevada da cabeça dos cilindros (CHT).

Logo após o despegue, cerca de 10 segundos após a decolagem, o controlador da Torre avistou fumaça sendo expelida do avião e informou o piloto dessa fumaça, não recebendo resposta; uma segunda chamada pelo controlador foi feita, também sem resposta do piloto.

Na investigação não pôde determinar se a fumaça observada pelo controlador tenha adentrado na cabine – mas considerando essa hipótese, e havendo evidências que nesse instante o motor ainda funcionava, é de se supor que o piloto teria prioritariamente executado procedimentos de eliminação de fumaça previstos em *Check-list* para, na sequência, vir executar procedimentos de “Falha parcial de motor em vôo”.

A investigação inferiu que ao receber esta mensagem de controlador (de fumaça expelida pela aeronave), a situação experimentada pelo piloto não permitiria um pouso imediato, à frente. O avião encontrava-se à baixa altura (em torno de 78 KT), tendo um bosque de árvores de médio porte imediatamente à frente e várias edificações de 3 andares (cerca de 60 pés – 18 m. de altura) mais à frente (cerca de 700 m.). Uma decisão de pousar em frente certamente implicaria o piloto assumir sérios riscos, sérios danos para aeronave e sérias lesões (até fatalidade) aos ocupantes.

Entre o alerta do controlador e o impacto do Cirrus no solo, transcorreram apenas cerca de 25 segundos (35 segundos após descolamento do solo), e que nesse curto tempo o Cirrus chegou a ganhar altura entre 200 e 300 pés (AGL).

Na operação normal, no MTOW, na decolagem um Cirrus SR-22T “correria” distância no solo de cerca de 360 m. e de 540 m. para livrar obstáculo a 50 pés, sendo capaz de uma razão de subida de cerca de 1.400 pés/min. – que resultaria atingir 1.200 pés de altitude (1.100’ AAL) no sobrevôo do ponto da colisão (a cerca de 1.135 m. da cabeceira 02 – cabeceira oposta da decolagem, com um desvio lateral do eixo da pista de cerca de 105 cm).

Desconhecendo o abastecimento de combustível errado, e o funcionamento normal inicialmente no solo (precedente à decolagem), a investigação inferiu que o piloto não teve consciência da situação anormal e não pôde identificar a real gravidade, não podendo prever que em poucos segundos a mistura de combustível (AvGas e QAv) traria danos irreversíveis no motor.

A investigação inferiu que o piloto percebeu a maior distância de corrida de pista na decolagem, bem superior à prevista e ao normal, mas sem identificar problemas de funcionamento do motor, o piloto possivelmente atribuindo a decolagem longa ao sobrepeso do avião, a elevada temperatura ambiente (34°C) e o vento calmo, e por isso não rejeitando a decolagem. O avião estava pesado, o piloto tinha consciência disso, e por isso estaria esperando uma decolagem com uma maior distância de pista.

O quadro do motor continuar funcionando (ainda que resultando um desempenho já prejudicado, mas com os primeiros indícios dos danos pela fumaça) associado à ausência de área livre apropriada para um pouso de emergência, teria concorrido para o piloto ter decidido prosseguir o vôo buscando ganhar altura e levando o avião para uma posição que permitisse regresso à pista (SBJR) ou a tentativa de um pouso forçado em local apropriado (fora do AD). Segundo testemunhas, o piloto teria tentado regressar para a pista, e entrado em parafuso pela esquerda.

A vasta experiência pregressa do piloto (principalmente grandes aeronaves multimotoras – em que após a V1, a decolagem deve ser continuada até uma altura de segurança, para então serem aplicados os procedimentos de emergência, a situação ser avaliada e para a tomada de decisões) também pode ter contribuído para a decisão do piloto (de prosseguimento do voo).

Entre o alerta do controlador e o impacto do Cirrus no solo, um curso de cerca de 25 segundos, o Cirrus chegou a ganhar altura entre 200 e 300 pés (AGL). Este quadro demonstra que, apesar das dificuldades, o piloto possuía controle do avião, provavelmente sem poder identificar exatamente a falha, e tentava conduzir o avião para uma situação mais favorável para efetuar um pouso forçado em local mais adequado, com maior chance de sucesso.

A investigação inferiu que no cruzamento da Av. das Américas (a cerca de 1.000 m. da cabeceira 20/cabeceira oposta da decolagem) teria ocorrido a “falha” do motor obrigando o piloto a prosseguir com os procedimentos de operação anormal de “Falha do motor na Decolagem (Baixa altitude)”. A falha neste instante ocorreu à baixa altura, com baixa velocidade e sem uma área adequada para a realização de um pouso forçado em frente (com edificações à frente).

Nessa condição, a investigação presume que o piloto decidiu por uma curva descendente pela esquerda denotando estabelecer a melhor velocidade de planeio (88 KT) e pelo regresso para pista (SBJR), conforme indicação em procedimento, ou pousar forçado numa área mais favorável nas imediações da Av. das Américas; a investigação presume como mais provável que o piloto tenha primeiramente buscado curvar para uma área escolhida para pouso forçado e, após estabilizar a aeronave, completar os procedimentos de “de “Falha do motor na Decolagem (Baixa altitude)” e o acionamento da CAPS em seguida.

O peso máximo de decolagem aprovado do avião era de 1.542 kg. A investigação chegou a um peso de decolagem (no pátio, antes do acionamento) de 1.604 kg, um sobrepeso de 62 kg (4%).

O avião estava ligeiramente acima do MTOW – 1.604 kg x 1.542 kg, uma diferença de 62 kg (4%) – então as velocidades de estol em curva ficam muito próximas ou superiores à velocidade de melhor planeio.

A investigação não teve como determinar o ângulo de rolamento (*bank*) comandado na curva (pela esquerda). A tabela de performance do Cirrus SR-22T demonstra que no MTOW, com flapes recolhidos, numa curva com velocidade de planeio, o avião entraria em estol antes de atingir inclinação de 60°. Conforme o Manual de Voo da Aeronave, o Cirrus SR-22T pode entrar inadvertidamente em parafuso ou em espiral descendente se a condição de estol não for prontamente recuperada.

A não utilização do sistema CAPS pode ter sido decorrente das seguintes hipóteses:

- esquecimento do acionamento
- envolvimento na realização dos procedimentos de emergência na recuperação da perda de controle (estol) na tentativa de retorno ou de busca de área para pouso forçado nas imediações da Av. das Américas.

