

O Automatismo, o Startle Effect e sua Mitigação no Treinamento de Pilotos

Felipe Dexheimer · TCC · Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) · 2021

Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) · 2021

RESUMO

O Startle Effect é um fenômeno que pode se apresentar quando o ser humano identifica uma ameaça real e imediata à sua segurança. O efeito de susto/surpresa pode ser intensificado por atitudes de complacência da tripulação, principalmente em ambientes muito automatizados. Este artigo apresenta o fenômeno, demonstra casos em que o Startle Effect foi um fator e apresenta ferramentas para o treinamento de pilotos a fim de identificar o fenômeno e mitigar os efeitos de surpresa e susto com o uso de ferramentas apropriadas. Palavras-chave: Surpresa; Susto; Ameaça; Automatismo; Complacência; Aviação; Treinamento de Pilotos.

ABSTRACT

The Startle Effect is a phenomenon which may present itself when a human being identifies a real and immediate threat to his/her own safety. The Startle Effect can be amplified by the crewmember's complacent attitude, especially in a highly automated environment. This paper presents the phenomenon, illustrates situations where the Startle Effect was present and presents tools to train pilots on how to identify this kind of natural reaction and mitigate its effects with the use of appropriate tools. Key-words: Surprise; Startle; Threat; Automation; Complacency; Aviation; Pilot Training.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Nos primórdios da aviação, projetar, construir e controlar aeronaves era o foco predominante. Os principais atributos dos pilotos pioneiros eram a coragem e o domínio de um novo conjunto de habilidades para controlar as novas máquinas voadoras (FAA/EASA, 1988). De fato, desde os anos 1940, com a exponencial expansão da aviação pós Segunda Guerra Mundial, o automatismo foi se tornando parte do dia a dia das operações aéreas. Inicialmente, sistemas de piloto automático mais confiáveis e precisos mantinham as aeronaves na trajetória desejada, sem necessidade de pilotagem manual (BILLINGS, 1991). Uma das primeiras definições de automatismo vem de Warren, que define automatismo como “substituição do Homem pela Máquina, ou o uso de máquinas para controlar máquinas” (WARREN, 1956). Em outra definição a “Automação é um processo que controla uma função ou tarefa sem intervenção humana” (BILLINGS, 1991). Juntamente com as vantagens do automatismo, surgiu um problema que começou a ser identificado por pesquisadores e investigadores de acidentes aeronáuticos: o fator humano. O estudo dos fatores humanos na aviação se desenvolveu concomitantemente com a própria aviação, e pode ser entendido como o estudo das capacidades humanas, limitações e comportamentos, bem como sua aplicação nos sistemas e aeronaves, a fim de aprimorar a segurança de voo, o desempenho e o conforto para os operadores dos sistemas e aeronaves (KOONCE, 1979). Na prática, foi a partir da primeira guerra mundial que os estudos sobre o desempenho humano na aviação começaram a ser desenvolvidos, sobretudo para fins de seleção dos pilotos para desempenharem a função de combatentes aéreos na guerra (KOONCE; DEBONS, 2010). Desde então, fatores humanos são citados como uma das principais causas dos acidentes aeronáuticos nas últimas décadas. Para reduzirmos os acidentes, os fatores humanos devem ser compreendidos, difundidos e aplicados de maneira proativa nas operações aéreas. O termo “fatores humanos” deve ser claramente definido, pois, se usado no sentido literal, se aplica a

qualquer fator relacionado ao comportamento humano nas operações das aeronaves. De fato, a ICAO (2010) enfatiza que o elemento humano é o mais flexível, adaptável e valioso no sistema de aviação. Mas é, também, o mais vulnerável às influências que podem afetar prejudicialmente o seu desempenho. Segundo Wiener (1987), a carga de trabalho e a fadiga foram identificadas como problemas críticos em sistemas sem automatismo. Tédio, complacência e perda de habilidades são considerados problemas críticos de sistemas totalmente automatizados. Observa-se também, que projetos deficientes no automatismo podem levar a erros induzidos pelos códigos (Kern, 2011). Por sua vez, considera-se a complacência como uma vigilância relaxada, onde a atrofia de nossa matéria cinzenta e motores de engenhosidade são um produto direto de um mundo onde nós raramente temos que pensar, graças aos nossos amigos perfeitamente lógicos feitos de silício. Na aviação comercial pode-se usar o termo Primary-Backup Inversion (inversão primária básica) para a tendência dos seres humanos em delegar responsabilidades para as máquinas. Um exemplo clássico é o sistema de alerta de altitude, originalmente projetado para lembrar o piloto de que o avião estava se aproximando da altitude desejada. Esse sistema rapidamente se tornou o principal sistema de alerta, pois os pilotos perceberam que não precisam pessoalmente monitorar a altitude de sua aeronave até que eles ouçam o alerta (WIENER, 1987). Segundo a EASA (2015), tédio e complacência estão diretamente ligados com um fenômeno que tem sido estudado ultimamente: o Startle Effect. Define-se o Startle Effect como o lapso de tempo que uma pessoa demora para compreender um novo cenário, que surge de forma inesperada ou desconhecida, e como ela reage a esse cenário de forma apropriada ou não. Essa ‘surpresa’ pode influenciar no desempenho do piloto de forma negativa, alterando ou atrasando a reação esperada. No mínimo, esses efeitos servem como distração, podendo interromper a operação normal e corroer margens de segurança. Num nível mais crítico, podem levar a ações intuitivas inapropriadas ou tomada de decisões apressadas. Já o FAA (2015), por sua vez, define o fenômeno do Startle Effect como “um reflexo automático e incontrollável que se apresenta quando o piloto é exposto a um evento súbito e intenso que viola as suas expectativas”. É comum que leve a ações e/ou atitudes não apropriadas para a situação.

