

**ESCOLA DE ARTILHARIA DE COSTA E ANTIAÉREA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO NO NÍVEL LATO SENSU EM
OPERAÇÕES MILITARES DE DEFESA ANTIAÉREA E DEFESA DO LITORAL**

PETERSON NUNES LORETO

A AQUISIÇÃO DO EQUIPAMENTO TARGET DATA RECEIVER (TDR) PARA A
MELHORIA DA INTEGRAÇÃO DO SISTEMA MÍSSIL ANTIAÉREO RBS 70 AO
SUBSISTEMA DE CONTROLE E ALERTA DA ARTILHARIA ANTIAÉREA

**Rio de Janeiro
2017**

PETERSON NUNES LORETO

A AQUISIÇÃO DO EQUIPAMENTO TARGET DATA RECEIVER (TDR) PARA A
MELHORIA DA INTEGRAÇÃO DO SISTEMA MÍSSIL ANTIAÉREO RBS 70 AO
SUBSISTEMA DE CONTROLE E ALERTA DA ARTILHARIA ANTIAÉREA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado no programa de pós-graduação
latu sensu como requisito parcial para a
obtenção do certificado em Ciências
Militares com ênfase na especialização em
Artilharia Antiaérea. Escola de Artilharia de
Costa e Antiaérea.

Orientador: Maj Art GUILHERME BRUNO RIBEIRO

Rio de Janeiro

2017



MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DECE_x - DETMil
ESCOLA DE ARTILHARIA DE COSTA E ANTIAÉREA

COMUNICAÇÃO DO RESULTADO FINAL AO POSTULANTE (TCC)

LORETO, Peterson Nunes (1º Ten Art). A aquisição do equipamento target data receiver (TDR) para a melhoria da integração do Sistema Míssil Antiaéreo RBS 70 ao Subsistema de Controle e Alerta da Artilharia Antiaérea

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no programa *lato sensu* como requisito parcial para obtenção do certificado de especialização em Operações Militares. Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea.

Orientador: GUILHERME BRUNO RIBEIRO – Maj Art

Resultado do Exame do Trabalho de Conclusão de Curso: _____

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Rio de Janeiro , ___ de _____ de 2017.

PAULO ANDRÉ **GOMES DE MELO** – Maj Art
PRESIDENTE

GUILHERME BRUNO **RIBEIRO** – Maj Art
MEMBRO

RODRIGO **BARRETO FERREIRA DA SILVA** – Cap Art
MEMBRO

AGRADECIMENTOS

À Deus por iluminar meus caminhos fazendo com que eu sempre tivesse forças para manter o foco diante das adversidades.

Aos meus pais, que me apoiaram em todos os momentos da minha vida, fazendo que obtivesse o crescimento que tenho hoje.

À minha namorada, que me motivou diuturnamente a alcançar meus objetivos traçados.

Ao meu orientador, pelo essencial apoio prestado durante a realização de todo esse trabalho.

Nós somos aquilo que repetidamente fazemos. Excelência, portanto, não é um ato, mas um hábito. (Aristoteles)

LISTA DE ABREVIATURAS

Ae	Aéreo(a)
AAe	Antiaéreo(a)
AAAe	Artilharia Antiaérea
Adj Of Ct	Adjunto ao Oficial de Controle
Anv	Aeronave
AIC	Análise de Inteligência de Combate
ARTIREL	Relatório de Engajamento de Artilharia Antiaérea
Bda AAAe	Brigada de Artilharia Antiaérea
COMDABRA	Comando de Defesa Aeroespacial Brasileiro
COAAe	Centro de Operações Antiaéreas
COAAe P	Centro de Operações Antiaéreas Principal
COAAe S	Centro de Operações Antiaéreas Secundário
Cmdo	Comando
Cndc Apr	Condição de Aprestamento
Crdr Seg	Corredor de Segurança
D Ae pc	Defesa aeroespacial
D Ae	Defesa Aérea
DA Ae	Defesa Antiaérea
EA	Esspaço Aéreo
EsACosAAe	Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea
Est Aç	Estado de Ação
Est Alr	Estado de Alerta
FAC	Força Aérea Componente
FSK	Frequency Shifted Keying
GPS	Global Position System
IFF	<i>Identification Friend or Foe</i> . Sigla em inglês para um sistema do radar que identifica se a aeronave detectada é amiga ou inimiga.
LAP	Local Air Picture
MAE	Medidas de Ataque Eletrônico
MCCEA	Medidas de Coordenação e Controle do Espaço Aéreo
OCOAM	Órgão de Controle de Operações Aéreas Militares

Of Ct	Oficial de Controle
Of Rdr	Oficial Radar
OM	Organização Militar
P Vig	Posto de Vigilância
QG	Quartel General
Rdr	Radar
Reg	Registrador
R Vig	Radar de Vigilância
SAAB	<i>Svenska Aeroplan AB</i> . Empresa Sueca de Tecnologia Bélica
SABER	Sensor de Acompanhamento de alvos aéreos Baseado na Emissão de Radiofrequência
Sns Vig	Sensor de Vigilância
Sist AAe	Sistema de Defesa Antiáerea
Sist Msl	Sistema de Míssil
SISDABRA	Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro
TDR	Target Data Receiver
U Tir	Unidade de Tiro
UV	Unidade de Visualização
Vtr	Viatura
VRDAAe	Volume de Responsabilidade de Defesa Antiaérea
ZI	Zona do Interior
ZC	Zona de Combate

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – RBS 70 em posição de tiro e guarnecido.....	17
Figura 2 – Posto de Tiro RBS 70 conduzindo em fardos	18
Figura 3 – Posto de Tiro RBS 70 conduzindo em fardos.....	19
Figura 4 – Míssil componente do Sistema RBS 70.	21
Figura 5 – Unidade de Tiro montada e em operação	22
Figura 6 – Dados técnicos do Sistema RBS 70.	22
Figura 7 – Posicionamento dos P Vig em uma defesa antiaérea	26
Figura 8 – Ligações estabelecidas pelo COAAe P e COAAe S.....	27
Figura 9 – Militares Operando o COAAe Elt.....	31
Figura 10 – Fluxo de procedimentos.....	33
Figura 11 – Funcionamento geral das comunicações do sistema TDR.....	48
Figura 12 – Funcionamento dos tons para orientação do posto de tiro.....	51

RESUMO

Loreto, Peterson Nunes. A aquisição do equipamento Target Data Receiver (TDR) para a melhoria da integração do Sistema Míssil Antiaéreo RBS 70 ao Subsistema de Controle e Alerta da Artilharia Antiaérea. Rio de Janeiro, 2017.

