

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA POLITÉCNICA
CURSO DE CIÊNCIAS AERONÁUTICAS

CONSCIÊNCIA SITUACIONAL NOS COCKPITS
SITUATIONAL AWARENESS IN COCKPITS

GOIÂNIA
2022

CARLOS EDUARDO DIAS
ROSA

CONSCIÊNCIA SITUACIONAL NOS COCKPITS
SITUATIONAL AWARENESS IN COCKPITS

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Aeronáuticas da Pontifícia Católica de Goiás, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Aeronáuticas.

Orientador: Prof. Dr. Humberto César Machado.

GOIÂNIA
2022

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA POLITÉCNICA
CURSO DE CIÊNCIAS AERONÁUTICAS

CARLOS EDUARDO DIAS ROSA

CONSCIÊNCIA SITUACIONAL NOS COCKPITS
SITUATIONAL AWARENESS IN COCKPITS

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Aeronáuticas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, pela seguinte banca examinadora:

Prof. Dr. Humberto César Machado

Prof.

Prof.

Goiânia – GO, 2022

Data da Aprovação ____/____/____

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Cabine de um B767, conceito glass cockpit.....	13
Figura 2: ECAM (Eletronic Centralized Aircraft Monitor) do A320.....	13
Figura 3: Processos para ganho de Consciência Situacional	14
Figura 4: Compreensão da Situação, combinando o modelo mental e o mundo real.	15
Figura 5: Porcentagem de causa de acidentes dos fatores humanos	16

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. ACIDENTES CAUSADOS POR BAIXA CONSCIÊNCIA SITUACIONAL.....	8
3. AUTOMAÇÃO DAS AERONAVES MODERNAS	12
4. TOMADAS DE DECISÃO NO <i>COCKPIT</i>	15
CONSIDERAÇÕES FINAIS	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
ANEXO	23

CONSCIÊNCIA SITUACIONAL NOS *COCKPITS* SITUATIONAL AWARENESS IN *COCKPITS*

CARLOS EDUARDO DIAS ROSA¹
HUMBERTO CÉSAR MACHADO²

RESUMO: No domínio da aviação, manter um alto nível de consciência da situação é uma das características mais críticas e desafiadoras do trabalho da tripulação, consciência pode ser pensada como um modelo mental do estado atual do ambiente de voo. Esta imagem integrada forma a característica organizadora central a partir da qual todas as tomadas de decisão e ações ocorrem. Com a crescente automação e evolução dos sistemas a bordo das aeronaves modernas existem problemas relacionados ao impacto da automação na consciência situacional dos aviadores e a consequente perda de qualidade das tomadas de decisão no *Cockpit*. Uma grande parte da tripulação está envolvida no desenvolvimento e manutenção de atualizações em um ambiente em rápida mudança. O artigo mostra os benefícios da automação aos tripulantes como a enorme quantidade de informações disponibilizadas sobre vários aspectos do voo, a diminuição da carga de trabalho no *deck* de voo, porém aborda os perigos do aviador ao se perder na complacência e diminuir os níveis de vigilância, podendo vir a comprometer a segurança de voo.

PALAVRAS-CHAVES: Consciência Situacional, Automação, Fatores Humanos, Tomada de decisão, Complacência.

ABSTRACT: In the field of aviation, maintaining a high level of awareness of the situation is one of the most critical and challenging characteristics of crew work, consciousness can be thought of as a mental model of the current state of the flight environment. This integrated image forms the central organizing feature from which all decision-making and actions take place. With the increasing automation and evolution of systems on board modern aircraft there are problems related to the impact of automation on the situational awareness of aviators and the consequent loss of quality of decision-making in the *Cockpit*. A large part of the crew is involved in developing and maintaining upgrades in a rapidly changing environment. The article shows the benefits of automation to crew members such as the huge amount of information available on various aspects of the flight, the decrease in workload on the flight deck, but addresses the dangers of the aviator by getting lost in complacency and lowering surveillance levels, which may compromise flight safety.

KEYWORDS: Situational Awareness, Automation, Human Factors, Decision Making, Complacency.

¹ Aluno do curso de Ciências Aeronáuticas; e-mail: carlosedudr@gmail.com.br.

² Professor orientador.

1. INTRODUÇÃO

Consciência situacional pode ser entendido como um modelo mental da situação atual na qual o aeronauta se encontra, é a percepção e compreensão das informações relevantes ao voo, e a antecipação do que pode afetar sua operação, assim como tomada de decisão, esses dois conceitos de habilidades não técnicas de característica cognitiva são complementares, pois para se tomar uma decisão assertiva é necessário ter a noção correta da realidade em que se está inserido, além de fundamentais na prática da aviação para que se desenvolva um alto padrão de segurança nos procedimentos de uma forma geral.

Manter a consciência situacional requer uma compreensão do significado relativo de todos os fatores relacionados ao voo e seu impacto num futuro próximo. Quando um piloto entende o que está acontecendo e tem uma visão geral da operação ele não prende sua atenção em apenas um fator. Não só é importante para um piloto saber a localização geográfica da aeronave, mas também é importante que entenda o que está acontecendo.

