



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
DIVISÃO DE ENSINO
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 3º/2024

CARLOS EDUARDO FERREIRA SILVA, Cap Av

Implantação do CRM para os operadores de Satélites do COPE

Rio de Janeiro

2024

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
DIVISÃO DE ENSINO
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 3º/2024

CARLOS EDUARDO FERREIRA SILVA, Cap Av

Implantação do CRM para os operadores de Satélites do COPE

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica como requisito parcial para aprovação no Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Liderança com Ênfase em Gestão no COMAER.

Linha de Pesquisa: Segurança de voo

Orientador: Anderson Wilson Buarque Rocha,
Maj Av

Rio de Janeiro

2024

CARLOS EDUARDO FERREIRA SILVA, Cap Av

Implantação do CRM para os operadores de satélites do COPE

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Escola
de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica.

Aprovado por:

Presidente, Anderson Wilson Buarque **Rocha**, Maj Av - EPCAR

Ísis Beltrão Pereira, Cap Int - EAOAR

Rio de Janeiro

2024

RESUMO

O *Corporate Resource Management* (CRM) teve início na década de 70 e ao longo de toda sua história demonstrou ser uma ferramenta eficaz na redução de acidentes aeronáuticos, especialmente relacionados ao erro humano. Inicialmente a concepção era somente voltada aos pilotos e atualmente o conceito foi abrangido para toda a corporação abordando a teoria de identificação de erros e ameaças. A Força Aérea Brasileira (FAB) estabelece o treinamento de CRM como obrigatório a todos os tripulantes para que se mantenham no voo. A FAB começou a operar Satélites a partir de 2017 com Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC). Nos tempos atuais, o Centro de Operações Espaciais (COPE) efetua controle do SGDC e da Constelação Lessônia. Com a criação de leis e cursos, percebe-se uma tendência de incremento nas operações espaciais. Posto isso, é de extrema importância que haja um treinamento de habilidades não técnicas para os controladores de satélites do COPE, englobando os conceitos e pilares do CRM. Esse treinamento fará que o aumento das operações espaciais seja acompanhado de segurança nas atividades de todos os envolvidos no processo. Bem como, o treinamento de habilidades não técnicas, baseados nos valores e pilares do CRM, elevando o processo de tomada de decisão, comunicação, consciência situacional afim de que a vida útil dos satélites possa ser aumentada. Portanto, investimento contínuo em treinamentos, que combinem habilidades técnicas e não técnicas, é fundamental para a prevenção de acidentes e para a promoção de uma cultura de segurança sólida nas atividades espaciais.

Palavras-chave: satélite; CRM; COPE; segurança.

1 INTRODUÇÃO

O *Corporate Resource Management* (CRM) surgiu entre os anos 70 e 80, a partir da identificação de que erros de voo eram causados por uma má gestão dos recursos de cabine.

O termo, *Cockpit Resource Management* foi apresentado em 1972, em uma conferência sobre prevenção de acidentes aeronáuticos. Com o passar do tempo, esse conceito evoluiu de um treinamento focado na cabine, somente os pilotos, para uma capacitação que abrange todos os envolvidos no processo, trazendo o conceito de corporação, ampliando o foco para gerenciamento das ameaças e riscos.

A Força Aérea Brasileira (FAB) iniciou suas operações na área espacial a partir de 2017, o Centro de Operações Espaciais (COPE) ficou responsável pelas operações. Em 2020, foi inaugurado o atual prédio do COPE para essas operações.

Atualmente, a FAB controla o Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC) e da constelação do Lessônia (LEO), composta pelo Carcara 1 e Carcara 2. Esses equipamentos são controlados diuturnamente durante sete dias por semana.

Para a manutenção de órbita do SGDC é imprescindível no mínimo quatro especialistas, sendo dois deles militares e dois civis. Para a condução dessa atividade, faz-se necessário que haja interação harmoniosa entre as pessoas envolvidas no processo, visando a segurança nas ações atreladas para que as manobras sejam executadas com eficácia e eficiência, a fim de que se tenha um ganho na vida operacional do equipamento.