O presente trabalho tem como objetivo principal verificar a possibilidade de melhorar a interconexão entre os Subsistemas de Artilharia Antiaérea com a aquisição do Target Data Receiver (TDR). O TDR é um componente específico do sistema de mísseis antiaéreo RBS 70, responsável pelo tráfego de dados entre um radar de vigilância e o Posto de Tiro. Com esse objetivo, algumas características do RBS 70 foram explanadas, em conjunto com o modo de operação e características do Subsistema de Controle e Alerta. O objetivo principal é avaliar a operação atual do tráfego de dados sobre aeronaves inimigas, encontrando possibilidades de melhoria e pontos fortes. A eficiência do tráfego de dados em uma missão antiaérea é um fator decisivo, pois o sucesso da missão pode depender disso. O comando e controle, juntamente com a informação, passará por várias fases e elementos em combate, exigindo um processamento rápido e meios de comunicação eficientes para que o subsistema de armas tenha tempo para responder às ameaças da aeronave.

Em vista do comando centralizado e da dificuldade de comunicação entre elementos distantes em um cenário de combate, são necessários meios mais poderosos para lidar com as ameaças aéreas modernas, que apresentam grandes velocidades e manobrabilidade. Desta forma, serão levantadas as principais mudanças que ocorrerão com a aquisição do dispositivo TDR para contribuir com a eficiência da Tropa antiaérea.

Palavras-chave: TDR, RBS 70, Artilharia Antiaérea.

ABSTRACT

LORETO, Peterson Nunes. The acquisition of the Target Data Receiver (TDR) equipment for improving the integration of the RBS 70 Anti-aircraft Missile System to the Anti-aircraft Artillery Control and Alert Subsystem. Rio de Janeiro, 2017

The present work has as main objective to verify the possibility of improvement the interconnection between Subsystems of Anti-aircraft Artillery from the acquisition of the Target Data Receiver (TDR). TDR is a specific component of RBS 70 Anti-aircraft Missile System, responsible for data traffic between a surveillance radar and the weapons position. With this purpose, are some characteristics of RBS 70 were explained, together Alert and Control Subsystem's operation mode and characteristics. The main objective is to evaluate the current operation of data traffic about enemy aircraft, finding improvement possibilities and strong points. The efficiency of data traffic in an anti-aircraft mission is a decisive factor, because the success of the mission can depend on it. The command and control, along with the information will go through several phases and elements in combat, requiring fast processing and efficient communications means for the weapons subsystem to have time to respond to aircraft threats. In view of the centralized command and the difficulty of communication between elements far apart in a combat scenario, more powerful means are needed to deal with the modern aerial threats, which present great speeds and maneuverability. In this way, will be raised the main changes that will occur with the acquisition of the TDR device in order to contribute to the efficiency of the Anti-aircraft Troop.

Keywords: TDR, RBS 70, Anti-aircraft Artillery.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	MÍSSIL ANTIAÉREO PORTÁTIL RBS 70	16
2.1	APRESENTAÇÃO.....	16
2.2	CARACTERÍSTICAS	17
2.2.1	Capacidade de emprego do material	18
2.2.2	Equipamento empregado no Sistema Míssil RBS 70	20
2.2.3	Dados técnicos do Sistema Míssil RBS 70	22
2.3	FUNCIONAMENTO	23
3	O SUBSISTEMA DE CONTROLE E ALERTA NA AAAe	25
3.1	O SUBSISTEMA DE CONTROLE E ALERTA	25
3.2	OS COAAe	26
3.2.1	Modos de operação dos COAAe	27
3.2.1.1	COAAe Manual.....	28
3.2.1.2	COAAe Eletrônico	30
3.2	FUNCIONAMENTO	32
4	A LIGAÇÃO DO SUBSISTEMA DE CONTROLE E ALERTA COM O SUBSISTEMA DE ARMAS	34
4.1	OS SUBSISTEMAS DA ARTILHARIA ANTIAÉREA	34
4.1.1	Subsistema de Controle e Alerta	34
4.1.2	Subsistema de Apoio Logístico	34
4.1.3	Subsistema de Comunicações	35
4.1.4	Subsistema de Armas	35
4.2	LIGAÇÕES E COORDENAÇÕES DA ARTILHARIA ANTIAÉREA COM O ESCALÃO SUPERIOR E COM A FORÇA AÉREA COMPONENTE.....	36
4.3	MEDIDAS DE COORDENAÇÃO E CONTROLE NA AAAe.....	36
4.3.1	Volume de Responsabilidade de Defesa Antiaérea	37
4.3.2	Estado de Ação	37
4.3.3	Estado de Alerta	38
4.3.4	Condições de Aprestamento	38
4.3.5	Corredor de Segurança	38
4.4	A SEQUÊNCIA DE ENGAJAMENTO DE UM VETOR HOSTIL PELA ARTILHARIA ANTIAÉREA	38

4.4.1	Detecção da ameaça aérea	38
4.4.2	Passagem de informações entre os subsistemas	39
4.4.2.1	Transmissão de dados via voz.....	40
4.4.2.2	Transmissão de dados via datalink.....	42
4.5	TRANSMISSÃO VIA VOZ X TRANSMISSÃO VIA DATALINK.....	44
4.6	INTEGRAÇÃO DO SISTEMA RBS 70 COM O COAAe DURANTE AS OLÍMPIADAS DO RIO 2016.....	45
5	TARGET DATA RECEIVER (TDR)	46
5.1	APRESENTAÇÃO.....	46
5.2	VISTA GERAL DO SISTEMA.....	46
5.3	LAYOUT DO SISTEMA.....	47
5.4	FUNCIONALIDADES DO TERMINAL DO COMANDANTE DE UNIDADE DE TIRO.....	49
5.5	FUNCIONAMENTO DO TDR DURANTE O ENGAJAMENTO DE UM VETOR AÉREO.....	50
6	CONCLUSÃO	53
	REFERÊNCIAS	56

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem a intenção de abordar o tema “a aquisição do equipamento Target Data Receiver (TDR) para a melhoria da integração do Sistema Míssil Antiaéreo Telecomandado RBS 70 ao Subsistema de Controle e Alerta da Artilharia Antiaérea”, sendo um de seus principais objetivos verificar se sua utilização poderia melhorar a eficiência e diminuir o tempo de resposta no emprego do Sistema Míssil RBS 70.

Sabe-se que, cada vez mais, o vetor aéreo tem sido utilizado como via de ataque de diversos grupos que se constituem como ameaça e que esses se utilizam de eventos e situações cirurgicamente escolhidas, visando obter a máxima repercussão de seus atos.

Nessa atmosfera supracitada que apresentamos esse estudo com a finalidade de concatenar as características e limitações do Sistema de Míssil RBS 70 e do Target Data Receiver (TDR), acessório com objetivo de melhorar a interligação dos Subsistemas de Artilharia Antiaérea. O Míssil RBS 70 é empregado pelo Exército Brasileiro como arma antiaérea que irá se contrapor aos vetores aéreos inimigos, dentro do contexto da Defesa Aeroespacial (D Aepc) e da soberania do Espaço Aéreo Brasileiro.

Dessa forma, esse material cresce de importância, pois é a nova aquisição da artilharia antiaérea, adaptando-se melhor ao combate urbano. Suas características operacionais e técnicas se somam, dando-lhe uma considerável versatilidade e permitindo que ele seja empregado nos mais variados terrenos.