O cruzamento da Av. das Américas dista cerca de 1.000 m. da cabeceira da cabeceira 02 (cabeceira oposta da decolagem) e o ponto da colisão cerca de 1.135 m. (da cabeceira 02), com um desvio lateral do eixo da pista de cerca de 105 cm.

A características do impacto indicaram que o avião provavelmente entrou em parafuso. Segundo testemunhas, a aeronave teria tentado regressar para a pista (SBJR) e entrado em parafuso pela esquerda.

A análise das imagens captadas pela CFTV do aeroporto descarta uma eventual decolagem rasante e, por outro lado, apontam evidências de outros fatores para o baixo desempenho da aeronave, que são compatíveis com o abastecimento de combustível incorreto.

Os principais sintomas de mau funcionamento do motor (pelo combustível errado – QAv) podem ser perceptíveis pelo fraco desempenho do motor e performance da aeronave, ruído e vibração irregular do desempenho do motor, indicações de temperatura elevada da cabeça dos cilindros (CHT) e fumaça expelida pelo escape na operação em regime de alta potência.

A investigação estabeleceu ser uma hipótese razoável que o avião apresentou uma perda de potência gradual e sem sinais de falhas do motor na corrida da decolagem em função da alimentação do “tanque coletor” com QAv/JET-A1 misturando-se com a AvGas remanescente após a partida do motor. Motores a pistão convencionais quando utilizam inadvertidamente QAv/JET-A1, e entram em regime de alta potência, sofrem detonações, há um aumento de temperatura da cabeça dos cilindros, ocorre perda de potência seguida logo após a parada total do motor.

AvGas e QAv/JET-A1 são hidrocarbonetos que se misturam sem separação da fase formando uma mistura homogênea (um combustível misto). Se o sistema de combustível tiver alimentação direta entre o tanque de combustível selecionado para o suprimento do motor, a mudança repentina de combustível – de AvGas para QAv/JET-A1 (ou a mistura AvGas-QAv/JET-A1) deve ocorrer logo após o acionamento do motor, havendo tempo para o vôo não ocorrer, pela identificação antes, imediata, do problema de mau funcionamento do motor. Em solução de sistemas de combustível com tanque coletor, na partida, o material primeiramente consumido será o armazenado do tanque coletor – no caso do acidente, os tanques coletores estavam primeiramente armazenados da AvGas (remanescente, antes do abastecimento de QAv em SBJR), proporcionando de imediato um funcionamento normal e postergando assim mau funcionamento do motor.

Considerando tabela da fabricante no Manual de vôo da aeronave “*Time Fuel and Distance to Climb*” (para condição de potência 100%, operação no MTOW de 1.540 kg/3.400 lb. e temperatura de 34°C), foi possível a investigação estimar quantidade de combustível consumida em operações no solo e na decolagem (subida inicial, com correção de mistura):

	galões	litros		galões	litros
Partida, táxi, decolagem	1,50	5,69	Capacidade tque. coletor	1,94	7,37
Subida	0,30	1,14		0,39	1,47
Correção mistura 20%	0,36	1,36		0,47	1,77
	2,16	8,19		2,80	10,61

A AvGas remanescente na linha do sistema e nos tanques coletores seria suficiente para sustentar a alimentação do motor no acionamento do motor e na operação em solo sem que fosse notadas anormalidades no funcionamento do motor (pelo baixo regime de potência nessa fase – 1.000 RPM no táxi), com conseqüente baixo consumo de combustível.

Após o abastecimento, o avião armazenou 319 litros de combustível, sendo 54 litros de AvGas (17%) e 265 litros de QAv/JET-A1 (83%). Os dois tanques coletores (2 x 10,6 litros – 21,2 litros) continham a AvGas remanescente, restando ainda 32,8 litros de AvGas para ser misturado com 265 litros de QAv/JET-A1 (83%) – uma “mistura” de 297,8 litros com 89% de QAv e 11% de AvGas.

A investigação estabeleceu que a AvGas nos tanques coletores recebeu progressivamente QAv/JET-A1 (ou a mistura AvGAS-QAv/JET-A1) e, pela tabela (precedente), “que a quantidade de combustível consumida até o final da decolagem implicaria numa mistura com percentual superior a 50%, indicando que uma falha mais significativa deveria ocorrer no início ou durante a decolagem”.

A investigação elaborou uma análise de composição da mistura QAv/JET-A1 misturando-se com a AvGas e a evolução da alimentação desse combustível durante a operação do avião antecedendo o acidente.

Segundo a investigação, a existência de AvGas pura, dentro do tanque coletor, permitiu que a aeronave após a partida do motor não apresentasse sinais perceptíveis de perda de rendimento, o que somente veio ocorrer à medida em que a concentração do QAv/JET-A1 passou a ser maior.

Não foi possível determinar exatamente a proporção de mistura desses combustíveis (AvGas e QAv) que poderia produzir sinais perceptíveis de perda de rendimento ou funcionamento irregular do motor. Entretanto, exemplos de adulterações de combustíveis no segmento automotivo, demonstram que solventes químicos industriais ou de álcool etílico são ilegalmente adicionados em percentagens inferiores a 30% sem que perda de rendimento ou danos a motor sejam prontamente percebidos. Com níveis de contaminação acima de 20%, os primeiros sinais de alteração do rendimento do motor podem ser perceptíveis durante aceitação. Geralmente, quando a substância contaminante atinge níveis de solução superiores 30%, com regime de alta potência, podem surgir variações significativas de RPM (o motor “rateando”) com perda gradativa de potência.

