



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2023

**ANDRÉ DE OLIVEIRA CARMO, Cap Av**

**O emprego da Guerra Eletrônica no A-1M**

Rio de Janeiro  
2023

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2023

**ANDRÉ DE OLIVEIRA CARMO, Cap Av**

**O Emprego da Guerra Eletrônica no 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 em Lato Sensu em Gestão Pública com Ênfase em Gestão de Projetos e Processos.  
Linha de Pesquisa: Preparo da Força Aérea  
Orientador: Eduardo Mendes Marcondes, Maj Av

Rio de Janeiro

2023

**ANDRÉ DE OLIVEIRA CARMO, Cap Av**

**O Emprego da Guerra Eletrônica no A-1M**

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

Aprovado por:

---

Eduardo Mendes **Marcondes**, Maj Av  
EAOAR

---

**Mellina** dos Santos Ferreira Barbosa, Maj Int  
EAOAR

Rio de Janeiro

2023

## RESUMO

Aeronaves de caça usualmente possuem radar, que utiliza emissões eletromagnéticas para detecção e lançamento de mísseis contra inimigos. Essas emissões podem ser usadas pelo avião alvo para obter vantagens de Guerra Eletrônica (GE), como automaticamente detectar, identificar o radar emissor, e interferir eletronicamente para evitar o míssil. A aeronave A-1M possui tais capacidades, porém, essas ações automáticas dependem totalmente do conhecimento e habilidade do programador do sistema, e de uma base de dados de sinais confiáveis. Esses elementos nem sempre estão disponíveis, visto que atualmente há poucos programadores, que não possuem dedicação exclusiva, e sua rotatividade atual ocasiona a perda do conhecimento. Para ser capaz de lidar com essa programação complexa que depende de conhecimento especializado, este trabalho apresenta como tese a criação de uma Esquadrilha de Guerra Eletrônica, dedicada exclusivamente à programação do SPS do A-1M. A esquadrilha deverá ter como característica intrínseca a dedicação exclusiva de pessoal suficiente, e a baixa rotatividade para haver retenção de conhecimento. Para defender esta tese, o primeiro argumento é que pessoal suficiente dedicado à função será capaz de lidar com a complexidade da programação. Como segundo argumento, a redução na rotatividade do programador, que ocorre devido ao Plano de Movimentação da aviação de caça, evitará a perda do conhecimento. A solução proposta poderia ser ampliada para a criação de um Centro de Guerra Eletrônica da Força Aérea Brasileira (FAB), concentrando a programação de todos os diferentes vetores com capacidade de GE, promovendo operacionalidade dos sistemas e contribuindo para a gestão do conhecimento.

**Palavras-chave:** Guerra Eletrônica. A-1M. Programação. Rotatividade. AECM.

## 1 INTRODUÇÃO

As aeronaves de caça usualmente possuem radar, equipamento que realiza emissões no espectro eletromagnético para realizar detecção e acompanhamento de aeronaves inimigas, o que possibilita realizar lançamento e guiamento de mísseis.

Essas emissões possuem diversas características, como uma impressão digital relacionada ao radar, que podem também ser detectadas e utilizadas pela aeronave alvo para se obter vantagens no combate aéreo. A maneira de se obter essas vantagens é a partir de ações de Guerra Eletrônica (GE) de detecção e interferência.

A FAB possui vetores capazes de realizar tais ações, como o A-1M que atualmente são operados pelo 1º/10º GAV e 3º/10º GAV em Santa Maria – RS. Essas aeronaves são equipadas com o sistema de autoproteção (SPS), o qual é integrado, entre outros, pelo receptor de alerta radar (RWR), e interferidor eletrônico (AECM).

Essas ações de GE, realizadas automaticamente pelos equipamentos, só são possíveis a partir de uma complexa programação do sistema, realizada em solo e leva horas para ser concluída. Sua eficácia depende totalmente do conhecimento e habilidade do programador do SPS, além de uma base sólida de informações, conhecida como Biblioteca de GE, que pode levar anos para ser consolidada.

Tais elementos nem sempre estão disponíveis, uma vez que os responsáveis pela programação são poucos (um piloto em cada esquadrão de A-1M), e precisam mudar constantemente as atividades desempenhadas. Além do envolvimento com o voo, possuem diversas atribuições administrativas nas seções, as quais acabam tirando o foco da atividade de programação e estudo relacionado à área de GE, e isso retarda a evolução na utilização de todas as capacidades do SPS.

Uma vez que a tarefa de programação é complexa, será explicada a necessidade de a equipe ter pessoas suficientes, e que o trabalho administrativo do programador seja dedicado exclusivamente à programação, dando maior foco na área e, por consequência, melhorando a produtividade e performance na atividade.