Para que estejamos preparados para fazer frente às modernas ameaças modernas no ambiente do combate moderno (combate urbano), necessitamos de materiais possuam medidas e dispositivos de segurança que adaptem-se à esses locais e tenham tempos de resposta equivalentes à rapidez e desempenhos dos vetores aéreos modernos.

O desenvolvimento do estudo se baseia no seguinte problema: A utilização do equipamento Target Data Receiver (TDR) poderia melhorar a integração do Sistema Míssil Antiaéreo Telecomandado RBS 70 ao Subsistema de Controle e Alerta da Artilharia Antiaérea? Se sim, de que forma?

O presente estudo tem por objetivo geral verificar fatores que contribuam para a utilização do Target Data Receiver (TDR), no intuito de otimizar a defesa antiaérea.

Tratando-se de uma pesquisa bibliográfica, cuja necessidade de uma experimentação de campo se faz presente, a pesquisa realizou-se através de obras sobre o assunto e formulário respondido por militares que tem experiência no material, através de cursos no exterior, missões reais e exercícios no terreno.

Foram elaboradas, referentes ao assunto, as seguintes questões:

a) Qual é o modo de funcionamento do Sistema Míssil Antiaéreo Telecomandado RBS 70?

b) Como se dá o funcionamento do Centro de Operações Antiaéreas Eletrônico em uma Defesa Antiaérea realizada pelo Sistema Míssil Antiaéreo Telecomandado RBS 70?

c) Quais são as informações que são passadas pelo COAAe Elt ao Sistema de Mísseis?

d) De qual forma as informações são passadas do COAAe Elt ao Sistema de Mísseis?

e) Quais são as oportunidades de melhoria e os pontos positivos desta integração do COAAe Elt ao Sistema de Mísseis RBS 70?

f) Quais oportunidades de melhoria poderiam ser realizadas com a aquisição do equipamento *Target Data Receiver (TDR)*?

g) Quais novas técnicas e procedimentos podem ser trazidos para a melhoria da combatividade da Artilharia da Antiaérea com a aquisição do equipamento *Target Data Receiver (TDR)*?

Na intenção de atender em toda plenitude o objetivo geral desse estudo, foram propostos objetivos específicos, de maneira a subsidiar, em uma sequência lógica, ao raciocínio dessa pesquisa:

a) Levantar e caracterizar o modo de funcionamento do Sistema Míssil Antiaéreo Telecomandado RBS 70.

b) Levantar e caracterizar o modo de funcionamento do COAAe Elt de uma Defesa Antiaérea realizada pelo Sistema Míssil Antiaéreo Telecomandado RBS 70.

c) Apresentar quais são as informações passadas pelo COAAe Elt ao Sistema de Mísseis.

d) Explicar de qual forma as informações são passadas do COAAe Elt ao Sistema de Mísseis.

e) Apresentar quais são as oportunidades de melhoria e os pontos positivos desta integração do COAAe Elt ao Sistema de Mísseis RBS 70.

f) Concluir quais oportunidades de melhoria poderiam ser realizadas com a aquisição do equipamento *Target Data Receiver (TDR)*.

g) Concluir quais novas técnicas e procedimentos podem ser trazidos para a melhoria da combatividade da Artilharia da Antiaérea com a aquisição do equipamento *Target Data Receiver (TDR)*.

Assim, o presente trabalho visa contribuir acerca do emprego do equipamento *Target Data Receiver (TDR)* no Sistema Mísseis RBS 70, buscando verificar oportunidades de

melhoria a serem alcançadas e a capacidade de melhorar a eficiência da artilharia antiaérea. Para tal, iremos nos basear nas características do material, do Subsistema de Controle e Alerta, da interligação entre os Subsistemas da Artilharia Antiaérea e sobre o emprego e funcionamento do TDR.

2 MÍSSIL ANTIAÉREO PORTÁTIL RBS 70

2.1 APRESENTAÇÃO

Segundo Pedro Ledoux e Fábio Castro, o RBS 70 é um míssil superfície-ar (SAM) portátil de 15Kg de peso, guiado a laser (*Beam Rider*), fabricado pela SAAB *Bofors*. Pode ser usado para a defesa de área, aeródromos, comboios ou para complementar outros sistemas.

O desenvolvimento do sistema RBS 70 teve início na década de 60, quando os suecos atentaram-se para aprimorar seu sistema de defesa antiaérea. A alternativa escolhida foi a utilização de caças JAS-37 *Viggen* com o recobrimento de mísseis superfície-ar de curto alcance RBS 70 que entraram em serviço em 1977.

O RBS 70 foi desenvolvido para suprir as necessidades das Forças Armadas da Suécia. Estas necessidades englobam um longo alcance de interceptação frontal, grande precisão, imunidade a interferência inimiga, capacidade de ser utilizado contra alvos pequenos, tanto aéreos (aeronaves de asa rotativa e fixa) como terrestres (blindados), e capacidade de operar à noite.

A Suécia inicialmente buscava um míssil superfície-ar portátil lançado sobre o ombro (MANPAD). Porém, adotou o RBS 70, que conta como desvantagem o peso e tamanho do conjunto lançador, míssil, visor e plataforma, necessitando de 3 combatentes para ser carregado. Para sanar esta deficiência, o Exército da Suécia possibilitou a montagem do tripé e a realização do disparo em uma viatura *Land Rover*. Outra alternativa encontrada foi utilizar a viatura blindada de transporte de pessoal PBv-302 como base para a montagem do sistema, tendo como ponto positivo a proteção que a blindagem da viatura proporciona para a guarnição do míssil.

O RBS 70 foi o primeiro míssil do mundo a ser guiado com laser. O míssil voa em um túnel com 0,9 micrômetros no hemisfério traseiro. A apreensão do alvo é feita de forma visual, necessitando elevado adestramento da guarnição. Pode também ser integrado à diversos tipos de viaturas sobre rodas. O posto de tiro do RBS 70 guarnecido é apresentado na Figura 1.



Figura 1: RBS 70 em posição de tiro e guarnecido.

Fonte: <http://www.army-technology.com/projects/rbs70/rbs701.html>

2.2 CARACTERÍSTICAS

O Sistema RBS 70, por ter seu sistema de guiamento do tipo seguidor de fecho laser, apresenta grande resistência à Guerra Eletrônica inimiga, pois seu funcionamento independe do radar, podendo efetuar o disparo e o guiamento sem o uso de radares, precisando ter sempre a visada direta para o alvo e para o trajeto que realizado pelo vetor aéreo inimigo.

Segundo o Brasil (2015), além do guiamento por fecho laser, o sistema RBS 70 apresenta outras vantagens, como possui baixa vulnerabilidade, grande mobilidade, curto tempo de entrada em posição e reação, pesados efeitos causados aos alvos e capacidade de engajar diversos tipos de aeronaves.

Uma característica interessante do Posto de Tiro do Míssil RBS 70 é que a Unidade de Tiro pode ser dividida em fardos portáteis (Figura 2), gerando a capacidade de acompanhar a tropa apoiada e ocupando posições de tiro de acesso mais dificultado, como por exemplo: telhados, alto de elevações, lajes de casas e edifícios.