A investigação identificou níveis de concentração de QAv/JET-A1 no tanque coletor selecionado em cada fase da operação precedente ao acidente. Conforme o relatório, “uma análise detalhada da operação do avião nos momentos precedentes o acidente permitiu identificar níveis de concentração de QAv/JET-A1 no tanque coletor selecionado em cada fase de operação”. A investigação elaborou uma tabela relacionando tempos de cada fase de operação (com base nas comunicações rádio-piloto-controlador) e correlacionando com as imagens das câmeras CFTV do aeroporto, adotando fluxo de combustível para cada fase conforme regime de operação do motor e computando o combustível consumido e o percentual de QAv/JET-A1 (considerando uso de um único tanque coletor):

Fase da Operação	Tempo	Fluxo de combustível	Combustível consumido	Percentual de JET A-1 no tanque coletor
Partida do motor, taxi até o ponto de espera	5min	8gal/h	0,66Gal	20%
Cheques "Antes da Decolagem" no ponto de espera	2min	8gal/h	0,26Gal	28%
Espera na posição três alinhado	3min	8gal/h	0,4Gal	41%
Corrida de decolagem	45s	27gal/h	0,33Gal	51%
Saída do solo até o reporte de fumaça pela TWR	10s	27gal/h	0,07Gal	53%
Reporte de fumaça pela TWR até a queda da aeronave	35s	27gal/h	0,25Gal	60%

Segundo a investigação, a análise da tabela demonstrou que durante os cheques realizados antes da decolagem já havia uma proporção de QAv/JET-A1 no tanque coletor. Essa presença de QAv/JET-A1 já era suficiente para que o motor apresentasse funcionamento irregular na aceleração para a verificação dos alternadores e magnetos de forma que o piloto já teria condições de identificar funcionamento irregular e abortar o voo.

Os procedimentos especificados no Manual de Voo do Avião, a indicação é a uso do tanque mais cheio nos procedimentos de decolagem. Portanto, é provável que o piloto tenha seguido o check-list e selecionado o tanque da asa oposta cujo tanque coletor dispunha apenas de AvGas ainda não-contaminada por QAv/JET-A1, permitindo que as respostas do motor no cheque “Antes da decolagem” ficassem dentro dos parâmetros considerados normais.

Para confirmação dessa hipótese, a investigação elaborou tabela abaixo reproduzida com demonstração de concentrações de QAv/JET-A1 considerada troca de tanque no Ponto de Espera, para decolagem:

Fase da Operação	Tempo	Fluxo de combustível	Combustível consumido	Percentual de JET A-1 no tanque coletor
Partida do motor, táxi até o ponto de espera (primeiro tanque selecionado)	5min	8gal/h	0,66Gal	20%
Cheques "antes da decolagem" no ponto de espera (troca para o tanque mais cheio)	2min	8gal/h	0,26Gal	8%
Espera na posição três, alinhado	3min	8gal/h	0,4Gal	20%
Corrida de decolagem	45s	27gal/h	0,33Gal	30%
Saída do solo até o reporte de fumaça pela TWR	10s	27gal/h	0,07Gal	33%
Reporte de fumaça pela TWR até a queda da aeronave	35s	27gal/h	0,25Gal	40%

A investigação assim verificou que o piloto teria chegado ao Ponto de Espera com uma concentração de QAV/Jet-A1 misturado à AvGas de aproximadamente 20%. A concentração de QAV/Jet-A1 poderia apresentar sinais de anormalidade no funcionamento do motor durante a aceleração para 1.700 RPM na realização dos cheques de magnetos e, após, para 2.200 RPM na realização do cheque de alternador, permitindo a decisão de prosseguir o vôo. Entretanto, seguindo o *check-list*, o piloto provavelmente trocou o tanque para o mais cheio. O tanque coletor continha somente AvGas, sendo assim feito os cheques de magnetos (a 1.700 RPM) e de alternador (a 2.200 RPM) quando o QAV/JET-A1 começava a misturar-se com a AvGas, em proporções inferiores a 8% (concentração estimada no final da realização dos cheques), de forma que a presença de QAV/Jet-A1 não fosse suficiente para provocar alterações perceptíveis no desempenho do motor.

O avião permaneceu cerca de 3 minutos alinhado para decolagem, aguardando a decolagem de uma aeronave mais lenta.

A aceleração do motor no início da corrida de decolagem ocorreria com percentuais de QAV/JET-A1 de aproximadamente 20%, ainda não suficiente para que fosse notada alguma anormalidade na operação, especialmente porque o piloto, consciente do peso no limite (superando MTOW), e ciente da temperatura elevada, esperaria uma distância de decolagem maior do que o normal. A corrida de decolagem e o restante do vôo teria ocorrido com a manete de potência em "Máximo", conforme previsto no Manual. No final da corrida de decolagem, o combustível em uso estaria com percentual de cerca de 30% de QAV/JET-A1 (na mistura com AvGas), a partir desse os sinais de falha podendo ser tornar mais evidentes.

A investigação assevera que o piloto "logicamente percebeu que a aeronave uma distância superior à normal, sem que tivesse identificado problemas de funcionamento do motor", uma vez que provavelmente considerou outros fatores concorrendo para uma corrida de decolagem (de pista) longa – pelo excesso de peso, elevada temperatura e vento calmo -, por esse motivo não abortando a decolagem. Mas, é possível supor que os parâmetros de motor nos instrumentos ainda não estivessem com maior discrepância, com indicações com maior desvio da faixa normal, ou que primeiras indicações anormais tenham escapado da atenção do piloto concentrado na corrida de pista alongada.

Cerca de 10 segundos após livrar o solo (descolar da pista, com 800 m. de corrida de pista), o piloto recebeu informação do controlador da observação de fumaça na aeronave. Uma segunda comunicação foi feita, e nenhuma delas foi respondida pelo piloto, que provavelmente passou a analisar a situação e buscar indicações de anormalidades nos instrumentos de parâmetros de motor.

Os principais sintomas de mau funcionamento do motor (pelo combustível errado – QAV) poderiam ser perceptíveis pelo fraco desempenho do motor e performance da aeronave, ruído e vibração irregular do desempenho do motor, indicações de temperatura elevada da cabeça dos cilindros (CHT) e fumaça expelida pelo escape na operação em regime de alta potência.

A partir do despegue, qualquer indicação de falha de motor antes de atingida a altura de segurança implicaria uma decisão imediata do piloto no sentido de escolher uma área de segura para pouso de emergência implicando no mínimo de consequências adversas aos ocupantes e à aeronave.

Caso a fumaça estivesse adentrando na cabine, o piloto teria prioritariamente os procedimentos de eliminação de fumaça previstos no *Check list* e, após, os procedimentos previstos para “Falha parcial de motor em vôo”.

