



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

RODOLPHO ANCHIETA ALEXANDRE GARCIA

**O CONTEXTO HISTÓRICO DO CRM E SUA RELAÇÃO COM A SEGURANÇA DE
VOO**

Palhoça

2022

RODOLPHO ANCHIETA ALEXANDRE GARCIA

**O CONTEXTO HISTÓRICO DO CRM E SUA RELAÇÃO COM A SEGURANÇA DE
VOO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Ciências
Aeronáuticas da Universidade do Sul de
Santa Catarina como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Ciências Aeronáuticas

Orientador: Prof. MSc. Antônio Carlos Vieira de Campos

Palhoça

2022

RODOLPHO ANCHIETA ALEXANDRE GARCIA

**O CONTEXTO HISTÓRICO DO CRM E SUA RELAÇÃO COM A SEGURANÇA DE
VOO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em Ciências Aeronáuticas e aprovado em sua forma final pelo Curso de Ciências Aeronáuticas da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 20 de junho de 2022.

Professor e orientador Prof. MSc. Antônio Carlos Vieira de Campos
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Avaliador Prof. Esp. Marcos Fernando Severo de Oliveira
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico este trabalho aos meus pais que foram fonte inesgotável de apoio durante esta jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao corpo de professores da UNISUL que foram compreensíveis e amigos, lecionando com todo apoio em um dos momentos mais sombrios dos últimos tempos. Em meio a pandemia que o mundo enfrentou, foi possível contar com as brilhantes lições deste corpo docente, sendo útil ainda mais no enfrentamento de tão difícil período.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo compreender sobre o Crew Resource Management (CRM), seu conceito histórico e sua utilização dentro da cabine de comandos. O CRM ao longo do tempo se demonstrou como ferramenta eficaz para aumentar os níveis da segurança operacional no modal aéreo. A comunicação assertiva e a interação proativa são características de profissionais solidamente comprometidos com a segurança de voo. É inexecutável que se faça um voo seguro sem se utilizar dos treinamentos advindos da filosofia do CRM. Sendo assim, ao verificar ideias e conceituar o histórico desta ferramenta importante, é possível aferir que as prerrogativas para um voo em segurança partem da premissa da execução do CRM. Este trabalho é caracterizado dentro da modalidade explicativa, possuindo abordagem qualitativa. A análise dos dados foi feita por meio da argumentação e aceitação de ideias por parte de outros autores. Ao finalizar o trabalho, foi possível concluir que a não observância do que rege a filosofia do CRM acaba por assim ferir a segurança de voo, tornando insegura a atividade aérea, uma vez, que esta filosofia aumenta a consciência situacional dos tripulantes, sendo útil para evitar acidentes e controlar situações de emergências tanto em voo quanto no solo.

Palavras-chave: Crew Resource Management. Segurança Operacional. Voo. Emergência.

ABSTRACT

This work aimed to understand about Crew Resource Management (CRM), its historical concept and its use inside the cockpit. Over time, CRM has proven to be an effective tool to increase operational safety levels in air transport. Assertive communication and proactive interaction are characteristics of professionals solidly committed to flight safety. It is unfeasible to make a safe flight without using the training resulting from the CRM philosophy. Therefore, by checking ideas and conceptualizing the history of this important tool, it is possible to verify that the prerogatives for a safe flight are based on the premise of the CRM execution. This work is characterized within the explanatory modality, having a qualitative approach. Data analysis was carried out through argumentation and acceptance of ideas by other authors. At the end of the work, it was possible to conclude that the non-observance of what governs the CRM philosophy ends up hurting the flight safety, making the aerial activity unsafe, since this philosophy increases the situational awareness of the crew, being useful for prevent accidents and control emergency situations both in flight and on the ground.

Keywords: Crew Resource Management. Operational Security. Flight. Emergency.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Imagem 1 – Protótipo de Leonardo da Vinci	10
Fotografia 2 – O “14 Bis”	12
Figura 1 – Comandos do “14 Bis”	13
Imagem 2 – Cabine do Boeing 707	14
Imagem 3 – Ornitóptero	16
Imagem 4 – Boeing 787	16
Fotografia 2 – <i>Wright Flyer III</i> antes do acidente	21
Figura 2 – Modelo SHEL criado em 1972	24
Figura 3 – Queijo Suíço de James Reason	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
a.C	Antes de Cristo
CRM	<i>Crew Resource Management</i>
CIAC	Centro de Instrução da Aviação Civil
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
OACI	Organização de Aviação Civil Internacional
SO	Segurança Operacional
SOP	<i>Standard Operation Procedures</i>

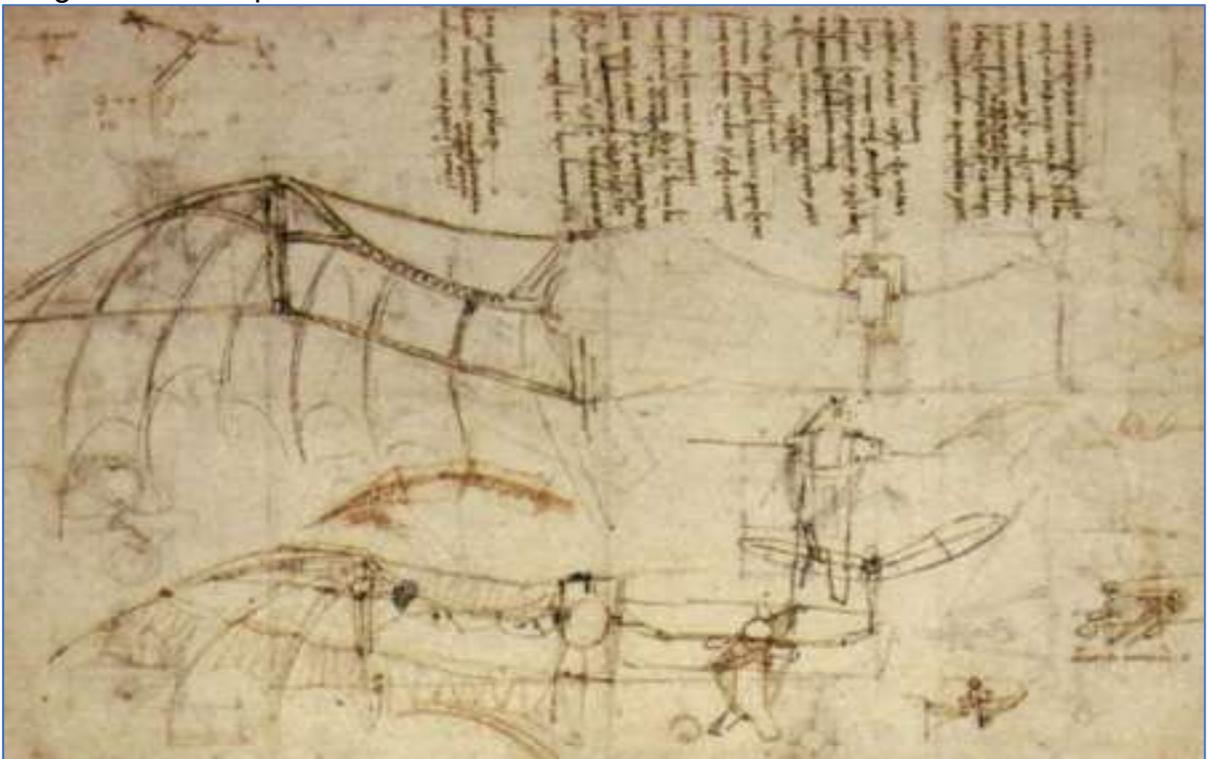
SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 PROBLEMA DA PESQUISA.....	15
1.2 OBJETIVOS.....	15
1.2.1 Objetivo Geral.....	15
1.2.2 Objetivos Específicos.....	15
1.3 JUSTIFICATIVA.....	15
1.4 METODOLOGIA	18
1.4.1 Natureza da pesquisa e tipo de pesquisa	18
1.4.2 Materiais e métodos.....	18
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	18
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1 SEGURANÇA OPERACIONAL	20
2.2 CONTEXTO HISTÓRICO DO CRM.....	23
2.3 O CRM NA PRÁTICA.....	26
2.4 COMUNICAÇÃO ASSERTIVA E O COCKPIT ESTÉRIL.....	28
3 CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