A automação é o avanço mais importante nas tecnologias de aviação, os efeitos positivos da automação na aviação civil mais notáveis se referem a moderação da carga de trabalho no *deck de voo*, diminuição do consumo de combustível das aeronaves. Os EFDs (*Electronic Flight Displays*) fizeram grandes melhorias na forma como as informações são exibidas e quais informações estão disponíveis ao aeronauta. Os pilotos podem acessar bancos de dados eletrônicos que contêm todas as informações tradicionalmente contidas em vários manuais, reduzindo a desordem no *Cockpit* e ainda contam com displays no painel que exibem mapas móveis que espelham gráficos seccionais. Esses monitores detalhados retratam todo o espaço aéreo, incluindo restrições, *waypoints*, condições meteorológicas além das informações do *status* da aeronave.

Em contrapartida, a tantos efeitos positivos existem problemas relacionados ao efeito da automação no desempenho da tripulação, principalmente a perda da consciência situacional, pois reduzindo a carga de trabalho, o piloto se torna mais um monitor de sistemas, e isso a torna suscetível à complacência e conseqüentemente reduzindo seu nível de consciência, situação está que leva a seguinte questão. A automação das aeronaves modernas diminui a performance da tripulação?

O presente artigo busca definir consciência situacional (em seus 3 níveis) relacionando de que maneira ela influencia as tomadas de decisão, na prática da operação aérea, e ainda analisa de que forma a automação das aeronaves modernas influencia a

performance da tripulação, fazendo um levantamento dos pontos positivos e negativos repercutidos no desempenho do aeronauta afim de que se estabeleçam os mais altos padrões de segurança na operação aérea.

A aviação é uma atividade complexa, na qual a tripulação tem várias fontes de informação, e seu objetivo é filtrá-las para tomar uma decisão assertiva e então, conduzir ações que assegurem a segurança de voo. A automação tem contribuído bastante no setor aéreo reduzindo a carga de trabalho da tripulação, diminuindo assim o erro humano. No geral, esses objetivos são alcançados. A geração atual de aeronaves demonstra um recorde de segurança em relação às anteriores. Os problemas gerados pela automação são complexos e podem ser pontuados como falta de consciência situacional, surpresas de automação, percepção insuficiente da trajetória de voo, etc.

Os órgãos investigadores de acidentes aéreos registram vários acidentes relacionados a distorção cognitiva causada na tripulação devida a problemas com automação em determinadas fases de voo, excesso de confiança nos sistemas automáticos de voo (complacência), além dos acidentes em que a tripulação perde a noção da realidade e do controle da aeronave devida a má interpretação da situação e das condições do voo.

O artigo a seguir descreve um breve contexto histórico da Consciência Situacional na aviação civil e sua inter-relação com a automação das aeronaves modernas, analisa fatos de acidentes e incidentes que ocorreram devido a sua incorreta prática, estabelecendo parâmetros para seu correto exercício de forma a desenvolver o mais alto padrão de segurança e maior confiabilidade na operação aérea. A metodologia utilizada para elaboração do texto e desenvolvimento da pesquisa será a observação e experiências individuais, coletivas observadas na aviação e na literatura atual sobre o tema.

2. ACIDENTES CAUSADOS POR BAIXA CONSCIÊNCIA SITUACIONAL

Consciência situacional tornou-se objeto de estudo científico formal na década de 1980, embora seja uma componente natural da cognição humana, sendo observada a partir de tempos pré-históricos quando o homem necessitava estar ciente de muitos sinais do ambiente para ter sucesso em suas caçadas e evitar que se tornasse presa. (ENDSLEY, 1988).

O conceito desenvolveu-se no setor aeronáutico já que os pilotos precisam desenvolver um nível de atenção extraordinária em suas operações, pois utilizam sistemas que caso venham falhar trazem consequências graves.

A ideia não recebeu muita atenção na literatura técnica e acadêmica até o final dos anos 1980, mas tornou-se um tema que necessita de atenção desde então. A maturidade do conceito ganhou impulso para pesquisa e desenvolvimento com a indústria da aviação onde há uma pressão considerável para os pilotos terem maior noção da situação ao seu redor, também devido à ocorrência de inúmeros acidentes causados nos quais ela era o principal motivo.

Para melhor compreensão do que se trata vale a pena mencionar acidentes como o da companhia United Airlines, de 28 de dezembro de 1978, que partindo do aeroporto John F. Kennedy, em New York, para o aeroporto Internacional de Portland, com escala em Denver, no Colorado. A aeronave era um quadrireator McDonnell Douglas DC-8-61, uma das maiores aeronaves de passageiros do período, que veio a cair em uma área arborizada a quase seis milhas do aeroporto de destino. Entretanto, o motivo do acidente não se deveu a uma pane na aeronave, muito embora tivesse ocorrido uma, mas devido à falta de organização na cabine e consciência dos seus tripulantes. (NTSB, 1978).

O primeiro problema que o comandante do United 173 enfrentou foi uma incorreta indicação do trem de pouso durante a aproximação inicial no trecho final do voo, em Portland, seguido de um baque alto, uma vibração e uma guinada da aeronave, o NTSB revelou que uma corrosão na rosca do tapete do cilindro principal de retração do trem causou a queda, desativando o micro interruptor direito, que por sua vez, indicou no *cockpit* falha, durante o voo o comandante solicitou que o engenheiro checasse um pino que indica o travamento do trem se suspendendo no extradorso da asa, ele teve confirmação visual de que estava acoplado, porém, não comunicou de forma lúcida a nenhum dos tripulantes. (NTSB, 1978).