Portanto, é essencial que essa equipe, que é similar à tripulação de aeronaves, opere com segurança em suas decisões e ações. Dessa forma, este ensaio defende o treinamento de habilidades não técnicas para os operadores de satélite do COPE, englobando os conceitos e pilares do CRM.

Com a criação de órgãos setoriais, de cursos e leis voltados para a operação no espaço, percebe-se que há uma atenção mais elevada pelo governo na evolução e aumento das operações espaciais, sendo necessário que todos os setores envolvidos com a atividade espacial trabalhem com segurança em suas atividades.

Argumenta-se então, que o aumento das operações espaciais deve ser seguido de segurança nas atividades realizadas pelo COPE. Bem como, o aumento da vida útil dos equipamentos espaciais através da melhora no processo de decisão, comunicação, elementos do CRM que precisam ser treinados para todos os operadores de satélite do COPE.

2 DESENVOLVIMENTO

De acordo com Mentges, (2020) a história do CRM começou na década de 70, quando investigadores de acidentes envolvendo aeronaves identificaram que os erros presentes nas ocorrências aeronáuticas, na época, eram decorrentes de má gestão dos recursos disponíveis na cabine de pilotagem, principalmente erro humano. Inicialmente o foco do *Cockpit Resource Management* (CRM) foi somente o treinamento dos pilotos. Com a evolução das aeronaves e dos sistemas embarcados, esse conceito também evoluiu e, na atualidade, esse treinamento foi ampliado para toda a corporação envolvida com o processo de preparação dos voos, então o CRM passou a ser tratado como *Corporate Resource Management*.

Na sexta e última geração, a atenção ficou voltada para o gerenciamento de ameaças e erros, criando o *Threat and Error Management* (TEM) “O Treinamento TEM, a cultura do relato, e uma abordagem não punitiva para o controle de erros ancoram o compromisso da organização para o desenvolvimento de uma sólida cultura de segurança” (Escudeiro, 2014, p.19).

Ao longo desse período de evolução das aeronaves e dos sistemas aero embarcados, bem como dos treinamentos de habilidades não técnicas, pode-se perceber uma redução significativa de ocorrências aeronáuticas, principalmente aquelas que tem como agente contribuinte o fator humano.

A defesa e o domínio do espaço têm se tornado um ambiente de disputas comerciais e militares, e devido às suas características especiais, faz-se necessário a garantia da segurança perante as capacidades militares e civis. Conforme a *European Space Agency* (ESA) descreve:

As muralhas e os castelos fazem parte da paisagem Europeia. Assim se estabeleciam perímetros de segurança e se protegiam as populações. Mas os tempos mudaram. As muralhas do século XXI constroem-se no Espaço e respondem a necessidades civis e militares. (*European Space Agency*, 2009).

Desde 2017, o Brasil opera no ambiente espacial com o satélite SGDC, seguido pelo lançamento da Constelação Lessonia (LEO) em 2022, ambos controlados a partir de salas internas ao COPE. A manutenção de órbita do SGDC exige uma equipe mínima de quatro pessoas (dois militares e dois civis). A sistemática dessa atividade, tem certa semelhança ao controle de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP), que também utiliza dois militares para execução desses voos. O controle da ARP pode ser feito por sala ou um *shelter* específico para esse fim.

2.1 AUMENTO NAS OPERAÇÕES ESPACIAIS

A segurança de voo, segundo o Manual de Gerenciamento de Segurança da ICAO, pode ser definida como:

No contexto da aviação, a **segurança** é “o estado em que a possibilidade de danos a pessoas ou a bens de danos pessoais ou materiais é **reduzida** e mantida a um **nível aceitável** ou **inferior**, através de um **processo contínuo de identificação dos perigos e gestão dos riscos** de segurança (ICAO, 2013, p. 2-1, tradução e grifo próprio.)

Nesse contexto, a ICAO (2013) relata que a segurança é um aspecto dinâmico na aviação, onde os riscos devem ser mitigados de forma contínua. E para se manter o equilíbrio dinâmico e adequado entre produção e proteção, os níveis de segurança têm que ser mantidos sob um nível de controle aceitável.