Os procedimentos previstos para “Falha parcial de motor em vôo” concentram-se nas possibilidades de falhas mais prováveis, como problema de lubrificação (resultando baixa pressão e alta temperatura do óleo), problema/falha de velas, magnetos e de vazamento de combustível no sistema de injeção (unidade injetora). Os únicos casos que requeriam ação imediata eram relacionados com baixa pressão de óleo do motor, desbalanceamento de pás da hélice e vazamento de combustível (pelo risco de incêndio), quando a indicação é o corte do motor para o pouso forçado em local apropriado. Nos demais casos, os procedimentos previstos para “Falha parcial de motor em vôo” são de continuação do vôo em um aeródromo aplicável ou em local adequado mais próximo fora de AD, com conscientização do piloto, para sua preparação, para possibilidade de um evento de “falha total do motor”, que ditará um “pouso forçado” em local apropriado – e isso, não sendo possível em vôo por meio próprio, sendo executado após a consideração do uso do sistema de paraquedas balístico (CAPS).

A investigação estabeleceu ser uma hipótese razoável que o avião apresentou uma perda de potência gradual e sem sinais de falhas do motor na corrida da decolagem em função da alimentação do “tanque coletor” com QAv/JET-A1 misturando-se com a AvGas remanescente após a partida do motor. Motores a pistão convencionais quando utilizam inadvertidamente QAv/JET-A1, e entram em regime de alta potência, sofrem detonações, há um aumento de temperatura da cabeça dos cilindros, ocorre perda de potência seguida logo após a parada total do motor.

A investigação inferiu que no cruzamento da Av. das Américas (a cerca de 1.000 m. da cabeceira 20/cabeceira oposta da decolagem) teria ocorrido a “falha” do motor obrigando o piloto a prosseguir com os procedimentos de operação anormal de “Falha do motor na Decolagem (Baixa altitude)”. A falha neste instante ocorreu à baixa altura, com baixa velocidade e sem uma área adequada para a realização de um pouso forçado em frente (com edificações à frente).

Nessa condição, a investigação presume que o piloto decidiu por uma curva descendente pela esquerda denotando estabelecer a melhor velocidade de planeio (88 KT) e pelo regresso para pista (SBJR), conforme indicação em procedimento, ou pousar forçado numa área mais favorável nas imediações da Av. das Américas; a investigação presume como mais provável que o piloto tenha primeiramente buscado curvar para uma área escolhida para pouso forçado e, após estabilizar a aeronave, completar os procedimentos de “de “Falha do motor na Decolagem (Baixa altitude)” e o acionamento da CAPS em seguida. Na sequência, o avião estolou entrando em parafuso.

A investigação analisou dados obtidos seguindo modelo proposto por James Reason. O modelo de análise de contribuição do fator Humano de Reason descreve quatro (4) níveis de falha humana, cada um influencia o próximo nível de falha. Com o modelo por Reason, a investigação pode identificar sequência de eventos que culminaram com o acidente.

No primeiro nível de falha(s) humana(s), quanto ao tripulante, apesar de toda a sua excelência em padrão aeronáutico, o piloto de fato ausentou-se do avião e não presenciou o abastecimento, e nem delegou a tarefa a um tripulante qualificado, e, antes de embarcar na aeronave, não teria feito a verificação visual dos tanques de combustível abastecidos e a drenagem de combustível, dentro da itemização de inspeção externa pré-vôo (ação da verificação que não foi comprovada de ter sido executada).

Quanto ao operador de abastecimento (em que pesando sua pouca familiaridade na aviação e com o ambiente operacional de SBJR), era fato a impossibilidade dele conhecer as especificações de todas as aeronaves dada a diversidade de aeronaves no aeroporto (SBJR). Entretanto, ressalta a

investigação, normalmente existia uma “defesa” nesse sentido, da inscrição visual do combustível – qualidade (tipo) e quantidade – a ser utilizado, na borda externa dos bocais dos tanques de combustível. O Cirrus SR-22 (e o aparelho acidentado) apresentava esta inscrição – especificando AvGas – para alertar o tipo correto de combustível (e a prevenção de uso de combustível incorreto). Esta “defesa” foi quebrada pela não-observação dessa inscrição pelo operador, inclusive com uso de manta de proteção sem a devida atenção prévia a sua instalação.

Subjacente a estas duas falhas ativas, a investigação identificou uma série de “falhas latentes”, as quais, por sua vez, se relacionaram mais diretamente com a prevenção de ocorrências (acidentes/incidentes) aeronáuticas, em um segundo nível de falha(s) humana(s).

“Falhas latentes” são definidas como sendo falhas resultantes de decisões ou de medidas adotadas muito antes do acidente, cujas consequência podem permanecer ocultas, “pairando”, durante muito tempo.

É nesse conceito que se encontrou o segundo nível de falha(s) humana(s) na sequência do acidente, com as falhas pela classificação por Reason como as associadas às pré-condições da operação da aeronave, envolvendo a relação piloto-proprietário e passageiros, o momento de espírito do grupo e ainda, de trás, práticas estabelecidas entre o piloto e o passageiro, tudo com capacidade para afetar o desempenho do tripulante.

Sob essa perspectiva, a investigação aponta que os quatro membros do grupo (piloto e os três passageiros) estariam, supostamente, sob efeito de um evento festivo-aeronáutico (em Barra do Piraí) e na expectativa de uma viagem com direito ao sobrevôo do Cristo Redentor. Os indícios quanto à existência de um clima de descontração entre os quatro ocupantes sugerem que esta condição emocional pode ter interferido na atenção do piloto e extensivamente ao passageiro-proprietário, que teria solicitado, eventualmente acompanhado e dado recebimento do abastecimento, e também de outro passageiro que seria piloto, para o abastecimento do avião quanto ao tipo de combustível.

Uma outra pré-condição abrangia, na classificação da investigação, a “dinâmica” relação entre o piloto e o proprietário. O relacionamento dos dois consistia de amizade e cumplicidade, que supostamente inibiam o profissionalismo que deveria caracterizar a relação, podendo contribuir para a instalação de um hábito de delegação da função de solicitação e acompanhamento de abastecimento. Aparelho ortodôntico proprietário bem como um estado de complacência (do piloto) com iniciativas tomadas pelo proprietário.

O avião acidentado era baseado no Aeródromo do Aeroclube de Santa Catarina, onde o único combustível disponível era AvGas. Frequentemente, o proprietário envolvia-se na preparação da aeronave no tocante a providenciar o abastecimento – solicitando e assinando recibo do serviço -, mas supostamente “supervisionado” pelo piloto, que sempre acompanhava a operação de abastecimento, e também processava cálculos relativos à quantidade de combustível do abastecimento.