Dessa forma mesmo com condições favoráveis para pousar em Portland, o comandante não estava seguro em realizar o procedimento e então solicitou continuar em comunicação com controle para realizar uma órbita com a intenção de preparar a cabine para um pouso forçado devido ao alerta no painel da aeronave, situação essa que causou fixação extrema no aeronauta, levando-o a não se atentar ao nível de combustível disponível, fazendo voar até esgotamento e a aeronave caísse por pane seca na região Sul do aeroporto de destino do United 173, resultando na morte de 8 passageiros e 2 tripulantes. A conclusão da investigação indicou que houve dificuldade dos outros dois tripulantes em compreender a criticidade do estado de combustível e em comunicar ao comandante as suas preocupações. (NTSB, 1978).

A comunicação assertiva entre os membros da tripulação é um fator determinante no estabelecimento da consciência situacional a bordo, uma vez que se esta for executada de maneira deficiente torna-se causa contribuinte de acidentes. A comunicação se refere ao transmissor e ao receptor, bem como ao método de transmissão, por meio da comunicação se convida o outro para dividir pensamentos e sugestões, por meio dela direcionam-se o outro para realização de uma ação e são estabelecidas as relações sociais entre os participantes (PERLES, 2006). As instruções transmitidas podem ser confusas ou inacessíveis, o receptor pode fazer suposições sobre o seu significado e o transmissor pode presumir que a mensagem foi recebida e compreendida. Com a comunicação verbal é comum que apenas 30% de uma mensagem seja recebida e compreendida. (STRAUCH *apud* LANDRY, 2017).

Quando a comunicação é executada de uma maneira ineficaz, são observados muitos impactos negativos como a insegurança na tripulação, uma maior probabilidade de conflitos, execução de operações não padronizadas, aumento do estresse, dentre outros problemas. (DIAS; NASCIMENTO, 2016).

Como estimado pela *Federal Aviation Administration* (FAA), o erro humano é responsável por 60-80% dos acidentes e incidentes de voo (FAA, 2004) e as disfunções relacionadas à comunicação humana aparecem como parte substancial das causas destacadas pelo *Aviation Safety Reporting System* (ASRS), o sistema FAA que coleta voluntariamente relatórios de incidente/reportes de pilotos, controladores e outros.

Johnston (2003), do *Aerospace Psychology Research Group*, disse que "emergências são raras; no entanto, situações anormais são comuns na aviação. Uma situação anormal, se não for devidamente tratada, pode se tornar uma emergência". Quando as operações não são mais rotineiras, o planejamento das ações, o processo de delegação da responsabilidade e o monitoramento das tarefas devem ser totalmente explicados por uma comunicação precisa e oportuna. Falhas nas relações interpessoais dificultam a sinergia da equipe, especialmente em situações críticas, afetando a elaboração de uma consciência situacional nítida e dificultando também a tarefa de delegar funções.

Em 3 de setembro de 1989, quando o CRM (Crew Resource Management) ou em português Gerenciamento de Recursos da Tripulação já era uma realidade, um Boeing 737-200 da empresa aérea brasileira VARIG, fazia o voo 254, na rota Marabá-Belém, desapareceu quando deveria estar sobrevoando a Região-Norte do Brasil. Transportava 48 passageiros e 6 tripulantes a bordo, em um voo que deveria durar 45 minutos, mas prosseguiu pela noite e por um rumo equivocado. O relatório final aponta como principal causa do acidente erro da

tripulação, com engano na leitura inicial do curso a ser navegado, deficiente comunicação entre os pilotos e outros problemas. (SIPAER, 1989).

No novo instrumento recentemente adaptado à aeronave utilizada conhecido com HSI (*horizontal situation indicator*) a orientação magnética do voo passa a ter precisão decimal utilizando 4 dígitos. No documento de despacho do voo constava que para voar na direção de Belém deveria iniciar com a proa 027.0, mas a impressão não estava muito nítida, levando o comandante a interpretar o rumo 270, e voou com essa proa por mais de 1 hora. Segundo investigação dos órgãos competentes a relação distante entre os tripulantes no ambiente de cabine dificultou ainda mais os eventos de emergência, haja visto que, se torna necessário um gerenciamento de recurso de cabine, uma padronização do procedimento, *callouts*, *checklist*, corrigir erros notados pelos pilotos nesse tipo de emergência. (SIPAER, 1989).

Embora eles apresentassem condições psicológicas adequadas ao voo, experiência, além de treinamento adequado, foram identificadas variáveis que bem descrevem a falta de consciência situacional, tais como: percepção enganosa, distração, bloqueios, automatismos, fixação da atenção a um objetivo, erro de posição geográfica, dentre outros. Com a confirmação da desorientação, um estado de comoção tomou conta do comandante causando um tipo de bloqueio emocional/perceptual fazendo a tripulação ignorar o tempo voador a baixa altura (causa aumento de consumo) e por consequência a queda da aeronave por “pane seca”. (SIPAER, 1991).

Kaplan (1995) explica que normalmente para resolver situações cotidianas utilizam-se mapas mentais e repertórios pré-estabelecidos, mas quando se depara com uma situação em que estes não são o suficiente, cabe à atenção concentrada selecionar e buscar novos repertórios para encontrar a solução. Tal mecanismo também está presente na percepção e na concentração, que se torna falha caso tal atenção esteja cansada. O cansaço deixa o indivíduo irritado, levando-o a ignorar e se afastar de outras pessoas, além de gerar uma dificuldade de se perceber sinais ligados as relações interpessoais e a falta de habilidade para planejar e seguir planos. Sendo assim a atenção é ingrediente chave para eficiência humana.

