



CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES

1º TEN VÍTOR DUTRA ÉBIAS

CRIAÇÃO DE UMA SEÇÃO DE MANUTENÇÃO RADAR NO CENTRO DE LOGÍSTICA DE MÍSSEIS E FOGUETES: POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES

**Formosa – GO
2023**



CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES

1º TEN VÍTOR DUTRA ÉBIAS

CRIAÇÃO DE UMA SEÇÃO DE MANUTENÇÃO RADAR NO CENTRO DE LOGÍSTICA DE MÍSSEIS E FOGUETES: POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES

Trabalho acadêmico apresentado ao Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, como requisito para a especialização em Gerente Logístico do Sistema de Mísseis e Foguetes.

**Formosa – GO
2023**



**MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
COMANDO MILITAR DO PLANALTO
CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES
DIVISÃO DE DOCTRINA E PESQUISA**

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: 1º TEN VÍTOR DUTRA ÉBIAS

TÍTULO: CRIAÇÃO DE UMA SEÇÃO DE MANUTENÇÃO RADAR NO CENTRO DE LOGÍSTICA DE MÍSSEIS E FOGUETES: POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES

Trabalho acadêmico apresentado ao Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, como requisito para a especialização em Gerente Logístico do Sistema de Mísseis e Foguetes.

APROVADO EM ____/____/2023

CONCEITO: _____

BANCA EXAMINADORA

Membro	Menção Atribuída

VÍTOR DUTRA ÉBIAS – 1º Ten
Aluno

CRIAÇÃO DE UMA SEÇÃO DE MANUTENÇÃO RADAR NO CENTRO DE LOGÍSTICA DE MÍSSEIS E FOGUETES: POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES

Vítor Dutra Ébias

RESUMO

Este trabalho investiga a viabilidade de estabelecer uma seção de manutenção de radares no Centro de Logística de Mísseis e Foguetes (C Log Msl Fgt). O estudo abrange a relevância da manutenção de radares, o papel desempenhado pelo Centro de Logística de Mísseis e Foguetes na manutenção desses ativos, além de explorar as possibilidades e limitações associadas à criação dessa seção. As análises contemplaram a verificação da existência de pré-requisitos, como técnicos capacitados com conhecimento específico em manutenção de radar, documentação técnica abrangente, ferramentas especializadas para ajustes e calibrações, bem como estoque de peças para reposição nos equipamentos.

Palavras-chave: Manutenção de radares, Centro de Logística, Eletrônica, Rheinmetall, Fieldguard3.

ABSTRACT

This work investigates the feasibility of establishing a radar maintenance section at the Missile and Rocket Logistics Center (C Log Msl Fgt). The study encompasses the relevance of radar maintenance, the role played by the Missile and Rocket Logistics Center in maintaining these assets, and explores the possibilities and limitations associated with creating this section. The analyses included checking for prerequisites such as trained technicians with specific knowledge in radar maintenance, comprehensive technical documentation, specialized tools for adjustments and calibrations, as well as spare parts inventory for equipment replacement.

Keywords: Radar maintenance, Logistics Center, Electronics, Rheinmetall, Fieldguard3.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Viatura UCF em exposição no dia 07 de setembro em Brasília.....	8
Figura 2 – Viatura UCF do exército da Arábia Saudita	15
Figura 3 – Traveling Wave Tube	20
Figura 4 - Pré-requisitos para ajuste da TWT	20
Figura 5 - <i>Heater Adapter. AV P/N 32058-1</i>	29
Figura 6 - Preparação do transmissor de Banda-X.....	29
Figura 7 - High-Voltage Divider AV P/N 329057-3.....	29
Figura 8 - RF BNC(M) TO 4MM(2X) Adapter.....	30
Figura 9 - Ajuste da alta tensão da TWT	30
Figura 10 - <i>RF FAIRLEAD BNC 50 Termination</i>	31
Figura 11 - Radar Test Range	32

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Escalões de manutenção	17
Quadro 2 - Respostas sobre possibilidade e limitações de uma seção de manutenção radar no C Log Msl Fgt.....	25
Quadro 3 - Pessoal necessário	25

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Respostas sobre conhecimento do radar da Rheinmetall	23
Gráfico 2 - Respostas sobre aptidão para realizar manutenção do radar.....	23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 Problema.....	10
1.2 Objetivo	11
1.3 Justificativas e contribuições	12
2 METODOLOGIA.....	13
2.1 Revisão de literatura.....	13
2.2 Coleta de dados	14
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
3.1 O centro de logística de mísseis e foguetes e seu papel na manutenção.....	16
3.2 Condicionantes para a criação de uma seção de manutenção radar	18
3.2.1 Documentação e Manuais Específicos	19
3.2.2 Treinamento e Qualificação Especializados	22
3.2.3 Ferramentas Especiais	28
3.2.4 Peças de Reposição.....	33
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

O Sistema ASTROS (Artillery Saturation Rocket System, ou Sistema de Foguetes de Artilharia para Saturação de Área), criado pela empresa brasileira Avibras, é composto de viaturas blindadas médias sobre rodas. Dentre as viaturas que compõem uma bateria de mísseis e foguetes do Sistema ASTROS está a Viatura Blindada de Unidade de Controle de Fogo Média Sobre Rodas (VB UCF MSR).

Figura 1 - Viatura UCF em exposição no dia 07 de setembro em Brasília



Fonte: Autor, 2023

A viatura VB UCF MSR possui duas funções centrais: determinar os comandos de tiro para uma bateria de até 8 lançadoras e realizar os ajustes de tiro sobre o alvo. Tudo isso é realizado sem depender da presença de um observador avançado, independentemente das condições de luminosidade – seja durante o dia ou à noite –

e mesmo em situações climáticas desafiadoras ou de visibilidade reduzida. (AVIBRAS, 2019)

Tanto nas versões MK3-M, chassi Mercedes-Benz, quanto nas versões MK6, chassi Tatra, a Unidade de Controle de Fogo é constituída de um Equipamento Diretor de Tiro (AV-EDT), o qual encontra-se instalado em uma superestrutura AV-SCH. Essa superestrutura possui diferenças de uma versão para outra e a influência dessas diferenças na Posição de Espera e Posição de Tiro já foi analisada em outro estudo que concluiu que as versões mais modernas possuem procedimentos mais demorados e menos operacionais. (OLIVEIRA, 2018)

Esta plataforma na qual o Radar está fixado tem a função adicional de proporcionar estabilidade ao Radar de Rastreamento durante o funcionamento na posição de tiro, e é montada na Viatura Básica 6x6 (AV-VBA). (AVIBRAS, 2017)

Dessa forma, sobre essa estrutura é fixado o Equipamento Rastreador de Foguetes (AV-ERF), chamado antigamente de Equipamento Diretor de Tiro (AV-EDT). Assim como com as superestruturas, esses equipamentos são bem diferentes de uma versão de viatura para outra. As viaturas mais antigas possuem o radar *Fieldguard*, fornecido pela empresa italiana Orkelion Contraves, fundada na cidade de Roma em 1952. Porém, em 1999, a empresa foi adquirida pelo Rheinmetall AG, um grupo alemão líder em tecnologia automotiva e de defesa. (RHEINMETALL, 2023).

Assim, a evolução da tecnologia pelo mundo aliada ao crescimento da empresa fez com que as novas viaturas MK6 fossem equipadas com uma versão mais moderna do equipamento rastreador, denominada *Fieldguard 3*.

Diante disso, a Rheinmetall registrou um pedido em 2019, pela empresa brasileira Avibras, com um valor na faixa de dois dígitos de milhões de euros para a aquisição de dois novos sistemas diretores de tiro. (RHEINMETALL, 2019)

Percebe-se então, o custo elevado dos componentes e da produção do sistema de rastreamento e o alto valor agregado na fabricação do radar *Fieldguard 3*, fazendo com que o conjunto chassi e shelter da VB UCF MSR seja, entre as viaturas do Sistema ASTROS, a de maior custo financeiro para obtenção, custando cerca de R\$ 53.000.000,00. Desta forma, essa abordagem se torna justificável pela complexa tecnologia embarcada nos equipamentos de radar e pelo custo econômico considerável para a aquisição dos mesmos, o qual, por consequência, acarreta em

um maior custo e em uma maior dificuldade nas manutenções preventivas e corretivas.

1.1 Problema

O sistema ASTROS foi incorporado como um dos 7 (sete) Projetos Estratégicos do Exército (PEE), nomeadamente como Projeto ASTROS 2020. Este projeto tem como meta fornecer à Força Terrestre um suporte de fogo de longo alcance, caracterizado por sua precisão e capacidade letal elevadas. (EXÉRCITO, 2014)

Em razão da sofisticação do ASTROS, o Centro de Logística de Mísseis e Foguetes (C Log Msl Fgt) foi estabelecido de acordo com a Portaria Nr 311 – EME, datada de 11 de abril de 2014. Ainda no mesmo ano, em 2014, o Núcleo do C Log Msl Fgt começou a operar nas instalações do atual 6º Grupo de Mísseis e Foguetes. Posteriormente, em 21 de agosto de 2017, uma decisão foi tomada através da Portaria Nr 1.051, emitida pelo Comandante do Exército, determinando a ativação da unidade a partir de 1º de janeiro de 2018.