1.2 Justificativa

Nos últimos anos foi percebido um aumento no número de acidentes e incidentes onde as situações anormais ou de emergência não se apresentaram de maneira estruturada, conforme treinadas em simuladores de voo. Anormalidades acumuladas em sistemas, mesmo que não sejam graves, acabam gerando dúvidas na forma como a tripulação deve lidar com elas. A dúvida de por onde começar é frequente. Mesmo os aviões de última geração, com Check List eletrônico implementado para todas as anormalidades conhecidas e previstas, não conseguem apresentar soluções 100% eficientes, especialmente em relação à ordem mais apropriada, quando existe mais de um Check List a ser executado pela tripulação. Segundo Branco (2021), o comportamento humano tem sido objeto de estudos por muitos anos, sendo a reação ao desconhecido e inesperado mapeada de forma sistemática pelos pesquisadores de comportamento humano. No entanto, apenas recentemente esses conhecimentos começaram a ser aplicados na aviação. Acidentes e incidentes têm demonstrado que a reação do piloto diante de algo ameaçador, inesperado, pode ser descrita de forma muito similar à reação de um caçador da era paleolítica ao se deparar com um animal selvagem, no que se refere à sua reação: lutar, correr ou congelar (Fight, Flight or Freeze, FFF). De fato, o FAA (2015) afirma que “susto e surpresa na cabine de comando são fatores contribuintes em uma série de acidentes aéreos identificados por várias comissões de investigação.” A complacência gerada pelo automatismo pode agravar as consequências do Startle Effect. Segundo Grey Owl (2004), complacência significa “o injustificável conforto acompanhado de baixa percepção da necessidade de ação ou envolvimento, ou ainda um relaxamento consciente ou inconsciente do padrão normal do indivíduo para tomar decisões ou agir”. Um exemplo clássico deste cenário é o desacoplamento súbito do piloto automático durante o voo de cruzeiro, situação onde a tripulação leva algum tempo para reagir e entender o porquê dessa ocorrência. Desta forma, se faz necessária a introdução nos programas de

treinamento de pilotos das aeronaves com alto nível de automação algumas tarefas específicas direcionadas à identificação do Startle Effect e mitigação de seus efeitos nocivos à segurança de voo. A ausência de treinamento específico eficaz neste contexto pode ser suprida com a implementação de um programa simples, eficaz e barato, sem aumento no número de sessões durante o treinamento básico ou recorrente simulador, além das já previstas nos PTOs (Programa de Treinamento de Operações) das empresas.

1.3 Objetivos

Os objetivos deste artigo são: 1. Discorrer sobre os mecanismos do “Startle Effect”. Desde a sequência de reação “Fight, Flight or Freeze”, passando pelo processo de tomada de decisão até os fatores que influenciam os resultados atingidos. 2. Apresentar casos nos quais esse fator foi identificado, bem como a análise das reações das tripulações envolvidas (tanto as positivas quanto as negativas). 3. Apresentar ferramentas para aperfeiçoar o treinamento de pilotos, de forma que esse fenômeno possa ser mais bem compreendido e treinado, dentro dos conceitos de CRM (Corporate Resources Management) e EBT (Evidence Based Training). Esse artigo foi elaborado através de pesquisa exploratória, utilizando revisão bibliográfica de estudos já publicados na área, publicações científicas, referências literárias e estudos de casos de acidentes e incidentes já investigados. O produto dos resultados da análise desse estudo geraram um documento informativo abrangente, capaz de aumentar o conhecimento e contribuir com as ações dos pilotos. Estão disponíveis no Apêndice A. O mesmo está estruturado na forma de uma circular administrativa ou base teórica de instrução para treinamento em simulador, a ser divulgado ao grupo de pilotos das empresas aéreas.

2 O STARTLE EFFECT

2.1 A Reação Fisiológica

De acordo com Sagan (1980), “Dentro do crânio de cada um de nós existe algo similar ao cérebro de um crocodilo. Cercando o sistema-R está o sistema límbico, ou cérebro mamífero, o qual evoluiu dezenas de milhões de anos atrás, em ancestrais que eram mamíferos, mas não primatas. É a maior fonte de nossos humores e emoções, de nossa preocupação e carinho com os jovens. E finalmente, por fora, vivendo numa trégua desconfortável com os cérebros mais primitivos por dentro, está o córtex cerebral; a civilização é um produto do córtex cerebral.”. Segundo a teoria de MacLean (1990), o cérebro humano seria composto por três sistemas interdependentes, porém distintos. O processo de tomada de decisão envolve as três partes do cérebro: reptiliano, sistema límbico e o neocórtex. O sistema reptiliano engloba o cérebro basal e o tronco cerebral, é o cérebro instintivo, responsável pela garantia de sobrevivência e lida com a fome, a sede e o sono. O sistema límbico é o cérebro emocional, controla o comportamento emocional. O sistema neocórtex é o cérebro racional (REZ, 2018). O conceito de Fight, Flight or Freeze (FFF), também chamado “resposta de stress agudo” foi primeiro descrito por Walter Cannon nos anos 1920 como uma teoria de que animais reagem a ameaças com uma descarga geral do sistema nervoso simpático. A resposta foi mais tarde reconhecida como o primeiro estágio de uma síndrome geral de adaptação que regula as respostas ao stress entre vertebrados e outros organismos (PSYCHOLOGISTWORLD, 2021). Medo é uma emoção natural, uma resposta a um perigo ou ameaça. A resposta de “Fight, Flight or Freeze” evoluiu para nos permitir reagir com ações apropriadas: lutar, fugir ou, algumas vezes, congelar para nos tornarmos um alvo menos visível. Durante uma resposta FFF, muitas mudanças fisiológicas ocorrem. A reação começa na amígdala, a parte do cérebro responsável pela percepção do medo. A amígdala responde enviando sinais para o hipotálamo, que estimula o Sistema Nervoso Autônomo (SNA), constituído pelos sistemas nervosos simpático e parassimpático. O sistema nervoso simpático controla a resposta Fight or Flight, enquanto o sistema nervoso parassimpático controla a resposta Freeze. Como vai ser a reação vai depender de quem domina a resposta na hora. Em geral, quando o SNA é estimulado, o corpo libera adrenalina e cortisol, o