A história da aviação é antiga e a evolução das aeronaves é verificada através das grandiosas aeronaves que sobrevoam os céus todos os dias, contudo, antes mesmo de Santos Dumont e os Irmãos Wright disputarem quem realmente foi o inventor do avião, o primeiro contato com a força de sustentação¹ se deu na China e posteriormente em território japonês. Segundo Das (2017), existe uma crença popular que relata que as pipas foram inventadas em território chinês, cerca de 200 a.C, e também pelo fato de os materiais necessários para construir uma estarem disponíveis aos chineses, como o bambu, resistente para uma estrutura leve e forte, seda de alta resistência para linha de voo e o tecido de seda para material de vela. Também há a existência de lendas sobre o anseio do homem por voar, de acordo com Voando na Base (2017), “a história mais antiga sobre um voo planado pode ser encontrada na mitologia grega. Para fugir do labirinto onde estavam presos, Ícaro e seu pai Dédalo constroem asas artificiais com cera de abelha e penas de gaivotas.”

Imagem 1: Protótipo de Leonardo da Vinci



Fonte: RIBEIRO (2013)

¹ A força de sustentação é uma das quatro forças que agem em uma aeronave, sendo a diferença de pressão entre as partes superior e inferior da asa que geram essa força que “sustenta” a aeronave em voo.

De acordo com a Imagem 1, Ribeiro (2013), explica que “foram muitos os pioneiros da asa delta que arriscaram a vida, a integridade física, a reputação e a fortuna, com o objetivo de voar” e o italiano Leonardo da Vinci foi outro sonhador que em pleno período renascentista esboçava o que viria a ser no futuro grandiosas aeronaves, transportando milhares de passageiros todos os dias e sendo um segmento de importância inestimável para a humanidade.

O sonho de voar e o primeiro contato com as forças de sustentação se deram em tempos antigos e em largo espaço de tempo em comparação com os feitos dos irmãos americanos, em 1903, e do brasileiro, em 1906, pois de acordo com Urpia (2010), da Vinci faleceu no ano de 1519. Grasson (2012), relata que Orville e Wilbur Wright são amplamente conhecidos como os pioneiros da aviação. Os irmãos passaram mais de dois anos testando a aerodinâmica de planadores, levando à criação direta do *Flyer 1*, contudo, de acordo com Bianch (2021), o voo dos americanos ocorreu por ter sido catapultado, ou seja, não alçou voo por meios próprios e devido a esta interferência externa

“A bordo do renomado 14-bis, no dia 23 de outubro de 1906, ele sobrevoou o campo de *Bagatelle*, na capital francesa, Paris. Mais de mil pessoas testemunharam tal feito, recebendo o reconhecimento do Aeroclube de Paris e da Federação Aeronáutica Internacional (FAI)” (BIANCH, 2021, online).

Por isso, o pai da aviação é considerado como sendo o brasileiro Alberto Santos Dumont, por ter conduzido seu voo sem interferências externas e em sua totalidade por meios próprios. Além disso, Bianch (2021, online) relata que “de acordo com a Força Aérea Brasileira e com o jornal britânico *The Independent*, Alberto Santos Dumont foi o primeiro a realizar um voo público”, fato que por haver testemunhas que comprovaram seu feito, recebe o título de “Pai da Aviação”.

Porém, foi através daqueles que sobre o sonho de voar, ousaram fazer pipas, ousaram imaginar, como é retratado na lenda sobre Ícaro, ousaram esboçar, como da Vinci, e os que ousaram fazê-lo, como é o caso dos Irmãos Wright e de Dumont, que o voo então se tornou possível.

Fotografia 2: O “14 Bis”



Fonte: BRASIL CULTURA (2019)

Com o avião sendo uma realidade, após sua invenção e grandes feitos a exemplo da Fotografia 2, a evolução das aeronaves ocorreu de forma acelerada, sendo o invento utilizado até mesmo em guerras civis, como no Brasil, na Guerra do Contestado. Contudo, o sonho desvirtuou-se e de acordo com Nogueira (2019, online), Dumont cometeu suicídio, pois “se viu desiludido e responsável pelas atrocidades feitas com a sua principal ideia”.

Passando o triste ocorrido com “o pai da aviação”, sua contribuição fantástica para a humanidade seguiu os trilhos da evolução, algo extremamente natural em vários segmentos e no setor da aviação não ocorreu de forma diferente. As inovações para as aeronaves se deram de uma maneira meteórica quando se verifica as mudanças recebidas que podem ser constatadas através dos estudos de Grasson (2012), onde aponta que, nos anos que datam a partir de 1903:

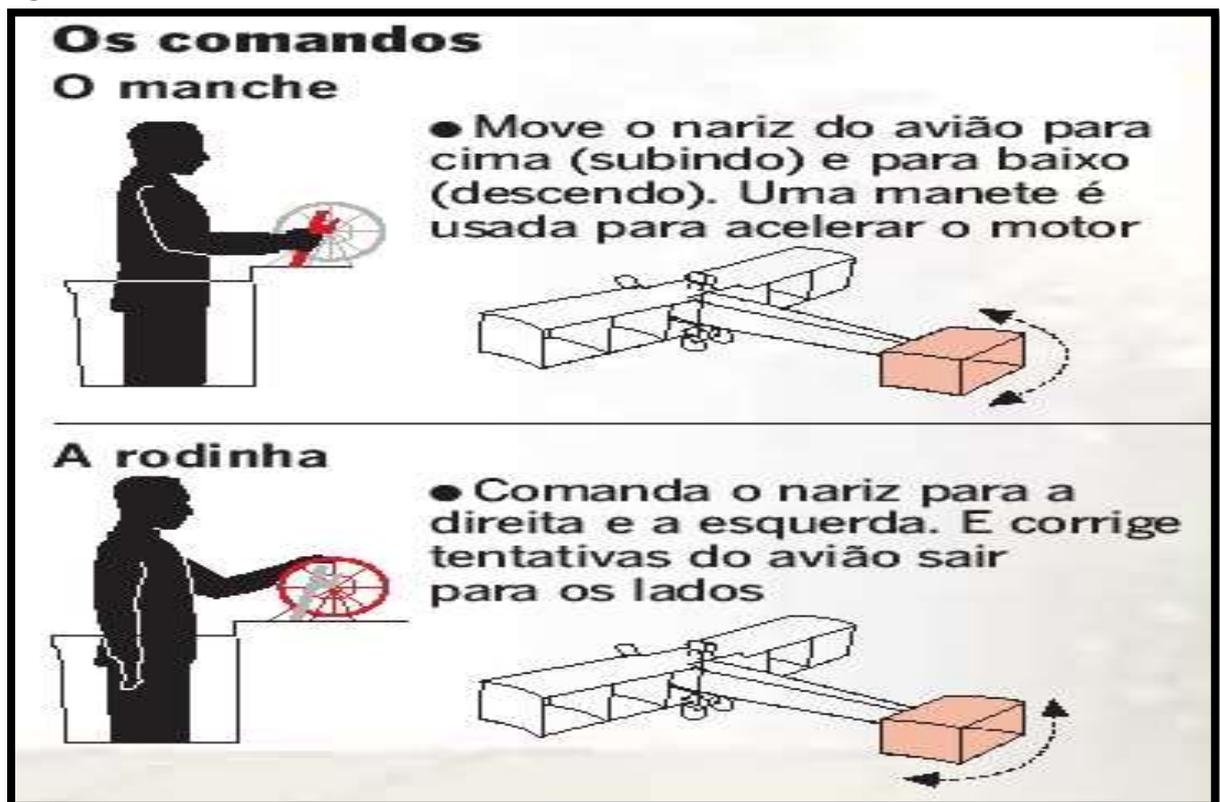
- 1903 - Os irmãos Wright voam 852 pés em seu primeiro voo;
- 1906 – Dumont realiza o voo com o “14 Bis”;
- 1909 - Glenn L. Martin (Lockheed Martin) lança a viagem inaugural de seu primeiro avião feito de seda e bambu;
- 1912 - Martin realiza o primeiro voo sobre o oceano (34 milhas);
- 1916 - William Boeing inicia a montagem final do hidroavião P&B em sua

casa de barcos em Lake Union 1917;