Icao (2013) *apud* Texeira (2018) identifica três fases na evolução da segurança de voo. Inicialmente, o foco era nas falhas técnicas das aeronaves, que se tornaram mais confiáveis com o avanço tecnológico. Na segunda fase, a atenção se voltou para falhas humanas, o que levou à criação do CRM para lidar com erros operacionais e de julgamento. Na terceira fase, os fatores organizacionais passaram a ser considerados, ampliando o escopo da segurança ao analisar o contexto mais amplo das operações. O CRM foi uma resposta à necessidade de abordar o fator humano durante a ocorrência, principalmente em relação aos desafios de interação e comunicação entre os membros da tripulação.

Posto isso, observa-se a importância de que a segurança de voo seja abordada e trabalhada. Essa abordagem tem o objetivo de elevar a consciência de segurança de voo a todos os elos envolvidos buscando uma melhoria contínua nos níveis de segurança, reduzindo os riscos a um nível aceitável para que a atividade aérea possa acontecer de forma plena e segura. Todos da “corporação” são responsáveis para a execução segura de atividades relacionadas ao voo, conforme o traz a última geração do CRM.

“O ambiente espacial distingue-se dos demais já conhecidos e dominados pelo homem” (Santos, 2023, p.15). Com o objetivo de dominar e desenvolver as atividades espaciais, o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), juntamente com COMAE, desenvolveu o Curso de Investigação de Ocorrências Espaciais (CIOE) que tem como objetivo proporcionar conhecimentos específicos para a realização de investigações de ocorrências espaciais (Brasil, 2024a, p.28) para que ao final do curso o profissional tenha os conhecimentos necessários para a investigação e prevenção de ocorrências nesse campo com o objetivo de evitar novos eventos.

A lei nº 14.946, de 31 de julho de 2024, parágrafos I e II, classifica a atividade espacial como:

I – atividade espacial de defesa: aquela conduzida para fins de segurança ou de defesa nacional nos termos da Constituição Federal e da Lei Complementar nº 97 de 9 de junho de 1999;

II – atividade espacial civil: aquela que não se enquadra no conceito de atividade espacial de defesa (Brasil, 2024b).

A lei em questão foi sancionada com objetivo de regulamentar as responsabilidades civis e militares, estabelecendo o Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes em Atividades Espaciais (SIPAE), envolvendo a Agência Espacial Brasileira, Comando da Aeronáutica e outras organizações.

No contexto mundial, as operações espaciais têm evoluído conforme destacado pela Agência Europeia do Espaço. Essa tendência de crescimento, demanda que o Brasil desenvolva e domine as atividades no ambiente espacial para garantir a soberania do país. Essa demanda traz um alerta sobre a operação e segurança nessas atividades.

Para que o setor espacial brasileiro cresça com segurança, é fundamental que todos os setores do COPE tenham a consciência de que a segurança de voo é um termo de extrema importância. Fomentar a segurança de voo é crucial para todos os militares do COPE, para que eles possam estar alinhados com mesmo objetivo de conduzir as atividades espaciais com segurança. Essa promoção da cultura de segurança de voo pode ser feita por meio de palestras ao efetivo, divulgação de materiais promocionais do Sistema de Investigação e de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER), bem como cursos direcionados à segurança de voo ofertados pelo CENIPA.

2.2 AUMENTO DA VIDA ÚTIL DOS SATÉLITES

Acosta e Costa (2021) descreveram que durante toda a história inicial da aviação, os treinamentos dos pilotos eram voltados, quase que totalmente, para o desenvolvimento de habilidades técnicas, aquelas que o piloto aprendia a controlar a aeronave, conhecia os sistemas, motores e a navegação aérea. Com o passar dos anos, os sistemas aero-embarcados das aeronaves sofreram diversas evoluções e automatizações. Com isso, houve uma necessidade de que os pilotos cumprissem, durante maior parte do tempo, o papel de gerenciar equipamentos e sistemas, conseqüentemente pilotando por menos tempo.