hormônio do stress. Esses hormônios são liberados muito rapidamente, o que pode afetar: ● Ritmo cardíaco. O coração bate mais rápido para levar oxigênio para os músculos principais. Durante o Freezing, o ritmo cardíaco pode tanto aumentar como diminuir. ● Pulmões. A respiração acelera para entregar mais oxigênio para o sangue. Na resposta freeze podemos segurar a respiração, ou restringi-la. ● Olhos. A visão periférica aumenta para observarmos o que nos cerca. As pupilas dilatam e permitem que mais luz entre, melhorando a visão. ● Orelhas. As orelhas se “levantam” e a audição fica mais apurada. ● Sangue. O sangue fica mais denso, melhorando os fatores de coagulação, preparando o corpo para eventuais ferimentos. ● Pele. A pele pode produzir mais suor, ou ficar fria. Pode ficar pálida e arrepiada. ● Mãos e pés. Como o sangue flui para os músculos maiores, mãos e pés podem ficar frios. ● Percepção da dor. Fight or Flight temporariamente reduz a percepção de dor. Cada reação fisiológica específica depende de como cada ser humano reage ao Stress. A reação pode inclusive variar entre Fight, Flight or Freeze, porém é difícil de controlar (NUNEZ, 2020). O processo normal de tomada de decisão consiste na chegada da informação ao cérebro, percepção, comparação com modelos mentais já pré-concebidos e a tomada de decisão/atitude mais apropriada. Quando não há percepção de ameaça imediata, existe tempo para um processo analítico, baixo Stress, tempo disponível e muitas opções para ajudar no processo. Quando existe a possibilidade de que a situação evolua rapidamente para uma situação de risco/ameaça, utilizamos o processo deliberado, Stress moderado a alto, tempo reduzido e poucas opções disponíveis. Quando uma ameaça imediata é posta na equação, o processo é tático, Stress alto ou muito alto, sem tempo disponível e apenas uma opção é considerada. Em helicópteros, após uma falha de motor, para iniciar uma auto rotação, o piloto deve perceber a falha, interpretar os alarmes, controlar as acelerações angulares da aeronave, abaixar o comando coletivo, ajustar a velocidade e encontrar um lugar para pousar. Todos esses processos devem ocorrer no intervalo de aproximadamente 1 segundo, por isso a manobra é associada com grande stress e elevada carga de trabalho (SCARPARI, 2021). O procedimento de rejeição de decolagem em uma aeronave consiste em identificar a anormalidade, informar a intenção de rejeitar a decolagem (Call Out Stop/Reject), reduzir a potência dos motores, acionar os reversores e iniciar a frenagem (AIRBUS, 2021). As principais fabricantes de aeronaves comerciais utilizam 1 segundo como tempo de reação para o início dessa manobra, por isso a recomendação de que o call out de V1 (velocidade de decisão) seja efetuado pelo PM (Pilot Monitoring) 5 nós (Kts) antes da mesma, permitindo que o PF (Pilot Flying) tenha 1 segundo para decidir o curso mais apropriado (Stop or Go). As manobras diferem no tempo de exposição, visto que a auto rotação pode ocorrer a qualquer momento num voo em helicópteros monomotores, enquanto a rejeição de decolagem só pode ocorrer durante a decolagem. Apesar disso, por serem críticas no quesito tempo de reação, são manobras treinadas diversas vezes em simuladores, de forma que sejam executadas com rapidez, precisão e de maneira instintiva (sem leitura de check list). Esses exemplos não se enquadram no estudo de Startle Effect, devido ao treinamento exaustivo à que são submetidos os pilotos, retirando o desconhecido da equação. Ainda sobre o tempo de reação, a Flight Safety Australia (FSA, 2015) afirma que “Além das mudanças fisiológicas temporárias que seguem um estímulo muito intenso listadas previamente, estudos determinaram que a resposta motora básica pode ficar interrompida por até 3 segundos, e tarefas de desempenho motor mais complexo podem ser impactadas por até 10 segundos.” Klein (2004) fala sobre Recognition-Primed Decision (RPD) como um modelo de como as pessoas tomam decisões rápidas e efetivas quando encontram situações complexas. Segundo Klein, quando uma pessoa precisa tomar uma decisão nessa situação, serão analisados os cursos de ação possíveis, dentro das restrições impostas pela situação, e então ela selecionará o primeiro curso de ação que não apresente restrições. Várias profissões utilizam esse modelo (socorristas, bombeiros, jogadores de xadrez, operadores de bolsas de valores etc.). O ponto fraco deste modelo versa que a experiência de quem toma a decisão pesa muito no resultado, e, experiência não é uma habilidade que se possa treinar. É esperado que quanto mais estudo e treinamento, mais preparado o piloto vai estar para identificar situações inéditas e relacioná-las com situações semelhantes já estudadas. E os resultados vão ser melhores se o estudo e conhecimento forem mais profundos também. Scarpari concluiu que a familiaridade com a manobra

parece ser mais relevante do que a experiência (SCARPARI, 2021).

2.2 O Startle Effect na Indústria Aeroespacial

Startle é o resultado de um choque súbito que pode perturbar ou agitar o receptor. O Startle Effect está diretamente ligado à forma como o cérebro reage diante de uma situação nova, que pode representar uma ameaça. Faz parte do instinto de sobrevivência. Todo ser humano está sujeito a sofrer esse efeito. Esse estudo trata dos efeitos e consequências do Startle Effect na indústria aeroespacial, demonstrando casos nos quais ele esteve presente. É possível identificar essa reação em alguns acidentes e incidentes, com aeronaves de diversos tipos, operadas por pilotos com variados níveis de experiência. Ao mesmo tempo em que as aeronaves se tornam mais confiáveis, um dos temas recorrentes é que os pilotos são surpreendidos ou se assustam com algum evento e, como resultado, ou não tomam atitude nenhuma ou tomam atitudes erradas, que levam a aeronave a um estado indesejável, eventualmente até um acidente. A surpresa ou susto surgem, em grande parte, devido ao constante aumento da confiabilidade das aeronaves e do sistema de aviação, que, sem intenção, acabaram criando uma expectativa condicionada de normalidade entre os pilotos. O problema passa a ser que o nível de expectativa de novidades ou eventos críticos é tão baixo, que o nível de surpresa ou susto que os pilotos encontram durante esses eventos é maior do que provavelmente seria algumas décadas atrás, onde as coisas saíam errado de forma rotineira (MARTIN; MURRAY; BATES, 2012). É possível relacionar a complacência com o nível de Startle sofrido pela tripulação. Esse nível pode ser medido no tempo de reação das equipes. Quanto maior a complacência demonstrada, mais vulnerável ao Startle Effect a tripulação estará. A seguir apresentam-se descrições de acidentes e incidentes históricos, onde o Startle Effect esteve presente e foi identificado como fator contribuinte.

2.2.1 Apollo 10

Módulo Lunar (LM) Módulo de Comando (CSM) Em julho de 1969, a NASA (National Aeronautics and Space Administration, agência espacial Norte Americana) pretendia atingir o objetivo de enviar seres humanos para pousar na lua, na missão Apollo 11 e para isso, em maio do mesmo ano, efetuou uma missão de ensaio, a Apollo 10. O objetivo era testar o módulo lunar (LM), no ambiente onde ele foi desenvolvido para operar: a órbita lunar. Nessa missão, a segunda missão tripulada a realizar uma viagem até a Lua, mas sem efetivamente pousar, seria testado todo o equipamento que viria a ser utilizado nas futuras missões para explorar nosso satélite natural. Testando o LM estavam dois experientes astronautas, Tom Stafford e Gene Cernan. Ambos já haviam voado no espaço e, antes de entrar para a NASA, foram pilotos de teste militares nas forças armadas americanas. A missão previa efetuar uma descida até 47000 pés da superfície lunar, para em seguida efetuar uma arremetida, chamada abortar estágio, que consistia em separar a metade inferior da espaçonave (estágio de descida) e utilizar a metade superior do LM (estágio de subida), onde ficava o Cockpit, para retornar à órbita e acoplar ao módulo de comando (CSM), onde estava um terceiro astronauta, John Young. O CSM era a espaçonave que os traria de volta ao planeta terra. Por um erro na preparação do Cockpit, um Switch ficou na posição errada, deixando o piloto automático do LM armado para procurar o CSM imediatamente após a arremetida. Segundos após a separação dos estágios, o automatismo começou a efetuar giros em vários eixos, de forma aparentemente aleatória e fora de controle. Os astronautas não haviam treinado para essa situação. O comandante Stafford rapidamente assumiu o controle manual e restabeleceu a trajetória correta. Uma atitude esperada de pilotos de teste, executando voos nos limites do envelope das aeronaves/espaçonaves. Esses voos não são rotina e não permitem nenhum espaço para complacência. A investigação demonstrou que um acidente teria ocorrido caso a reação demorasse mais 2 segundos. As comunicações com o centro de controle da NASA em Houston eram feitas por rádio, e qualquer pessoa na Terra com um receptor podia acompanhar os diálogos ao vivo. A NASA inclusive distribuía rádios (BOOMBOX) para que os familiares dos astronautas pudessem acompanhar as missões em tempo real. Os pilotos utilizavam o HOT MIC, de forma que as falas