Pelos dados colhidos na investigação, em um cenário de aeroporto (como de SBRJ) muito distinto, de diversidade de aeronaves, dois tipos de combustível e intensa movimentação de aeronaves, esta prática entre o piloto e o proprietário (de uma responsabilidade a cargo do proprietário) se replicou analogamente a ações já adotadas sem problemas, mas com a ausência do piloto, que não solicitou o combustível, não teve contato com o operador de abastecimento e não acompanhou o abastecimento. O piloto não conteve eventualmente uma iniciativa do proprietário no sentido do abastecimento da aeronave.

Quanto ao desempenho do operador, havia uma pré-condição relativamente a um distanciamento hierárquico (uma hierarquização estabelecida pelo operador, por sentimento de *Power Distance*) que se implantava entre o operador e pilotos, podendo resultar no estabelecimento de uma barreira de comunicação entre o operador e tripulantes. Em função disso, a suspeita da investigação recaiu na passividade do operador na resposta de atendimento à solicitação de abastecimento e, ademais, na possibilidade que, mesmo que percebesse um erro cometido pelo operador aéreo, o operador não se posicionaria criticamente, em função dessa suposta barreira que lhe impedia ou dificultava uma comunicação de ordem técnica. O comportamento do operador de posicionamento de não contestador

de ordem por pilotos-comandantes por seu desconhecimento aeronáutico (das especificações de aeronaves) justificaria esta hipótese de perfil comportamental.

Avançando no modelo de análise por Reason, no terceiro nível de falha(s) humana(s), está o fator de supervisão, adequada.

O fato de um abastecimento constituir-se um procedimento de alto risco/perigo e um item crítico, justifica-se a existência de um papel de supervisão desta operação, visando uma execução correta e segura, o que não teria ocorrido no acidente. A investigação aponta que a adoção de medida de supervisão (de um abastecimento) mostra-se condizente com a preocupação, característica de uma prática calcada numa cultura de segurança bem sedimentada, de redução ao mínimo da exposição de funcionários, clientes e público em geral a condições julgadas perigosas.

Para o acidente, além da falta de supervisão no abastecimento, a investigação estabeleceu que influências organizacionais da empresa abastecedora também tiveram um papel contribuinte, representando o último, o quarto, nível de falha(s) humana(s), na análise com o modelo por Reason.

Em caráter geral, a investigação aponta que a possibilidade de ocorrência de um acidente se desenvolve na medida em que estas influências organizacionais alimentam falhas latentes, as quais, em última instância, se combinam com falhas ativas e com certas condições especiais e acabam por fragilizam ou romper as defesas do sistema.

No caso, a empresa abastecedora [i] não era possuidora de uma estrutura organizacional que garantisse a eficácia de seus serviços, pois, apesar de possuir alguns procedimentos (escritos), estes não totalmente obedecidos e cumpridos e não cobriam todas as suas atividades. De acordo com o entendimento da investigação, a empresa tentou minimizar este problema utilização (aproveitando) procedimentos da empresa distribuidora, que disponibilizava-os pela sua rede de revenda.

O [ii] programa de treinamento da empresa abastecedor, ao qual foi submetido o operador de abastecimento que atendeu a aeronave acidentada, mostrou-se insuficiente no propósito de doutrinar comportamentos de alerta para a percepção da tamanha importância da inscrição de especificação (tipo e volume) de combustível no bocal de tanque de combustível de aeronaves. Outra questão no tocante do treinamento consiste para evento de discrepância quanto a combustível entre um pedido (solicitação) de combustível por operador aéreo e a especificação do tipo de combustível aprovado para aeronave conforme a inscrição de especificação no bocal de tanque. No seu depoimento para investigação, o operador de abastecimento envolvido não demonstrou possuir orientação de como proceder neste caso.

A investigação destaca, quanto à importante defesa proporcionada inscrição de especificação (tipo e volume) de combustível no bocal de tanque de combustível de aeronaves, uma questão relativa ao uso de manta protetora de asa na região do bocal contra vazamento de combustível, com sua instalação justamente cobrindo esta inscrição, acabando por desfavorecer a visualização (ou favorecer a não-visualização) desta inscrição, e assim aumentando a não-percepção do operador do abastecimento, fragilizando a defesa contra abastecimento com fornecimento indevido (inapropriado). A instalação da manta deveria requerer a prévia verificação da inscrição, para a verificação de conformidade entre um pedido (solicitação) de combustível por operador aéreo e a especificação do tipo de combustível aprovado para aeronave; o treinamento deveria enfatizar esta verificação, materializando a defesa importante do sistema.

A investigação endereça uma outra defesa do sistema proporcionada pelo [iii] tipo de bico da mangueira de abastecimento, mais exatamente quanto à ponta “bico de pato”, mas com a sua vulnerabilidade na medida da necessidade de abastecimento também de helicópteros fora de um padrão, por assim requerendo a retirada deste dispositivo manualmente. O risco dessa vulnerabilidade é materializável na falta de procedimento para a operacionalidade deste dispositivo (de defesa), tanto por parte da empresa de abastecimento quanto por parte de um órgão competente maior. No caso, falta de procedimento para a operacionalidade da defesa do “bico de pato” se apresentou e teve um papel no conjunto de falhas.

A investigação ainda aponta o [iv] procedimento previsto de solicitação de assinatura pelo piloto, ou responsável ou representante do operador, na nota do abastecimento, constando o tipo e o volume de combustível fornecido, e uma medida de segurança (uma defesa, e uma barreira de proteção) importante. Este procedimento não foi devidamente adotado no acidente. A medida, da emissão de nota e assinatura por um piloto, consiste em uma defesa, e uma barreira de proteção no pressuposto que o piloto fará a conferência final do abastecimento, verificando a conformidade entre solicitação e execução, compativelmente com a aeronave, sendo um fator de segurança extra.

Relativamente à empresa abastecedora, a investigação em suma apontou ser possível supor que as falhas atribuíveis à mesma evidenciavam uma cultura de segurança operacional pouco desenvolvida. Neste sentido, reforçando esta consideração, a investigação lista a inexistência na empresa de um processo estruturado de seleção de pessoal que estabelecesse critérios, técnicas e instrumentos para escolha de profissionais para atuação no serviço de abastecimento.