Em ambos os casos vistos acima fica evidente a falta de maior organização no ambiente de trabalho, distrações, concentração voltada para elementos não necessários ou a falta de atenção. Para Campos (2013), consciência situacional envolve uma gama de fatores fundamentais de risco que exigem atenção e percepção destacando-se piloto, aeronave, meio ambiente, pressão externa e situação atual, sendo que vários obstáculos externos podem

desviar a atenção do piloto, colocando em risco as operações executadas, fatores tais como: fadiga, pois interfere no estado de alerta; excesso de confiança que reduz a eficiência do aviador e o coloca em situações de risco.

A coordenação da tripulação é um fator de grande importância que pode contribuir negativamente no desempenho do ser humano, se não for instruído de maneira adequada.

Atitudes, gerenciamento e um adequado treinamento dos membros são fatores que determinam o grau de coordenação da equipe. Possui um risco elevado quando a coordenação de uma determinada tripulação é realizada em condições muito estressantes, o que aumenta ansiedade e pode resultar em diminuição na comunicação, a troca limitada de informações, gera um aumento de erros devido a escolhas de decisões equivocadas, e uma menor probabilidade de correção de desvios (trajetória de voo), e conflitos emocionais.

Ao reconhecimento dos riscos associados à coordenação da equipe de tripulação, o CRM (Gerenciamento dos Recursos de Cabine) tem sido desenvolvido e instruído pela maioria das empresas. (OACI, 2002).

3. AUTOMAÇÃO DAS AERONAVES MODERNAS

Nas aeronaves antigas a forma de se pilotar se resume a ação e reação, o piloto aplica um comando e aeronave responde simplesmente sem questionar, seja um comando no manche ou aos pedais, o aeronauta recebe as informações de instrumentos básicos como bússola, velocímetro, altímetro, se orienta espacialmente através de cartas além dos órgãos de controle do espaço aéreo desenvolvendo assim toda consciência necessária para seu voo, ou seja, todo raciocínio necessário para deslocar a aeronave com segurança fica a cargo do operador. (PARASURAMAN; BAHRI, 1992).

Atualmente as aeronaves modernas revolucionaram a forma de troca de informações entre máquina e tripulação, segundo Wiener (1991), a automação tem sido utilizada na aviação como um meio de reduzir o erro e aumentar a eficiência. No início dos anos 1980, a Boeing introduziu o B767 com o conceito *glass cockpit ou electronic flight instrument system* (EFIS). As telas disponibilizavam imagens gráficas coloridas que indicam vetores de vento, previsão de trajetória da aeronave, auxílio rádio navegação e aeroportos, formações meteorológicas e mapa que se movimenta com o progresso do voo associado com o indicador horizontal de atitude ou *HSI - Horizontal Situation Indicator*. (WELLS, 2001).

Figura 1: Cabine de um B767, conceito glass cockpit



Fonte: AEROFLAP, 2018, p. 1.

As aeronaves de última geração trazem uma grande evolução no campo da troca de informação entre a tripulação e a aeronave. A quantidade de informação trocada aumentou consideravelmente, por exemplo, mais de 200 itens (do *checklist*) podem ser disponibilizados no monitor eletrônico central ou *Electronic Centralized Aircraft Monitor* (ECAM) do A320. Ao mesmo tempo, as interfaces entre tripulação e aeronave apresentam alto padrão de concentração e integração, por meio do computador de gerenciamento e de direcionamento de voo *Flight Management and Guidance Computer* (FMGC) e sua interface *Control Display Unit* (CDU), para troca de uma imensa quantidade de informações diversas. (ICAO, 1992).

Figura 2: ECAM (Eletronic Centralized Aircraft Monitor) do A320

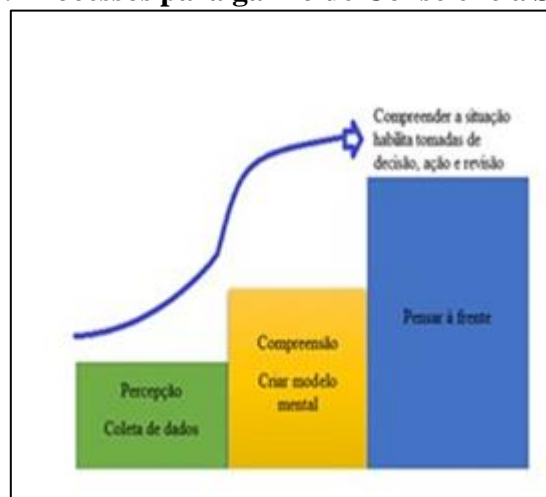


Fonte: SKYBRAY, 2021, p. 1.

Na atualidade o exercício da CS nos *cockpits* se faz de maneira a se integrar as habilidades dos tripulantes em voar um avião físico, entende-se como conhecimento teórico das estruturas e sistemas das aeronaves e utilização das habilidades motoras e perceptuais, aliado à aptidão de se idealizar um voo mental combinando as habilidades cognitivas para uso adequado da automação nas variadas situações cotidianas a bordo em que as tripulações possam vir a encontrar, sejam elas normais ou anormais.

Como mostra a Figura 3, os processos para ganho de Consciência na atualidade são os seguintes: a percepção do que está acontecendo (Nível 1); A compreensão do que foi percebido (Nível 2); O uso do que se entendeu para pensar no Nível 3. (AIRBUS, 2007).