Além disso, a capacitação em GE e treinamento para desenvolver o *know-how* na programação leva tempo para ser transmitida, sendo importante reduzir a rotatividade do programador, que ocorre em decorrência do Plano de movimentação (PLAMOV), a fim de evitar a perda do conhecimento.

Por isso, este trabalho defende a criação de uma Esquadrilha de Guerra Eletrônica, dedicada exclusivamente à programação do SPS do A-1M. A esquadrilha

deverá ter como característica intrínseca a dedicação exclusiva de pessoal suficiente, e a baixa rotatividade para haver retenção de conhecimento. Para defender esta tese, o primeiro argumento é que pessoal suficiente e dedicado à função será capaz de lidar com a complexidade de programação. Como segundo argumento, a redução na rotatividade do programador, que ocorre devido ao PLAMOV da aviação de caça, evitará a perda do conhecimento.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

Recentemente a EMBRAER liberou o uso do SPS do A-1M na FAB.

Já no que se refere a capacitação, somente em 2022, 3 pilotos de Santa Maria e 2 militares do Instituto de Aplicações Operacionais (IAOp) participaram do curso de programação na modalidade *offset*, realizado na AEL – Porto Alegre, por instrutores israelenses da Elbit durante um mês, o que possibilitou o entendimento da complexidade de programação do sistema e a necessidade de conhecimento e experiência no SPS. Este *offset* foi totalmente cumprido e está encerrado para a FAB, não havendo previsão de novos cursos.

Essa recente cronologia de fatos permitiu a observação de novos desafios na operacionalidade de GE da aeronave, que serão tratados a seguir, e que deverão ser superados pela FAB com a criação de uma Esquadrilha de Guerra Eletrônica, dedicada exclusivamente à programação do SPS do A-1M.

### **2.1 A complexidade da programação do SPS demanda pessoal suficiente e dedicado à função**

Para realizar a programação do SPS, primeiramente se faz necessário uma base de dados confiáveis, obtida a partir de Missões de Apoio à Guerra Eletrônica (MAGE) de aeronaves com sensores, para obter Inteligência Eletrônica (ELINT).

Essa coleta de dados, embora simplificada, também é feita no RWR do A-1M, que os disponibiliza para *download* após o voo. Ressalta-se que essa coleta não é apresentada como informação, e sim como dados em grande volume e sem tratamento adequado, recaindo sobre o programador a tarefa de análise e construção da ELINT, processo este que observei levar horas para ser executado.

Feita a programação de recepção do RWR, passa-se ao planejamento e programação da interferência eletrônica a ser inserida no sistema:

“Atualmente, um sistema de bloqueio eletrônico (como sistema de interferência de autoproteção no ar) geralmente tem diversos métodos de bloqueio, no entanto, vários sistemas radares e diversos métodos anti-interferência, também são empregados em sistemas de defesa antiaérea inimigos. Assim, na batalha de procedimentos, os efeitos das táticas, incluindo a probabilidade de sobrevivência dos próprios aviões, será diferente de acordo com as medidas empregadas por ambos os lados. É necessário tomar uma decisão estratégica sobre o uso de quais tipos de interferidor e que tipos de táticas de interferência. (...) Portanto, é muito importante aprender quais técnicas comumente usadas são compatíveis e quais são incompatíveis. (NENG-JING e YI-TING, 1993, p. 1116, tradução nossa).

Fica evidente que saber a compatibilidade entre a técnica e os diferentes modos de operação do radar inimigo é obrigatória para a interferência ser efetiva.

No EXCON Tínia 2022, observei importantes avanços na escolha de técnicas de interferência efetivas e na programação. Isso só foi possível devido a profundos estudos técnicos, realizados graças ao temporário aumento no número de envolvidos, quando uma equipe de 6 militares do IAOp realizou a avaliação do sistema. Ressalta-se que num conflito real, a dificuldade em obter ELINT e constatar a efetividade da interferência será muito maior, pois o ambiente não será controlado como no EXCON.

Observa-se, então, que a tarefa de programar o SPS de maneira eficiente e eficaz é complexa e demorada, e a equipe de programação é muito pequena, sendo insuficiente o quantitativo de apenas um piloto operacional em cada esquadrão de A-1M para desempenhar a atividade. Em relação à complexidade de tarefas e tamanho de equipes, MAO (2016) cita que a performance da equipe será maior com o aumento do quantitativo de seus integrantes no desempenho de tarefas complexas, e que permitir aos trabalhadores se especializarem em uma determinada atividade pode aumentar dramaticamente a produtividade coletiva com a divisão do trabalho.