Através da Portaria Nr 056 – EME, datada de 16 de março de 2015, foi ratificada a Diretriz destinada à Instalação do Centro de Logística de Mísseis e Foguetes. Essa diretriz delineou os seguintes propósitos:

- a) Ampliar a capacidade operacional da artilharia de mísseis e foguetes do Exército, dotando-a de uma Organização Militar (OM) de logística especializada no sistema ASTROS, com foco nas atividades logísticas de manutenção, transporte e suprimento.
- b) Contribuir para o aperfeiçoamento e com o desenvolvimento da doutrina de emprego da logística do Exército Brasileiro, no que diz respeito ao emprego da artilharia de mísseis e foguetes (Portaria Nr 056 – EME, de 16 de março de 2015).

Em consequência, em 2018, foi estabelecido o Centro de Logística de Mísseis e Foguetes, destinado a unificar esforços e organizar o suporte oferecido aos Grupos de Mísseis e Foguetes (GMF) durante períodos de paz (em zona de interior). Ademais, o C Log desempenha um papel fundamental no planejamento, coordenação, implementação e supervisão do suporte logístico integrado (SLI) para o sistema de mísseis e foguetes. (ORNELAS, 2019)

A atuação do Centro de Logística tem como alvo alcançar elevados níveis de disponibilidade das viaturas no âmbito do programa ASTROS, ao mesmo tempo em

que visa a diminuição dos custos associados ao ciclo de vida do material de emprego militar desse produto estratégico de defesa.

Nessa linha, o radar pertencente à viatura de controle de fogo é um equipamento que exige um cuidado maior devido ao elevado custo de aquisição. Entretanto, o sistema ainda pode encontrar algumas dificuldades no tocante à manutenção desse instrumento de *trackamento* do foguete, como a falta de ferramental específico, peças de reposição para execução de alguns reparos e até mesmo mão de obra especializada na manutenção do ERF, também ocasionada pela recente modernização sofrida pelo Sistema ASTROS.

Desta maneira, dentro do escopo deste trabalho, a pesquisa pretende apresentar soluções ao seguinte problema: Quais seriam as possibilidades e limitações para a criação de uma seção de manutenção especializada em radar no Centro de Logística de Mísseis e Foguetes?

1.2 Objetivo

O presente estudo tem como objetivo geral constatar se o C Log Msl Fgt conseguiria desenvolver uma seção específica para manutenção dos radares presentes nas VB UCF MSR.

Para isso, a pesquisa tomará como base os manuais técnicos da Unidade de Controle de Fogo e os manuais de manutenção do radar *Fieldguard*, principalmente aqueles fornecidos pela empresa fabricante, como meio de exposição das propriedades do sistema, as experiências de manutenção de 1º até 3º escalão de sargentos formados no Curso de Manutenção Eletrônica do Sistema de Mísseis e Foguetes para Sargentos, oferecido anualmente pelo Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes (CI Art Msl Fgt), a opinião e os relatos de um subtenente com diversos anos de experiência com o radar do sistema ASTROS, a experiência de um funcionário da Avibras na manutenção dos radares de outras nações que também possuem o referido sistema, e também a experiência de um engenheiro eletricista de outra nação que já teve que realizar a manutenção do radar fornecido pela mesma empresa em seu país.

1.3 Justificativas e contribuições

Por ser um Projeto Estratégico do Exército e com constantes atualizações doutrinárias, a manutenção de 3º escalão das viaturas do Sistema ASTROS ainda não atingiu sua capacidade máxima de reparo das viaturas e sistemas. Esse fato resulta em debates sobre os limites da capacidade e responsabilidade de manutenção do C Log Msl Fgt.

De acordo com a teoria da logística militar terrestre, o C Log é responsável pelas manutenções de 2º e 3º escalões, englobando desde tarefas de manutenção preventiva e corretiva de média complexidade através dos meios orgânicos disponíveis até tarefas de reparação de material de alta complexidade através de procedimentos técnicos, pessoal, ferramental e instalações compatíveis com o grau de complexidade da falha. (BRASIL, 2018)

Portanto, o propósito desta pesquisa abrange também a avaliação da capacidade do C Log em termos de pessoal habilitado, disponibilidade de manuais e documentos, ferramentas e peças de reposição essenciais para realizar as reparações necessárias no Equipamento Rastreador de Foguetes (ERF). Além disso, este estudo explora a viabilidade de encaminhar esses reparos diretamente à fabricante ou ao representante autorizado. Adicionalmente, são identificadas as limitações envolvidas na criação desta seção de manutenção, considerando a quantidade de Unidades de Controle de Fogo presentes no Comando de Artilharia do Exército, bem como buscar o impacto financeiro que a implementação da seção de reparos poderia ter.

Como consequência disso, a principal finalidade deste trabalho é a elaboração de um estudo de viabilidade, que apresentará os elementos capazes de destacar os fundamentos subjacentes à criação de uma seção de manutenção, no Centro de Logística de Mísseis e Foguetes, especializada nos radares *Fieldguard*.

2 METODOLOGIA

Com o propósito de obter informações que viabilizassem a elaboração de uma solução potencial para a questão em análise, a estrutura deste estudo envolveu as seguintes etapas: análise crítica e registro de informações provenientes das fontes, entrevistas com especialistas, aplicação de questionários, além de argumentação e debate dos resultados obtidos.

Com esse propósito, foi conduzida uma abordagem qualitativa, que diferentemente da abordagem quantitativa, não utiliza procedimentos estruturados e instrumentos formais para coleta de dados. As informações narradas foram analisadas de uma forma organizada, mas intuitiva, enfatizando o subjetivo como meio de compreender e interpretar as experiências. (POLIT et al., 2004)

A princípio, foi utilizado o tipo de pesquisa exploratória, visando criar um maior grau de familiaridade com o problema em questão, buscando explicitá-lo. Essa abordagem abrange a coleta de informações de fontes bibliográficas, bem como entrevistas com indivíduos experientes no âmbito da problemática investigada. (GIL, 2008)

Em uma segunda abordagem, foi utilizado também o tipo de pesquisa descritiva, cujo o propósito é detalhar as propriedades de populações ou fenômenos específicos. Uma de suas características distintivas reside na adoção de técnicas padronizadas de coleta de informações, tais como questionários e observações sistemáticas. (GIL, 2008)

No desfecho desta pesquisa, é oferecida uma conclusão fundamentada na perspectiva do autor, acompanhada da sugestão de tópicos de estudo que possam enriquecer, validar ou aprimorar o conteúdo deste trabalho.

2.1 Revisão de literatura

Também foram utilizados por base os manuais técnicos disponibilizados pela Rheinmetall, em particular no que tange à manutenção do *Tracking Rocket Equipment* e à agenda de manutenção do *Sensor Unit*.

Também foi realizada uma busca em bases de dados de renomadas bibliotecas virtuais, com destaque para a Biblioteca Digital do Exército. Algumas das fontes foram localizadas por meio de mecanismos de busca online, incluindo o Google Acadêmico e também em Bibliotecas Digitais de Instituições de Ensino.

Nesse processo, empregaram-se termos-chave tanto em português quanto em inglês, como ASTROS, mísseis, foguetes, manutenção, radar, logística, *rockets*, *missiles*, *maintenance* entre outros, utilizados de forma isolada ou em combinação.

2.2 Coleta de dados

A coleta de dados seguiu um processo que começou com uma leitura exploratória inicial de todo o material de pesquisa. Conforme avançava, as fontes que melhor se adequavam ao contexto do tema, especificamente relacionado ao Sistema de Mísseis e Foguetes, foram selecionadas, com foco especial na função logística de manutenção.

Na sequência, ocorreu o estudo mais aprofundando, com uma leitura seletiva das partes essenciais à confecção deste estudo, de forma que se obtivessem as bases argumentativas.

Por fim, foram realizadas pesquisas por meio de consultas a especialistas, incluindo técnicos, engenheiros e militares, com experiência direta na manutenção do radar ou que foram formados no curso de manutenção eletrônica no contexto do sistema de artilharia de mísseis e foguetes.

Dessa forma, dada a natureza descritiva da pesquisa, em adição à revisão da literatura, foram convidados concluintes do Curso de Manutenção Eletrônica do Sistema de Mísseis e Foguetes para Sargentos, formados em diferentes anos, com o propósito de fornecer detalhes sobre as características comuns do grupo focal analisado acerca dos conhecimentos obtidos durante as capacitações e também sobre a aptidão e confiança para desempenhar a manutenção do sistema do radar das Unidades de Controle de Fogo. Foram realizadas perguntas padronizadas, tanto de resposta aberta quanto de resposta em escala.