- 1918 - A Boeing Airplane Co. começa a entregar aeronaves para a Marinha;
- 1945 – A aeronave Stratofreighter C-97 bate um recorde transcontinental ao voar 2.323 milhas em 6 horas e 4 minutos, a uma velocidade média de 383 milhas por hora;
- 1947 - Chuck Yeager quebra a barreira do som;
- 1969 - O A300B, o primeiro jato bimotor do mundo, é lançado no Paris Air Show;
- 1978 - Boeing inicia a produção de 757 e 767;

No início os comandos do avião de Dumont eram relativamente muito simples, de acordo com a figura a seguir:

Figura 1: Comandos do “14 Bis”



Fonte: CABANGU (2018)

Após passados 51 anos desde a invenção de Dumont, o avião já passava a possuir um painel com instrumentos muito mais elaborados que auxiliavam os pilotos na navegação aérea, como retratado na Imagem 2, a seguir:

Imagem 2: Cabine do Boeing 707



Fonte: UBIRATAN (2020)

O *cockpit* do futuro de acordo com Casagrande (2015), deve ser cada vez mais tecnológico ao acompanhar a evolução, pois se tem a intenção de reduzir a carga de trabalho dos tripulantes, deixando a pilotagem mais segura e confiável. Ao debater-se sobre a questão da carga de trabalho da tripulação na cabine, questão essa que vai exatamente em frente à temática do *Crew Resource Management* – CRM.

De acordo com a FAA (2008), o conceito de gestão de recursos da tripulação no ambiente da cabine de comando era inicialmente conhecido como gerenciamento de recursos da cabine de comando, mas à medida que os programas de CRM evoluíram, passaram a incluir tripulações de cabine, pessoal de manutenção e outros. Uma definição atual inclui todos os grupos que trabalham de modo rotineiro com a tripulação de voo que está envolvida nas decisões necessárias para operar um voo com segurança.

Portanto, o CRM não se limita aos pilotos apenas, mas também aos despachantes, membros da tripulação de cabine, pessoal de manutenção e controladores de tráfego aéreo. O CRM é uma forma de abordar o desafio de otimizar a interface homem e máquina e acompanhar as atividades interpessoais, visando a segurança operacional ao modal.

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

Como o CRM pode tornar mais eficaz e segura as operações de voo com base na interação proativa e comunicação assertiva?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Compreender como o CRM torna mais eficaz e segura as operações de voo com base na interação proativa e comunicação assertiva.

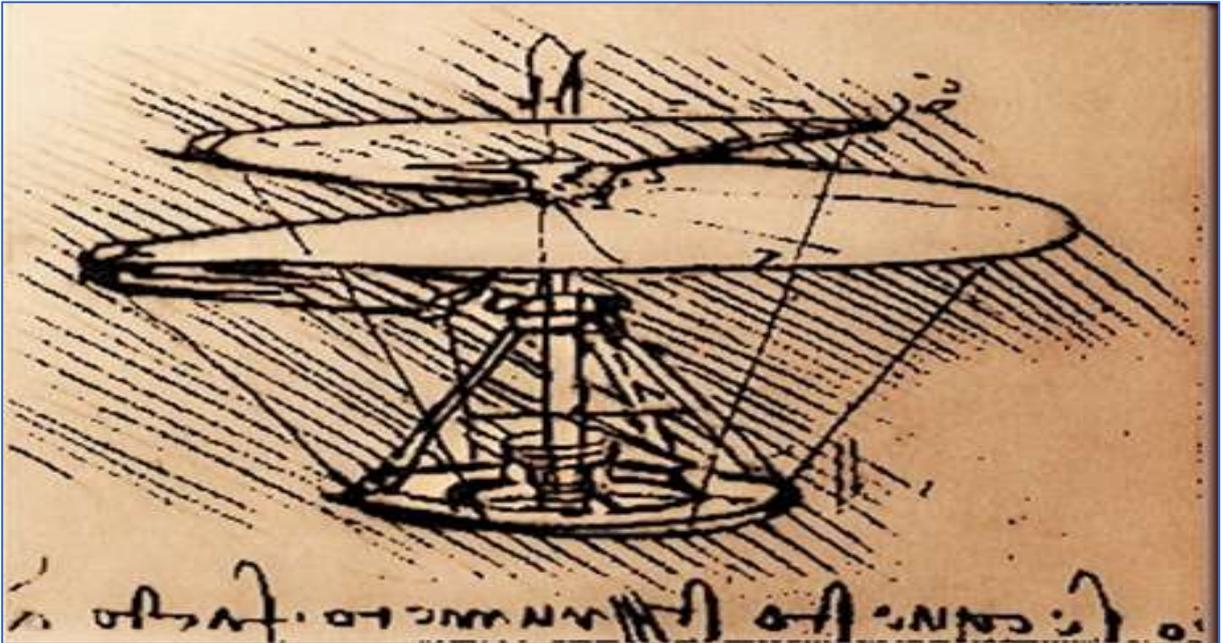
1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Sintetizar sobre a evolução das aeronaves.
- b) Compreender sobre a temática da segurança operacional na aviação.
- c) Descrever o conceito histórico do surgimento do CRM.
- d) Compreender como ocorre o CRM na prática dentro do *cockpit* através de uma comunicação proativa e assertiva.

1.3 JUSTIFICATIVA

Entender que tudo o que é vivenciado pela humanidade caminha para a evolução é algo aceito, sabido e compreendido, pois tudo muda em um ritmo constantemente sólido e sempre há uma esperança de que as coisas fiquem melhores com o passar do tempo (COEXISTE, 2021). De acordo com o Instituto Superior Técnico – IST (2021), desde da antiguidade o homem invejava a capacidade de voar dos pássaros e muitos personagens mitológicos das mais antigas civilizações já eram representados com asas. As aeronaves ganharam tecnologias com o passar dos anos cada período que os bravos pilotos desbravavam o ainda incerto caminho a ser traçado graças ao sonho de voar.

Imagem 3: Ornitóptero



Fonte: BIERRE (2019)

Em tempos mais recentes, os primeiros estudos relativamente técnicos sobre as possibilidades de o voo ocorrerem pelo intermédio de seres humanos foram feitos por Leonardo da Vinci, no Século XV, como pode ser exemplificado de acordo com a imagem 3.

A evolução é constatada de uma maneira pontual e certa quando se verifica de modo comparativo o esboço de da Vinci e uma aeronave da atualidade pertencente à empresa *Boeing*, o modelo 787.

Imagem 4: Boeing 787



Fonte: VIANA (2021)

Duque (2019), ao explicar sobre o fator material, operacional e humano traz o entendimento acerca da evolução das aeronaves no que se refere à composição das peças, estrutura material e fixações, então, verifica-se que o segmento aeronáutico teve evolução na área do fator material. Quando nos remetemos ao passado novamente, podemos compreender que os inventores como Dumont e os

Irmãos Wright eram também instrutores, pois tiveram o dom de criar e de ensinar a si próprios como domar uma máquina pelos ares. Sendo assim, com o passar do tempo ocorreram acidentes com aeronaves e para tanto, se fez necessário entender o real motivo dos acontecimentos com fatalidades num segmento que se espalhou por todo o globo através da compreensão por trás do fator humano, o elemento vivo que age e interage na cabine de pilotagem.

As estatísticas apontam, 70% dos acidentes aeronáuticos são causados por erros do piloto. Ambientes áridos dentro das cabines de comando, produzidos por comandantes que perderam a comunicação com sua tripulação, impedem a identificação das respostas para problemas na maioria das vezes, possíveis de serem solucionados a bordo, confirmando as estatísticas (FALCON, 2016).

