



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 3/2023

RODRIGO **EBERLE** ALMEIDA, Cap Av

Programação dos sistemas de guerra eletrônica da aeronave A-1M

Rio de Janeiro

2023

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 3/2023

RODRIGO **EBERLE** ALMEIDA, Cap Av

Programação dos sistemas de guerra eletrônica da aeronave A-1M

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso 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: Preparo da Força Aérea
Orientador: Eduardo Mendes Marcondes,
Maj Av

Rio de Janeiro

2023

RODRIGO **EBERLE** ALMEIDA, Cap Av

Programação dos sistemas de guerra eletrônica da aeronave A-1M

Trabalho de conclusão de curso apresentado
no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da
Aeronáutica.

Aprovado por:

Julio Cesar do Amaral Junior, Ten Cel Inf
EAOAR

Eduardo Mendes **Marcondes**, Maj Av
EAOAR

Rio de Janeiro

2023

RESUMO

A aeronave A-1M é equipada por um complexo sistema de autodefesa que objetiva a sobrevivência da aeronave e da tripulação em um cenário hostil. Esse sistema necessita de uma detalhada e específica programação através da inserção de parâmetros descritores das emissões inimigas e também das técnicas de interferência eletrônica e lançamentos de *chaff* e *flare*. A função de programar esse sistema era de responsabilidade da célula de programação de guerra eletrônica (GE), componente da estrutura da Unidade Aérea até o ano de 2022. Com a extinção dessa célula a partir de 2023, observou-se uma lacuna quanto à responsabilidade de execução dessa tarefa. Diante disso, este ensaio defende que, como forma de preencher essa lacuna e permitir a evolução e perenidade dos conhecimentos nessa área, a programação dos sistemas de GE do A-1M passe a ser realizada por militares pertencentes ao efetivo do Instituto de Aplicações Operacionais (IAOP). Isso se deve ao fato de que a capacidade de gerar conhecimento científico e a infraestrutura local, disponíveis no âmbito do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), permitirão aos especialistas do IAOP produzirem uma programação dos sistemas de GE confiável e eficaz. Além disso, com a possibilidade de desativação da aeronave em 2025, verifica-se a necessidade de gestão dos conhecimentos gerados durante os quatro anos em que a programação ficou sob responsabilidade da Unidade Aérea. Por fim, destaca-se que os benefícios dessa tese poderão ser aplicados para outras aeronaves, além de contribuir para incremento e melhoria dos cursos de GE da Força.

Palavras-chave: Guerra Eletrônica. A-1M. Gestão do Conhecimento.

1 INTRODUÇÃO

O notável desenvolvimento tecnológico mundial abrange todos os setores da sociedade moderna. Em se tratando do setor de defesa, observa-se o desenvolvimento persistente de novas plataformas d'armas cada vez com mais mecanismos voltados para segurança dos recursos humanos e materiais.

Nesse contexto, destaca-se o A-1M, aeronave da Força Aérea Brasileira (FAB) dotada de um complexo sistema de autodefesa, denominado *Self Protection Suite* (SPS), que visa à sobrevivência da aeronave e da tripulação em um ambiente hostil. Essa capacidade foi adquirida após modernização da plataforma, acompanhando a tendência mundial e viabilizando a contraposição de modernas ameaças.

O SPS é um sistema de guerra eletrônica (GE) que depende de uma programação detalhada e específica para funcionar em cenários de interesse. Isso porque, para o correto funcionamento desse sistema, faz-se necessário programar bibliotecas de missão (BIM) com os parâmetros descritores das emissões inimigas e, também, com as diferentes técnicas de interferência e lançamentos *chaff e flare* a serem utilizados contra cada um desses oponentes.

De acordo com o Regimento Interno de 2022, referente a Unidade Aérea operadora do projeto, era prevista a célula de programação de guerra eletrônica na estrutura do Esquadrão, a qual era responsável pela tarefa de programar os sistemas de GE da aeronave. Com a publicação da nova versão do Regimento no ano de 2023, essa célula deixou de existir, o que criou uma lacuna a respeito da responsabilidade de programação dos sistemas (Brasil, 2022).

Diante disso, destaca-se a existência do Instituto de Aplicações Operacionais (IAOP), uma organização da FAB sediada no Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), que tem como missão conduzir as atividades de Aplicações Operacionais e gerar conhecimento operacional e, como visão, entre outros aspectos, ser reconhecida pela excelência de sua contribuição técnico-científica aplicada às atividades operacionais.