Gonçalves (2017) aponta que embora os sistemas automatizados sejam mais rápidos e precisos que os seres humanos, esses sistemas ainda carecem de capacidade para interpretar

cenários complexos. Essas limitações impedem que os sistemas automatizados possam realizar tarefas de forma totalmente independente. Com isso, é fundamental que o ser humano permaneça vigilante para interromper ações em situações de emergências, visando a prevenção de acidentes.

A lei nº 14.946, de 31 de julho de 2024 no parágrafo V, apresenta um novo conceito sobre consciência situacional espacial conforme descrito abaixo:

“Consciência situacional espacial: habilidade de percepção das características do ambiente espacial e do que nele ocorre, com auxílio de técnicas de rastreamento de artefatos espaciais e de corpos celestes: monitoramento de eventos climáticos espaciais e identificação de possíveis riscos às atividades espaciais.” (Brasil, 2024b).

É necessário que os operadores de satélites tenham a consciência situacional sobre o ambiente novo em que estão operando, pois apresenta muitos desafios e incertezas. O processo decisório inadequado pode resultar em riscos fatais para os equipamentos, como acidentes ou desperdício excessivo de combustível, reduzindo a vida útil dos satélites. Perder dispositivos valiosos pode ser crucial para o desenvolvimento e a segurança do país.

Os operadores de RPA, que é uma função similar aos controladores de satélites, são submetidos a inspeções de saúde, fadiga e treinamentos de CRM conforme as legislações para as aviações tripuladas da FAB. A NOPREP SGV 02B exige que todos os novos tripulantes na Unidade Aérea realizem o Programa de Treinamento de CRM e que os demais tripulantes façam reciclagem a cada dois anos para continuar participando das atividades aérea. Esse parâmetro de treinamento também é válido para os operadores de RPA.

Acosta e Costa (2021) descreve que os fatores mais relacionados a acidentes aeronáuticos são àqueles com relação direta a falha humana envolvendo avaliação na pilotagem e na capacidade de tomada de decisão. O treinamento e desenvolvimento de habilidades não técnicas, baseado nos pilares e conceitos do CRM, para os operadores de satélite são essenciais para a prevenção de ocorrências, bem como a economia de combustível com tomada de decisões eficazes e eficientes visando o aumento na vida útil do equipamento.

Conforme já exposto anteriormente, existe uma similaridade entre a operação de satélites e operação de RPA no quesito de operadores, local de operação e produto final. Dessa forma, o treinamento de habilidades não técnicas para operadores do COPE pode seguir os mesmos padrões apresentados pela NOPREP SGV 02B, que orienta quanto ao planejamento e à execução do CRM. Esse treinamento contribuirá para que o processo decisório, comunicação e consciência situacional sejam cada vez melhor visando, assim, que a vida útil dos equipamentos possa ser aumentada.

3 CONCLUSÃO

A evolução do CRM, desde sua criação na década de 70 até os tempos atuais com treinamento no gerenciamento de ameaças e riscos para toda a corporação envolvida com voo, revela que a gestão eficaz de recursos humanos é fundamental para a segurança operacional.

Desde os lançamentos do SGDC, em 2017, do projeto LEO, em 2022, o Brasil, em especial a FAB, passou a atuar diretamente nesse cenário espacial com o monitoramento e controle desses equipamentos através de equipes especializadas a partir de salas internas ao prédio do COPE. A criação de legislações específicas, como a Lei nº 14.946, além de cursos na área espacial evidencia o crescente interesse pelo país em explorar e dominar as operações espaciais.

Segurança de voo é um conceito dinâmico que necessita de vigilância contínua, a fim de identificar e gerir riscos e ameaças. Para que se tenha uma operação segura em quaisquer atividades é necessário que a consciência sobre segurança de voo seja fomentada em todos os níveis do COPE.

No cenário atual, a automação e a tecnologia têm avançado rapidamente, não sendo possível que o ser humano as acompanhe. Então, o treinamento de habilidades não técnicas, englobando os conceitos e pilares do CRM, incrementam a consciência situacional, capacidade de tomada de decisão, comunicação perante a situações normais e de emergência, essa prática é indispensável para os profissionais da aviação, e agora, do espaço. As operações espaciais estão em crescente no país, logo, é suma importância que os setores do COPE tenham essa capacitação. Além desse quesito, trabalhar habilidades não técnicas fará com que a vida útil dos satélites possa ser aumentada, pois haverá melhoria nos processos de operação.