A investigação também indica que a falta de fiscalização, de material de orientação e de regulação sobre estruturas e requisitos para empresas de abastecimento aeronáutico pode ter ocultado as falhas latentes observadas no acidente, que contribuíram para a sua ocorrência.

Na “Conclusão”, o relatório aponta 17 constatações (“descobertas”). Parte destas, relacionada com o propósito do presente texto, para o devido destaque, consiste em:

- 1 - o avião acidentado (motor a pistão alimentado por AvGas) foi abastecido incorretamente com 265 litros de QAv/JET-A1.
- 2 - o piloto (único tripulante) não acompanhou o abastecimento do avião.
- 3 - o operador de abastecimento (de empresa abastecedora, revendedora de distribuidora) não percebeu a diferença dos tipos de combustível entre o combustível do caminhão de abastecimento (QAv/JET-A1) e o combustível aprovado para aeronave, identificado na inscrição padrão de especificação de combustível (tipo e volume) no bocal dos tanques de combustível do avião acidentado.
- 4 - o avião acidentado – um monomotor Cirrus SR-22T -, possuía dois tanques coletores (por tanque de combustível de casa asa), que possibilitaram a operação da aeronave no solo sem (percepção do piloto de) sinais de alteração de parâmetros do motor devido ao combustível QAv/JET-A1 (ao invés de AvGas).
- 5 - no procedimento de abastecimento, era utilizada uma manta de proteção ao redor do bocal, para prevenção de danos na aeronave no caso de vazamento.
- 6 - o procedimento de abastecimento de aeronaves através do caminhão-tanque abastecedor (CTA) não foi totalmente cumprido.
- 7 - o procedimento de abastecimento de aeronaves através do caminhão-tanque abastecedor (CTA) era falho e incompleto.
- 8 - não existiam requisitos para seleção e recrutamento dos operadores de abastecimento definidos em normas brasileiras.
- 9 - não existiam requisitos para homologação de aeronaves determinando diâmetro do bocal abastecimento de tanque de combustível por gravidade, de forma a diferenciar bocais de aeronaves de diferentes tipos de combustível.
- 10 – não existia norma brasileira referente à utilização da conexão seletiva de mangueira de abastecimento (bico da mangueira) manualmente do tipo “bico de pato”.
- 11 - não existiam normas brasileiras que estabelecessem procedimentos mínimos de segurança para garantir a verificação da compatibilidade do combustível com especificação (de combustível) aprovada para uma aeronave durante abastecimento.

O relatório apontou 10 fatores contribuintes para o acidente, resumidos na tabela, todos (10) sendo Fatores Humanos subdivididos entre [i] 5 fatores de aspectos psicológicos (2 no “lado operador aéreo” e 3 no “lado operador serviço aeronáutico - de abastecimento”) e [ii] 5 fatores de aspectos operacionais (1 no “lado operador aéreo”, 3 no “lado operador serviço aeronáutico - de abastecimento” e 1 no “lado autoridade regulatória”).

Fator	Aspecto	Operação aérea	Serviço abastecimento	Regulação
Humano	Fisiológico	-	-	-
	Psicológico	Complacência do piloto - da relação de amizado piloto/proprietário, permitindo envolvimento do proprietário na tarefa de solicitação e acompanhamento de abastecimento	Falta de percepção do técnico-abastecedor - favorecida pela manta encobrendo a inscrição do bocal do tipo de combustível	-
		Hábito adquirido ("vício") - do envolvimento na tarefa de solicitação e acompanhamento de abastecimento, em um cenário particular (do AD base do avião), mesmo não sendo aeronauticamente qualificado	Passividade do técnico-abastecedor - mesmo que percebesse um erro cometido pelo operador aéreo, o operador não se posicionaria criticamente, em função de suposta barreira que lhe impedia ou dificultava uma comunicação de ordem técnica. O comportamento do operador de posicionamento de não contestador de ordem por pilotos-comandantes por "distanciamento técnico" de seu desconhecimento aeronáutico (das especificações de aeronaves) justificaria esta hipótese de perfil comportamental	-
		-	Cultura organizacional da empresa-abastecedora - de responsabilizar tripulantes pelo abastecimento, sem criação de procedimento específico para prevenir e evitar falha na identificação de tipo de combustível a ser fornecido	-
	Operacional	Planejamento de voo do piloto - na preparação do voo, piloto não acompanhou o abastecimento, transferindo para o proprietário (aeronauticamente não-qualificado) encargo de solicitação e acompanhamento do abastecimento e o aceite do serviço.	Instrução da empresa-abastecedora - processo de treinamento falho permitindo a não identificação da inscrição de tipo de combustível no bocal (para verificação de conformidade) e de ação a ser tomada no caso de verificação de discrepância entre combustível solicitado/fornecido e combustível aprovado da aeronave	-
		-	Pessoal de apoio da empresa-abastecedora - processo de supervisão falho permitindo o operador abastecer aeronave com combustível errado, mesmo com existência de barreiras de defesa contra este erro	-
		-	Supervisão gerencial da empresa-abastecedora - falha de supervisão para procedimentos, instruções e acompanhamento de abastecimento para prevenção de falhas latentes	-
		-	-	Falta de formalização requisitos para uso da conexão seletiva de mangueira de abastecimento (bico da mangueira) manualmente do tipo "bico de pato" - pela ANAC e ANP
Material	-	-	-	

No relatório, o CENIPA fez 12 recomendações de segurança, sendo 8 recomendações endereçadas à ANAC e uma recomendação para a ANP (somando 9 recomendações para 2 autoridades regulatórias), e uma recomendação para a empresa-abastecedora envolvida no acidente, uma recomendação para distribuidoras de combustível e uma recomendação para operadores de aeronaves Cirrus SR (SR-20 e SR-22/22T):

À Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), recomenda-se:**RSO (A) 06/A/2008 – CENIPA Emitida em 06 MAR 2008**

1- Estabelecer, em coordenação com a ANP e as distribuidoras de combustível de aviação, mecanismos visando incluir nas inspeções aeroportuárias a verificação de itens relacionados à lista de verificações e procedimentos dos reabasteecedores, para certificação do tipo e quantidade de combustível a ser abastecido; bem como da infraestrutura relacionada às atividades de reabastecimento (depósitos de combustível, caminhões, cores dos bicos da mangueira de abastecimento, placas etc.).