De acordo com Ribeiro (2020), o treinamento de CRM surgiu por volta dos anos 70 e 80, após os investigadores de acidentes aéreos constatarem que os erros presentes foram ocasionados por uma má gestão dos recursos disponíveis na cabine de pilotagem da aeronave. Nessa época, o “C” da sigla CRM significava “*cockpit*” – cabine dos tripulantes e futuramente migrou para “*crew*” – tripulação. Falcon (2016), explica que o CRM deve ser uma atitude constante, mesmo quando tudo está indo bem durante o voo, de maneira que as habilidades oriundas desta filosofia estejam disponíveis e prontas para serem exercidas quando surgir uma situação de emergência.

Portanto, o CRM dentro da cabine de pilotagem acaba por tornar o ambiente aeronáutico seguro, cooperativo, eficaz e ordeiro, uma vez que preza pela comunicação pontual e atenção consciente voltada apenas para as tarefas pertinentes e necessárias à condução do voo (ENDSLEY *et al*, 2003). Assim como as aeronaves evoluíram dentro do contexto histórico e em relação direta ao fator material, evoluiu-se também as questões referentes ao fator humano, tratando-se, pois, do CRM, filosofia esta, que está diretamente relacionada com o aumento dos níveis de segurança de voo e não deve sob hipótese alguma ser abandonada ou deixada de lado pelos aeronautas durante suas missões pelo espaço aéreo.

O presente trabalho se faz útil aos profissionais inseridos dentro do contexto da aviação civil ou militar, pois tece informações sobre a temática do CRM que é altamente necessária para a segurança operacional no meio aeronáutico. Comunicação proativa e assertiva são algumas das habilidades requeridas por

profissionais da aviação e por serem baseadas na filosofia CRM e altamente necessárias para a segurança do segmento, torna o presente trabalho útil aos profissionais do segmento, sejam pilotos ou não.

1.4 METODOLOGIA

1.4.1 Natureza da pesquisa e tipo de pesquisa

Este trabalho possui natureza explicativa com procedimento bibliográfico, pois de acordo com Gil (2007), tem o intuito de explicar a razão da temática escolhida do CRM com a segurança de voo. A abordagem utilizada foi a qualitativa, pelo fato de que o referencial teórico é composto de dados qualitativos e não se fez necessário corroborar argumentos com dados numéricos

1.4.2 Materiais e métodos

Os materiais que foram utilizados para a produção deste trabalho foram aqueles considerados respeitantes e alusivos ao tema do CRM com a segurança das operações áreas.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho, após a conceituação introdutória foi dividido em um capítulo que possui 4 subdivisões secundárias. O capítulo de referenciação teórica alude a um breve contexto sobre o CRM.

A primeira seção secundária buscou tratar sobre a conceituação da segurança operacional e o que ela significa dentro do contexto aeronáutico.

A segunda seção secundária levantou o contexto histórico do CRM, bem como seu surgimento.

A terceira seção secundária teve como intuito demonstrar a real utilidade do CRM na prática com situações hipotéticas.

A quarta seção buscou discriminar a questão de real importância da comunicação assertiva e do “cockpit estéril” para com a segurança de voo.

No fim, foi realizado o parecer conclusivo acerca do que foi estudado.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Brasil (2009) define que a questão da segurança operacional na aviação ocorre quando o estado de garantia da integridade física e patrimonial dos usuários do sistema de aviação civil em virtude das iminentes e potenciais ameaças ao segmento aeronáutico se mantém em um nível controlado. Antigamente, as aeronaves possuíam poucos instrumentos à disposição dos pilotos e naturalmente, com o passar do tempo, a evolução ocorreu e o desenvolvimento de tecnologias aumentou a quantidade de itens que necessitariam de um gerenciamento mais incisivo por parte de quem comandasse a aeronave.

O CRM, de acordo com Duque (2019), surgiu para sanar problemas comuns que foram visualizados no passado como:

- Liderança e monitoramentos inadequados;
- Falha na delegação de tarefas;
- Falha na seleção de prioridades;
- Falha na comunicação na cabine;
- Falha no gerenciamento de cabine;

Um piloto deve agir sobretudo com liderança, pois ao comandante de acordo com Filgueira (2021), compete a este a responsabilidade sobre todos a bordo, bem como a segurança de voo. A comunicação deficiente já foi causa de muitos acidentes no passado, aliado à falta de liderança, que repercute negativamente na delegação de tarefas e acaba tendo como produto um severo prejuízo no gerenciamento de cabine e, assim, intercorrem acidentes por causa das falhas em razão do fator humano.

O CRM na atualidade, pode ser compreendido de maneira simples como o exercício da atividade aérea de maneira padronizada aliada à uma comunicação proativa dentro da cabine de pilotagem. Desde o início da formação dos aspirantes a pilotos, os instrutores costumam instruir os novos alunos sobre como devem exercer o CRM a bordo.

Esta filosofia e modo de agir dentro de voo pode ser utilizada principalmente na execução dos *checklists*, quando um piloto lê a informação e o outro verifica (trabalho em equipe). Pode-se, também, visualizar o CRM nas delegações de

tarefas, nas opiniões entre a tripulação sobre a melhor maneira de solucionar um problema em voo ou em solo entre os colaboradores.

As estatísticas não mentem: mais de 85% das ocorrências tiveram como principal fator contribuinte a falha humana. Para tentar minimizar o "erro", operadores realizam frequentemente cursos de CRM (*Crew Resource Management*), que em português se traduz como Gerenciamento dos Recursos de Tripulação. O significado da letra "C" de CRM, porém, já foi adaptado para o termo em inglês "Corporate", ou seja, o CRM envolve não só tripulantes, mas toda a companhia aérea, incluindo os funcionários que ocupam cargos administrativos (CAMARGO, 2021, online).

Ainda de acordo com Camargo (2021), este, tece que a comunicação graças ao CRM é um fator positivo que mantém elevado os níveis da segurança operacional. A importância desta filosofia é tamanha, que não se restringe apenas às atividades dentro da cabine de comando, se estendendo também para as áreas organizacionais como o serviço de atendimento ao cliente (SAC), por exemplo.

Sendo assim, o CRM se apresenta como ferramenta adequada e positiva para aumentar a segurança da atividade aérea. Pilotos e colaboradores fazem uso da comunicação proativa e assertiva para que consigam desempenhar suas tarefas e atribuições de modo pleno e eficiente.

2.1 SEGURANÇA OPERACIONAL

A evolução que atingiu o segmento aéreo desde que as primeiras aeronaves alçaram voos é marcante e logicamente, com cada avanço por parte das novas tecnologias acabavam tornando as aeronaves cada vez mais complexas de serem operadas. Sendo a aviação um modal de suma importância em serviço da humanidade, no mesmo patamar se põe o nível de preparação e comprometimento dos profissionais do setor para com a segurança de voo.

A questão da segurança é importante em todos segmentos, contudo é na aviação que ela atinge um caráter excepcional, pois quando um indivíduo põe a segurança de uma aeronave em risco, põe em risco juntamente todos que estão a bordo, além de pessoas e bens no solo. Ao contrário da interpretação da segurança em outros segmentos, por exemplo, se um profissional da saúde comete um erro que fira os protocolos de segurança da sua unidade, ele coloca em risco a vida de apenas uma pessoa, o paciente.

A segurança operacional pode ser entendida como o estado no qual os riscos de lesões às pessoas ou danos às propriedades são reduzidos ou mantidos em (ou abaixo de) um nível aceitável mediante a um controle contínuo em forma de monitoramento em identificar e gerenciar riscos à aviação (C&R, 2010).

Quando as pessoas sonhavam com a possibilidade de voar, apenas vislumbravam em suas mentes como seria se tal vislumbre se tornasse realidade, o foco estava em o sonho de alçar voos dar certo, quando por fim deu, seja com o brasileiro ou os americanos, ambos inventores, o foco agora era a manutenção do sonho. Contudo, infelizmente ocorreram acidentes, este, ficando conhecido como o primeiro acidente aeronáutico com vítima fatal do mundo.