Em complemento, devido à natureza também exploratória do trabalho de pesquisa, foram conduzidas entrevistas com pessoas com experiência na área abordada. Assim, a atividade contou com a participação do ex-cabo D. Francisco e atual técnico da empresa AVIBRAS, o qual trabalhou no Centro de Logística na época em que o mesmo funcionava nas instalações do atual 6º GMF. Trabalha desde 2016 para essa empresa que projetou, desenvolveu e fabricou as viaturas do sistema de mísseis e foguetes. Dentre as suas experiências como técnico do sistema ASTROS, vale ressaltar a oportunidade de realização manutenção

eletrônica nas viaturas dos exércitos do Brasil, da Arábia Saudita e da Malásia. Em uma dessas ocasiões teve a possibilidade de realizar diretamente a manutenção dos radares, presentes na UCF da Arábia Saudita, os quais são os mesmos radares adquiridos pelo Exército Brasileiro.

Figura 2 – Viatura UCF do exército da Arábia Saudita



Fonte: D. Francisco, 2019

Seguindo a linha de entrevistas, também contribuiu para este trabalho o subtenente Peixoto, o qual já teve experiências com radares no Curso de Artilharia de Costa e Antiaérea. Durante 8 (oito) anos foi monitorde operação do radar da viatura UCF no Centro de Instrução, trabalhou 5 (cinco) anos na gestão da manutenção, como integrante do Centro de Operações Logísticas (COL) do C Log Msl Fgt e está há 9 (nove) meses na seção de manutenção eletrônica do C Log.

Por fim, também foi entrevistado o Sr. Ramon Serra Mendoza, engenheiro eletricitista com mestrado em Robótica e Automação e cursando doutorado em engenharia elétrica na Universitat Politècnica de Catalunya, na Espanha. A contribuição do Sr. Ramon se deve ao fato do mesmo já ter participado de um projeto, em 2005, de diagnóstico e recuperação parcial do Sistema de Controle de Tiro Fieldguard no exército venezuelano.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 O centro de logística de mísseis e foguetes e seu papel na manutenção

O conceito de manutenção é bastante abrangente e pode ser definido de várias maneiras. Além disso, a manutenção também engloba uma ampla variedade de abordagens, as quais podem tanto respaldar quanto questionar a necessidade de sua aplicação, através, por exemplo, do indicador de Custo de Manutenção sobre Valor de Reposição, que analisa o custo de manutenção empregado em cada equipamento e identifica se seria mais vantajoso manter o ativo ou então comprar um novo.

A manutenção engloba todas as atividades técnicas e administrativas, incluindo a supervisão, com o objetivo de preservar ou restaurar um item para que ele possa desempenhar sua função requerida, podendo envolver modificações no item. (ABNT, 1994)

O objetivo da manutenção é alcançar a maior disponibilidade confiável com os menores custos possíveis, um objetivo que é assegurado pela realização adequada dos serviços de manutenção. Portanto, a realização apropriada e em conformidade com os requisitos técnicos dos serviços de manutenção é uma demanda justificada. (PINTO, 2001)

Segundo o Comando de Artilharia do Exército (BRASIL, 2019) o C Log Msl Fgt tem como uma de suas missões garantir a disponibilidade plena do sistema ASTROS durante todo seu ciclo de vida, caracterizando as atividades da função logística manutenção.

Para cumprir essa missão crucial de garantir a disponibilidade contínua do sistema de artilharia de mísseis e foguetes, o C Log Msl Fgt desempenha um papel fundamental na gestão das atividades de manutenção.

Além disso, o C Log Msl Fgt é responsável por supervisionar e garantir que os recursos necessários, como peças de reposição e equipe qualificada, estejam prontamente disponíveis para atender às demandas de manutenção, contribuindo assim para a eficácia e eficiência das operações do sistema de mísseis e foguetes. Essa abordagem estratégica em relação à manutenção é essencial para assegurar que o ASTROS cumpra seu ciclo de vida com alto desempenho e confiabilidade.

Entrementes, isso envolve a coordenação e execução de manutenções de diferentes níveis de complexidade e, de acordo com o Manual de Campanha Logística Militar Terrestre, como pode ser verificado no Quadro 1, o C Log Msl Fgt é responsável por conduzir as manutenções de 2º e 3º escalões, enquanto que as atividades classificadas como 4º escalão são de responsabilidade da empresa fabricante, AVIBRAS.

Quadro 1 - Escalões de manutenção

ESCALÃO	RESPONSÁVEL	DESCRIÇÃO
1º Nível Orgânico	Usuário (operador) OM responsável pelo material	- Realizada com os meios orgânicos disponíveis. - Tarefas mais simples de manutenção preventiva e corretiva, com ênfase nas ações de conservação do material e reparações de falhas de baixa complexidade.
2º Nível Intermediário	OM Log / GU	- Realizada com os meios orgânicos disponíveis. - Tarefas de manutenção preventiva e corretiva, com ênfase na reparação do material que apresente e/ou esteja por apresentar falhas de média complexidade.
3º Nível Avançado	OM Log Mnt / Gpt Log	- Realizada por meio de procedimentos técnicos, pessoal, ferramental e instalações compatíveis com a complexidade da falha. - Tarefas de manutenção corretiva, com ênfase na reparação do material que apresente e/ou esteja por apresentar falhas de alta complexidade.
4º Nível Industrial	Instalações fabris (arsenais) do EB Fabricante ou representante autorizado Instalações Ind especializadas	- Realizada por meio de projetos de engenharia e aplicação de recursos financeiros específicos. - Tarefas de manutenção modificadora, com ênfase na reconstrução e/ou modernização de materiais e sistemas de armas

Fonte: BRASIL (2018, p. 3-13).

Portanto, as manutenções corretivas requeridas nos radares, especialmente aquelas classificadas como de 2º ou 3º escalão, devem ser conduzidas nas instalações do Centro de Logística. Contudo, se faz necessário analisar se o mesmo possui os requisitos necessários para desempenhar tal função. Por conseguinte, nas próximas seções deste trabalho serão analisados alguns fatores necessários para se desenvolver uma seção de manutenção especializada nos radares do Sistema de

Mísseis e Foguetes e, ao mesmo tempo, analisar se o C Log Msl Fgt possui esses meios e, caso contrário, se seria viável adquiri-los considerando aspectos como custo e aplicabilidade.

3.2 Condicionantes para a criação de uma seção de manutenção radar

Os requisitos para a manutenção de um radar podem variar dependendo do tipo de radar, sua aplicação específica e as regulamentações locais, padrões da indústria fabricante e contexto de uso (civil ou militar). No entanto, geralmente, os requisitos comuns para a manutenção de radar incluem treinamento e qualificação específicos, documentação e manuais, ferramentas específicas e peças de reposição.

Ao se avaliar o requisito de documentação, é importante examinar se existe documentação da empresa fabricante precisa sobre a descrição do equipamento, diagramas internos dos componentes, guia de manutenção e até mesmo histórico de manutenção, incluindo registros de manutenção preventiva e corretiva.

Nessa linha, no quesito de treinamento é essencial verificar se os técnicos e engenheiros responsáveis pela manutenção possuem treinamento adequado e qualificações para trabalhar com sistemas do radar.

Conforme essa perspectiva, outro requisito fundamental para a realização bem-sucedida da manutenção de radar é a disponibilidade de ferramentas especiais, ou seja, equipamentos projetados e adequados especificamente para esse fim. Essas ferramentas desempenham um papel crucial no processo de manutenção, permitindo que técnicos e engenheiros realizem com precisão inspeções, reparos e ajustes necessários. A posse das ferramentas adequadas não apenas aumenta a eficiência da manutenção, mas também garante a confiabilidade da manutenção, a segurança dos profissionais envolvidos e contribui para a preservação do radar, assegurando que ele continue funcionando de maneira confiável.

Por último, para a criação de uma seção de manutenção de radar também é substancial manter um estoque de peças de reposição, para reduzir ao mínimo o tempo de inatividade em situações de falhas. Ter essas peças prontamente disponíveis garante que, quando ocorrerem problemas, a substituição ou reparo possa ser realizado de forma eficiente e rápida, garantindo a continuidade das

operações de maneira mais eficaz e econômica. Isso contribui significativamente para a manutenção de um sistema operacional e produtivo.

3.2.1 Documentação e Manuais Específicos

Analisando a documentação existente, é importante avaliar se existe documentação técnica abrangente incluindo manuais de serviço, manuais de operação, diagramas, esquemas elétricos e especificações técnicas. Essa documentação deve oferecer *insights* detalhados sobre o funcionamento do radar, suas especificações técnicas e os procedimentos necessários para sua manutenção.