Portanto, como forma de preencher essa lacuna e permitir a evolução e perenidade dos conhecimentos nessa área, defende-se a tese de que a programação dos sistemas de GE da aeronave A-1M passe a ser realizada por militares pertencentes ao efetivo do IAOP.

Argumenta-se que a infraestrutura local, com sua capacidade de apoiar a geração de conhecimento científico, disponível no âmbito do DCTA, proporcionará aos especialistas do IAOP a capacidade de desenvolver uma programação confiável e eficaz para os sistemas de guerra eletrônica.

Além disso, conforme noticiado pelos sites “*Airway*” e “Tecnologia e Defesa”, especializados em aviação e defesa, está prevista a desativação da aeronave A-1M no ano de 2025 (Moralez, 2023; Vinholes, 2023). Com isso, verifica-se que o IAOP reúne os requisitos necessários para gestão dos conhecimentos gerados durante os quatro anos em que a programação ficou sob responsabilidade da Unidade Aérea. Isso é possível graças à sua equipe multidisciplinar dotada de conhecimento e expertise adquiridos através dos estudos do A-1M, que permitirá a continuidade do desenvolvimento e aplicação desses conhecimentos.

2 DESENVOLVIMENTO

O estudo e desenvolvimento de conhecimentos para programação de sistemas de autoproteção são imperativos, uma vez que a guerra eletrônica representa uma parte crucial do combate moderno, utilizando o espectro eletromagnético para obter vantagens por meio de medidas de apoio, defesa e ataque eletrônico.

A maior parte dos equipamentos e sistemas que executam essas medidas requerem uma programação de GE altamente complexa e cujo tratamento especializado será fundamental para o aumento da probabilidade de sobrevivência da aeronave, o que será abordado a seguir.

2.1 Conhecimento científico e infraestrutura local adequada para programação e validação de dados

Considerando a complexidade do tema, verifica-se que o conhecimento científico desempenha importante papel no desenvolvimento de estudos e experimentos voltados para a compreensão dos fenômenos físicos existentes no ambiente eletromagnético e das avançadas tecnologias modernas atuantes nos cenários de emprego onde a GE está presente.

Para Brooks (1994), ciência e tecnologia estão intrinsecamente ligadas; a ciência contribui para a tecnologia através de novas ferramentas, técnicas,

competências e conhecimento, enquanto a tecnologia influencia a ciência ao criar novas questões e fornecendo ferramentas. Essa interdependência amplia o escopo de benefícios e diversifica a pesquisa.

Utilizando-se desse mesmo raciocínio, destaca-se o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), sediado no DCTA e responsável pela coordenação e execução do Curso de Análise de Ambiente Eletromagnético (CEAAE) e pelo Programa de Pós-Graduação em Análise Operacional (PPGAO), com linhas de pesquisa na área de GE. Esses dois cursos de pós-graduação promovem a formação sistemática de militares, como grande parte dos especialistas alocados no IAOP, para o exercício de atividades de análise, avaliação, pesquisa e desenvolvimento.

Segundo Nonaka e Takeuchi (2008), a proximidade física entre os indivíduos e as organizações, além de uma frequente interação entre eles, é o que possibilita a criação do conhecimento. Portanto, é necessário reconhecer a proximidade física e, também, da comunhão de interesses nas áreas de estudo e pesquisa entre o IAOP e o ITA, o que permite uma interação constante entre os especialistas formados nesses cursos e os alunos, favorecendo a produção de conhecimento.

Essa relação é importante, pois incorpora as ideias apresentadas por Brooks (1994), proporcionando a oportunidade para que pesquisas científicas se concentrem na obtenção de informações e conhecimentos sobre equipamentos de GE, incluindo os utilizados na aeronave A-1M. Isso inclui uma análise detalhada dos emissores, técnicas de interferência eletrônica, perfis de lançamento de *chaff* e *flare*, permitindo, assim, o estabelecimento de uma programação robusta e fundamentada cientificamente.

Como contrapartida da relação entre ciência e tecnologia ressaltada por Brooks (1994), destaca-se a infraestrutura laboratorial existente para simulações e testes com intuito de garantir confiabilidade do trabalho executado. Durante os cursos relativos ao contrato de *offset* da aeronave A-1M, ministrados entre 2019 e 2023 por instrutores israelenses especialistas em GE, foi observada uma ênfase muito grande por parte desses a respeito da real necessidade de validação dos dados e programações através de equipamentos em laboratório.