De acordo com Farias (2021), “um herói pouco lembrado da história da aviação é um norte-americano que, aos 46 anos, ajudou a mudar os rumos do transporte aéreo mundial, mas, infelizmente, não por um bom motivo[...]” Thomas Selfridge foi a primeira pessoa a morrer em um acidente de avião.

Fotografia 2: Wright Flyer III antes do acidente



Fonte: Farias (2021) *apud* WIKIMEDIA (2021)

O caráter reativo acontece muito atualmente e não seria diferente em outrora época quando ainda começavam as atividades com aeronaves e muito pouco se falava em segurança. A questão do caráter reativo pressupõe que só se busca medidas contra as ameaças à segurança depois de ocorrido o acidente. “Com a tragédia, os irmãos passaram a pesquisar novos meios para reforçar a segurança das

suas aeronaves” (FARIAS, 2021).

Durante os voos inaugurais, toda atenção estava voltada em ver as máquinas nos ares, o assunto da segurança não era pauta e tampouco assustava aqueles corajosos inventores. Com as guerras, os aviões se modernizaram e a aviação teve um grande avanço, não demoraria então para que os aviões começassem a transportar passageiros e assim, chegou-se em um consenso em 1944, em Chicago (EUA), que a aviação necessitava de regras e parâmetros a serem seguidos, graças e infelizmente aos acidentes dos desbravadores, que deram essa noção de importância para com a segurança, visando assim, o crescimento ordenado e o tráfego aéreo operando de modo seguro (BRASIL, 2016). Estabeleceu-se, então, a Organização de Aviação Civil Internacional – OACI, sendo uma agência responsável pelo desenvolvimento seguro da aviação mundial.

De acordo com Duque (2019), com o passar do tempo com vários aviões sobrevoando o globo terrestre, acidentes continuaram a ocorrer e começou-se, então, a investigar as causas dos acidentes com aeronaves, visto que humanos são passíveis de falharem, necessitava então estudos acerca do fator humano (piloto), que pilotava o fator material (aeronave) e estava sujeito ao fator operacional (falha mecânica).

A necessidade do estudo de fatores humanos na aviação, desencadeou na década de 70, o desenvolvimento do modelo SHEL de Edwards, que depois foi melhorado por Hawkins. O modelo que reflete os quatro elementos, S (Software), H (Hardware), E (Environment) e L (Liveware), leva em consideração o contato entre os elementos e produz o suporte para que se possa entender os fatores humanos, e principalmente aumentar a sua importância no meio aeronáutico (DUQUE, 2019).

Dentro do modelo SHEL, o “L” se relaciona com os outros três componentes, então, o ser humano (elemento vivo) passou a ser visto como o “x” da equação para se compreender os acidentes da época. Novamente, de acordo com Duque (2019), por haver a questão da falibilidade e a quantidade de instrumentos dentro do *cockpit*, necessita-se haver comunicação e interação na cabine e estas habilidades entre os membros da equipe, são aprofundadas com o CRM que assim, ajuda a tripulação a como dividir tarefas, se portar em situações críticas e manter a consciência situacional no voo. A consciência situacional é quando os pilotos estão cientes e conscientes de tudo que está ocorrendo ao redor da operação aérea.

Sendo assim, a filosofia CRM prega a interação entre os membros de uma

tripulação, contudo, não se limita aos aeronautas, se estendendo também aos profissionais de diversas áreas de um aeroporto.

O CRM, portanto, é extremamente útil pela grande quantidade de instrumentos que tornariam inexequível a operação em caso de um único piloto e ao promover interação, bem como a divisão de tarefas no *cockpit*, aumenta assim a consciência situacional e conseqüentemente a segurança da operação.

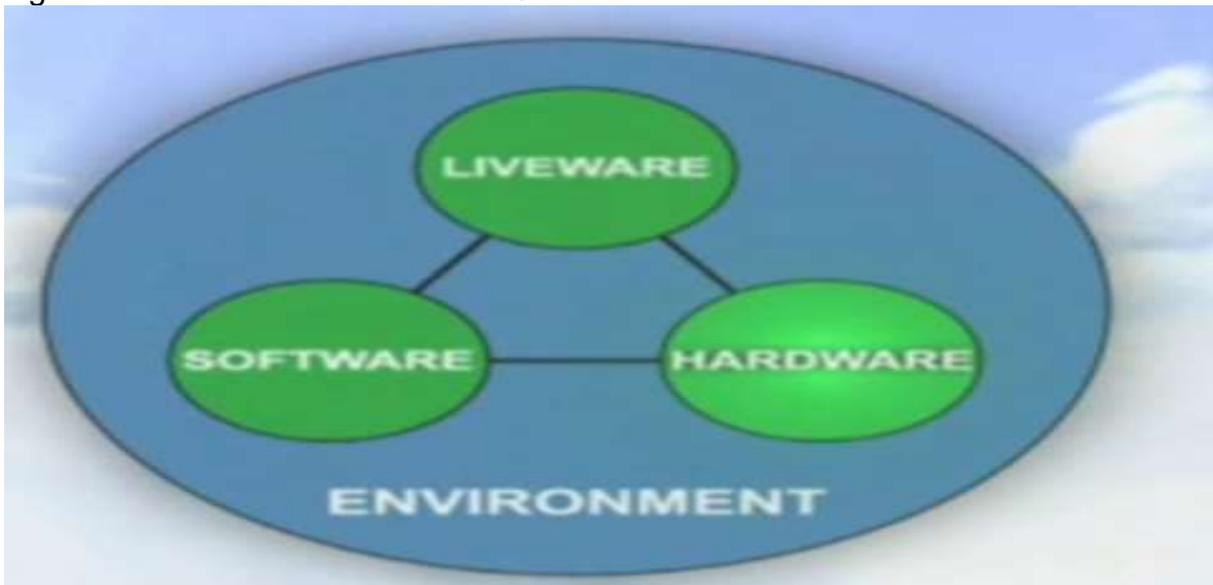
2.2 CONTEXTO HISTÓRICO DO CRM

Quando dos primeiros voos realizados pelo brasileiro e americanos, era então necessário apenas um responsável por comandar a aeronave em voo. Com o passar do tempo e graças a evolução contínua que cerca a humanidade isto mudou, pelo fato de que as aeronaves receberam tecnologia em seus aspectos estruturais e técnicos. No entanto, mesmo com a evolução das aeronaves, muitos acidentes ocorreram e em 1970, um em específico marcou-se como ponto crucial do nascimento do CRM.

De acordo com a FAA (2012), o gerenciamento de recursos da tripulação teve seu início na década de 1970, após uma série de acidentes mortais. Os pesquisadores descobriram que não era uma falha mecânica que causava a grande maioria dos acidentes, mas sim os erros causados pela tripulação, ou seja, o fator humano.

Tadeu (2021) explica que o acidente que marcou a história da aviação e foi responsável para o início dos estudos de CRM ocorreu devido ao voo 401 da Eastern Airlines. Nesse voo, três membros da tripulação ficaram distraídos com um problema relacionado com a luz do instrumento referente ao trem de pouso e ao tentarem resolver o problema, um dos pilotos acaba empurrando o manche e isso fez com que o piloto automático desligasse; a aeronave, por sua vez, começou a descer ligeiramente sem que nenhum dos três tripulantes percebessem. O gerenciamento de cabine negligenciado foi percebido apenas quando a aeronave estava muito próxima do solo, não restando nenhuma manobra evasiva àquela altura. O acidente apontou para uma falha grave de gerenciamento, delegação de tarefas e comunicação, pois três profissionais treinados não foram capazes de perceber a aeronave perdendo altitude enquanto estavam distraídos com um problema técnico.

Figura 2: Modelo SHEL criado em 1972



Fonte: FAA (2012)

De acordo com a Figura 2, o modelo de interação criado após estudos entre as relações e interações que ocorrem no meio da aviação apontou que existem quatro variáveis que se completam:

- liveware: controladores de tráfego aéreo, pilotos, comissários, equipe de solo, aqueles que estão diretamente no meio da aviação.
- software: manuais, SOP, legislações;
- hardware: é a cabine em si, *layout*, instrumentos, etc;
- environment: representa o ambiente interno da cabine e o externo, como outras aeronaves, tempo, ruído, etc.