fossem transmitidas sem a necessidade de pressionar algum botão do tipo PTT (Push To Talk). O Startle Effect, nesse caso, não está no tempo de reação do comandante, mas na quantidade de palavras de baixo calão proferidas, principalmente por Cernan, quando o piloto automático começou a se portar de forma errática e inesperada. (SON-OF-A-B****, WHAT THE HELL HAPPENED?, GODDAMN!) (CERNAN, 1999). Durante a corrida espacial dos anos 1960, a imagem dos astronautas era de verdadeiros heróis. O incidente dos palavrões proferidos ao vivo para todo o planeta causou um enorme desconforto para o setor de relações públicas da NASA. Essa reação instintiva demonstra que todos, mesmo os mais experientes, estão sujeitos a reagir de forma inesperada quando encontram alguma situação desconhecida e que ameace sua integridade.

2.2.2 USAIR 1549

O voo USAIR 1549, do dia 15 de janeiro de 2009, ligando o aeroporto de LaGuardia (KLGA) em Nova York ao aeroporto de Charlotte (KCLT) na Carolina do Norte era operado por um Airbus A320, com 5 tripulantes (dois pilotos e 3 comissários) e 150 passageiros. Após decolar de KLGA, passando por 2800 pés em subida, o A320 encontra com um bando de pássaros, causando uma significativa perda de tração nos 2 motores. O comandante Sully opta por um pouso nas águas do rio Hudson que, na sua avaliação, era o único local desabitado e viável na área. No filme “SULLY”, de 2016, baseado no livro “Highest Duty: My Search for What Really Matters”, escrito pelo comandante do voo ainda em 2009, a tripulação técnica participa de uma audiência onde, apesar de todos os 155 ocupantes da aeronave terem sobrevivido, são acusados de “erro humano”. Cálculos feitos em computadores indicaram que era possível retornar para o aeroporto de origem, ou alternar para Teterboro, em Nova Jersey (KTEB), caso a tripulação tivesse tomado uma dessas atitudes imediatamente. São exibidos vídeos feitos em simuladores de voo do A320, onde outros pilotos conseguem reproduzir os mesmos resultados que haviam sido calculados por computadores, demonstrando que o pouso no rio Hudson não era a melhor opção e, portanto, uma decisão errada da tripulação. A Figura 1 mostra a trajetória do voo, bem como a localização relativa dos aeroportos de KLGA e KTEB. Pelos horários das transmissões da tripulação, podemos perceber que 20 segundos se passaram entre o impacto com as aves e a transmissão de MAYDAY feita pelo comandante. Figura 1: Trajetória do voo US 1549 em sua emergência sobre a cidade de Nova Iorque (THALER, [s.d]). O comandante Sully, então, questiona quantas tentativas foram necessárias nos simuladores para que um piloto pudesse replicar os resultados que o computador demonstrou serem possíveis que seriam mais apropriados do que um pouso no rio. Tanto um retorno e pouso em KLGA como uma curva acentuada e pouso em KTEB: a resposta foi 17. Dezessete tentativas foram feitas, em simulador, com pilotos já esperando o que aconteceria e qual decisão tomar para que fosse possível o pouso no aeroporto de Teterboro. Sully então argumenta que “...estávamos a 2800 pés de altitude, logo após a decolagem e perdemos os 2 motores em um avião bimotor. Essa situação nunca foi treinada antes, e algum tempo foi necessário para que a tripulação compreendesse o que estava acontecendo”. Esse tempo de reação foi chamado genericamente no filme de “fator humano”. Apesar de toda a licença poética (e cinematográfica), ele estava se referindo a um dos fatores humanos, o Startle Effect. Apenas para demonstrar a diferença que o Startle Effect tem no resultado, foi definido um tempo de reação de 35 segundos. Após a colisão com pássaros, na simulação, nenhuma atitude pode ser tomada pela tripulação por 35 segundos. Isso possibilita verificar se seria possível pousar em algum aeroporto após esse período de adaptação à uma nova realidade (dois motores sem gerar tração, baixa altitude e uma região extremamente habitada, com prédios por todos os lados). Com um tempo de reação de 35 segundos, não foi possível pousar planando em nenhum aeroporto. Existem linhas de interpretação que não consideram que o Startle Effect tenha se manifestado no caso do rio Hudson. Segundo Sullenberger, em entrevista ao Commonwealth Club of California (2009), “...não foi uma reação automática, instintiva, foi uma escolha consciente e foi difícil de fazer.”. O comandante Sully segue a entrevista falando de sua reação fisiológica, muito alinhadas com as citadas anteriormente. Sullenberger conclui citando que o Startle effect causou distração, dificultando a reação da

tripulação, e que provavelmente teriam feito tudo muito melhor, caso não estivessem tão “Startled” (YOUTUBE, 2020).