Figura 3: Processos para ganho de Consciência Situacional



Fonte: AIRBUS, 2007, p. 3.

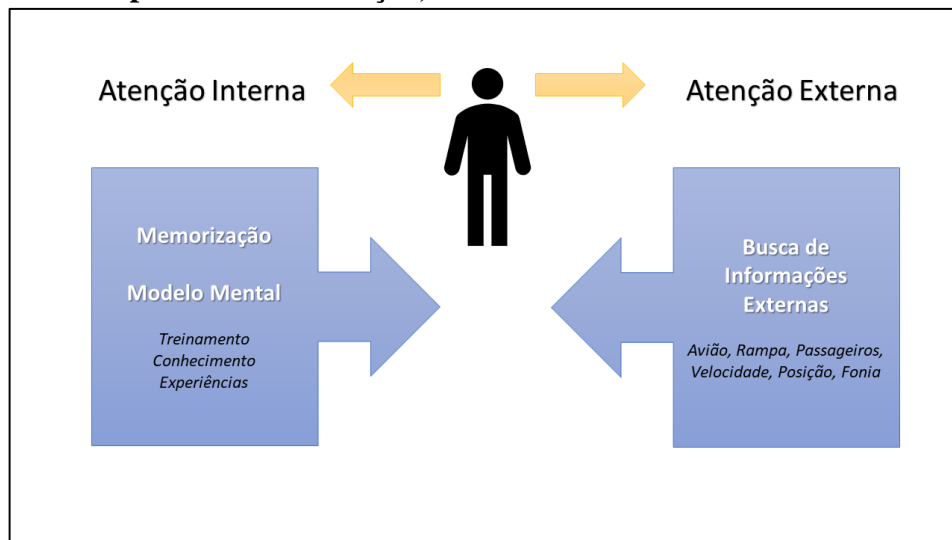
Nível 1 — Percepção: escaneamento, coleta de dados

Para construir um modelo mental do ambiente, é necessário reunir dados suficientes e úteis usando sentidos da visão, audição e toque para “ler” o ambiente. Deve-se direcionar atenção para os aspectos mais importantes e relevantes do ambiente e, em seguida, comparar o que sensações assimilam com a experiência da memória. É um processo ativo que requer disciplina significativa, assim como conhecimento do que se procura, quando procurá-lo e porquê (AIRBUS, 2007).

Nível 2 — Representação: compreensão, criação do modelo mental

O entendimento é construído combinando observações reais do mundo com conhecimento e experiência relembrados da memória. Se conciliar com sucesso observações com conhecimento e experiência, como mostrado na Figura 3, desenvolve-se um modelo mental preciso do ambiente. Este modelo mental deve ser mantido atualizado com dados atualizados do mundo real, prestando atenção a uma ampla gama de informações. (AIRBUS, 2007).

Figura 4: Compreensão da Situação, combinando o modelo mental e o mundo real.



Fonte: AIRBUS, 2017, p. 4 (Adaptado pelo autor).

Nível 3 — Projeção: Pensando no Futuro, atualizando o modelo mental

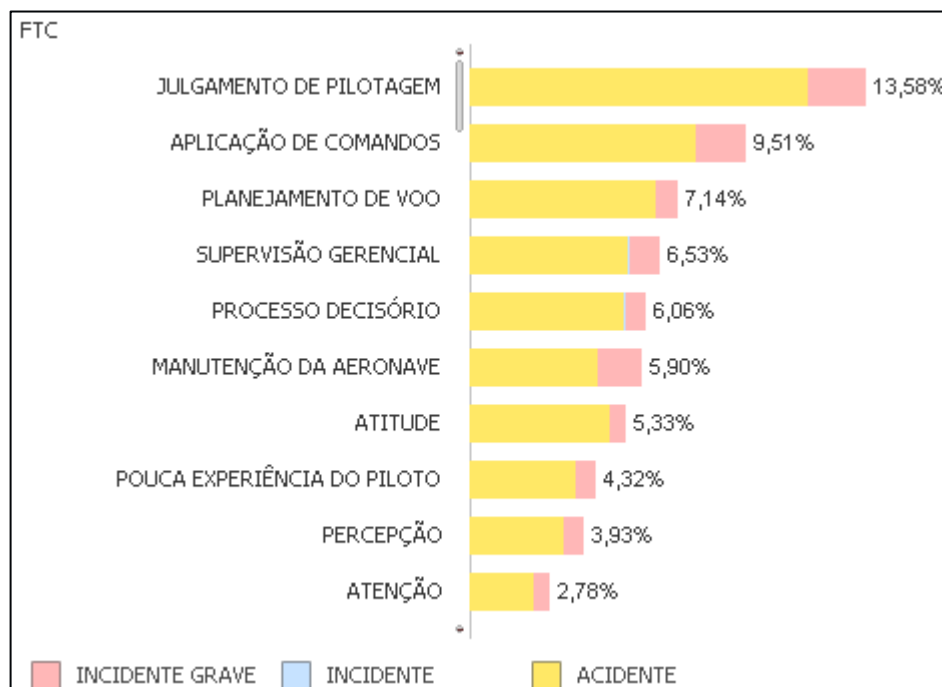
A percepção permite pensar com antecedência e projetar o futuro estado do ambiente. Essa etapa é crucial no processo de tomada de decisão do piloto e exige que o entendimento, baseado na coleta cuidadosa de dados, seja o mais preciso possível. É simplesmente "Voar à frente da aeronave". Quanto mais o aeronauta mentalizar com antecipação as fases de seu voo ou fazer um *briefing* (resumo) de itens como: tempo gasto no táxi, tempo estimado de chegada, consumo de combustível previsto, tempo previsto para o destino, maior será seu nível de consciência situacional e menor o tempo de resposta a imprevistos que possam vir a ocorrer. (ENDSLEY, 1999).