Os pilotos começaram então entrar em um universo voltado as multitarefas realizadas em equipe. No ano de 1974, as teorias voltadas a manter a aviação em um nível de segurança adequado e tolerável, se deu através de Frank Bird, com a teoria do efeito dominó. Segundo a RLS Human Care (2018), cada peça do dominó representa um fator e que se um é negligenciado acaba caindo e influenciando negativamente nas peças seguintes. As peças são:

- Lack of: “falta de” gerenciamento;
- Basic causes: “causas básicas” como origens;
- Immediate causes: “causas imediatas” como sintomas;

- Accident: “acidente” como resultado;
- Injury: “ferimento” como consequência.

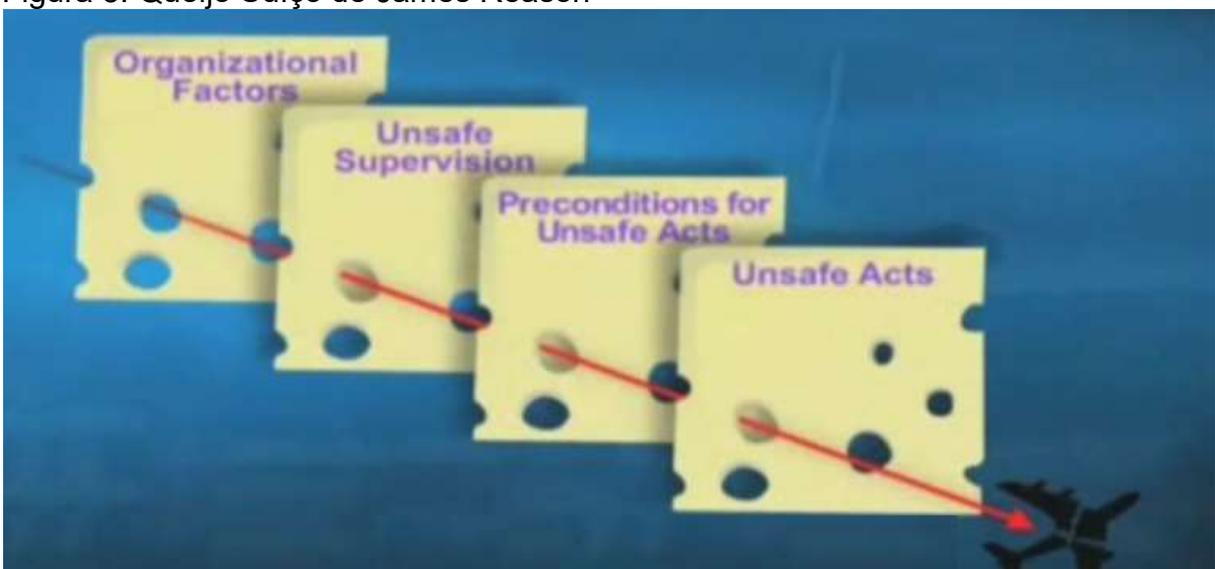
Traduzindo para um contexto aeronáutico, podemos compreender que um acidente ocorre por falta do gerenciamento, ou seja, o piloto não verificou que o velocímetro estava decaindo rapidamente na medida em que a aeronave subia; o copiloto, distraído, também não verificou o instrumento que apontava uma queda contínua; as causas básicas podem ser compreendidas como a distração e falta de atenção; as causas imediatas se refletem fisicamente com a aeronave entrando em estol, ou seja, perdendo sustentação e “caindo” no ar; o acidente, então, é o produto do efeito dominó como o ferimento.

Em 1990, a teoria do dominó foi renovada com a teoria do “queijo suíço” de James Reason. Maio (2012, p. 25) explica que:

Os orifícios no queijo representam a fraqueza individual de cada sistema, que pode ser exemplificado por um ato inseguro ou uma barreira ineficiente. Quando os orifícios de cada fatia estão alinhados, significa que o perigo ultrapassa todos os orifícios levando a falha

O “queijo” retratado por Reason possui diversos orifícios que representam diversos problemas e quando perfeitamente alinhados acabam resultando em um acidente (FAA, 2012).

Figura 3: Queijo Suíço de James Reason



Fonte: FAA (2012)

Os estudos acerca do CRM continuaram e em 1979 ocorreu um evento da NASA, que é a sigla em inglês para *National Aeronautics and Space Administration* (Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço), tratando do CRM e a sua importância durante o *workshop* sobre a psicologia da aviação (FALCON CIAC, 2016).

De acordo com a NASA (1987), a United Airlines foi a primeira companhia a desenvolver um treino com base na filosofia do CRM, contudo, o nome dado pela empresa americana foi CLR (*Command Leadership Resource Management*), os treinamentos eram focados para os pilotos e tinha como objetivo a interação assertiva dentro da cabine com um gerenciamento eficaz que mantivesse a segurança de voo.

2.3 O CRM NA PRÁTICA

O CRM visa aumentar a consciência situacional dos tripulantes dentro da cabine de pilotagem por meio de uma interação proativa e uma comunicação assertiva aliada ao trabalho em equipe. É comum que antes da partida de uma aeronave, antes mesmo de ações com base no *checklist*², seja realizado um “briefing” que se lê resumo, em português. Durante este resumo, o comandante trata com o copiloto quem será o *Pilot Flying* (PF) e quem será o *Pilot Monitoring* (PM) desta forma, a tripulação decide entre si quem irá ler a lista de verificações e quem irá executá-la. O PF é aquele que comanda a aeronave e PM é aquele que monitora/gerencia parâmetros e a comunicação com os controladores de tráfego aéreo.

- PM: Freios!
- PF: Freios acionados!
- PM: Flapes³ 15 graus!
- PF: Flapes 15 graus!

Quando o piloto que lê fala o que vê no *checklist*, ele diz em alto e bom tom, deste modo, o piloto que executa ao ouvir, irá realizar o que foi pedido. O trabalho em equipe é menos propício ao erro se comparado com a realização do mesmo trabalho de forma individual. Outra modo de aludir sobre a importância do CRM, parte

² Lista de verificação de ações que auxiliam a tripulação nas fases do voo.

³ Dispositivo hipersustentador utilizado nas aeronaves e que é útil em diversas situações como na decolagem e pouso.

da seguinte situação hipotética: dois pilotos são convocados pelo dono da aeronave que precisa decolar do Aeroporto do Campo de Marte, em São Paulo; o patrão deixara claro que precisava chegar com rapidez no Aeroporto Santos Dumont, no Rio de Janeiro; o comandante da aeronave buscando agilizar a saída, delega as ações que envolvem o envio do plano de voo e cálculos do peso e balanceamento a cargo do copiloto; realizado todas ações pertinentes e todos a bordo da aeronave, o comandante lê o *checklist* e o copiloto executa as ações; a aeronave decola, ganha altitude e quando cruza 1000 pés de altitude, o motor número dois falha repentinamente, rapidamente, o copiloto aciona o código de emergência 7700 no *transponder*⁴ e comunica no rádio que se encontra em emergência para o controlador de tráfego aéreo; o comandante controla manualmente a aeronave e agora, o copiloto passa a ler o *checklist* de emergência para realizar o passo a passo de reativar o motor; o avião consegue manter uma razão de subida de 350 pés por minuto e enquanto isso o copiloto passar a dizer em voz alta as ações requeridas conforme a lista de verificação:

- Copiloto: abrir *crossfeed*⁵!
 - Comandante: *crossfeed* aberta!
 - Copiloto: Magnetos em ambos!
 - Comandante: Magnetos em ambos!
 - Copiloto: velocidade para reacionamento 100 *knots*⁶ mínima!
 - Comandante: checado, 100 *knots*!
 - Copiloto: girar chave de ignição!
 - Comandante: ignição ligada!
- “o motor foi reacionado com sucesso”

Mesmo com a pressa, a tripulação não deixou de seguir o *checklist* requerido para cada fase do voo (acionamento, taxi, pré-decolagem, etc.), contudo, a demonstração de necessidade e importância do CRM ocorreu quando ainda em baixa altura a aeronave sofreu perda de potência em um dos motores e assim, o trabalho

⁴ Equipamento que envia informações da aeronave ao controle de tráfego aéreo.