2.2.3 Air France 447

O voo da Air France 447 da noite de 31 de maio de 2009, que atravessava o oceano atlântico na rota do Rio de Janeiro, aeroporto do Galeão (SBGL) para Paris, aeroporto Charles De Gaulle (LFPG), era operado por um Airbus A330 com 12 tripulantes (3 pilotos e 9 comissários) e 216 passageiros. Após mais de 3 horas de voo, próximo do arquipélago de São Pedro e São Paulo, um congelamento das sondas de pitot, que medem a pressão aerodinâmica para o cálculo da velocidade aerodinâmica (TAS, True Air Speed), gerou uma série de alarmes e indicações errôneas para a tripulação, desde velocidades incoerentes até o desacoplamento do piloto automático e perda de todas as proteções de envelope de voo. A aeronave se acidentou no oceano alguns minutos após o primeiro alerta. No momento da pane, havia no cockpit dois copilotos, situação permitida pela EASA e FAA, mas não pela ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). O congelamento dos tubos de pitot levaram a perda dos 3 ADRs (Air Data Reference System, sistema de dados de ar). Essa não é uma manobra treinada em simulador nos treinamentos, anuais ou semestrais, devido à probabilidade de sua ocorrência ser baixa. O fato de a aeronave estar em voo de cruzeiro, um momento de baixa carga de trabalho para a tripulação, ocasionou um aumento do efeito surpresa. Nesse caso, a tripulação não conseguiu ultrapassar a fase do choque com o desconhecido a tempo de recuperar o controle da aeronave, ocasionando um acidente com perda total da aeronave e dos ocupantes. Pouco mais de 4 minutos se passaram entre a perda dos ADRs e o copiloto falar “Mas o que está acontecendo?” segundos antes do impacto com o oceano. O relatório final indica que a resposta de susto de 46 segundos do PF (Pilot Flying) selou o destino da aeronave (BRANCO, 2021). Nesse caso, treinamento inadequado para lidar com o voo manual foi apontado como uma das principais causas do acidente. Entretanto, a falta de conhecimento dos sistemas por parte da tripulação que estava no Cockpit na hora do problema foi decisiva para o resultado. O Startle Effect claramente esteve presente nesse caso, uma vez que o ineditismo da situação é um dos pilares desse fenômeno. O fato de a fase de cruzeiro apresentar baixa carga de trabalho acaba aumentando o nível de complacência, agravando o Startle Effect.

2.2.4 QANTAS 32

O voo QF32 do dia 04 de novembro de 2012, de Singapura (WSSS) para Sydney (YSSY), era operado com um Airbus A380, com 29 tripulantes e 440 passageiros. Durante a subida inicial, abaixo de 10000', uma explosão em um dos motores causou danos substanciais à diversos sistemas da aeronave. A perda de um motor numa aeronave com 4 motores não é considerada uma emergência, apenas uma situação anormal. Nesse caso, porém, a explosão gerou outros problemas, além da perda de 25% da potência da aeronave, que estava pesada pois acabara de decolar para um voo de longo curso. Pedacos do motor afetados se espalharam como estilhaços de uma granada (nas palavras do comandante Richard de Crespigny no livro QF32, de 2012). Sistemas hidráulicos, elétricos, de combustíveis e de controles de voo foram afetados. A lista de mensagens de panes que a aeronave apresentou para a tripulação é considerada a maior da história da aviação mundial. Nesse caso, além do comandante estar no cockpit durante o ocorrido, mais 4 pilotos estavam presentes. Cinco pilotos com boa experiência somaram seus conhecimentos para solucionar uma situação também inédita, mas com desfecho diferente. O número de tripulantes no cockpit no momento do ocorrido pode ter influenciado em uma reação rápida da tripulação, uma vez que existe maior probabilidade de que algum tripulante saia mais rapidamente da fase de Startle do que outros e ajudem quem está sob esse efeito a superar essa fase. O voo QF32 retornou para um pouso crítico, mas seguro, em WSSS, e nenhum dos 469 ocupantes sofreu ferimentos. O reparo da aeronave custou 139 milhões de dólares australianos.

3 Análise dos Acidentes/Incidentes sob a Perspectiva do Startle Effect

A análise dos acidentes/incidentes relatados na revisão (tópico 2.2), leva à discussão de três importantes constatações: 1. Susto e surpresa (Startle and Surprise) nem sempre tiveram como consequência um incidente sério ou pior. Entretanto, eles exibiram potencial para causar os mesmos. Por essa razão, representam uma ameaça real para a segurança da aviação. 2. Susto e surpresa não têm causas claramente definidas. Os efeitos podem se manifestar em situações diferentes por meio de gatilhos diferentes. 3. Susto e surpresa podem ocasionar outros sustos e surpresas subsequentes devido à redução cognitiva e reações potencializadas por medo. Isso pode levar a um efeito cascata, gerando mais aumento da perda cognitiva e do controle físico da situação (EASA, 2010). Os casos analisados e apresentados servem para apontar outro fator interessante do Startle Effect: cada piloto (e cada ser humano, qualquer que seja sua área de atuação) reage de uma forma diferente ao desconhecido. Além disso, o mesmo piloto pode reagir de forma diferente em dias diferentes. A reação vai depender de inúmeros fatores como: nível de repouso/fadiga no momento do evento, fase do voo, conhecimento, experiência e nível de conforto com o equipamento estão entre os principais deles. Por esse fenômeno ter sido estudado mais recentemente, pode-se levantar o seguinte questionamento: o número de tripulantes no cockpit no momento do evento pode ser um fator que influencia esse fenômeno? Até a década de 1970, os aviões eram operados com no mínimo 3 tripulantes (2 pilotos e um engenheiro de voo, F/E, tripulante que apenas operava os sistemas da aeronave, antes da automatização dos sistemas que temos atualmente). Antes disso havia também navegadores e rádio-operadores. Os aviões da geração de 1980 em diante foram projetados para 2 pilotos apenas. Uma vez que cada piloto vai reagir de uma forma diferente, com tempos de reação distintos, a presença de um terceiro tripulante pode ter feito diferença em situações semelhantes de surpresa no passado, pode até mesmo ter evitado acidentes. Isso pode ser mais significativo ainda se o terceiro elemento não está diretamente envolvido com a pilotagem, como um F/E ou um eventual tripulante de extra no Jump Seat. Comparando o resultado do AF447, com dois pilotos no Cockpit, com o do QF32, com cinco, esse raciocínio se torna mais robusto. A redução do número de tripulantes na cabine dos aviões é algo que está consolidado no mercado. Já existem aviões executivos homologados para a operação com apenas um piloto. Cessna Citation CJ3, CJ4 e M2, EMBRAER Phenom 300 E, HondaJet HA-420, Pilatus PC-24 e a série SyberJet SJ30, variando entre seis e onze passageiros de capacidade. Apesar de todos terem uma cabine para dois pilotos, a liberdade de optar por apenas um piloto pode reduzir os custos operacionais de forma significativa. O custo de um piloto a menos na operação de uma aeronave executiva pode ser significativo, pela capacidade de 6 a 11 passageiros nas aeronaves homologadas atualmente, mas apresenta um impacto muito menor na aviação comercial, onde o número de passageiros pode variar de 70 (ATR 72) até 850 (A380). Apesar dessa diferença, a Cathay Pacific já está trabalhando junto com a Airbus para, em 2025, operar sua frota de A350 com apenas um piloto no Cockpit (Single Pilot) durante o voo de cruzeiro. Isso torna mais importante que o fenômeno seja melhor entendido. A EASA, preocupada com o impacto que o fenômeno do Startle Effect pode ter na segurança das operações de voo, encomendou um projeto de pesquisa sobre o assunto, e publicou os resultados no documento “Final Report Startle Effect Management” de 2015. Esse estudo, feito em parceria com a KLM, analisou a forma como algumas empresas aéreas abordam o tema em seus programas de treinamento. A EASA concluiu que muitas empresas fazem menção ao assunto em aulas teóricas, mas muito poucas tem alguma forma de abordar isso em treinamentos práticos (simuladores). Durante as últimas décadas, os treinamentos em simulador sempre focaram na aplicação de procedimentos, com muita repetição, pois vários acidentes ocorriam devido à falta de rotina operacional e por indisciplina. O foco do treinamento era a aplicação do SOP (Standard Operating Procedures). O treinamento era determinístico e previsível, onde acumular anormalidades de sistemas era praticamente proibido. O objetivo era simplesmente aplicar os procedimentos de forma correta, sem pressão de tempo. Figura 2: Acidentes e fatalidades, 1959-2020 (BOEING, 2021). Com essa política, houve realmente uma redução significativa no número de acidentes, como mostra a Figura 2, com dados da Boeing. Levando em consideração que, no mesmo período houve um aumento no número de voos, demonstra-se uma tendência de melhoria nos índices de segurança.