4. TOMADAS DE DECISÃO NO COCKPIT

A tomada de decisão é uma das ações mais importantes e desafiadoras para um piloto, seja em voo ou no solo, sendo determinante para a segurança de voo. Ela é definida como um processo cognitivo que resulta na seleção de um curso de ação entre vários cenários alternativos (LIMA, 2013). Quando um piloto enfrenta uma situação e toma uma decisão “incorreta”, ou demora para tomar uma decisão ou mesmo não toma nenhuma, coloca em risco diretamente a segurança de voo.

Endsley (1988), cita a consciência situacional como fator primordial para a tomada de decisão, sendo esta influenciada cognitivamente pela atenção e memória, principalmente. Os autores citados defendem que ao treinar tais habilidades cognitivas, poderá haver desenvolvimento da consciência situacional e da tomada de decisão nos pilotos, principalmente nos menos experientes. Pilotos antes, durante e depois do voo têm que tomar muitas decisões, sendo que essas decisões afetam diretamente a segurança, portanto, pode-se inferir que quanto mais rápidas e assertivas forem essas decisões, mais seguro será a operação.

Figura 5: Porcentagem de causa de acidentes dos fatores humanos



Fonte: SIPAER, 2022, p.1

Este gráfico do SIPAER (2022), indica a porcentagem dos fatores contribuintes de acidentes e incidentes ocorridos no Brasil nos últimos 10 anos, e dentre eles se destacam 3 fatores que incluem CS e tomada de decisão: julgamentos de pilotagem, processo decisório e

percepção. Somados esses 3 fatores representam 23,07% das ocorrências gerais e separadamente julgamentos de pilotagem foram 11,29% dos acidentes, 2,01% dos incidentes, processo decisório 5,04% e 0,75%, e percepção com a menor parcela representou 3,13% dos acidentes e 0,75% de incidentes.

O julgamento de pilotagem acontece na mente do piloto, quando ele escolhe dentre várias alternativas, a melhor ação para determinada circunstância. Por muitos anos, acreditou-se que o bom julgamento era consequência natural da experiência de voo acumulada. No entanto, as estatísticas mostram que erros de julgamentos também são cometidos por pilotos experientes. Assim, conclui-se que o adequado julgamento é resultado de habilidades treinadas e aplicada independentemente de experiência previamente adquirida.

Ainda, segundo Lima (2013), a tomada de decisão pode ser de dois tipos, analítica ou automática (naturalística). No primeiro tipo, o tomador de decisão possui tempo hábil para avaliar a situação, identificar as opções disponíveis, analisar a relação custo x benefício de cada opção e então decidir o melhor curso de ação. Pilotos durante um planejamento de voo, por exemplo, tomam esse tipo de decisão. O segundo tipo, automática, o tomador de decisão não possui tempo hábil para fazer tantas considerações, ele apenas avalia a situação (reconhece) e toma um curso de ação, sendo este tipo a mais comum que os pilotos enfrentam em voo.

Para que a tomada de decisão automática aconteça, o piloto usa, basicamente, sua memória, experiência e treinamento, sendo que a velocidade e a assertividade na solução de problemas são uns dos principais fatores que diferenciam pilotos experientes (experts, ou especialistas) de pilotos novatos. (LIMA, 2013).

Pilotos experientes demonstram possuir uma capacidade cognitiva mais avançada, através de decisões mais assertivas, rápidas e quase diretas do curso de ação adequado, sendo que essas decisões são tão rápidas que aparentam ser intuitivas.

A evolução desses processos cognitivos nos pilotos mais “especialistas” está relacionada com o desenvolvimento de suas habilidades de voo, resultado de experiência, treinamento e capacidade de uso de sua memória, seja ela de longa duração (*long term memory*) ou a memória operacional (*working memory*), além de outras habilidades cognitivas, como a atenção, solução de problemas, processamento de informação e esquemas mentais (ADAMS, 1993).

O termo ADM (*Aeronautical Decision Making*) em português tomada de decisão aeronáutica é um sistema utilizado para promover o processo mental utilizado a bordo das aeronaves para determinar a melhor sequência de ações em resposta para as circunstâncias apresentadas. É o que um piloto pretende fazer baseado nas últimas informações que ele tem.

ADM é uma abordagem sistemática para avaliação de risco e gestão de estresse. Para compreender ADM é necessário saber como atitudes pessoais influenciam as tomadas de decisão e como essas atitudes podem ser modificadas para aumentar a segurança no *cockpit*. (HANDBOOK, 2016).

Quando testados, os pilotos que receberam treinamento ADM cometem menos erros no voo do que aqueles que não haviam recebido o treinamento. As diferenças foram estatisticamente significativas e variam cerca de 10 a 50% menos erros de julgamento. No ambiente operacional, um operador que voa cerca de 400 horas por ano demonstrou uma redução de 54% na taxa de acidentes após receber este treinamento. (HANDBOOK, 2016).