Logo, o aumento da equipe de programadores contribuiria para lidar com essa complexa atividade, e o quantitativo suficiente a ser definido para compor a equipe poderá ser determinado a partir de um futuro estudo de mapeamento das atividades.

Além do reduzido contingente de programadores do SPS, tais militares não possuem dedicação exclusiva à programação, precisando mudar constantemente o foco de suas tarefas, como o preparo e execução dos voos, e diversas atribuições administrativas nas seções, enquanto buscam manter e atualizar o estudo teórico relacionado à GE e programação, fato que observei retardar a evolução na utilização de todas as capacidades do SPS.

Acerca da dedicação exclusiva em atividades, STAATS (2012) comenta que desempenhar as mesmas atividades beneficia a produtividade dos indivíduos. Por outro lado, também afirma que quando um trabalhador muda suas tarefas, ele precisa reaprender, ou ao menos reconhecer novamente processos chaves relevantes, e que a mudança de tarefas realmente piora a performance individual.

Portanto, pessoal suficiente e dedicado à função será capaz de lidar com a complexidade de programação. Para isso ser possível, este trabalho defende a criação de uma Esquadrilha de Guerra Eletrônica dedicada exclusivamente à programação do SPS do A-1M. A esquadrilha deverá ter como característica intrínseca a dedicação exclusiva de pessoal suficiente.

## **2.2 A redução na rotatividade do programador evita perda de conhecimento**

Por ser uma área de grande importância estratégica e diretamente ligada a conceitos científicos, a atividade de GE exige muito conhecimento, definido como:

a informação possuída na mente de indivíduos: trata-se de informações personalizadas (que pode ou não ser novo, único, útil ou acurado) relacionados a fatos, procedimentos, conceitos, interpretações, ideias, observações e julgamentos (ALAVI, 2001, p. 109, tradução nossa).

A trilha de capacitação em GE leva tempo e é constantemente mantida na FAB. Segundo BRASIL (2021), os seguintes cursos estão disponíveis: Curso de Guerra Eletromagnética Básico (CGE-B) com 132 dias, Intermediário (CGE-I) com 132 dias, Avançado (CGE-A) com 26 dias. Também segundo BRASIL (2022), o Curso de Especialização em Análise de Ambiente Eletromagnético (CEAAE) possui 5 meses de duração. Conclui-se que a capacitação completa de GE prevista na FAB tem duração total de 440 dias.

Ou seja, leva-se mais de um ano de capacitação para ensinar toda a base teórica ao futuro programador. Esse piloto, devido ao curso de formação operacional no A-1M que realiza no primeiro ano de chegada no esquadrão, só estará disponível para ser capacitado em GE a partir do 2º ano. Após capacitado na área, estará pronto para iniciar o aprendizado da programação do SPS a partir do 3º ano de esquadrão.

Além desses cursos, o conhecimento passado de programador para programador é de grande importância, visto que a capacitação em programação junto à empresa Elbit já está encerrada para a FAB, e que a experiência nas programações feitas após o curso traz conhecimentos não descritos em manuais.

Apesar disso, a transferência do conhecimento adquirido com a prática acaba sendo dificultada pela alta rotatividade, que reduz a interação entre programadores. Para HALDING (2000), tal conhecimento não pode ser passado em aulas ou textos, mas deve ser internalizado por estágios, interação dirigida, *networking*, aprendizado com a prática, interação social frente-a-frente, e exercícios práticos.

Ademais, devido ao programador ser um piloto, ele está suscetível à transferência imposta pelo PLAMOV, que normalmente ocorre por volta do 5º ano de tempo de esquadrão, ou seja, o responsável pela programação possui usualmente uma vida útil de até 3 anos no esquadrão desempenhando essa atividade, o que ocasiona uma rotatividade relativamente grande de programadores capacitados.

Observei, ao ser responsável pela programação do sistema durante 4 anos no 3º/10º GAV, que a constante saída de pessoal capacitado devido à inexistência de uma esquadrilha de GE dedicada exclusivamente à programação do SPS, com baixa rotatividade como característica intrínseca, acarreta implicações:

(...) o impacto da rotatividade no desempenho de aprendizagem revela os desafios de imitar o valor do capital humano sem dar o tempo para desenvolvê-lo. A rotatividade resulta em perda de conhecimento e treinamento que leva a aumento de falhas. Além disso, a taxa de aprendizagem é retardada à medida que a rotatividade interrompe o processo básico de aprendizagem e os recursos humanos ficam focados na formação (reaprender) em vez de uma nova aprendizagem (HATCH, 2004, p. 1174, tradução nossa).