RSO (A) 07/A/2008 – CENIPA Emitida em 06 MAR 2008

2- Divulgar, de imediato, o conteúdo da DIVOP 2/C/2008, de 06 MAR 2008, aos operadores de aeronaves da aviação geral e aos operadores de aeródromos dotados de serviços de reabastecimento de combustível na sua área de atuação.

RSO (A) 93/2010 – CENIPA Emitida em 06/04/2010

3- Elaborar instruções de orientação, direcionadas às empresas distribuidoras e reabasteedoras de combustíveis de aviação, bem como aos aeroclubes e demais pessoas físicas ou jurídicas que realizam atividades de abastecimento de aeronaves em aeródromos brasileiros, abrangendo os seguintes assuntos:

- Procedimentos de abastecimento de aeronaves, incluindo a ação do operador de abastecimento quando houver divergência entre o tipo de combustível indicado no bocal de abastecimento da aeronave e o solicitado pelo cliente, ou ainda, quando não houver uma indicação específica do tipo de combustível a ser utilizado na aeronave.
- Padronização dos bicos das mangueiras de abastecimento dos caminhões tanques abasteecedores, bombas e demais pontos de abastecimento, tendo como referência a Norma "Society Automotive Engineers - Aerospace Standart - SAE AS1852".
- Padronização de cores e placares para cada tipo de combustível, bem como a localização desses placares nos caminhões tanques abasteecedores, bombas e demais pontos de abastecimento no aeródromo.
- Treinamento específico para abasteecedores de aeronaves, incluindo os procedimentos e padronizações necessárias à segurança operacional.

RSO (A) 94/2010 – CENIPA Emitida em 06/04/2010

4- Estudar a viabilidade de incluir, nos placares dos caminhões-tanques abasteecedores, bombas e demais pontos de abastecimento de combustível em aeródromos, o nome por extenso do tipo de combustível disponível (exemplo: "Querosene de Aviação", "Gasolina de Aviação", "Metanol", "Etanol", etc.), assim como as siglas de designação internacional (exemplo: "JET A-1", "AVGAS 100/130", etc.).

RSO (A) 95/2010 – CENIPA Emitida em 06/04/2010

5- Verificar, em conjunto com a ANP e Administrações Aeroportuárias, se as empresas distribuidoras e reabasteedoras de combustível de aviação, bem como os aeroclubes e demais pessoas físicas ou jurídicas que realizam atividades de reabastecimento de aeronaves em aeródromos brasileiros, utilizam os bicos das mangueiras de abastecimento dos caminhões tanques abasteecedores, bombas e demais pontos de abastecimento, padronizados conforme a Norma "Society Automotive Engineers - Aerospace Standart - SAE AS1852".

À Agência Nacional de Petróleo – ANP, recomenda-se:**RSO (A) 05/A/2008 – CENIPA Emitida em 06 MAR 2008**

1- Estudar, em coordenação com a ANAC, a viabilidade de estabelecer requisitos técnicos junto às distribuidoras de combustível de aviação, voltados para a operação de reabastecimento de aeronaves, contemplando aspectos como a qualificação técnica e as reciclagens periódicas de procedimentos para os reabasteecedores, bem como a infraestrutura utilizada neste tipo de atividade.

Aos distribuidores de combustível de aviação, recomenda-se:**RSO (A) 08/A/2008 – CENIPA Emitida em 06 MAR 2008**

1- Revisar as instruções específicas previstas em lista de verificações e procedimentos padronizados, tais como: uso obrigatório da referida lista, procedimentos visando à confirmação junto à tripulação da aeronave, no tocante ao tipo e quantidade de combustível a ser abastecido e adequação dos bicos de abastecimento de acordo com o tipo de combustível a ser utilizado na aeronave (formato, cores e placares).

Aos operadores de aeronaves Cirrus SR20 e SR22, recomendam-se:**RSO (A) 09/A/2008 – CENIPA Emitida em 06 MAR 2008**

1- Alertar os comandantes de SR20 e SR22 a necessidade de acompanhar o abastecimento e seguir fielmente o que preconiza os Manuais do fabricante da aeronave e do motor, bem como as Especificações de Aeronave brasileira, mencionadas acima, quanto ao combustível a ser utilizado.

RSO (A) 96/2010 – CENIPA**Emitida em 06/04/2010**

6- Estudar a viabilidade de estabelecer requisitos de homologação de aeronaves, padronizando o diâmetro dos bocais de abastecimento por gravidade, de forma a diferenciar os bocais de abastecimento de aeronaves que operem com diferentes tipos de combustível.

RSO (A) 97/2010 – CENIPA**Emitida em 06/04/2010**

7- Ressaltar junto às Empresas que realizam manutenção em aeronaves homologadas segundo o RBHA 145, a necessidade de se verificar o estado e a padronização dos placares de abastecimento das aeronaves, quanto ao tipo de combustível a ser utilizado, quando da realização de uma Inspeção Anual de Manutenção (IAM);

RSO (A) 98/2010 – CENIPA**Emitida em 06/04/2010**

8- Ressaltar junto aos comandantes de aeronaves que operem segundo o RBHA 91, quando do processo de obtenção ou revalidação dos seus Certificados de Habilitação Técnica a necessidade de acompanhar o abastecimento da aeronave, quanto à adequação do combustível a ser utilizado, verificando sempre que possível o estado e a padronização dos placares nos bocais de reabastecimentos das aeronaves.

À AVIJET Combustível de Aviação Ltda., recomenda-se:**RSO (A) 01/A/2009 – SERIPA III****Emitida em 23 JUN 2009**

1- Estabelecer um procedimento estruturado para a seleção de Operadores de Abastecimento (motorista de Caminhão Tanque Abasteecedor), estabelecendo critérios, técnicas e instrumentos de seleção voltados para prognosticar os adequados níveis de rendimento no treinamento, na adaptação e no desempenho da função, de forma que somente ocorram contratações de funcionários com o perfil adequado ao desempenho de tarefas que requeiram elevado nível de responsabilidade.

As recomendações endereçadas para “defesas” contra o erro de tipo de combustível no abastecimento de aeronave podemos listar:

- 1 – necessidade de pilotos de acompanhamento do abastecimento quanto à adequação do tipo de combustível a ser utilizado no abastecimento de aeronave (em conformidade com especificações de fabricante), verificando sempre que possível o estado e a padronização dos placares nos bocais de abastecimentos de tanques de combustível.