⁵ Do Inglês, alimentação cruzada, é uma válvula que permite que o combustível de uma asa seja transferido para outra.

⁶ Medida de velocidade em *knots* ou nós do Sistema Internacional de Unidades.

em equipe juntamente com a comunicação assertiva e a interação proativa tornou capaz o reacionamento do motor que falhou. Enquanto o comandante se preocupou em pilotar a aeronave manualmente, o copiloto transmitiu a mensagem no rádio e leu na lista de verificações as medidas a serem tomadas no caso da falha de motor. Através da cooperação do CRM, a tripulação conseguiu sair de uma situação de emergência. Ressalta-se, que se houvesse apenas um piloto na aeronave, a carga de trabalho seria muito maior, pois o único piloto precisaria realizar todas as ações sozinho, aumentando as chances de insucesso da missão.

O CRM basicamente trata das delegações de tarefas e divisão da carga de trabalho e se faz necessário que durante as atividades relativas ao voo que o cockpit esteja livre de conversas paralelas nas quais não possuem nenhuma ou pouca relação com a operação.

Assim, o CRM aumenta a capacidade de os pilotos se manterem conscientes de tudo que os cerca em voo, logo, possuem uma melhor consciência situacional com a interação voltada apenas às atividades do voo.

2.4 COMUNICAÇÃO ASSERTIVA E O COCKPIT ESTÉRIL

Durante o exercício das atividades, os pilotos devem interagir de maneira pontual dentro da cabine apenas com comentários e diálogos referentes à operação da aeronave e se principalmente em fases críticas ao voo. A ANAC (2012), define que os segmentos mais críticos do voo são durante o pouso e a decolagem, uma vez ocorrem em uma baixa altura e a carga de trabalho dos pilotos se torna muito maior, dada a quantidade de recursos e controles que precisam gerenciar.

É preciso que os pilotos ajam de modo proativo durante o voo, ou seja, estejam atentos à um nível em que nada passe despercebido e que suas ações com base no CRM os ajudem a solucionar os problemas com eficiência. Kamia (2007), entendem que a proatividade é um comportamento em que as iniciativas de execuções de tarefas são realizadas de maneira espontânea e de modo eficiente pelo colaborador. Desta forma, espera-se que os pilotos ajam de modo proativo no desempenhar de suas atividades, mantendo-se atentos durante todas fases do voo.

A comunicação é o ato dos pilotos de modo natural de conversarem entre si, porém existe a comunicação aeronáutica, sendo esta de suma importância para a segurança de voo, uma vez que os controladores de tráfego aéreo permanecem

bilateralmente conectados com as aeronaves passando diversas instruções de altitudes, direções e velocidades. A comunicação deve ocorrer dentro do *cockpit* de modo assertivo, ou seja, “o comportamento assertivo pode envolver a produção de consequências reforçadoras diversas tanto para o indivíduo que age assertivamente, quanto para o grupo com o qual interage” (MARCHEZINI-CUNHA *et al*, 2010, p. 1). As consequências reforçadoras passam a estimular a equipe que vê a assertividade do outro e estimula assim um ambiente de trabalho consciente.

A questão da consciência situacional está envolvida com o ambiente, logo, a cabine. O Comando da Aeronáutica (2012), explica que estar consciente situacionalmente é responder dentro de um espaço de tempo cognitivamente através da percepção das situações que ocorrem em um dado momento. Desse modo, é imperativo que tudo que ocorra ao redor dos pilotos esteja dentro de suas percepções.

A comunicação assertiva, as atitudes proativas, o uso da filosofia CRM aliado ao regime de “*cockpit* estéril” torna a segurança de voo muito forte durante as rotinas laborais da tripulação. Somers (2017) explica que a cabine deve permanecer esterilizada, ou seja, livre de quaisquer assuntos que não se relacionam com a operação, pois, desse modo, a tripulação fica muito mais atenta e perceptiva situacionalmente de qualquer parâmetro anormal que venha a ocorrer.

De acordo com a FAA (2014), o *cockpit* esterilizado permite que a consciência situacional permaneça forte dentro da cabine, dessa forma, em caso de situações fora do comum, logo após a compreensão de uma anormalidade, a tripulação irá desempenhar o treinamento e ações com base no CRM buscando sanar o problema em equipe e assim manter a segurança da atividade.

3 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi verificar sobre como o CRM pode tornar mais eficaz e segura as operações de voo com base na interação proativa e comunicação assertiva. Assim, entendeu-se que todas estas habilidades aliadas ao cockpit estéril, tornam os pilotos muito mais conscientes e perceptivos do que pode ocorrer em sua volta durante os voos.

Pode-se concluir sobre como a evolução das aeronaves demandou uma interação pontual e concisa dentro da cabine e isso se tornou possível graças ao foco do CRM em manter os tripulantes focados no exercício de suas tarefas e ajudando-se mutuamente durante as suas atividades laborais.

Ao tratar da segurança operacional foi possível compreender que ela deve andar lado a lado com as operações aéreas, bem como, com o modo que os pilotos devem agir na cabine. Um piloto não proativo e não assertivo, está mais propício a cometer falhas do que o piloto que busca seguir a padronização e possui compromisso e responsabilidade com as tarefas pertinentes ao voo.

A comunicação proativa diz respeito ao cockpit estéril, ou seja, todo diálogo deve tratar apenas de assuntos pertinentes ao voo; e a assertividade também se relaciona com o voo quando os pilotos se encontram focados integralmente na operação e assim permanecem comprometidos com a segurança operacional. Entende-se que seria melhor que o cockpit estéril ocorresse durante todo o voo e não somente nas fases críticas como ocorre, assim, a percepção dos tripulantes pode ser mantida em sua integralidade.

Não se esgota, contudo, neste trabalho as conclusões acerca o CRM, devendo outros autores que nutrem interesse no assunto, diversificarem suas pesquisas no que tange a segurança de voo. As interações entre tripulantes devem estar focadas inteiramente no voo mesmo fora das fases críticas do voo (pouso e decolagem).

Portanto, para que a segurança das operações se mantenha em níveis elevados, isso ocorre graças ao CRM que repercute em uma comunicação assertiva e na interação proativa dentro da cabine de pilotagem.

REFERÊNCIAS

A evolução inevitável: a transição do sistema de pensamento. Coexiste, 2020. Disponível em: <https://coexiste.com.br/uncategorized/transicao-de-sistema-de-pensamento/> Acesso em: 03 mar. 2022.

A evolução ao longo da história. Instituto Superior Técnico. 2021. Disponível em: <https://sites.google.com/site/ahistoriadaaviacao/selecao-de-idioma-language-selection/esquema-do-site/btt-1> Acesso em: 03 mar. 2022.

A História do Voo Livre. Voando na Base. 2017. Disponível em: <https://voandonabase.wordpress.com/2013/05/05/a-historia-do-voo-livre/> Acesso em: 03 mar. 2022.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **ICA 63-12:** proteção ao voo - procedimentos para os órgãos do SISCEAB em caso de atos de interferência ilícita contra a aviação civil. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em <http://publicacoes.decea.gov.br/?i=publicacao&id=3659>. Acesso em: 03 mar. 2022.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **MCA 63-15:** proteção ao voo: manual de fatores humanos no gerenciamento da segurança operacional no SISCEAB. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://publicacoes.decea.gov.br/?i=publicacao&id=3838>. Acesso em: 20 abr. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. ANAC. **IS 91-001:** aprovação de aeronave e operadores para condução de operações PBN. Aprovação de aeronaves e operadores para condução de operações PBN. Brasília, 2012. Disponível em: <http://pergamum.anac.gov.br/arquivos/IS91-001C.PDF>. Acesso em: 20 abr. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. ANAC. **Idealização e evolução do SGSO.** 2016. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/gerenciamento-da-segurancaoperacional/idealizacao-e-evolucao-do-sgso>. Acesso em: 03 mar. 2022.