Essas implicações levam à interrupção do desenvolvimento de processos de melhoria da programação, e da transferência de conhecimento entre programadores. Para desempenhar essas funções, a equipe que atualmente é composta por pilotos, detentores de conhecimento operacional importante para decisões de programação, poderia ser complementada com engenheiros, uma vez que estes não estariam suscetíveis ao PLAMOV da aviação de caça, e que teriam condições de serem capacitados em GE.

Atualmente, existe a necessidade de constante capacitação de novos programadores, além de ocorrer a perda de conhecimento devido às transferências. Logo, a redução na rotatividade do programador, que ocorre devido ao PLAMOV da aviação de caça, evitará a perda do conhecimento. Para tornar isso possível, este trabalho defende a criação de uma Esquadrilha de Guerra Eletrônica, dedicada exclusivamente à programação do SPS do A-1M. A esquadrilha deverá ter como característica intrínseca a baixa rotatividade para haver retenção de conhecimento.

### 3 CONCLUSÃO

As aeronaves de caça usualmente possuem radar, equipamento que realiza emissões no espectro eletromagnético para realizar detecção e acompanhamento de aeronaves inimigas, o que possibilita realizar lançamento e guiamento de mísseis.

É possível detectar e interferir nas emissões do radar de aeronaves inimigas com o SPS do A-1M para obter vantagens, como impedir o lançamento de mísseis. Porém, tais capacidades dependem totalmente do conhecimento e habilidade do programador do SPS, além de uma base de dados confiáveis, elementos esses nem sempre disponíveis pois, atualmente, há poucos programadores (um de cada esquadrão de A-1M), que não possuem dedicação exclusiva à atividade, e sua rotatividade atual ocasiona a perda do conhecimento.

A programação desse sistema passa por etapas complexas e trabalhosas, e o sucesso na atividade encontra obstáculos, dado o insuficiente quantitativo de programadores, os quais também não têm dedicação exclusiva, pois possuem outras atribuições que tiram o foco da programação e estudo na área de GE. Isso resulta no retardo da evolução na utilização de todas as capacidades do SPS. Portanto, pessoal suficiente e dedicado à função será capaz de lidar com a complexidade de programação.

Além disso, a trilha completa de capacitação em GE na FAB demanda tempo considerável, perfazendo um total de 440 dias, e o curso de programação do SPS do A-1M na modalidade *offset* já está encerrado, o que demanda a passagem de conhecimento e experiência de um programador para outro. A rotatividade atual ocasiona a perda do conhecimento e interrupção no desenvolvimento de processos de melhoria da programação. Então, a redução na rotatividade do programador, que ocorre devido ao PLAMOV da aviação de caça, evitará a perda do conhecimento.

Por isso, este trabalho defende a criação de uma Esquadrilha de Guerra Eletrônica, dedicada exclusivamente à programação do SPS do A-1M. A esquadrilha deverá ter como característica intrínseca a dedicação exclusiva de pessoal suficiente, e a baixa rotatividade para haver retenção de conhecimento. A solução proposta poderia ser ampliada para a criação de um Centro de Guerra Eletrônica da FAB, concentrando a programação de todos os diferentes vetores com capacidade de GE, o que promoveria a operacionalidade na programação dos sistemas, e contribuiria para a gestão do conhecimento.

## REFERÊNCIAS

ALAVI, M.; LEIDNER, D. E. Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues. **MIS quarterly**, v. 25, n. 1, p. 109, 2001.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando de Preparo. Tabela do Comando da Aeronáutica (TCA 37-4). Portaria COMPREP Nº 681/SPOG-33, de 20 de dezembro de 2021. Aprova a reedição da TCA 37-4/2022 “Cursos e Estágios do COMPREP”. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, n. 234, f. 18969, de 22 de dez. 2021.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial. Tabela do Comando da Aeronáutica (TCA 37-15). Portaria DCTA Nº 64/DCA, de 29 de dezembro de 2021. Aprova a reedição da TCA 37-4/2022 “Cursos do DCTA para o ano de 2022”. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, São José dos Campos, n. 001, f.76, de 03 de jan. 2022.

HATCH, N. W.; DYER, J. H. Human capital and learning as a source of sustainable competitive advantage. **Strategic management journal**, v. 25, n. 12, p. 1174, 2004.

MAO, A.; MASON, W.; SURI, S.; WATTS, D. J. An experimental study of team size and performance on a complex task. **PloS one**, v. 11, n. 4, p. 2, 2016.

NENG-JING, L.; YI-TING, Z. A survey of radar ECM and ECCM. **IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems**, v. 31, n. 3, p. 1116, 1995.

STAATS, B. R.; GINO, F. Specialization and variety in repetitive tasks: Evidence from a Japanese bank. **Management science**, v. 58, n. 6, p. 1142-1143, 2012.