Ao contrário da opinião popular, o bom julgamento pode ser ensinado. A tradição sustentava que ele era um subproduto natural da experiência. Com base na tomada de decisão convencional, a ADM melhora o processo para diminuir a probabilidade de erro humano e aumentar a probabilidade de um voo seguro. A ADM fornece uma abordagem estruturada e sistemática para analisar mudanças que ocorrem durante um voo e como essas mudanças podem afetar o resultado seguro de um voo. O processo ADM aborda todos os aspectos da tomada de decisão no *cockpit* e identifica as etapas envolvidas na boa tomada de decisão.

Para ajudar os pilotos a aplicar melhor os princípios da ADM, a FAA adotou o Modelo 3-P (Perceber - Processar - Executar). Este processo de três etapas oferece uma abordagem simples e sistemática para realizar cada tarefa ADM durante todas as fases de voo. Para usá-lo, são necessários:

- Perceber as informações e circunstâncias do voo;
- Processar avaliando seu impacto na segurança de voo;
- Executar aplicando o melhor sentido de ação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a automação tenha tornado a aviação mais segura, através dessa pesquisa concluiu-se que sistemas automatizados podem tornar alguns erros da tripulação mais evidentes e, às vezes, ocultar outros ou torná-los menos evidentes.

Há preocupações sobre o efeito da dependência da automação que se traduz em uma falta de habilidades básicas de voo que podem afetar a capacidade do piloto de lidar com uma emergência ou situação anormal, como uma falha mecânica súbita e ainda os episódios

de perda de consciência situacional na fase de aproximação que podem ter consequências graves, devido ao fato de ser a fase mais crítica do voo.

A automação induz as tripulações a complacência que é uma atitude pessoal de relaxamento e de rebaixamento dos padrões de segurança na execução de uma tarefa ou na tomada de uma decisão. Ela ataca principalmente aqueles que se julgam experientes e profundamente familiarizados com seu tipo de atividade, pois estas condições geram uma diminuição do nível de alerta e do cuidado com os detalhes.

Com o tempo, as habilidades de voo manual das tripulações de voo automatizadas se deterioraram devido à dependência excessiva de computador. Os pilotos passam a ter menos proficiência manual quando essas habilidades são necessárias para retomar manualmente o controle direto da aeronave.

Quando aeronautas acostumados a voar com sistemas eletrônicos são submetidos a executar manobras sem piloto automático, os parâmetros da aeronave e os de controles de voo demonstram claramente alguma deficiência das habilidades de voo.

Durante manobras normais, como curvas para proas aleatórias sem o *Flight Director* (indicador de trajetória), estes profissionais apresentam alguma dificuldade para encontrar a proa solicitada até conseguir, em circunstâncias nas quais os operadores necessitam realizar várias tarefas em simultâneo, como é o caso de situações causadas por meteorologia adversa, alta densidade de tráfego aéreo e emergências, a taxa de detecção de falha do sistema automático é menor, o que gera uma complacência induzida.

A complacência é mencionada como um dos principais fatores relacionados à falta de atenção na supervisão de automação, pilotos que trabalham com altos níveis de automação têm maior chance de perder o controle situacional. A complacência induz a tripulação a um estado de autoconfiança nos sistemas computadorizados além de certa omissão dos pilotos com o monitoramento dos sistemas embarcados nas aeronaves devido ao fato de estas serem muito confiáveis. Ainda pode ocasionar também a redução da precisão ou atraso na detecção de uma falha no controle automatizado de uma tarefa de voo.

As consequências de desempenho associados à complacência não são observadas quando a única função do operador é monitorar a automação, mas sim quando ele se encontra realizando várias em simultâneo, como durante um pouso ou uma decolagem, situações em que os tripulantes geralmente estão com sua atenção voltada a velocidade, altitude, razão de subida ou descida no caso de estar pousando.

Nas circunstâncias de um sistema automático da aeronave vir a apresentar falha, a probabilidade do operador não se atentar a alarmes automáticos, sinais visuais e auditivos é

grande. Pode causar acidentes, uma vez que uma pane da aeronave não solucionada a baixa altitude e alta velocidade pode trazer consequências fatais.

Em situações como essas as pessoas frequentemente demoram a detectar a ocorrência de um problema que requer sua intervenção. Uma vez detectado, um tempo extra também é requerido para determinar o estado do sistema e entender suficientemente o que está acontecendo para poder agir de forma eficaz. O tempo extra associado à realização dessas etapas pode ser crítico. O resultado varia de um ligeiro atraso no desempenho humano a falhas catastróficas com grandes consequências.

A automação tem sido adotada na aviação como um meio de reduzir o erro e aumentar a eficiência. Como as primeiras aeronaves eram extremamente instáveis e difíceis de controlar, a automação de aeronaves foi introduzida para complementar e auxiliar a tripulação a realizar as tarefas que eram difíceis ou, até em alguns casos, impossíveis sem a ajuda de uma máquina. Posteriormente, evidenciou-se que a automação poderia aliviar a carga de trabalho dos pilotos, os quais tinham cada vez mais um aumento de tarefas a bordo à medida que a complexidade das aeronaves aumentava.

Os Primeiros estudos sobre a Consciência Situacional foram realizados por Mika Endsley na década de 1980 e coincidiram com a introdução da automação na aviação, portanto estudos sobre os efeitos desta na Consciência Situacional das tripulações não foram realizados.