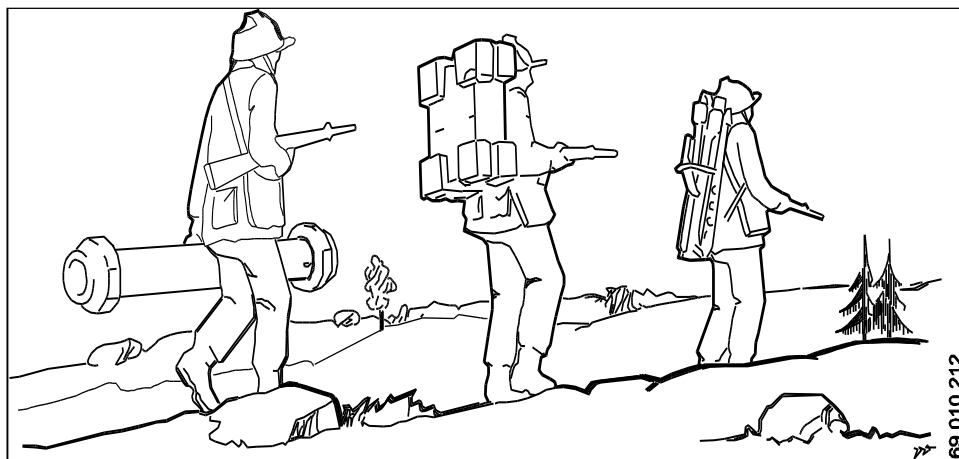


Figura 2: Posto de Tiro RBS 70 conduzindo em fardos

Fonte: EB 60-MT-23.460, OPERAÇÃO DO MÍSSIL ANTIAÉREO TELECOMANDADO RBS 70 (2015)

2.2.1 Capacidades de Emprego do material

No tocante a engajamento de alvos aéreos, segundo Brasil (2015), se a visibilidade permitir, o sistema é capaz de:

- engajar alvos aéreos dentro da faixa de velocidade 0-300 m/s dentro de uma área de até mais de 500 km², até uma altura de 4.000 m;
- engajar helicópteros de ataque num alcance de até 7 Km;
- operar durante o dia e à noite, pois possui equipamentos de visão infravermelho;
- entrar em posição em até 30 segundos;
- estar pronto para o disparo por pelo menos uma semana;
- realizar o disparo em até 7 segundos após a identificação do alvo.

Devido ao sistema de orientação por feixe laser, o receptor do míssil está voltado para o posto de tiro (U Tir), tornando o sistema praticamente imune à interferências. Vemos que ele não é afetado por flares, chaffs, ou qualquer outro tipo de MAE, nem pelo plano de fundo do objetivo defendido, tais como fontes de calor ou ruídos provenientes da reflexão de ondas eletromagnéticas, sendo uma grande vantagem do sistema em relação à outros sistemas de mísseis.

A espoleta de proximidade, ajustável e otimizada, também a laser, não sofre qualquer tipo de interferência e pode ser acionada, opcionalmente, por impacto. Essa imunidade a interferências associada a elevada precisão, confiabilidade, curto tempo de reação (não há retardo no disparo do Msl, resultante do tempo necessário ao lock-on sobre o alvo) e a autodestruição comandada tornam o RBS 70 particularmente apto para operar em áreas urbanas.

Estas características permitem a DAAe de mega eventos, tais como competições desportivas ou reuniões de cúpula, com total segurança para a população que reside ou circula nas imediações. Devido à ter seu emprego bem adaptado às áreas urbanas, foi amplamente empregado na segurança do espaço aéreo durante os Jogos Olímpicos no Brasil, no ano de 2016.

O efeito da ogiva resulta da combinação de carga-oca com mais de 3.000 balins de tungstênio. Daí decorre sua capacidade de penetração em até 200 mm de blindagem, podendo ser eventualmente empregado para autodefesa anticarro. Junte-se a essa possibilidade o fato de poder ser lançado de aeronaves (Anv) por paraquedas, em fardos, e tem-se um material que pode ser de grande valia para tropas paraquedistas e de ação rápida.

Como opcionais, o sistema pode receber IFF, adaptador para fonte de energia externa, terminal da arma e visor termal. O IFF pode operar nos modos 1, 2, 3/A e 4, sendo preparado para os modos 5 e S. O adaptador para fonte de energia externa permite o adestramento na U Tir sem a utilização das baterias, conservando-as para o emprego em combate.

O visor termal “BORC” possibilita o engajamento de alvos à noite ou em condições de visibilidade restrita, devido às condições meteorológicas, resultando na máxima: “o que é visto pelo sistema, pode ser abatido”.

No pedestal do Posto de Tiro, temos o conector ao sistema TDR, que receberá informações de radares via rádio, sendo um componente que pode melhorar sobremaneira a operacionalidade do sistema. A figura 3 demonstra de forma sumária o fluxo de informações que passam pelo TDR.

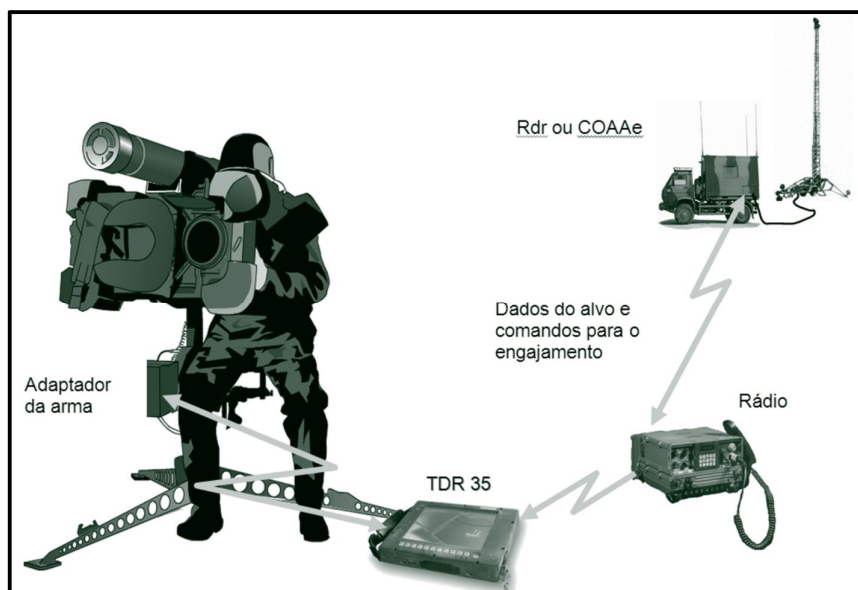


Figura 3: RBS 70 integrado a um Rdr Bsc/Vig e/ou aum COAAe utilizando o TDR.
Fonte: JUNIOR, 2010, 6. Ed Informativo Antiaéreo

A menor fração que, dispondo de pessoal e material, tem condições de realizar missão tática atribuída à Artilharia Antiaérea portando o Sistema Míssil RBS 70, é a Seção, sendo que esta é composta de 03 unidades de tiro (postos de tiro), e cada unidade de tiro é operada por 03 militares, sendo:

- 01 Sgt Ch U Tir/ Rádio Operador;
- 01 Cb Operador; e
- 01 Sd Observador/Carregador/Motorista

O efeito do engajamento irá depender do número de Unidades de Tiro empregadas e das dificuldades que possam ser geradas pelas características do vetor inimigo, como capacidade furtiva, velocidade, tipo de ataque, pelas condições meteorológicas e por limitações impostas pelo terreno.