Observa-se que o número de acidentes não chegou a zero, e, a partir de 2016, se estabilizou. Desta forma, foi percebido que incidentes e acidentes não deixaram de ocorrer e acidentes seguiram ocorrendo. Sempre que as panes se apresentavam de forma não estruturadas, com acúmulo de duas ou mais panes, as tripulações apresentavam dificuldade. Panes simples que os pilotos não conseguiam resolver satisfatoriamente por não terem sido treinados para lidar com o inesperado. O EBT (Evidence Based Training) foi criado, entre diversas razões, para melhorar o treinamento, direcionando o programa de treinamento de forma a endereçar as panes e situações mais específicas para cada empresa. Uma empresa como a EMIRATES tem em sua frota apenas aeronaves Wide Body. A grande maioria de suas operações são de longo curso, a partir do golfo Pérsico. A SOUTHWEST opera somente com Boeing 737 em rotas domésticas nos Estados Unidos. A PASSAREDO opera aeronaves turboélices em rotas regionais no Brasil. Programas de treinamento em simulador iguais, ou muito semelhantes, não são a melhor solução para nenhuma dessas empresas. O EBT pretende “personalizar” os programas de treinamento para as realidades de cada empresa. Desta forma percebe-se o EBT como uma ferramenta adequada para abordar o Startle Effect pela sua flexibilidade. Uma boa parte da causa do efeito de Startle está na reação natural e instintiva do ser humano ao perceber um risco à sua integridade física, e isso é muito difícil de simular, seja em sala de aula, seja em simuladores de voo. É também impossível treinar para todas as situações de forma a eliminar a surpresa com o desconhecido. Ainda assim, a surpresa e o desconhecido podem e devem ser usados durante o treinamento. É possível treinar para que cada piloto aprenda a identificar qual a sua reação numa situação dessas, entender o que ele está sentindo e como está reagindo. Isso pode fazer diferença nas reações, ações e decisões tomadas, especialmente em situações em que o tempo é um fator importante.

4 PROPOSTA DE INCLUSÃO DE TREINAMENTO PARA STARTLE EFFECT NO

TREINAMENTO DE PILOTOS O Startle Effect tem como um dos seus principais gatilhos a percepção de ameaça por parte da tripulação, o que torna muito difícil sua simulação. Apesar disso, o tempo de reação das tripulações pode ser reduzido em função de alguns fatores como experiência, conhecimento técnico da aeronave operada, evitando a complacência e com nível de fadiga controlado. Podemos controlar apenas alguns desses fatores, e dificilmente todos ao mesmo tempo. A reação do ser humano ao confrontar algo desconhecido e ameaçador pode ser de susto ou surpresa, mas um fator que podemos controlar é o nível de conhecimento. O Startle Effect ocorre diante de algo inesperado e ameaçador. Quando o piloto não tem um conhecimento profundo da aeronave que está operando, anormalidades de sistemas simples de serem resolvidas podem causar medo e surpresa, agravando a reação natural. O AF447 deixa isso bem claro: apesar do ineditismo da pane, a falha dos 3 sistemas de ADR, em voo noturno, IMC (Instrument Meteorological Conditions) e em condições de tempo adversas, a solução seria simplesmente manter a atitude e potência da aeronave, algo treinado desde a instrução inicial em qualquer aeroclube. Os treinamentos em simulador, seja por política das empresas, seja por exigência das autoridades aeronáuticas, são, atualmente, muito repetitivos e de conhecimento geral. Isso torna o treinamento para “surpresas” praticamente inexistente. Todos os pilotos sabem que anualmente (ou semestralmente) encontrarão no simulador manobras como: ● Rejeição de decolagem ● Despressurização em altitude ● Falha de motor na V1 (Velocidade de decisão) ● Arremetida com um motor inoperante ● Aproximação de não precisão ● Evacuação de emergência O treinamento LOFT (Line Oriented Flight Training) é realizado anualmente por pilotos de linha aérea. A utilização de simuladores de voo permite que as tripulações realizem procedimentos normais, anormais e de emergência. O objetivo é que seja feito um “voo” em tempo real, com todas as comunicações previstas durante um voo (despachantes, comissárias, mecânicos e órgãos de tráfego aéreo). O facilitador (instrutor) fica encarregado dessas comunicações, sendo uma de suas principais atribuições tornar o voo o mais realista possível. Tudo ocorre dentro do tempo previsto para um voo real. Esse tipo de treinamento não tem nenhuma avaliação (nota), para que não exista pressão, e serve principalmente para que os pilotos trabalhem em equipe, resolvendo pequenos

contratempos (cenários) apresentados pelo facilitador. O Debriefing, um Feedback sobre o desempenho da tripulação que ocorre ao final da seção incluindo os aviadores e o facilitador, pode ser considerado tão ou mais importante do que o “voo” propriamente dito. Essa ferramenta, o LOFT, pode ser utilizada para o treinamento de Startle Effect. Na prática, as empresas utilizam cenários pré-estabelecidos, dos quais os instrutores não podem/devem se desviar. Esses cenários acabam por ser conhecidos pelo grupo de pilotos, independentemente da vontade da gerência de treinamento. Isso cria uma forma de treinamento negativo, pois retira o elemento desconhecido e de surpresa do “voo”. O simulador de voo é uma ferramenta para aprendizado, e o ambiente de treinamento é diferente do ambiente de avaliação. Durante o treinamento é aceitável e até mesmo desejável que erros sejam cometidos e manobras sejam repetidas. Isso é especialmente importante quando surpresas ou eventos repentinos são introduzidos. O resultado dos cenários é irrelevante quando treinamos técnicas para Startle. É recomendado que as empresas enfatizem a importância disso para seus instrutores (EASA, 2010). É preciso que isso seja entendido pelos instrutores/facilitadores, mas principalmente pelos alunos. A cultura Latino-Americana ainda está muito enraizada nas tripulações. Errar no simulador ainda é um tabu, e é fundamental que essa ferramenta seja usada para que cada um possa tirar ensinamentos de como vai reagir numa situação de Startle. A seguir são mostradas propostas de extensões de programas de treinamentos para pilotos das empresas aéreas (operando sob RBAC 121).