Em pesquisa realizada com o engenheiro venezuelano Ramon Mendoza, o qual já trabalhou com manutenção do radar, ao ser perguntado sobre quais foram os principais desafios encontrados para recuperar o radar fabricado pela Rheinmetall, pertencente ao exército venezuelano, respondeu que o radar tinha pouco tempo de uso e disse que o mais difícil mesmo foi entender como funcionava e como ligar o gerador do radar e o sistema hidráulico. Ao ser questionado sobre se apenas com os manuais da fabricante foi possível solucionar todos os problemas que surgiram, respondeu que com os manuais que tinha foram suficientes para colocar o radar em funcionamento, pois a parte do radar em si não apresentava muitos problemas.

Foi consultado o acervo de manuais do COL do Centro de Logística de Mísseis e Foguetes para listar se haveria manuais suficientes para uma possível seção de manutenção de radar utilizar como consulta.

Assim, foram encontrados diversos manuais, dentre os quais pode-se destacar o *Functional Check List* (FCL), contendo uma lista de procedimentos a serem executados pelo operador ou mantenedor para verificar o correto funcionamento e condição da *Sensor Unity* do Fieldguard 3, *Diagnostic Checklist*, consistindo de várias tabelas vinculadas a códigos de identificação de falhas e uma descrição de falha correspondente. As tabelas incluem até quatro passos de instrução (sugestões) com a descrição das correspondentes atividades e, se necessário, as referências de publicações técnicas das atividades. As etapas da instrução são listadas de acordo com o peso do seu sucesso potencial. Esta sequência para a solução de problemas deve ser levada em consideração e seguida sempre que possível. A tabela também pode conter instruções para localização de falhas ou para localização ou rastreamento de falhas.

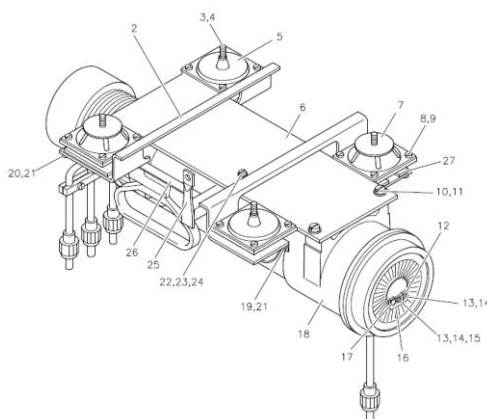
Também possui um *Equipment Description* para descrever a *Sensor Unity*, que contém todas as funções necessárias para controlar e supervisionar os sensores eletro-ópticos e de radar através de um link de fibra óptica do computador de controle de fogos e do console do operador.

Há também um *Maintenance Manual*, com mais de 1.100 (mil e cem) páginas, contendo módulos de dados, que são documentos independentes e contêm uma descrição ou instruções para manter o equipamento ou uma montagem. De acordo com o próprio manual, existem dois tipos de módulos de dados: descritivo (usado em instruções de operação, descrição de equipamentos) e processual (usado para instruções de manutenção).

Esse manual é importante quando se aborda a questão da criação de uma seção de manutenção. Para cada ajuste necessário ou problema encontrado, o próprio documento sugere efetivo técnico necessário para tal atividade e também lista equipamentos, materiais consumíveis e peças que serão utilizados no reparo ou calibração.

Para exemplificar, tomemos como exemplo o ajuste da *Traveling Wave Tube* (TWT), que é responsável pela amplificação de alta potência do transmissor.

Figura 3 – Traveling Wave Tube



Fonte: AVIBRAS, 2017

O *Maintenance Manual* fornece os seguintes pré-requisitos para realizar esse ajuste e os dados sobre *Required personnel* e *Support equipment* serão comentados nas subseções seguintes.

Figura 4 - Pré-requisitos para ajuste da TWT

Prerequisites

Required conditions

Condition	Identifier
No conditions	

Required personnel

Person	Category	Skill level	Trade	Est. time
A	Electrician	Advanced	A	20 minutes
B	Mechanic	Basic	D	30 minutes

Support equipment

Nomenclature	Catalog sequence	Part number	Qty
CABLE, LABORATORY RD L 1000MM		Q 5 3141 2014	2
CABLE, LABORATORY BK L 1000MM		Q 5 3141 2015	2
ADAPTER, RF BNC(M) TO 4MM(2X)		Q 5 3142 7060	1
D-MULTIMETER, TRMS AC+DC, 100KHZ		Q 5 3190 0278	1
DIVIDER, HIGH-VOLTAGE		Q 5 3193 0021	1

Material and consumables

Nomenclature	Catalog sequence	Part number	Qty
No supplies			

Spares

Nomenclature	Catalog sequence	Part number	Qty
No spares			

Fonte: AVIBRAS, 2017

Por último, o último documento que vale destacar é o *Preventive Maintenance Schedule*, o qual especifica e divide o trabalho programado a ser executado na unidade do sensor nas seguintes seções: verificações técnicas, trabalho intervalado por hora e trabalho de intervalo de calendário.

Em suma, existe uma diversidade de material de apoio para o propósito de manutenção do radar, cabendo ao militar da futura possível seção de manutenção radar explorá-los e utilizá-los, tanto para aprendizado e prática da manutenção quanto como base para a criação de um curso com foco nos radares. Entretanto, os documentos, por serem obtidos pela Rheinmetall e, apenas repassados pela AVIBRAS, estão no idioma inglês, dificultando o entendimento e aprendizado do militar, caso o mesmo não seja habilitado em tal idioma.

Portanto, a criação de uma seção de manutenção bem-sucedida depende em grande parte da eficiente exploração desses recursos e da exigência dos documentos técnicos na língua portuguesa.

3.2.2 Treinamento e Qualificação Especializados

Nesta seção serão explorados os requisitos de treinamento e qualificação necessários para os profissionais encarregados da manutenção deste equipamento de alta tecnologia.

De acordo com a norma ABNT NBR ISO 10015:2001, o treinamento técnico é a base fundamental para desenvolver e prover conhecimento, habilidades e comportamentos. Por isso, com o objetivo de identificar a necessidade de realizar treinamento técnico, foi realizado um questionário com 11 (onze) sargentos formados no curso de Manutenção Eletrônica do Sistema de Mísseis e Foguetes.

A atividade contou com a participação de 07 (sete) sargentos formados no ano de 2023, de 02 (dois) sargentos formados no ano de 2022, 01 (um) sargento formado no ano de 2021 e 01 (um) sargento formado no ano de 2020. Portanto, o espaço amostral foi composto de 11 (onze) sargentos formados no curso de manutenção eletrônica do Sistema de Mísseis e Foguetes. Vale ressaltar que nem todos os participantes do questionário trabalham ou trabalharam diretamente com a manutenção no C Log Msl Fgt.

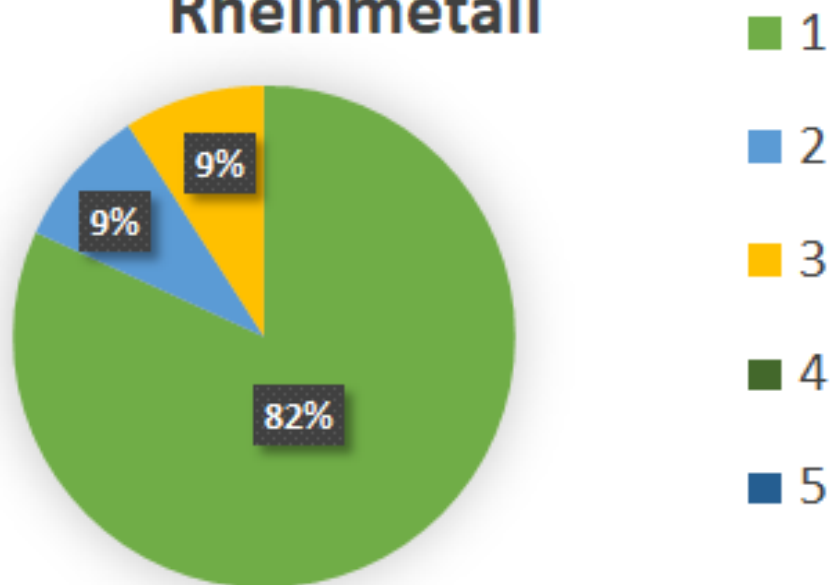
Foi perguntado a cada um deles se durante o curso de manutenção eletrônica do Sistema de Mísseis e Foguetes houve alguma instrução específica sobre a manutenção de 3º escalão dos radares presentes nas VB UCF MSR. As respostas obtidas, em sua maioria, foram que não tiveram, pois, a carga horária para a viatura em questão foi pouca. Um dos entrevistados ainda acrescentou que as instruções se concentraram em operar e manter o gerador de energia para o radar. Outro sargento acrescentou que somente teve instruções sobre os sistemas eletrônicos da viatura. Um dos formados de 2020 e um dos formados de 2023 responderam que tiveram instruções.