Diante disso, aponta-se a existência do Laboratório de Guerra Eletrônica (LABGE) do Instituto Tecnológico de Aeronáutica, equipado com diversos recursos voltados para pesquisa e desenvolvimento na área.

A importância do LABGE na programação de sistemas de guerra eletrônica é abordada por Gonçalves (2008) em seu estudo das capacidades do gerador de sinais Excalibur, um dentre outros diversos equipamentos existentes nesse laboratório. Segundo ele, a eficácia na avaliação de bibliotecas de missão, ou seja, programação desses sistemas, já ficou evidenciada por diversos trabalhos acadêmicos e, após todos os estudos e testes realizados em seu trabalho, concluiu-se que o Excalibur apresenta o comportamento esperado, possibilitando a execução dos testes propostos para os fins de validação e testes dos equipamentos de GE.

Esses dados corroboram a utilidade e funcionalidade desse equipamento, bem como dos outros disponíveis, para validação das programações realizadas.

Portanto, verifica-se que a programação dos sistemas de GE da aeronave A-1M, sendo realizada pelo Instituto de Aplicações Operacionais, através dos seus especialistas com expertise no assunto, embasamento científico e utilização da infraestrutura local disponível para testes e validação, irá disponibilizar um produto final confiável e eficaz, garantindo a segurança das aeronaves e pilotos na execução de suas missões.

Por fim, ressalta-se a importância de que o conhecimento adquirido seja devidamente gerido, visando à evolução contínua da doutrina de GE na FAB.

2.2 Gestão do conhecimento para evolução da doutrina

Durante as Avaliações Operacionais (AVAOP) dos sistemas de GE da aeronave A-1M realizadas pelo IAOP, foi possível observar a complexidade e volume de informações a serem analisadas, bem como a importância de pessoal capacitado e especializado em diversas áreas (Brasil, 2020). A equipe responsável pela execução dessas avaliações era composta por engenheiros aeronáuticos, eletrônicos e mecânicos, especialistas nas áreas de rádio frequência e infravermelho e pilotos do projeto.

Para execução dessas atividades, essa equipe multidisciplinar utilizou-se de informações de emissores conhecidos, contando com dados obtidos através dos próprios manuais. Porém, numa situação de combate real, na qual haverá a necessidade de ações de inteligência eletrônica para coleta de dados dos equipamentos inimigos para posterior análise, estruturação e validação dos dados a serem inseridos no sistema, o nível de complexidade sofre considerável elevação.

De modo geral, a obtenção de informação de parâmetros descritores é realizada por meio de ações de inteligência eletrônica ou *electronic intelligence* (ELINT) e, segundo Cantu, Duval e Grisvard (2017), essas ações lidam com uma enorme quantidade de dados temporais e multidimensionais, estruturados através de seus diversos atributos, além de serem utilizados para a execução de uma variedade de tarefas complexas. Portanto, verifica-se que é requerido um alto nível de expertise para a análise desses dados.

Ainda, de acordo com Davenport e Prusak (1998), o conhecimento é uma mistura fluida de experiência, valores, contexto, informações e *insights* de especialistas que fornecem uma estrutura para avaliar e incorporar novas experiências e informações.

Dessa forma, fica evidente a necessidade de uma equipe multidisciplinar com diferentes experiências, formações e especializações para um estudo extenso e aprofundado desses complexos parâmetros.

Assim, diante da possibilidade de desativação da aeronave A-1M no ano de 2025, é necessário pensar na gestão dos conhecimentos até então adquiridos pelos estudos das capacidades do SPS, para que permaneçam em desenvolvimento e aprimoramento constante, de modo a evitar regressão ou estagnação das capacidades estratégicas da força.

Segundo Nonaka e Takeuchi (2008), o conhecimento é dividido em dois componentes dicotômicos: o conhecimento tácito, relativo às experiências e *know-how* do indivíduo; e o conhecimento explícito, que pode ser expresso e compartilhado em forma de dados científicos. Apesar de aparentemente antagônicos, existe uma interação constante entre eles, chamada de conversão do conhecimento e que permite a geração e expansão do conhecimento humano.

Assim sendo, a junção dos conhecimentos explícitos, obtidos pelos militares do IAOP em suas formações acadêmicas e na análise dos dados obtidos pelas ações de ELINT, com seus conhecimentos tácitos, variados e diversos, devido ao aspecto multidisciplinar da equipe, baseados em suas experiências profissionais obtidas ao longo dos estudos relacionados ao A-1M, possibilitará a evolução da doutrina nesse aspecto e evitará a perda desses conhecimentos após a possível desativação do projeto A-1M.