4.1 Treinamento CRM

Sugere-se incluir no conteúdo programático dos cursos de CRM para pilotos uma explicação sobre o Startle Effect, contendo principalmente informações sobre as reações FFF. Os seguintes tópicos podem ser incluídos no programa: 1. Efetuar introdução teórica sobre o assunto (uma apresentação de dez minutos de duração é suficiente). Recomendar aos alunos literatura sobre o assunto. 2. Discutir os comportamentos esperados, tanto os indesejáveis quanto os desejáveis, numa situação de Startle. Os comportamentos indesejáveis que podem ser discutidos são: ● Responder emocionalmente (medo, pânico, pressa) ● Tomar atitudes sem um plano de ação e não reavaliar a situação algum tempo depois de tomada a decisão (gerenciamento do erro) Os comportamentos desejáveis, positivos são: ● Controlar as reações fisiológicas e psicológicas (emoções) ● Se proteger de falhas, por exemplo, não piorar as coisas ● Integração/conexão com práticas atuais ● Manter a comunicação aberta efetivamente Branco (2021) recomenda o uso de um mnemônico que pode ajudar em um momento de Startle: ROC. Basicamente compreende nos seguintes passos: -Relaxar, controlar as emoções. -Observar, utilizar o processo cognitivo, e não instintivo. -Confirmar, buscar informações sobre a situação. 3. Exercício em classe: Em 1997 a APVAR (Associação de Pilotos da VARIG) organizou, em conjunto com a IFALPA (International Federation of Airline Pilots Association), um seminário de segurança de voo no Rio de Janeiro. Em uma das apresentações, um palestrante propôs um exercício sobre Startle Effect, mas sem mencionar o tema que seria abordado. Pediu para a audiência memorizar algumas palavras que ele ditaria a seguir. Começou calmamente falando, em tom de voz normal, palavras simples como casa, cadeira, mesa etc. Depois de um tempo, gritou FOGO, bateu fortemente na bancada, e seguiu falando mais palavras similares, no tom que havia iniciado o ditado (algo em torno de dez palavras antes do FOGO e dez depois). Ao terminar, pediu que todos escrevessem as palavras que se lembravam. Quando apresentou a lista de palavras que ele havia lido, a diferença entre acertos de “antes do fogo” e acertos de “depois do fogo” era impressionante. Depois do Startle (susto), a capacidade de lembrar simples palavras foi consideravelmente reduzida. Essa é exatamente uma das formas de demonstração do fenômeno sugerida pelo estudo da EASA/KLM. Tal exercício pode ser aplicado no treinamento de CRM, tanto em aulas presenciais quanto na modalidade EAD (Ensino A Distância).

4.2 Treinamento em Simulador

Conforme mencionado anteriormente, a inclusão de tarefas relacionadas ao Startle Effect nas sessões de treinamento de pilotos em simulador de voo é a peça fundamental para a elevação dos níveis de segurança de voo relacionados ao automatismo e complacência. Os programas de treinamento inicial e recorrente devem contemplar essas novas tarefas. Salienta-se que a repetição de cenários tradicionais de simulador e LOFT de fato torna os pilotos mais preparados para enfrentar esses cenários específicos, mas não deve funcionar com os cenários do Startle Effect, pois esses se manifestam justamente em cenários não planejados ou conhecidos. Portanto é recomendável que modificações sejam feitas nos cenários em todos os ciclos, pois a surpresa, a novidade e o desconhecido serão mais frequentes, tornando os pilotos mais familiarizados com as suas próprias reações nos momentos de Startle. Ademais, é importante que tanto os instrutores como os alunos já tenham participado de um treinamento CRM conforme sugerido no item 4.1, a fim de estarem melhor preparados para o treinamento. Seguem abaixo algumas sugestões para a inclusão de tarefas específicas relacionadas ao Startle Effect em sessões de simuladores de voo para pilotos: ● Durante o Briefing, mencionar o Startle Effect, quais suas causas mais prováveis e as reações mais comuns. ● Enfatizar que o importante não é o resultado da situação, e sim o conhecimento da reação por parte de cada piloto. ● Incluir nas seções LOFT ao menos uma vez, em momentos de baixa carga de trabalho e com os pilotos confortáveis, panes que possam levar ao Startle. ● Uma vez que os cenários acabam sendo conhecidos pela maioria dos pilotos, o fundamental é que os facilitadores do LOFT sejam treinados para isso, cabendo a eles identificar o melhor momento para aplicação das panes, bem como a combinação delas, de forma que ao menos dois elementos estejam sempre presentes: Alarmes sonoros e desacoplamento forçado do automatismo. Com esses dois elementos presentes, a chance de o Startle aparecer aumenta. ● Para que os treinamentos atinjam o objetivo, não é recomendável que exista uma lista de panes específicas. É mais proveitoso que cada instrutor use sua experiência para decidir qual pane aplicar a cada equipe. É impraticável manter uma lista de panes sem que o grupo de voo acabe por tomar conhecimento dela, tirando a validade do treinamento. ● Independente da tripulação conseguir recuperar o controle da aeronave ou situação, seja com maior ou menor facilidade, deve ser dada a oportunidade para que a manobra seja repetida. Na segunda vez, com a tripulação já sabendo qual pane será apresentada e, principalmente, em que momento. ● Ao final da sessão, o facilitador deve apontar aos alunos a sua percepção das reações da tripulação no momento do Startle. Utilizar a câmera SIM VIEW (que filma a cabine do simulador e pode ser utilizada com bons resultados nesse tipo de treinamento), quando disponível, para que os pilotos possam após a sessão, sem estarem diretamente envolvidos na pilotagem, analisar e compreender melhor suas reações, e debater sobre como se sentiram. É esperado que a segunda manobra seja considerada pelos alunos muito mais simples, uma vez que a surpresa não estava mais presente.