A segunda pergunta foi relacionada a saber, em uma escala de 1 (um) a 5 (cinco), na qual 1 (um) representa nenhum conhecimento e 5 (cinco) representa total conhecimento, o quanto se considera ter conhecimento sobre os radares produzidos pela Rheinmetall. Para essa pergunta, nove respostas foram 1 (um), uma resposta

foi 2 (dois) e uma resposta foi 3 (três), como se pode observar no Gráfico 1. Assim, a média para essa escala foi aproximadamente 1.27, caracterizando pouco ou nenhum conhecimento sobre o radar.

Gráfico 1 - Respostas sobre conhecimento do radar da Rheinmetall

Conhecimento do radar da Rheinmetall

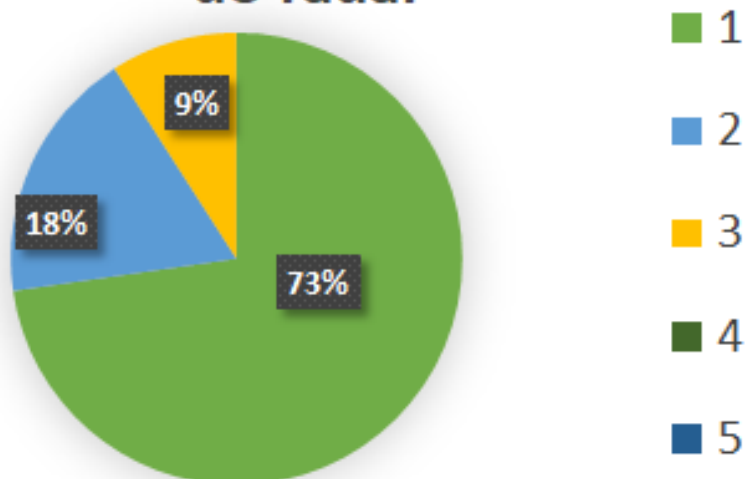


Fonte: Autor, 2023

A terceira pergunta foi relacionada a saber, em uma escala de 1 (um) a 5 (cinco), na qual 1 (um) representa nenhuma aptidão e 5 (cinco) representa total aptidão, o quanto se considera apto a realizar a manutenção dos radares das VB UCF. Para essa pergunta, oito respostas foram 1 (um), duas respostas foram 2 (dois) e apenas uma foi 3 (três), como é possível ver no Gráfico 2. Assim, a média para essa resposta foi aproximadamente 1.36, caracterizando novamente pouca ou nenhuma aptidão para realizar a manutenção do radar.

Gráfico 2 - Respostas sobre aptidão para realizar manutenção do radar

Aptidão para realizar manutenção do radar



Fonte: Autor, 2023

Os entrevistados foram perguntados se já tiveram a oportunidade de realizar alguma manutenção do radar e como foi essa manutenção. Assim, o resultado obtido foi que nenhum deles já tiveram que realizar esse tipo de manutenção. As respostas se resumiram em que a manutenção se concentrou apenas nos sistemas da UCF e no gerador de energia do radar.

A próxima pergunta realizada teve o objetivo deixar um espaço aberto para os sargentos responderem se acham importante ter uma carga horária maior no curso sobre manutenção do radar e comentarem, caso acharem oportuno. Por unanimidade, a resposta foi que sim, devido à complexidade da eletrônica embarcada na viatura e ao alto valor da mesma.

Vale destacar dois comentários realizados: o primeiro de ao menos existir um estágio periodicamente e o segundo sobre ser interessante o aumento de carga horária no curso com foco no sistema radar. Além disso, também ser de extrema relevância que fosse realizado um estudo entre o CI Art Msl Fgt e a Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea (EsACosAAe), no intuito de viabilizar um curso voltado especificamente para a operação e manutenção dos radares empregados no Sistema ASTROS.

Para encerrar essa série de perguntas, a fim de contribuir com este trabalho, foi perguntado aos sargentos se eles acham possível a criação de uma seção de

manutenção radar no C Log Msl Fgt e ainda se reconhecem alguma possibilidade ou limitação. Dentre as respostas obtidas, as principais foram destacadas no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 - Respostas sobre possibilidades e limitações de uma seção de manutenção radar no C Log Msl Fgt

Você acha possível a criação de uma seção de manutenção radar no C Log Msl Fgt? Enxerga alguma possibilidade ou limitação?	
01	Sim. De início seria necessário capacitar o pessoal com a Empresa fabricante.
02	Sem a viabilização de um curso, antes implantado no C I Art Msl Fgt, voltado especificamente para a prática da manutenção, sobretudo, na prática da operação, fica difícil implantar uma célula especialista na manutenção desse tipo de equipamento no C Log Msl Fgt.
03	Não enxergo essa possibilidade, uma vez que a capacitação dos Recursos Humanos nesse Radar, inclusive pelo pessoal do CI Art Msl Fgt, é nenhuma pela Empresa Suíça.
04	Possui uma possibilidade por conta do efetivo entretanto a limitação esbarra em não possuir o material e o efetivo especializado.
05	Creio que seja possível, porém deve haver instruções e manuais para as devidas manutenções.
06	Acho pouco provável uma seção específica. Haja vista o pouco número de VTR com o radar.
07	Tem-se a possibilidade, mas a especialização e tempo terá que ser maior para realmente ter uma equipe apta para o serviço. E isso entra em custos adicionais
08	Não, seria interessante capacitar quem já possui o Curso de Manutenção Eletrônica do Sistema de Mísseis e Foguetes, por já possuir uma base de conhecimento no sistema Astros, e, por consequência, tal função ser incluída na Seção de Eletrônica, por exemplo, e ser agregada à rotina de manutenção.

Fonte: Autor, 2023

Entrementes, o próprio manual de manutenção do radar fornecido pela AVIBRAS especifica o efetivo necessário para cada manutenção e os requisitos que devem possuir, como exemplificado no Quadro 3.

Quadro 3 - Pessoal necessário

Required personnel

Person	Category	Skill level	Trade	Est. time
A	Electrician	Advanced	A	20 minutes
B	Mechanic	Basic	D	30 minutes

Fonte: AVIBRAS, 2017

A coluna *Person* indica o número necessário de pessoal: A representa a 1ª pessoa, responsável pela implementação dos procedimentos, B significa 2ª pessoa, C significa 3ª pessoa e assim por diante. A coluna *Category* indica a profissão, o qual pode ser mecânico, eletricista ou operador. Já a coluna *Skill level* informa a experiência necessária: *Basic* (treinado na profissão correspondente, mas com experiência limitada) ou *Advanced* (treinado na profissão correspondente e com anos de experiência). A coluna *Trade* não é relevante para nosso propósito e, a coluna *Est. Time* traz o requisito de tempo estimado para a(s) respectiva(s) pessoa(s) realizar(em) as atividades listadas no capítulo Procedimento principal do manual. O tempo estimado não inclui o tempo dos módulos de dados como ajustes, verificações funcionais, etc., listadas no capítulo Pós-requisitos do manual.

Logo, nesse exemplo do ajuste da TWT, é possível perceber que se trata de um procedimento que depende de um técnico com experiência avançada, comprovando a necessidade de treinamento especializado para que seja possível a criação da seção de manutenção radar no C Log Msl Fgt.

A fim de gerar mais argumentos e informações sobre a atual capacidade técnica do exército em manter os radares, foram realizadas algumas perguntas ao subtenente Peixoto, do C Log Msl Fgt, militar com mais de treze anos de experiência com o sistema de mísseis e foguetes brasileiro, como destacado na seção 2.2. Ao ser perguntado sobre se já realizou a manutenção do radar da viatura UCF, se encontrou algum desafio e como foi superar esse desafio, respondeu que realizou apenas preventivas na condição de monitor. Acrescentou que o maior desafio até hoje foi realizar o ajuste de frequência e recepção do radar. Em suas experiências na utilização e operação necessitou de intervenção corretiva diversas vezes, entretanto, nesses casos, apenas os técnicos da AVIBRAS possuíam a capacidade de realiza-las. Com a ausência dos mesmos, os radares estariam indisponíveis por muito mais tempo.

Em complemento, foi abordado se ele acha possível a criação de uma seção de manutenção radar no C Log e, na perspectiva dele, quais seriam as possibilidades e limitações. Assim, o militar contribuiu com a afirmação de que seria possível sim, porém não necessário. A criação de uma seção exclusiva seria algo superdimensionado, devido à quantidade de radares existentes. Com base em sua experiência, acredita que uma melhor alternativa é a capacitação dos recursos humanos para a manutenção corretiva e um programa de reciclagem e atualização dos conhecimentos em manutenção no fabricante, aquisição de suprimentos e peças para manutenção do radar, produção de estoque de peças de mortalidade maior, considerando a vida útil esperada e a possibilidade de obsolescência do equipamento.