No tocante ao desdobramento, a distância é no máximo 50% do desdobramento (no caso de 7 km, seria 3,5 km), buscando o apoio mútuo (recobrimento de fogos). A escolha da posição que será ocupada por cada Unidade de Tiro é resultante de vários fatores a serem analisados, dentre eles: amplo campo de visão, buscando o máximo de visada em todas as direções, a não existência de obstáculos no setor principal da unidade de tiro, pois prejudicaria o guiamento do fecho laser, e as comunicações com o órgão de comando e controle.

2.2.2 Equipamento empregado no Sistema RBS 70

Segundo o Brasil (2015), o equipamento básico do sistema é composto de três componentes: Posto de tiro, Simulador de Treinamento e Equipamento de testes e manutenção.

O Simulador de Treinamento, como já descrito no nome, serve para adestrar a tropa, não sendo alvo direto deste trabalho, sua composição se dá da seguinte forma:

- Simulador do aparelho de pontaria
- Simulador do pedestal
- Simulador do tubo de lançamento
- Computador do simulador (Rack)

Entendermos as características, operações e funcionamento do posto de tiro será conhecimento importante para entendermos o funcionamento de todo o Sistema RBS 70, sendo o mesmo composto pelos seguintes itens:

- Aparelho de pontaria
- Pedestal
- Tubo de lançamento com míssil

- Aparelho de visão noturna (tipo BORC ou COND)
- Caixa de acessórios
- Carregador de baterias
- Fonte de alimentação externa
- Kit de camuflagem do posto de tiro

O componente básico do sistema de armas RBS 70 é um míssil de interceptação terra-ar, com um alcance de interceptação de 5 km (Mk1), 7km (Mk2) e 8 km (Bolide) e altura de interpretação de 3 km (Mk1), 4km (Mk2) e 5 km (Bolide). O Exército Brasileiro adotou o sistema composto pelo míssil MK2, o que não é definitivo, pois a base é a mesma para todos os mísseis, sendo necessário apenas a compra do outro modelo do míssil para a mudança. O míssil apresenta-se ilustrado na Figura 4.



Figura 4: Míssil componente do Sistema RBS 70.

Fonte: <http://www.army-technology.com/projects/rbs70/rbs708.html>

Os componentes básicos do posto de tiro (U Tir) são o pedestal, o tubo de lançamento com o míssil MK2, o aparelho de pontaria e o equipamento de visão noturna, que pode ser do tipo BORC ou COND, todos com sua caixa para armazenamento e armação para transporte tipo mochila. Uma U Tir adestrada pode entrar em posição com todo o equipamento em até 60 segundos.

O aparelho de pontaria, que contém o transmissor do laser de orientação está ligado ao pedestal através de um conjunto de cabos, enquanto o míssil está ligado ao pedestal através de

conectores (Figura 5). O equipamento de visão noturna, que converte a radiação infravermelha (IR) em luz visível, é conectado ao aparelho de pontaria.

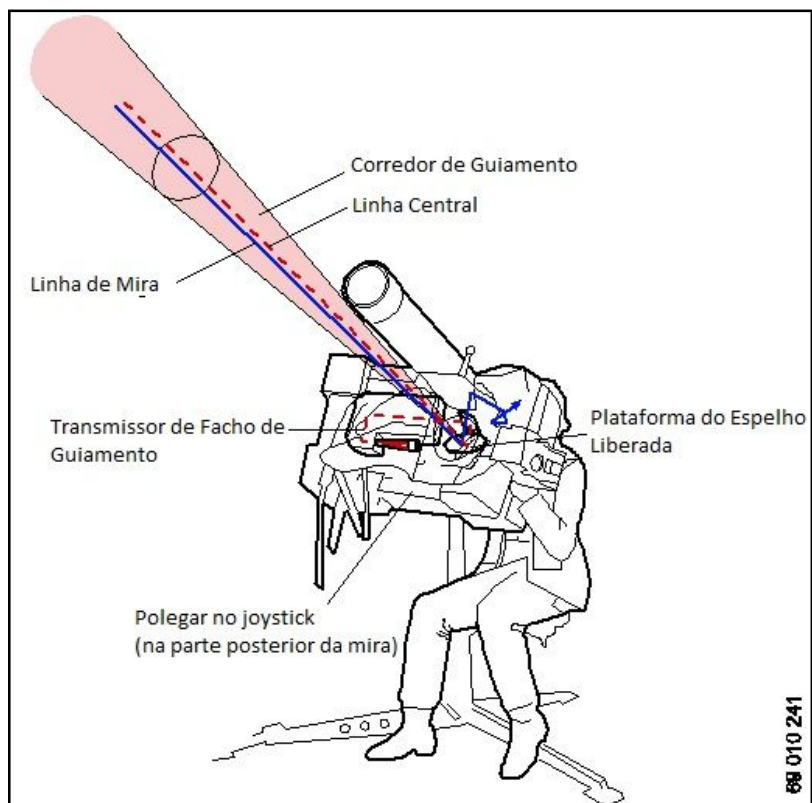


Figura 5: Unidade de Tiro montada e em operação

Fonte: EB 60-MT-23.460, OPERAÇÃO DO MÍSSIL ANTIAÉREO TELECOMANDADO RBS 70 (2015),

2.2.3 Dados técnicos do Sistema Míssil Antiaéreo Portátil RBS 70

Tipo	Portátil, superfície-ar
Alcance	300 a 7000m
Teto de emprego	4Km
Tempo de entrada em posição	Aproximadamente 30 seg
Tempo de recarregamento	Aproximadamente 5 seg
Tempo para o disparo a partir da detecção do alvo	Aproximadamente 7 seg
Tempo de vôo (3Km)	8,1 seg
Tipo de orientação	Guiamento por facho laser
Capacidade de utilizar IFF integrado	Sim
Capacidade de identificador de dados do alvo integrado	Sim
Telescópio	Monocular, visão aumentada em 7x

Campo de visão	9°
Aparelho de pontaria comprimento	897 milímetros
Aparelho de pontaria altura	610 milímetros
Aparelho de pontaria largura	386 milímetros
Aparelho de pontaria peso	35 Kg
Amplitude de elevação do pedestal	De -10° a +45°
Amplitude de ajuste do nivelamento (perna articulada)	4°
Pedestal comprimento	1250 milímetros
Pedestal altura	450 milímetros
Pedestal largura	450 milímetros
Pedestal peso	25 Kg (sem baterias)
Tubo de lançamento comprimento	1735 milímetros
Tubo de lançamento altura	152 milímetros
Tubo de lançamento com míssil	27 Kg
Caixa de acessórios medidas	610 x 420 x 225 milímetros
Caixa de acessórios peso	28 Kg
Kit camuflagem guardado dimensões	1800 x 210 (diâmetro) milímetros
Kit camuflagem peso	13 Kg
Área mínima para o posto de tiro	1,70 m X 1,70m x 1,85m (altura)
BORC dimensões	630 x 260 x 320 milímetros
BORC peso	12 Kg (sem baterias), baterias de lítio 1 Kg
BORC campo de visão	12,4° x 9°
BORC tempo de arrefecimento	4 min (20°)
COND dimensões	905 x 206 x 400 milímetros
COND peso	24,9 Kg (com bateria)
COND campo de visão	12,4° x 8°
COND tempo de arrefecimento	2,5 min (20°)

Figura 6: Dados técnicos do Sistema RBS 70.