5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O automatismo na aviação vem aumentando continuamente em todas as áreas imagináveis. A confiabilidade dos sistemas, tanto de piloto automático, como de controle de sistemas secundários é tão elevada que a complacência acaba se tornando uma reação natural do piloto, mesmo que existam recomendações para que ela seja evitada. A redução do número de tripulantes no cockpit é irreversível, é improvável que tenhamos aeronaves operando com mais de dois pilotos num futuro próximo. É importante que os pilotos conheçam o Startle Effect, seus gatilhos e a forma como cada um reage, ou pode reagir. Essa variação pode inclusive ocorrer num mesmo indivíduo, que pode reagir ao desconhecido de maneira diferente em função de sua situação fisiológica (nível de repouso, stress, alimentação e horário do dia, entre outros). Conhecer o funcionamento do fenômeno é muito importante para mitigar as consequências que podem advir após um susto/surpresa. Isso pode fazer a diferença no momento de crise. Esse conhecimento pode ser o diferencial entre um incidente/acidente ou um bom gerenciamento de determinada situação. É praticamente impossível eliminar o efeito de Startle, mas, uma vez que o piloto identifica a sua própria reação durante o treinamento, isso será uma ferramenta a mais para que ele possa

lidar com situações similares durante seus voos. Esse trabalho é de relevância acadêmica para a indústria aeronáutica em geral, desde fabricantes de aeronaves, passando por empresas aéreas e para a formação de profissionais do setor aéreo.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A principal limitação deste trabalho é a indisponibilidade de uso de um simulador de voo, a fim de validar as tarefas propostas no item 4.2. Para próximos trabalhos, seria interessante acompanhar ao menos trinta sessões de simulador, em empresas e frotas diferentes, nos moldes do proposto em 4.2. Acompanhar as reações das tripulações e, ao final do debriefing, entrevistar os participantes da seção. Nessa entrevista, tanto alunos quanto o instrutor fariam livremente e de forma anônima sobre as impressões que tiveram com relação a itens como: ● Abordagem do assunto no briefing ● Houve surpresa/susto no cenário apresentado? ● Como foi a sua reação? ● Como foi executar a mesma manobra, mas preparado para reagir? Com esses dados, pode-se tanto validar as sugestões quanto, eventualmente, invalidar e, nesse caso, deve-se buscar uma nova forma de abordar o Startle Effect.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a ajuda que tive, em maior ou menor escala, das seguintes pessoas: Cmte. Enio L. Dexheimer, Cmte. Marcelo Imperatore, Cmte. David Branco, Cmte. Bruno de Godoy, Jessica R. Guimarães, e meus orientadores Eng. José Alexandre Fregnani e Dra. Michelle Galvão.

7 REFERÊNCIAS

AIRBUS. A330 flight crew techniques manual, 2021. AIRLINE PILOT. Alpa's voice on capitol hill ASA 529: the red herring stank pilot travel expenses and per diem update. March de 1997. BILLINGS, C. E. Human-centered aircraft automation: a concept and guidelines. Moffett Field, CA: National Aeronautics and Space Administration, 1991 (NASA TM-103885). BOEING. Statistical summary, 2020. CANNON, W. QF32. Australia: McPherson 's Printing Group, 2012. BRANCO FILHO, D. Efeito susto no cockpit. In: 9º SIMPÓSIO DE SEGURANÇA OPERACIONAL DA AZUL LINHAS AÉREAS, 2021. Campinas. Anais [...]. Campinas, 8 de outubro de 2021. CERNAN, E; DAVIS, D, The last man on the moon. Colorado, Texas, 1999. EASA. Startle effect management, Final Report, 2015. GREY OWL AVIATION CONSULTANTS INC. Complacency, 2004. ICAO. Doc 9683-AN/950: Human factors training manual. Montreal: ICAO, 2010. KERN, T. Going Pro. Pygmy books. 2011. KLEIN, G. A. The recognition-primed decision model, 2004. KOONCE, J. M. Aviation psychology in the U.S.A.: present and future. 1979. KOONCE, J. M.; DEBONS, A. A historical overview of human factors in aviation. In: WISE, J. A.; HOPKIN, V. D.; GARLAND, D. J. Handbook of aviation human factors. 2a. ed. Boca Raton: CRC Press, 2010. MACLEAN, P. The Triune Brain in evolution: Role in paleocerebral functions, 1990. MARTIN, W; MURRAY, P; BATES, P, The effect of startle on pilots during critical events: a case study analysis. 2012. Disponível em: www98.griffith.edu.au. Acesso em: 15 dez. 2021. NUNEZ, K. Fight, flight or freeze: what this response means. CRNP, 2020. PALMER, W. Jr. Understanding air France 447. London: McGraw-Hill, 2013. PSYCHOLOGISTWORLD. Estresse: Resposta de luta ou fuga. Como a resposta de luta ou fuga explica o estresse, 2021. Disponível em: <https://www.psychologistworld.com/stress/fight-or-flight-response>. Acesso em: 18 dez. 2021. REZ, R. Neuromarketing, 2018. SAGAN, C. Cosmos. São Paulo: Companhia das Letras, 1980, p 276-277. SCARPARI, J. R. S. et al. Quantitative assessment of pilot-endured workloads during helicopter flying emergencies: an analysis of physiological parameters during an autorotation. Scientific Reports, v. 11, n. 1, 2021. SULLENBERGER, C. B. Entrevista à Commonwealth club of California. 20 novembro de 2009. Disponível em: <https://youtu.be/Sc8f0jIURk0>. Acesso em: 14 out. 2021. SULLENBERGER, C. B. Highest duty: my search for what really matters. Harper-Collins Publishers, 2009. THALER, A. Cidade de Jersey. [s.d]. Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/106960559872189379>. Acesso em: 15 dez. 2021.

UNITED STATE. Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Advisory Circular 120-111: Upset prevention and recovery training. Canada: FAA, 2015. UNITED STATE. Department of Transportation. Federal Aviation Administration FAA/EASA Part 147 Aircraft type training company. Human Factors in aviation . Canada: FAA, 1988. WARREN, N. D. Automation, human engineering, and psychology. *American Psychologist*, v. 11, p. 531–536, 1956. WIENER, E. L. Fallible humans and vulnerable systems: lessons learned from automation. In: J. A. WISE; A. DEBONS, (Eds.), *Information systems: failure analysis*. Berlin: Springer-Verlay, 1987, p. 163-181. WRITERS, .S. Without warning: the startle factor. Australia: Flight Safety, 2015. YOUTUBE. Sullenberger discusses startle response. 23 de ago. 2020. Disponível em <https://youtu.be/jZoodo9wvz0>. Acesso em: 18 dez. 2021.

APÊNDICE A