Em resumo, pode-se comprovar que o treinamento adequado para os sargentos desempenha um papel de alta criticidade na garantia da eficácia da manutenção do radar da viatura. Como evidenciado nas entrevistas realizadas durante a pesquisa, a falta de aptidão ou preparo dos sargentos para realizar essa manutenção específica tem implicações significativas na proposta de criação de uma seção com foco na manutenção do radar. Esse treinamento pormenorizado proporciona não apenas o conhecimento técnico necessário, mas também a confiança e a competência para abordar com sucesso os desafios relacionados à manutenção de 3º escalão do radar.

Além disso, ele pode vir a contribuir para a segurança operacional, minimiza o tempo de inatividade da viatura e ajuda a prolongar a vida útil do equipamento. Em resumo, investir em treinamento para os sargentos é fundamental para dar início à uma nova seção de manutenção.

Uma abordagem central para superar essa carência é a criação de um programa de treinamento altamente específico e sob medida para os sargentos. Esse programa pode acontecer dentro do próprio curso, porém com uma carga horária mais adequada, ou até mesmo ser oferecido em forma de um estágio em torno de 2 semanas, no Centro de Instrução. Assim, as instruções devem abranger em detalhes os componentes do radar, procedimentos de manutenção específicos e diagnóstico de falhas, garantindo que os sargentos adquiram um conhecimento aprofundado e, principalmente, prático.

Para ministrar o curso é interessante a própria empresa Rheinmetall ministrar o treinamento para uma primeira turma, caso ela forneça tal instrução, e,

posteriormente, os alunos os quais concluírem o aprendizado transmitirão o aprendizado no curso ou estágio, assim como foi comentado no parágrafo anterior. Por isso foi realizado contato com a empresa para saber se existe tal possibilidade, custos e a viabilidade, porém, não houve resposta em tempo hábil da elaboração deste trabalho.

Outra possibilidade interessante seria verificar junto à AVIBRAS, através da inclusão em um próximo contrato, a possibilidade de capacitação na manutenção de 3º escalão dos radares das viaturas na empresa Rheinmetall. Já foi realizado um termo como esse, na qual o contrato com a AVIBRAS previu um curso de capacitação e manutenção TATRA, de até 3º escalão, na empresa TATRA, na cidade de Koprivnice, na República Tcheca para cerca de 10 militares do Forte Santa Bárbara. Novamente, os alunos os quais concluírem o curso fora do país deverão propagar o conhecimento obtido em um curso ou estágio oferecido pelo CI Art Msl Fgt.

Ademais, deve-se reforçar a exploração e utilização adequada dos documentos analisados na seção anterior, pois, não só fornecem uma base sólida para a manutenção e o aprendizado contínuo, mas também servem como base para o desenvolvimento de cursos e treinamentos focados em radares.

3.2.3 Ferramentas Especiais

A manutenção de radares de rastreamento de foguetes é uma tarefa crítica em sistemas de defesa. Neste contexto, o uso de ferramentas específicas é essencial para garantir a correta calibração e manutenção do equipamento.

Em entrevista realizada com o técnico da AVIBRAS, D. Francisco, o mesmo comentou sobre a experiência de manutenção eletrônica dos radares das VB UCF MSR pertencentes à Arábia Saudita. Ele relatou que nessa oportunidade mencionada, utilizou diversas *Special Tools* para realizar calibração e manutenção do equipamento radar. Segundo ele, o exército saudita adquiriu todas as ferramentas especiais disponíveis para fazer a manutenção do ERF.

A fim de contribuir com esse trabalho de pesquisa, Francisco selecionou as principais ferramentas que utilizou nesse trabalho realizado no país asiático. As peças citadas e que se encontram nas figuras a seguir fazem parte da configuração para verificação dos ajustes do *Sensor Unit* e estão presentes no manual de

manutenção do ERF. Segundo o técnico, os equipamentos listados servem não só para realizar os ajustes, mas também para garantir que os ajustes estando corretos, a correção de uma possível falha seja dada pela substituição de peças operacionais da viatura AV-UCF MK-6.

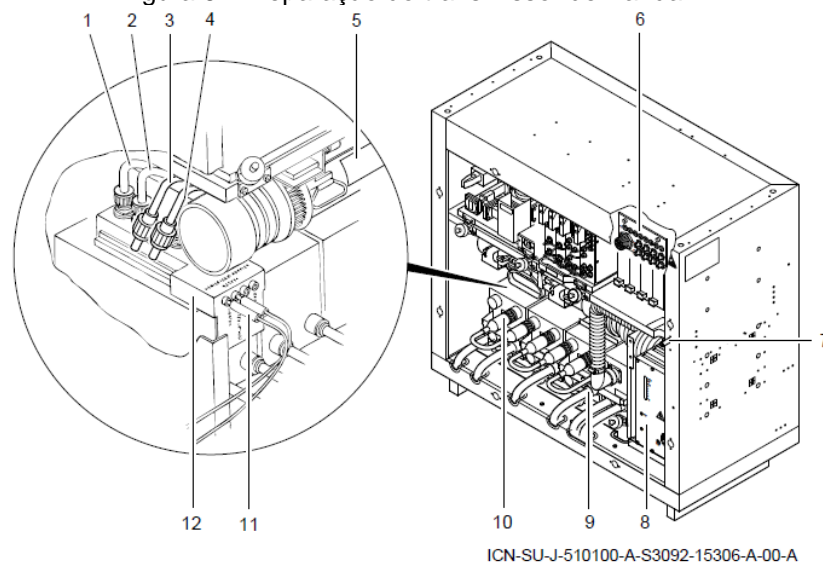
Figura 5 - *Heater Adapter*. AV P/N 32058-1



Fonte: AVIBRAS, 2017

Esse equipamento é utilizado no ajuste da tensão de aquecimento da *Traveling Wave Tube (TWT)*, responsável pelo ajuste da corrente de catodo e amplificação de alta potência do transmissor. O item 12 da Figura 6 mostra o equipamento instalado na *Sensor Unit* do equipamento radar. De acordo com o manual, esse procedimento é um pós-requisito para a substituição da *TWT* e da *Modulator Unit*.

Figura 6 - Preparação do transmissor de Banda-X



Fonte: AVIBRAS, 2017

Figura 7 - High-Voltage Divider AV P/N 329057-3



Fonte: AVIBRAS, 2017

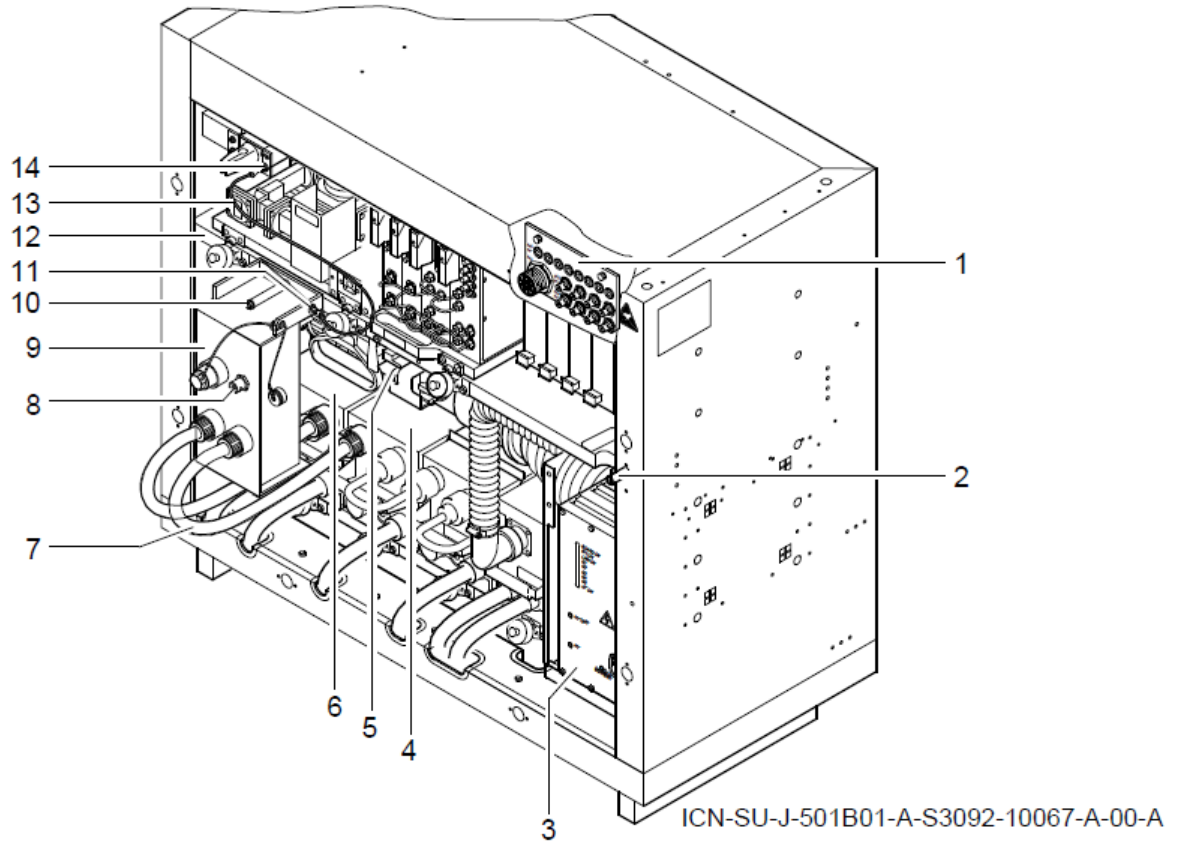
Figura 8 - RF BNC(M) TO 4MM(2X) Adapter



Fonte: AVIBRAS, 2017

O divisor de alta tensão presente na Figura 7 e o adaptador presente na Figura 8 são utilizados no ajuste da tensão da Traveling Wave Tube (TWT), responsável pela amplificação de alta potência do transmissor. O item 9 da Figura 9 mostra o divisor instalado na *Sensor Unit* do equipamento radar.