Fonte: EB 60-MT-23.460, OPERAÇÃO DO MÍSSIL ANTIAÉREO TELECOMANDADO RBS 70 (2015),

2.3 FUNCIONAMENTO

A detecção de um alvo pode ser feita por radar de busca ou visualmente por um membro da guarnição. Após a designação de determinado alvo, o disparo é feito independentemente na unidade de tiro determinada pelo órgão de comando e controle, sob o comando de seu chefe (Cmt U Tir), dependendo da doutrina da tropa e da situação tática apresentada.

O Comandante da Unidade de Tiro dará todos os comandos, como a montagem do sistema, tomada dos postos de tiro, energização do sistema e decide o momento a partir do qual o míssil deve ser disparado.

Para direcionar o míssil buscando o alvo no horizonte, o atirador utilizará suas pernas para fazer o sistema mudar a direção horizontal para onde está apontando e irá utilizar seus braços para elevar e abaixar a direção para onde o míssil aponta, recebendo a direção do Cmt U Tir. A direção do vetor aéreo chegará a partir da identificação visual ou por dados recebidos pelo Centro de Controle.

Após o disparo, o operador deve acompanhar o alvo através do telescópio, agindo pelo aparelho de pontaria (movimento grosseiro) e pelo joystick (movimento preciso ou ajuste fino), simultaneamente, o que faz com que o feixe de orientação por fecho laser também esteja apontado para o mesmo. O míssil segue este fecho laser, que buscando gerar grande precisão, vai sendo diminuído através de lentes com zoom, o que gera um fino raio no final do percurso, com a finalidade de gerar uma trajetória o mais precisa possível no final do percurso, evitando que o míssil se distancie do alvo.

Durante o vôo, o míssil utiliza um receptor que encontra-se na sua retaguarda para captar os sinais do laser enviado pelo aparelho de pontaria, que serão processados por um computador que também consta no míssil, fazendo as correções para que o míssil viaje sempre dentro do corredor produzido pelo fecho laser

A cabeça de guerra possui espoleta de proximidade e impacto, sendo que a espoleta de proximidade pode ser configurada em OFF/Normal/Alvos pequenos, sendo esta última opção somente possível no modelo BOLIDE.

3 O SUBSISTEMA DE CONTROLE E ALERTA NA AAAe

3.1 O SUBSISTEMA DE CONTROLE E ALERTA

O sistema de controle e alerta é constituído pelos centros de operações antiaéreas, pelos radares ou sensores de vigilância e pelos postos de vigilância. A missão deste sistema é realizar a vigilância do espaço aéreo sob a responsabilidade de determinado escalão de AAAe, receber e difundir o alerta da aproximação de incursões, bem como acionar, controlar e coordenar a AAAe subordinada (BRASIL, 2003).

Todos os escalões de artilharia antiaérea devem constituir um COAAe, sendo o principal o centro de operações do maior escalão, responsável por controlar e coordenar os centros de operações dos escalões subordinados dentro de uma área específica de operações.

Segundo Brasil (2003), o COAAe é o centro de controle da AAAe e tem por finalidade propiciar ao Comandante de cada escalão que o estabelece, condições de acompanhar continuamente a evolução da situação aérea e de controlar e coordenar as DAAe desdobradas.

A missão dos radares ou sensores de vigilância é realizar o alerta de incursão inimiga para as defesas antiaéreas. É voltado para a procura e detecção de aeronaves em um grande volume de espaço. Estes radares são os responsáveis por manter o espaço aéreo em vigilância constante e, caso ocorra alguma incursão, passar as informações pertinentes ao COAAe. Seu desdobramento será realizado sempre com o intuito de otimizar a área de cobertura radar na área sob a responsabilidade de uma defesa antiaérea, complementando os meios de escalões superiores, do COMDABRA (ZI) ou FAC (ZC).

As regiões que encontram-se sem cobertura radar, normalmente resultante de direções onde ocorrem reflexões das emissões radar em altas elevações, são chamadas zonas de sombra e são pontos onde o inimigo aéreo poderá fazer uma incursão aérea sem ser captado pelo radar. Visando acabar com esta vantagem da ameaça aérea, são utilizados os Postos de Vigilância (P Vig), que terão a função de gerar o alerta antecipado nas zonas de sombra, complementando a cobertura radar, ilustrado na figura 7. Estes postos se ligam ao COAAe, e são responsáveis por alertar qualquer aproximação inimiga sobre o seu setor de observação.

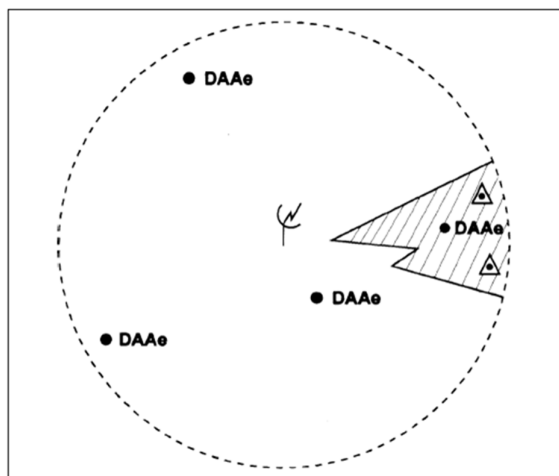


Figura 7: Posicionamento dos P Vig em uma defesa antiaérea

Fonte: Manual EB60-ME-23.401, 2016.

3.2 OS COAAe

Os COAAe são a base do comando e controle dentro da Artilharia Antiaérea. Seu emprego é fundamental para o êxito da missão. As principais atribuições do COAAe são:

- Estabelecer ligações com os centros de controle dos escalões de artilharia antiaérea superior e subordinados;
- Estabelecer ligações com outros centros de controle de interesse (como CopM, CCOA, OCOAM, por exemplo);
- Receber do centro de controle superior e difundir para os centros de controle ou sistemas de armas as medidas de coordenação em vigor, controlando as DA Ae localizadas em sua área de responsabilidade;
- Estabelecer as Medidas de Coordenação e Controle do Espaço Aéreo que forem de sua responsabilidade e difundí-las;
- Receber e difundir, conforme previsto no documento de operações, o alerta antecipado, realizando o controle de tiro quando necessário;
- Manter o Cmt da DA Ae informado sobre as incursões inimigas e sobre a eficiência da DAAe.