Os níveis de vigilância dos sistemas automáticos e o monitoramento de elementos e alerta não devem ser reduzidos ou ignorados, além dos procedimentos padronizados de segurança, como *checklist* sempre devem ser executados a fim de se manter uma boa comunicação e interação entre homem-máquina. É recomendado que pilotos mantenham suas habilidades de voo e capacidade de manobrar aeronaves manualmente sempre atualizada. Recomenda-se que os pilotos de aeronaves automatizadas ocasionalmente desengatem a automação e voem manualmente a aeronave para manter a proficiência manual. É imperativo que os pilotos entendam que o EFD (*Electronic Flight Display*) assim como os demais sistemas eletrônicos aumenta a qualidade geral da experiência de voo, mas também pode levar a uma catástrofe se não forem utilizados adequadamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, R. J. **How Experts Pilots Think: Cognitive Processes in Expert Decision Making.** Flórida. Federal Aviation Administration, 1993.

AIRBUS. Flight Operations Briefing Notes. Human Performance. **Enhancing Situational Awareness**. 2007.

CAMPOS, Antônio Carlos Vieira de. **Procedimentos operacionais**. Palhoça, Santa Catarina: UNISULVIRTUAL, 2013.

DIAS, J. A.; NASCIMENTO, M. S. A. **Comunicação empresarial: A importância da comunicação nas organizações e o advento de novas tecnologias**. Revista Científica da FASETE, n. 2, 2016.

ENDSLEY, Mica R. **Situation Awareness in Aviation System**. 1999.

_____. **Situation awareness global assessment technique (SAGAT)**. Aerospace and Electronics Conference, 1988. NAECON 1988. Proceedings of the IEEE 1988 National, p. 789–795, 1988.

_____. **Design and evaluation for situation awareness enhancement**. **Proceedings of the Human Factors**. Society Annual Meeting, 32, n. 2, October, 1988.

_____. **Situation awareness in aviation systems**. In: J. A. WISE; V. D. HOPKIN; D. J. FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION- FAA. **Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge**, U.S. Department of Transportation, 2016.

FAA. Federal Aviation Administration, “**Advisory Circular Nr. 120-51E. Change Description: Subject: Crew Resource Management Training**”, Federal Aviation Administration. 2004.

FLIN, Rhona; O’CONNOR, Paul; GARET, Crichton. **Safety at the Sharp End: A Guide to Non-Technical Skills**. Inglaterra: Ashgate, 2008.

GARLAND (Eds.), **Handbook of aviation human factors**. 2^a. ed. [S.l.]: CRC Press, 2010. ICAO. Circular 234 - AN/142: **Operational implications of automation in advanced technology flight decks**. Montreal, Quebec, Canada, 1992.

JOHNSTON, N., “**Responding to emergencies and abnormal events**”, Dublin: Aerospace Psychology Research Group. Trinity College Dublin, 2003.

KAPLAN, S. The Restorative Benefits of Nature: Toward an Integrative Framework. **Journal of Environmental Psychology**, 15, 169-182, 1995.

LIMA, A.E. **Tomada de decisão em voo: habilidade decisiva para o piloto seguro**. SSV. 2013. Disponível em: <<http://www.ipev.cta.br/ssv/images/noticias/Mini-curso-elvis-2013.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2022.

MCA 63-15. **MANUAL DE FATORES HUMANOS NO GERENCIAMENTO DA SEGURANÇA OPERACIONAL NO SISCEAB**, 2012. p. 10.

NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD, **NTSB-AAR-79-7 AIRCRAFT ACCIDENT REPORT**, Portland, Oregon. December 28, 1978.

OACI. Human Factors Guidelines for Safety Audits Manual – **DOC 9806 AN/763**. 2ª ed. 2002. Disponível em: <<https://cyberleninka.ru/article/n/transmission-of-information-and-communication-as-a-human-factor-crucial-in-aircraft-maintenance>>. Acesso em: 22 set. 2022.

PARASURAMAN, R.; BAHRI, T. **Theory and design of adaptative automation in aviation systems**. Washington, DC: The Catholic University of America, 1992.

PERLES, J. B. **Comunicação: conceitos, fundamentos e história**. Bocc, 2006.

SIPAER. Sistema de Prevenção e Investigação de acidentes Aeronáuticos. **Relatório Final, PPVMK**, 23 de abril. 1989.

STEVEN J. L. *APUD* STRAUCH: **Manual De Fatores Humanos Em Sistema De Transporte Aereo**, CCR PRESS, 2017.

WELLS, A. T. **Commercial Aviation Safety**. New York: McGraw-Hill, 2001.

WIERNER, E. L. et al. **The impact of cockpit automation on crew coordination and communication: i. overview, loft evaluations, error severity, and questionnaire data**. Moffett Field, California: NASA, 1991.

ANEXO



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
GABINETE DO REITOR

Av. Universitária, 1069 • Setor Universitário
Caixa Postal 88 • CEP 74605-010
Goiânia • Goiás • Brasil
Fone: (62) 3246.1000
www.pucgoias.edu.br • reitoria@pucgoias.edu.br

RESOLUÇÃO nº 038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante Carlos Eduardo Dias Rosa
do Curso de Ciências Aeronáuticas, matrícula 2012.1.0047.02067
telefone: 6299436 e-mail carloseduardo@gmail.com
na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do Autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado Consciência Situacional nos cockpits,
gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto(PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 29 de Setembro de 2022.

Assinatura do autor: Carlos Eduardo Dias Rosa

Nome completo do autor: Carlos Eduardo Dias Rosa

Assinatura do professor-orientador: _____

Nome completo do professor-orientador: _____