Figura 9 - Ajuste da alta tensão da TWT



Fonte: AVIBRAS, 2017

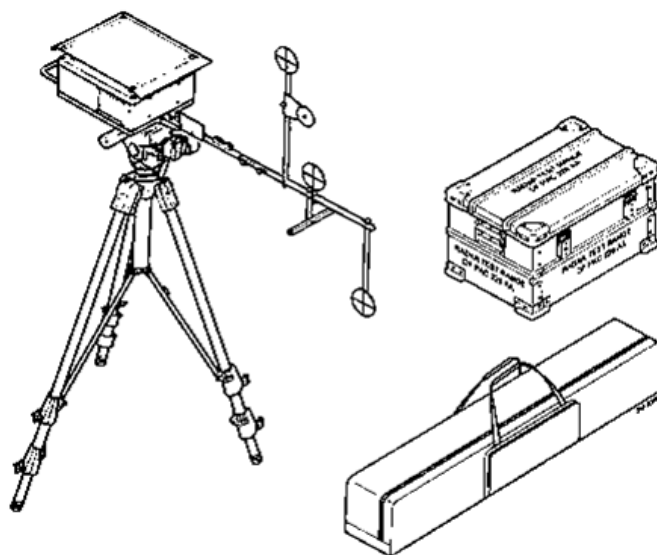
Figura 10 - RF FAIRLEAD BNC 50 Termination



Fonte: AVIBRAS, 2017

O conector da Figura 10 é utilizado no ajuste da potência de entrada de radiofrequência da Traveling Wave Tube (TWT).

Figura 11 - Radar Test Range



Fonte: Rheinmetall, 2016

Por último, outro equipamento importante destacado pelo técnico D. Francisco é o Radar Test Range, presente na Figura 11. De acordo com o manual de manutenção, esse equipamento é utilizado no ajuste do refletor da antena de *trackeamento*, procedimento também necessário quando é realizado a troca do componente.

Assim, no âmbito das viaturas do Exército Brasileiro, já foi realizada uma verificação da presença dessas *Special Tools* nas viaturas oficinas (OFVE's), porém tais viaturas não as possuem. O objetivo para utilização de tais ferramentas, é a verificação dos ajustes do Radar da viatura AV-UCF MK-6, que apresentam como falha principal a TWT.

Dessa forma, para a criação de uma seção de manutenção radar que tenha condições de realizar os principais ajustes e manutenções necessárias, é importante a aquisição de tais ferramentas. Entretanto, para consultar os valores de tais equipamentos é necessário solicitar uma proposta comercial à empresa e, o tempo de resposta costuma ser mais de dois meses, ficando inviável para a realização desse trabalho. Por isso, caso o C Log resolva adquirir tais equipamentos no futuro deverá enviar um ofício solicitando uma proposta comercial para consultar o valor de aquisição das ferramentas.

3.2.4 Peças de Reposição

Uma parte essencial da manutenção eficaz é a gestão adequada das peças de reposição, que desempenham um papel vital na garantia da disponibilidade e da eficiência dos radares. Esta subseção aborda a importância das peças de reposição na manutenção de radares e a atual situação delas no C Log Msl Fgt.

Pode-se resumir a importância de ter um estoque de peças de reposição em garantia da disponibilidade operacional, visto que o processo de aquisição para substituir peças com falhas ou defeituosas demora no mínimo seis meses para ocorrer e também o prolongamento da vida útil dos equipamentos, pois a substituição oportuna de peças desgastadas ou defeituosas pode prolongar significativamente a vida útil dos radares, reduzindo os custos associados à aquisição de novos sistemas.

Com o objetivo de coletar experiências para contribuir com esse trabalho, o técnico D. Francisco foi novamente consultado, a respeito de sua experiência com a manutenção do radar em outros países. De acordo com o mesmo, o país saudita já tinha um estoque com as peças que foram necessárias na manutenção, pois, antes da aquisição, a empresa fez uma relação dos módulos com maior probabilidade de apresentarem falhas e eles foram também comprados. Ainda de acordo com D. Francisco, a falta de estoque, além de causar um transtorno na manutenção pela demora da obtenção da peça necessária, a viatura ficar indisponível, sem operar, pode ocasionar outros problemas, devido ao restante da eletrônica também não funcionar.

Em vista disso, pode-se destacar um primeiro desafio na gestão das peças de reposição que é relacionado à logística e cadeia de suprimentos. A gestão eficaz das peças de reposição requer uma cadeia de suprimentos robusta e eficiente. A logística de aquisição, armazenamento e distribuição de peças deve ser cuidadosamente planejada para garantir que as peças estejam disponíveis quando necessário. Entretanto, a dependência da aquisição das peças através da AVIBRAS ou diretamente pela empresa Suíça, dificulta de forma impactante o ciclo logístico.

Outro desafio relevante é a obsolescência de componentes, uma vez que radares são sistemas complexos e podem estar em operação por décadas. À medida que novas tecnologias emergem e os fabricantes descontinuem produtos mais antigos, tornando difícil encontrar peças de reposição compatíveis. Nessa

situação, pode-se destacar a obsolescência do sistema das UCF MK3-M, as quais não é mais possível encontrar componentes para o radar, impactando na disponibilidade das duas VB UCF MSR MK3-M do Comando de Artilharia do Exército. Tais viaturas estão indisponíveis no momento em que esse trabalho é elaborado, pois estão no fim do ciclo de vida e, assim, não são fabricados mais os módulos e componentes necessários para colocá-las em operação novamente.

Conseqüentemente, um terceiro desafio é o custo associado, pois manter um estoque adequado de peças de reposição é dispendioso. Encontrar um equilíbrio entre a disponibilidade de peças e o custo associado é um desafio crítico. Atualmente, o C Log Msl Fgt não possui nenhuma peça de reposição do equipamento radar, logo, caso seja necessário realizar algum reparo que necessite de uma peça nova, não há em estoque. O desafio se torna ainda mais complicado ao considerar que apenas quatro viaturas MK6 estão equipadas com o Fieldguard 3.

O custo de aquisição e manutenção em estoque das peças não é viável, considerando a baixa probabilidade de necessidade, uma vez que o número de equipamentos em questão não é significativo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo conduzir um estudo com o propósito de identificar as possibilidades e limitações relacionadas à criação de uma seção de manutenção especializada em radares no Centro de Logística de Mísseis e Foguetes.

Devido ao fato de ser uma organização militar (OM) recentemente estabelecida, com suas instalações inauguradas em 2018, o C Log Msl Fgt ainda não atingiu sua capacidade máxima em termos de consolidação dos processos de manutenção. Portanto, existe espaço para definir novas funções e competências a serem desempenhadas por este Centro Logístico.

Diante disso, a discussão acerca da criação de uma seção de manutenção de radar assume grande relevância, especialmente considerando que este componente está relacionado ao ativo mais valioso do Sistema de Mísseis e Foguetes, com um custo que supera os R\$ 50.000.000,00 (cinquenta milhões de reais), conforme os valores da última aquisição.

Respondendo a problemática elencada no início deste trabalho, e sintetizando as ideias já expostas no item 3.2, o estudo teve como principal objetivo abordar as limitações e possibilidades envolvidas na criação de uma seção de manutenção de radar ligada ao Sistema ASTROS. Ao longo do desenvolvimento das pesquisas relacionadas, do questionário aplicado e das entrevistas realizadas, foram analisadas as condicionantes essenciais para estabelecer um setor de manutenção capaz de executar os reparos e ajustes necessários no equipamento principal da VB UCF MSR.

Em resumo, a manutenção de radares envolve uma série de requisitos fundamentais que não podem ser negligenciados. Por conta disso, foi analisada a existência destas necessidades no C Log Msl Fgt, com foco no treinamento e qualificação adequados para a equipe técnica responsável, nos manuais e documentação precisos e abrangentes, na posse de ferramentas especializadas e, por fim, na disponibilidade de um estoque de peças de reposição.