O COAAe recebe e transmite as informações referentes à incursões inimigas para as unidades de tiro, e as medidas de coordenação em vigor para os centros de controle

determinados. A eficácia desse órgão baseia-se em um sistema moderno e compatível com a necessidade de acionar os meios de defesa antiaérea em tempo hábil. Este acionamento requer agilidade no recebimento e, principalmente, na transmissão das informações, por meio de um processamento rápido de difusão para os centros de controle subordinados ou diretamente para o sistema de armas.

Para tanto, os COAAe devem estar capacitados a receber, a processar e a transmitir informações com velocidade compatível ao combate moderno, portanto, para que uma defesa antiaérea esteja estabelecida é necessário que todos os escalões estejam desdobrados e integrados. “O COAAe do escalão considerado tem a responsabilidade de se conectar ao COAAe do escalão superior, buscando estabelecer a integração com um sistema de Defesa Antiaérea (DA Ae) mais amplo, incluindo a ligação aos órgãos da FAe e a tropa apoiada.” (BRASIL, 2003). Os centros de operações antiaéreas podem ser classificados quanto ao escalão: onde o COAAe Principal é o do maior escalão de AAe da força naquela missão de DA Ae, ou COAAe Subordinado, os pertencentes aos demais escalões inferiores ao do COAAe P.

A ilustração abaixo resume, em linhas gerais, as ligações dos dois tipos de COAAe.

LIGAÇÕES DOS CENTROS DE CONTROLE				
Ligações com: Tipo de COAAe	OCOAM	DAAe do Esc Sp	Tropa apoiada	Medidas de Coordenação estabelecidas
COAAe P	Estabelece ligações e comunicações	Estabelece ligações e comunicações	Estabelecida de acordo com a Mis Tat atribuída	Estabelece estados de alerta para os COAAe S
COAAe S	Estabelece ligações (*)	Estabelece ligações e comunicações	Estabelece ligações quando isolado do COAAe a que estava subordinado	Atribui condições de aprestamento aos sistemas de armas
(*) Estabelece ligação com o OCOAM subordinado, quando, em função da localização deste último, tiver condição de dar o alerta antecipado em proveito de sua DAAe, mesmo como dobramento de meios.				

Figura 8:– Ligações estabelecidas pelo COAAe P e COAAe S
Fonte: Manual EB60-ME-23.401, 2016.

3.2.1 Modos de operação dos COAAe

No que tange ao modo de operação, segundo o Brasil (2016), os COAAe são divididos de acordo com a existência ou não de equipamentos automáticos ou informatizados para o recebimento, processamento e difusão das informações. Os COAAe podem ser classificados

como eletrônico, caso possuam os referidos equipamentos, ou manual, caso não possuam estes recursos.

A adequação de um COAAe eletrônico ou manual a uma situação tática dar-se-á mais pela qualidade dos procedimentos predefinidos do que propriamente pelos equipamentos disponíveis. Aliado a isto, deve-se considerar a padronização das mensagens e dos modos de operação. O adestramento do pessoal, somado à padronização das mensagens e procedimentos entre o COAAe junto aos Radares, Postos de Vigilância e Sistema de Armas, diminuem o tempo gasto e aceleram os processos, adequando os trabalhos ao tempo útil para a realização da Defesa Antiaérea.

A partir das diferenças apresentadas pelo COAAe manual e COAAe eletrônico, fica claro que os procedimentos operacionais e informações recebidas e transmitidas para a condução do controle e coordenação das DA Ae serão distintos e passarão por processo diferenciado em cada um deles. Enquanto no COAAe eletrônico a maior parte dos procedimentos encontra-se informatizada e automatizada e é realizada pelos equipamentos em tempo quase real, no COAAe manual é a própria guarnição que deverá realizar estes procedimentos.

Dessa forma, verifica-se que o COAAe eletrônico, por processar as informações de forma automática, pode operar em um espaço reduzido, com menos pessoal e material, normalmente apresentando as informações e repassando-as em um menor tempo.

Além disso, o centro de operações antiaéreas deverá ser capaz de operar ininterruptamente e por tempo indeterminado necessitando de pessoal para operá-lo variando de acordo com o escalão considerado e a situação tática o qual esteja enquadrado.

3.2.1.1 COAAe manual

O COAAe manual tem como principal característica a transmissão de dados somente pela voz, não sendo utilizada a transmissão eletrônica. Além disso, possui menor mobilidade que o COAAe Elt, normalmente sendo estático, podendo ocupar ou não instalações já existentes.

O COAAe manual, devido às suas características e forma de emprego, apresenta situações e aspectos que podem prejudicar o funcionamento da Defesa Antiaérea como um todo, sendo as seguintes limitações:

- Processamento e registro de dados feitos de forma manual, o que pode gerar imprecisão e exige mais tempo para a realização de processos;

- Aumento do tempo de resposta à uma incursão inimiga;
- Utilização das comunicações à voz
- Número limitado de dados para serem processados simultaneamente, necessitando de muito tempo para processar muitos dados.

Sobre o pessoal empregado no COAAe Manual, verifica-se que sua guarnição é composta de um efetivo muito maior que o COAAe Elt, devido à não utilização de processos eletrônicos. Buscando uma operacionalidade contínua, 24 horas por dia, a substituição das guarnições ocorrerá a cada 8 horas, sobre o controle do Oficial de Controle (O Ct) mais antigo.

Na guarnição mínima que compõe um COAAe Manual, temos os militares listados abaixo, com as principais funções que exercem nas operações:

- Oficial de Controle (Of Ct): responsável direto pela eficiência do COAAe. Deve garantir o cumprimento das diretrizes operacionais do Cmdo em relação ao Centro de Controle. Controla os trabalhos de atualização da Análise de Inteligência de Combate (AIC). Dependendo da situação pode ser responsável por decidir se o Sistema de Armas abrirá fogo ou não contra o vetor aéreo.

- Adjunto do Oficial de Controle (Adj Of Ct): é o auxiliar direto e substituto eventual do Of Ct. Supervisiona o trabalho dos outros integrantes do COAAe. Deve estar sempre em contato com o S2, contribuindo para a atualização da AIC. Prepara as mensagens destinadas ao OCOAM, como por exemplo o Relatório de Engajamento da Artilharia Antiaérea (ARTIREL).

- Oficial de Radar (Of Rdr): responsável pelo controle das informações oriundas dos sensores orgânicos da DA Ae, bem como dos P Vig.

- Auxiliar de Operações (Aux Op): coordena o trabalho dos Locadores e dos Registradores, Telefonistas e Radioperadores. Prepara as mensagens para os órgãos de subordinação direta ao COAAe (Sist A, P Vig, Rdr).