BRASIL. DECRETO Nº 6.780, DE 18 DE FEVEREIRO DE 2009. **Aprova a Política Nacional de Aviação Civil (PNAC) e dá outras providências.** 2009. Planalto. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6780.htm Acesso em: 30 mar. 2022.

BIERRE, Christine. Léonard de Vinci et la créativité dans la nature. **Solidarité e progrès**, 2019. Disponível em: <https://solidariteetprogres.fr/documents-de-fond-7/science/leonard-de-vinci-et-la-creativite> Acesso em: 03 mar. 2022.

CASAGRANDE, Vinícius. **Painéis integrados e visão sintética.** Aeromagazine. UOL, 2015. Disponível em: https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/paineis-integrados-e-visao-sintetica_2118.html Acesso em: 03 mar. 2022.

CAMARGO, Marcelo. **O copiloto também opina.** Aero Magazine. UOL. 2021.

Disponível em: https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/o-copiloto-tambem-opina_487.html Acesso em: 30 mar. 2022.

Conheça história de Santos Dumont e dos Irmãos Wright. Bianch. 2021. Disponível em: <https://blog.bianch.com.br/santos-dumont-x-irmaos-wright/> Acesso em: 03 mar. 2022.

DAS, Sourav. **Kites - The History Attached With It.** Sporteology. 2017. Disponível em: <https://sporteology.net/kites-flying-history/> Acesso em: 03 mar. 2022.

DUQUE, Felipe. **Você sabe o que é o CRM? Conheça essa ferramenta de segurança de voo.** EJ – Escola de Aviação Superior. 2019. Disponível em: <https://www.ej.edu.br/noticias/42/09-06-2019/voce-sabe-o-que-e-o-crm-conheca-essa-ferramenta-de-seguranca-de-voe> Acesso em: 03 mar. 2022.

ENDLSEY, M et al. **Designing for Situation Awareness: An approach to User-Centered Design.** Boca Raton: Taylor Francis Group 2003.

FILGUEIRA, Hilton Rayol. Atribuições do Comandante e o Poder de Polícia a Bordo de Aeronaves. **Direito Aeronáutico.** 2021. Disponível em: <https://direitoaeronautico.org/artigos/atribuicoes-do-comandante-e-o-poder-de-policia-a-bordo-de-aeronaves/> Acesso em: 30 mar. 2022.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. FAA. **Pilot's handbook of aeronautical knowledge.** [s.l.], 2008. Disponível em: http://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/pilot_handbook/media/PHAK%20-%20Cover-Preface.pdf. Acesso em: 03 mar. 2022.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. FAA. **FAA regulations 14 Code of Federal Regulations 121.542 spells out the requirements for sterile cockpit rules for Part 121 operators.** 2014. Disponível em: <https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=9328626eaf04ffebf79b2cf69bc0b546&node=14:3.0.1.1.7.20.3.8&rgn=div8> Acesso em: 25 maio. 2022

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. FAA. FAA TV: **The History of CRM.** 2012. Disponível em: <https://www.faa.gov/tv/?mediald=447> Acesso em: 31 mar. 2022.

FARIAS, Fábio. **Primeiro acidente aéreo fatal ajudou a moldar a aviação e deixou um herói esquecido.** Aeroin. 2021. Disponível em: <https://aeroin.net/primeiro-acidente-aereo-fatal-ajudou-a-moldar-a-aviacao-e-deixou-um-heroi-esquecido/> Acesso em: 03 mar. 2022.

FRANK Bird's Domino Theory. **RLS Human Care.** 2018. Disponível em: <https://rlsdhamal.com/frank-birds-domino-theory/#:~:text=Lack%20of%20control%20is%20the,standards%20and%20correcting%20performance%20by> Acesso em: 31 mar. 2022.

GRASSON, Matthew. The History of Aviation. **Aerospace Manufacturing and Design**. 2012. Disponível em: <https://www.aerospacemanufacturinganddesign.com/article/0812-amd-transformation-of-aviation/> Acesso em: 04 mar. 2022.

GIL, Carlos, A. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6. ed. São Paulo, Atlas, 2017.

INDEX OF: Pai da Aviação – 14 Bis – Acervo. **Cabangu**. 2018. Disponível em: http://www.cabangu.com.br/pai_da_aviacao/4-14bis/acervo/?C=M;O=A Acesso em: 04 mar. 2022.

KAMIA, M. (2007). **Valores pessoais como antecedentes do comportamento proativo nas organizações**. Dissertação de Mestrado não publicada. Programa de Pós-Graduação em Administração de Empresas. Universidade Presbiteriana Mackenzie.

MARCHEZINI, Cunha, V; TOURINHO, E. Z. (2010). **Assertividade e Autocontrole: Interpretação Analítico-Comportamental**. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 26(2), 295-304. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-37722010000200011> Acesso em: 20 abr. 2022.

PIRES, Marcela Mayo. **Gestão da Integridade de Barreiras: Fator Chave na Prevenção de Acidentes**. 2012. 101 f.: il. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química, Programa de Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro, 2012.

PRINCÍPIOS do CRM na aviação. **Falcon Centro de Instrução da Aviação Civil**. 2016. Disponível em: <https://voefalcon.com.br/principios-do-crm-na-aviacao/> Acesso em: 31 mar. 2022.

NOGUEIRA, André. Há 87 anos, Santos Dumont tirava sua própria vida em hotel no Guarujá. **Aventuras na História**. UOL, 2019. Disponível em: <https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/reportagem/historia-santos-dumont-suicidio-1932.phtml> Acesso em: 04 mar. 2022.

NATIONAL Aeronautics and Space Administration. NASA. **Communication training for aircrews: a review of theoretical and pragmatic aspects of training program design**. 1987. Final Report (Structural Semantics) 56 p.

PRINCÍPIOS do CRM na Aviação. **Falcon Centro de Instrução de Aviação Civil**. 2016. Disponível em: <https://voefalcon.com.br/principios-do-crm-na-aviacao/> Acesso em: 04 mar. 2022.

RIBEIRO, Aline Nascimento. **História do Voo Livre**. Município de Governador Valadares. Minas Gerais, 2013. Disponível em: <https://alinenetgv.wixsite.com/governador-valadares/voo-livre-cks7> Acesso em: 04 mar. 2022.

RIBEIRO, Pinto Reynaldo. Entenda como surgiu o treinamento de CRM na aviação e

o quanto ele é importante na segurança. **Mitgaction**, 2020. Disponível em: <https://www.mitgaction.com.br/crm> Acesso em: 04 mar. 2022.

TROCANDO em miúdos: dicionário de termos aeronáuticos: gerenciamento do tráfego aéreo. São Paulo: C&R Editorial, 2010.

TADEU, Jorge. Aconteceu em 29 de dezembro de 1972: Eastern Airlines voo 401 - Distração Fatal. **Desastres Aéreos**. 2021. Disponível em: <http://desastresaereosnews.blogspot.com/2021/12/aconteceu-em-29-de-dezembro-de-1972.html> Acesso em: 30 mar. 2022.

URPIA, Luciano. **Morte de Leonardo da Vinci**. *In*: Morte na História. 2010. Disponível em: <https://www.normasabnt.org/referencia-de-blogs/> Acesso em: 04 mar. 2022.

23 de outubro de 1906, o brasileiro Alberto Santos Dumont voa com 14-bis. Brasil Cultura. 2019. Disponível em: <https://www.brasilcultura.com.br/menu-de-navegacao/sociologia/23-de-outubro-de-1906-o-brasileiro-alberto-santos-dumont-voa-com-14-bis/> Acesso em: 04 mar. 2022.

WIKIMEDIA. **Wright and Selfridge in Wright flyer before flight (MIS 63-720-5), National Museum of Health and Medicine**. 2021. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wright_and_Selfridge_in_Wright_flyer_before_flight_\(MIS_63-720-5\),_National_Museum_of_Health_and_Medicine_\(3323202385\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wright_and_Selfridge_in_Wright_flyer_before_flight_(MIS_63-720-5),_National_Museum_of_Health_and_Medicine_(3323202385).jpg) Acesso em: 04 mar. 2022.