- 2 – revisão de instruções específicas previstas em listas de verificação e procedimentos padronizados – como [i] uso obrigatório da referida lista de verificação, [ii] procedimentos para confirmação junto de tripulante de aeronave a ser abastecida do tipo e de quantidade de combustível a ser fornecido e [iii] adequação dos bicos de mangueiras de abastecimento compatível com tipo de combustível a ser abastecido numa aeronave – para distribuidoras de combustível de aviação.
- 3 – instituição de procedimentos estruturados para seleção de operadores de abastecimento (motoristas de CTA), estabelecendo critérios, técnicas e instrumentos de seleção voltados para prognósticos de adequados níveis de rendimento no treinamento, na adaptação e no desempenho na função, de forma a efetivação de contratação somente de funcionários-técnicos com o perfil adequado ao desempenho da tarefa de elevado nível responsabilidade – endereçada à empresa-abastecedora envolvida (aplicável a toda e qualquer revendedora de combustível e abastecedora de aeronave).
- 4 – análise da viabilidade do estabelecimento de requisitos técnicos junto das distribuidoras de combustível de aviação, aplicáveis a serviços de abastecimento, contemplando aspectos como a qualificação técnica e reciclagem periódica de procedimentos de abastecedores bem como a infraestrutura utilizada para esta atividade – recomendação endereçada para a ANP.
- 5 – estabelecimento de mecanismos visando a inclusão, em inspeções aeroportuárias, da verificação [i] de itens relacionados com lista de verificação e procedimentos de abastecedores quanto à certificação do tipo e quantidade de combustível a ser abastecido numa aeronave bem como [ii] da infraestrutura relacionadas com as atividades de abastecimentos (depósito e caminhão-tanque de combustível, bicos de mangueiras de abastecimento, placa de identificação e etc) - recomendação endereçada para a ANP, para ação coordenada com a ANP e distribuidoras de combustível.
- 6 – elaboração de instruções de orientação direcionadas para distribuidoras e abastecedoras de combustível de aviação e Pessoas Físicas e Jurídicas com encargo de atividade de abastecimento de aeronaves em aeródromos brasileiros, abrangendo as seguintes questões:
 - 6.1 – procedimentos de abastecimento, incluindo ação do operador de abastecimento para o caso de haver divergência entre tipo de combustível indicado no bocal de tanque de abastecimento e o solicitado pelo cliente, ou ainda para o caso de haver uma indicação específica de tipo de combustível a ser utilizado numa aeronave.
 - 6.2 – padronização dos bicos de mangueira de abastecimento de caminhões-tanque abastecedores, bombas e demais pontos de abastecimento, tendo como referência a norma SAE (*Society Automotive Engineers – Aerospace Standard*) AS1852 – de “*Nozzles and Ports – Gravity Fueling Interface Standards for Civil Aircraft*” (Bicos e bocais – Padrões de Interface de Abastecimento por Gravidade para Aeronaves Civis).

A SAE AS1852 define dimensões máximas de abertura livre para bocais de abastecimento em fuselagem em aeronaves civis que exigem o uso exclusivo de gasolina de aviação (AvGas) e dimensões mínimas de abertura livre para bocais de abastecimento de fuselagem em aeronaves civis que operam com combustíveis de motor à turbina como tipo de combustível primário. Além disso, a norma define a dimensão máxima do diâmetro da ponta (bico) da mangueira de abastecimento de AvGas para equipamentos de serviço terrestre e as dimensões mínimas da ponta (bico) da mangueira de abastecimento para equipamentos de serviço terrestre de combustíveis para motor à turbina.
 - 6.3 – padronização de cores e placares para cada tipo de combustível bem como a localização desses placares em caminhão-tanque abastecedor, em bomba de abastecimento e demais pontos de abastecimento de aeronave em aeródromos.
 - 6.4 – treinamento específico para abastecedores de aeronaves, incluindo procedimentos e padronizações necessárias à segurança operacional.

Esta recomendação foi endereçada à ANAC.

7 – estudo da viabilidade de inclusão, em placares instalados em caminhão-tanque abastecedor, em bomba de abastecimento e demais pontos de abastecimento de aeronave em aeródromos, o nome por extenso do tipo de combustível disponível (ex.: “JET-A1” para “*Querosene de aviação*”, “AvGas 100/130” para “*Gasolina de Aviação*”) – recomendação endereçada para ANAC.

8 – estudo da viabilidade de estabelecer requisitos de aeronavegabilidade para homologação de aeronaves padronizando o diâmetro do bocal de abastecimento de tanque de combustível (de aeronave) por gravidade, de forma a diferenciar os bocais conforme aeronaves/motores que operem com diferentes tipos de combustível - recomendação endereçada para ANAC.

9 – ressaltar junto de organizações de manutenção aeronáutica (homologadas – pelo RBAC-145) a necessidade da verificação do estado e da padronização dos placares de abastecimento na aeronave quanto ao tipo e à quantidade de combustível a ser utilizado, por ocasião das inspeções anuais de manutenção (IAM) e da certificação de verificação de aeronavegabilidade (CVA) recomendação endereçada para ANAC.

Adicionalmente, o relatório recomendou para ANAC atuar, junto com a ANP e operadoras aeroportuárias, na verificação se distribuidoras e abastecedoras de combustível de aviação e Pessoas Físicas e Jurídicas com encargo de atividade de abastecimento de aeronaves em aeródromos brasileiros, utilizavam os bicos de mangueiras de abastecimento de caminhões-tanque abastecedores, bombas e demais pontos de abastecimento, tendo como referência a norma SAE (*Society Automotive Engineers – Aerospace Standard*) AS1852 – de “*Nozzles and Ports – Gravity Fueling Interface Standards for Civil Aircraft*” (Bicos e bocais – Padrões de Interface de Abastecimento por Gravidade para Aeronaves Civis).

Material de Consulta:

Circular de Informação Aeronáutica (AC) da FAA

AC 20-122A - *Anti-misfueling Devices: their availability and use* (Dispositivos contra erros de abastecimento: sua disponibilidade e uso)

https://www.faa.gov/regulations_policies/advisory_circulars/index.cfm/go/document.information/documentID/22129