Portanto, o IAOP, através de sua equipe multidisciplinar, composta por militares com conhecimento e expertise variados, possui os requisitos necessários para a

devida gestão dos conhecimentos até então adquiridos. Isso permitirá a continuidade no desenvolvimento e evolução da doutrina e reforça a importância de que a programação de guerra eletrônica da aeronave A-1M passe a ser de responsabilidade do IAOP.

3 CONCLUSÃO

Após processo de modernização, o A-1M passou a contar com um sistema de autoproteção moderno e complexo que visa aumentar as chances de sobrevivência em combate, através da utilização de medidas de apoio, defesa e ataque eletrônico.

Sistemas de guerra eletrônica como esse carecem de uma detalhada programação de biblioteca de missão, composta pelos parâmetros descritores dos emissores inimigos e, também, com as técnicas de interferência eletrônica e lançamento de *chaff* e *flare* a serem executadas.

Até o ano de 2022, era prevista a célula de programação de GE na estrutura da Unidade Aérea. Porém, a partir do ano de 2023, essa célula deixou de existir, gerando uma lacuna a respeito da responsabilidade de programação do SPS.

Como forma de preencher esse espaço e, conseqüentemente, permitir a evolução dos conhecimentos nessa área, defende-se que a tarefa de programar os sistemas de GE do A-1M seja atribuída ao Instituto de Aplicações Operacionais.

Como primeiro argumento desta tese, ressalta-se que a infraestrutura local, disponível no ITA, para testes e validação da programação realizada pelos especialistas deste instituto, com conhecimento científico e expertise no assunto, irá garantir um produto final confiável e eficaz.

Além disso, diante da possibilidade de desativação do A-1M em 2025, entende-se que o IAOP é capaz de realizar a gestão dos conhecimentos até então adquiridos, através de uma equipe multidisciplinar detentora de conhecimentos e expertise, permitindo a continuidade na evolução desse tema e evitando estagnação da doutrina.

Por fim, além dos benefícios já mencionados, é possível afirmar que todo o conhecimento adquirido e desenvolvido no IAOP poderá ser aplicado em outras aeronaves da FAB, como o F-39 e o KC-390, além de servir de subsídio para incremento e melhoria dos cursos de guerra eletrônica, elevando o nível de capacitação e fomentando o desenvolvimento doutrinário na Força Aérea Brasileira.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria COMPREP nº 1.526/SPOG-23, de 6 de dezembro de 2022. Aprova a reedição do “Regimento Interno do Terceiro Esquadrão do Décimo Grupo de Aviação” (RICA 21-22). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 229, f. 17799, 14 dez. 2022.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **Relatório de Avaliação Operacional - Sistema SPS AECM A-1M**. São José dos Campos, SP, 3 ago. 2020. Acesso Restrito.
- BROOKS, Harvey. **The relationship between science and technology**. Research policy, v. 23, n. 5, p. 477-486, 1994.
- CANTU, Alma; DUVAL, Thierry; GRISVARD, Olivier. Visual analytics for electronic intelligence: challenges and opportunities. *In: IV 2017: 21st International Conference Information Visualisation*. IEEE, Londres, UK, jul. 2017. p. 422-425.
- DAVENPORT, Thomas Hayes; PRUSAK, Lawrence. **Working knowledge: how organizations manage what they know**. Harvard Business Press, 1998.
- GONÇALVES, André Paim. **Estudo do gerador de ameaças TS 100+ Excalibur como ferramenta de AVAOP para a Marinha do Brasil**. 2008. 98 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Especialização em Análise de Ambiente eletromagnético, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos. 2008.
- MORALEZ, João Paulo. Presente e futuro: Um panorama dos programas da FAB. **Tecnologia e Defesa**, 24 de abril de 2023. Disponível em: <https://tecnodefesa.com.br/presente-e-futuro-um-panorama-dos-programas-da-fab/>. Acesso em 23 de out. de 2023.
- NONAKA, Ikujiro; TAKEUCHI, Hirotaka. **Gestão do conhecimento**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- VINHOLES, Thiago. FAB quer desativar caças AMX em 2025 e os F-5 até 2029. **Airway**, 25 de abril de 2023. Disponível em: <https://www.airway.com.br/fab-quer-desativar-cacas-amx-em-2025-e-os-f-5-ate-2029/>. Acesso em 23 de out. de 2023.