Sendo assim, tem-se como parecer final acerca das informações apresentadas que o CRM, não apenas melhorou a segurança nas operações aéreas, como também se tornou um modelo a ser seguido nas novas frentes de exploração espacial. O investimento contínuo em treinamentos, que combinem habilidades técnicas e não técnicas, é fundamental para a prevenção de acidentes e para a promoção de uma cultura de segurança sólida nas atividades espaciais. Ainda sobre a proposta, o CRM aplicado ao controle de satélites pode ajudar a promover uma cultura de segurança e eficiência, integrando toda a equipe de controle, desde operadores até analistas e engenheiros de suporte. Além de garantir as disponibilidades dos meios espaciais para que o Brasil possa desenvolver e dominar a atividade espacial, visando garantir a soberania e defesa nos interesses da nação.

REFERÊNCIAS

ACOSTA, João Pedro Lima; COSTA, Nagi Hanna Salm. A relevância do treinamento de habilidades não técnicas na atuação de pilotos de avião. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, ano 6, ed. 5, v. 10, p. 57-76, 2021. ISSN 2448-0959. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/ciencias-aeronauticas/pilotos-de-aviao>>. Acesso em: 25 set. 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **Cursos, estágios e treinamentos do Programa de Capacitação do SIPAER, ministrados pelo CENIPA**, 2024a. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/cenipa/images/TCA_37-23_2024_com_BCA.pdf>. Acesso em: 30 set. 2024

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **Treinamento em CRM (Corporate Resource Management)**, 2022. Disponível em: <<http://www.comprep.intraer/coletanea.php?pasta=Colet%C3%A2nea%20de%20NOPREP%20SGV&leg=noprep>>. Acesso em: 1 ago. 2024.

BRASIL. Lei nº 14.946, de 31 de julho de 2024b. Institui normas aplicáveis a atividades espaciais nacionais. **Diário Oficial da União**, seção 1, Brasília, DF, ano 147, p. 6. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.946-de-31-de-julho-de-2024-575658922>>. Acesso em: 1 ago. 2024.

European Space Agency. 2009. Disponível em: <https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Portugal/Espaco_Defesa_e_Seguranca>. Acesso em 25 set 24.

ESCUDEIRO, Mônica Lavoyer. **Crew Resource Management: Como integrar o CRM na cultura da sua empresa**. 2014. Disponível em: <<https://www2.anac.gov.br/SGSO2/Seminarios/2014/CRM.pdf>>. Acesso 25 set 24

MENTGES, Sandro Ismael. CRM (CREW RESOURCE MANAGEMENT). Monografia – Faculdade do Sul de Santa Catarina. Palhoça, 2020.

GONÇALVES, Rafael Cirino; QUARESMA, Manuela. **A relação entre alertas de interface e complacência na interação humano-automação**: uma análise teórica. 2017. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.puc-rio.br/index.php/revistaergodesign-hci/article/view/362322>>. Acesso em: 30 set. 2024.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Safety management manual**. Doc. 9859. 3rd ed. Quebec, 2013. Disponível em: <<https://www.icao.int/SAM/Documents/2017-SSP-GUY/Doc%209859%20SMM%20Third%20edition%20en.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2024.

SANTOS, José Ricardo Schwarz. **A evolução do Poder Espacial Brasileiro**: Novos desafios e oportunidades no *New Space* sob a ótica da Destruição Criativa. 2023. Trabalho de conclusão de Curso Avançado de Comando e Estado-Maior - Escola de Estado Maior da Aeronáutica. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://redebias.direns.aer.mil.br/index.asp?codigo_sophia=91727>. Acesso 30 set 24

TEIXEIRA, Claudio Henrique Lysardo. **Cultura e segurança de voo: investigação de procedimentos padronizados de CRM – Crew Resource Management – em diferentes culturas**. 2018. Dissertação (Mestrado) – Universidade FUMEC, Belo Horizonte, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.fumec.br/xmlui/handle/123456789/136>>. Acesso em: 25 set. 2024.