Por isso, o estudo ressalta a importância crítica da documentação técnica abrangente na criação e operação eficaz de uma seção de manutenção de radar. Através da análise de manuais e documentos obtidos junto ao COL do C Log de Msl e Fgt, ficou evidente que já existe um vasto acervo e que o acesso a essa rica fonte

de informações é fundamental para o sucesso da manutenção de radares. No entanto, pode-se notar que os documentos estão em sua maioria em inglês, o que representa um desafio para os militares que não são proficientes no idioma. Portanto, a exigência de manuais redigidos no idioma português à empresa AVIBRAS ou à Rheinmetall é uma consideração importante para a criação da futura equipe da seção de manutenção de radar, permitindo o uso eficaz desses recursos valiosos.

Com relação ao requisito de conhecimento técnico, os resultados indicaram lacunas significativas no treinamento atual, com sargentos relatando falta de instrução específica sobre manutenção de radares. Isso resultou em baixo conhecimento avaliado e baixa aptidão percebida para realizar a manutenção de radares. Adicionalmente, os sargentos expressaram a necessidade de uma carga horária maior no curso de manutenção eletrônica devido à complexidade do equipamento. Eles também sugeriram a possibilidade de estágios periódicos e cooperação com a Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea (EsACosAAe). A análise dos manuais de manutenção do radar destacou a importância do treinamento especializado, com requisitos detalhados para cada tipo de manutenção.

Por isso, não é possível criar uma seção de manutenção radar sem que haja um curso específico de capacitação para os sargentos. Assim, sem um curso primário ministrado pela AVIBRAS ou pela Rheinmetall, não é viável destacar militares para a realização de manutenção de até 3º escalão do radar.

No contexto das ferramentas específicas para manutenção do radar, foi destacada a importância delas na verificação e ajuste de componentes críticos do radar. Com relação ao Exército Brasileiro, foi verificado que as viaturas oficinas (OFVE's) não possuem essas ferramentas, apesar da importância de sua presença para a manutenção adequada dos radares. Isso cria a necessidade de adquirir essas ferramentas para uma seção de manutenção radar que pretenda realizar ajustes e manutenções essenciais. Contudo, durante a realização deste trabalho não foi possível obter os valores de tais ferramentas.

Em resumo, a disponibilidade das ferramentas específicas é um fator crítico para o sucesso de uma seção de manutenção radar e deve ser cuidadosamente planejada e gerenciada para garantir a manutenção adequada dos radares das VB UCF MSR.

Por último, com relação às peças de reposição, a disponibilidade de um estoque de peças de reposição desempenha um papel vital na garantia da continuidade operacional e eficiência dos radares. O processo de aquisição de peças para substituição de componentes com falhas ou defeituosos se mostrou um procedimento demorado, com um prazo mínimo de seis meses, o que pode resultar em longos períodos de inatividade das viaturas e aumentar os custos associados à manutenção.

Logo, concluiu-se que a gestão das peças de reposição para os radares das VB UCF MSR MK6 é um desafio complexo e multifacetado. Garantir a disponibilidade oportuna das peças necessárias, enfrentar a obsolescência de componentes e equilibrar os custos associados são considerações críticas para manter a eficiência e disponibilidade operacional desses sistemas. O principal ponto proibitivo abordado foi o custo de aquisição do estoque de peças, dada a baixa probabilidade de necessidade e o tamanho limitado da frota em questão.

Portanto, os obstáculos centrais que tornam inviável a criação de uma seção de manutenção de radar no C Log Msl Fgt é, indiscutivelmente, a aquisição das ferramentas especializadas e as peças de reposição necessárias para o eficaz reparo e manutenção dos radares. Esses itens são cruciais para garantir a precisão e a segurança na execução dos ajustes e correções essenciais nos sistemas de radar. No entanto, os custos associados à aquisição desses elementos são substanciais, e as complexidades logísticas envolvidas na obtenção desses equipamentos e peças também representam um desafio significativo. Portanto, considerando os recursos e capacidades atuais, é difícil vislumbrar uma implementação bem-sucedida no curto prazo.

No entanto, há oportunidades para trabalhos futuros que podem contribuir para abordar essas limitações. Primeiramente, faz-se necessária uma análise de viabilidade econômica, com um estudo e orçamentos detalhados sobre os custos envolvidos na criação e manutenção de uma seção de manutenção de radares, considerando não apenas a aquisição de ferramentas e peças, mas também treinamento de pessoal e custos operacionais.

Um outro caminho a ser explorado envolve a busca de parcerias com a empresa fabricante de radares, a Rheinmetall, para discutir possíveis acordos de treinamento especializado e o fornecimento de ferramentas de forma direta. Além

disso, uma análise mais detalhada dos custos envolvidos, incluindo a viabilidade de compartilhar recursos com outras unidades militares, como a futura Bateria de Busca de Alvos (Bia BA), cujo o seu núcleo encontra-se atualmente nas instalações do Centro de Instrução, poderia ser realizada em trabalhos posteriores, visto que essa unidade militar utilizar-se-á também de radares e, há a possibilidade de o C Log ser a OM responsável pelo apoio na manutenção dos mesmos.

Com a existência de mais ativos para realizar a manutenção e, além disso, existindo a compatibilidade nas condicionantes de manutenção dos radares das VB UCF e dos radares da Bia BA, o investimento em treinamentos, ferramentas e peças, a longo prazo, pode se tornar viável, devendo ser avaliado novamente em um trabalho futuro. Essas iniciativas podem ajudar a superar as limitações identificadas neste estudo e, eventualmente, permitir a criação de uma seção de manutenção de radar no C Log Msl Fgt.

Por isso, a solução mais factível no momento e que trará maiores retornos ao Exército Brasileiro é o investimento na capacitação do seu recurso humano servindo ou que irá servir no C Log, seja pela AVIBRAS ou pela Rheinmetall, com foco em resolver os principais e mais comuns problemas de manutenção corretiva.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 5462**: Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

_____. **NBR ISO 10015**: Gestão da qualidade - Diretrizes para treinamento. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

AVIBRAS. **M01252-1**: Manual de Operação da Unidade de Controle de Fogo (AV-UCF). Jacareí: Avibras Industria Aeroespacial, 2019. 178 p.

_____. **MU-UCF-1707**: Manual de Operação da Unidade de Controle de Fogo (AV-UCF). Jacareí: Avibras Industria Aeroespacial, 2017. 304 p.

_____. **MM-ERF-1260**: ASTROS II MK6 System Tracking Rocket Equipment (AV-ERF) Maintenance Manual. Jacareí: Avibras Industria Aeroespacial, 2017. 1158 p.

_____. **PC-ERF-1261**: Tracking Rocket Equipment (AV-ERF) Illustrated Parts Catalog. Jacareí: Avibras Industria Aeroespacial, 2017. 664 p.

BRASIL. Exército. **Portaria nº 056-EME**, de 16 de março de 2015. Aprova a Diretriz para a Implantação do Centro de Logística de Mísseis e Foguetes.

_____. Exército. **EB70-MC-10.238 LOGÍSTICA MILITAR TERRESTRE**. 1. ed. Brasília, DF, 2018.

_____. Exército. **Centro de Logística de Mísseis e Foguetes**, 14 Mai. 2019a. Disponível em: <http://cmdoartex.eb.mil.br/index.php/centro-de-logistica-de-misseis-e-foguetes>. Acesso em: 05 set. 2023.

EXÉRCITO (ed.). **ASTROS 2020**. Brasília: Epex, 2014. Color.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008

OLIVEIRA, Rafael Rocha. **Análise das Plataformas das Viaturas AV-UCF nas versões Mk3, no tocante as limitações nas posições de tiro e espera**. 2018. 18f. TCC (Especialização) – Curso de Operação do Sistema de Mísseis e Foguetes, Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes. Formosa, 2018.

ORNELAS, Rafael de Quadros. **A Doutrina de emprego do Astros: apoio logístico ao grupo de mísseis e foguetes**. 2019. Doutrina Militar Terrestre em revista. Outubro a dezembro /2019.

PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio Nascif. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

POLIT, D. F.; BECK, C. T.; HUNGLER, B. P. **Fundamentos de pesquisa em enfermagem: métodos, avaliação e utilização**. Trad. de Ana Thorell. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. SANTOS, A. R.

RHEINMETALL, Rheinmetall, c2023. **History**. Disponível em:
<https://www.rheinmetall.com/en/company/subsidiaries/rheinmetall-italia/history>.
Acesso em: 22 ago. 2023.

_____. **Follow-up order from Brazil for rheinmetall's fieldguard 3 measurement system**, Rheinmetall, 16 de maio de 2019. Disponível em:
https://www.rheinmetall.com/en/media/news-watch/news/2019/2019-05-17_follow-up-order-from-brazil-for-rheinmetall-s-fieldguard-3-measurement-system Acesso em:
22 ago. 2023.

_____. **SU-H-SR-00A: Radar test range DF PAC 226 – Operation and maintenance instructions**. Rheinmetall Defence, 2016.