- Locador (Loc): mantém o quadro de situação e quadro de controle atualizados.

- Registrador (Reg): mantém os demais quadros atualizados e realiza todos os registros necessários.

- Pessoal de Comunicações: recebem e transmitem as mensagens de interesse dos C Ct.

Para melhor organizar as informações, o COAAe Manual utiliza materiais para controlar o fluxo das informações, sendo os listados abaixo, juntamente com suas funções:

- Quadro de Situação: permite a visualização da situação aérea além do alcance dos sensores orgânicos do escalão de AAAe, dentro do alcance dos sensores das FAC. Nele são registradas as posições dos sensores, das armas antiaéreas e as MCCEA. É responsabilidade do Locador.

- Quadro de Controle (Q Ct): utilizado para locação das incursões aéreas dentro da área de interesse do COAAe. Deve apresentar uma visualização de toda a área coberta pelos sensores orgânicos do escalão de AAAe. Permite a rápida conversão das coordenadas em mensagens de alerta para a DA Ae. É de responsabilidade do Locador.

- Quadro de Dados Auxiliares (QD Aux): apresenta as medidas de coordenação em vigor, condições meteorológicas e missões aéreas amigas de interesse. Responsabilidade do Registrador.

- Quadro de Estado de Material (Q Est Mat): apresenta as condições de disponibilidade e de aprestamento dos sensores e do sistema de armas. Responsabilidade do Registrador.

- Quadro de Incursões Inimigas: utilizado para registro do GDH, indicativo e resultado do engajamento de cada incursão processada no COAAe. Serve de base para a montagem da Ficha de Incursões Inimigas (F Inc Ini). Responsabilidade do Registrador.

3.2.1.2 COAAe eletrônico

O objetivo do Centro de Operações Antiaéreas Eletrônico é propiciar ao Comandante do Escalão a que se refere o COAAe, acompanhar, coordenar e controlar os Sistemas de Armas do referido escalão com o uso de meio eletrônicos para receber informações, processá-las e enviá-las, nos ambientes do Território Nacional e no Teatro de Operações, buscando executar as atribuições que são inerentes ao seu emprego.

Como grande diferencial em relação ao COAAe Manual, temos a mobilidade do COAAe, que é empregado em um shelter que localiza-se sobre uma vtr Agrale Marruá, da qual acaba necessidade de ocupação de instalação ou montagem de barraca na posição para seu emprego. Além disso, vemos a diminuição de pessoal necessário para o emprego deste órgão, visto que as informações aparecem diretamente em dois monitores de computadores. Assim, o COAAe Elt é operado por dois ou três militares, número muito menor que no COAAe Manual, como demonstrado na figura 9.



Figura 9: Militares Operando o COAAe Elt

Fonte: <https://orbisdefense.blogspot.com.br/2016/04/21-bateria-de-artilharia-antiaerea-para.html>

O Shelter que serve de COAAe Elt é fabricado pela empresa Bradar, sendo montado em cima do chassi de uma viatura Marruá, veículo 4 x 4 da companhia Agrale. É um material integrado e especializado para as operações de comunicação que acontecem no COAAe Elt (vozes e dados), sendo composto por:

- Sistema de energia DC
- Sistema de energia AC (corrente alternada) - entrada externa
- Sistema de energia AC (corrente alternada) - interno (alimentação feita por meio de um gerador)
 - CASE 19" para fixação e instalação os equipamentos que seguem este padrão.
 - Sistema de mastro pneumático telescópico
 - Sistema de climatização interna (condicionador de ar)
 - Engates para transporte aéreo

Como sistema de comunicações, o COAAe Elt utiliza a família de rádios Falcon Harris, possuindo rádio veicular que fará a comunicação com rádios de uso pessoal que encontrar-se-ão nos órgãos subordinados, P Vig, Rdr, U Tir. A transmissão poderá ser feita por

voz ou por dados, podendo as U Tir que receber as informações em formas de dados por meio de um palm-top conectado a um rádio Falcon Harris.

3.2.2 Funcionamento

O funcionamento do COAAe é um processo cíclico pré-estabelecido, que começa com o recebimento de uma mensagem de alerta. Essa mensagem de alerta pode vir de um sensor do próprio escalão da AAAe, de sensores da FAC, de Postos de Vigilância, de outros escalões de AAAe ou do escalão superior de AAAe.

A mensagem de alerta tem por finalidade informar os dados de uma incursão aérea inimiga e tem prioridade sobre as demais mensagens no centro de operações. Os dados passados informam sobre as condições de vôo da incursão aérea, tais como velocidade, proa, altitude, número e tipo de vetores aéreos, identificação dos vetores aéreos, coordenadas e tempo de chegada até o ponto defendido. A classificação do Vetor Aéreo dependerá do órgão que informará o COAAe, podendo ser amigo, desconhecido ou inimigo.

Ao chegarem as informações no COAAe, seja ele Manual ou Eletrônico, as informações são compiladas e analisadas, gerando um processo de decisão onde deverá ser definido o estado de alerta, as condições de aprestamento, possibilidade de emprego, quais Unidades de Tiro serão designadas, qual será prioridade de engajamento entre vários vetores, dentre outros.

Dependendo do grau de ameaça, o COAAe atribui o estado de alerta, as condições de aprestamento e por fim, designa os alvos para as defesas antiaéreas. Para tanto, o grau de ameaça é determinado considerando os seguintes aspectos táticos:

- distância da incursão para a LLR;
- velocidade e proa da incursão;
- situação tática; e
- tipos e números de aeronaves.

Os trabalhos no COAAe serão realizados de tal forma que todos os registros sejam atualizados bem como o controle permanente das defesas antiaéreas.

A liberdade do COAAe S ou do Sistema de Armas executarem o engajamento de uma ameaça aérea sem a coordenação de um órgão superior irá depender da situação tática que estão inseridos, que gerará as MCCEA a serem cumpridas. O centro de operações antiaéreas principal e os demais COAAe são responsáveis por acionar as defesas antiaéreas sob sua

responsabilidade, normalmente após coordenação do COpM ou COAT, que identificam e classificam o vetor aéreo, seleccionando qual a arma que engajará a ameaça aérea, podendo ser a Defesa Aérea, a Artilharia Antiaérea de Média Altura ou a Artilharia Antiaérea de Baixa Altura.

Os demais COAAe, que estão na mesma zona de ação mas não irão engajar o alvo, receberão os dados relativos à posição dos incursores, até que a ameaça seja apreendida pelos sensores das DA Ae. As unidades de tiro abrem fogo assim que a aeronave inimiga adentre ao volume de responsabilidade da defesa antiaérea, respeitando o estado de ação designado.

A figura 10 serve como forma de ilustrar a seqüência dos trabalhos em um COAAe, a fim de decidir sobre o acompanhamento e engajamento de uma incursão inimiga. O fluxograma representado na figura abaixo representa o raciocínio lógico que deve ser realizado pelos militares do COAAe, a fim de que sejam seguidos os protocolos necessários e o sistema de armas seja empregado da forma mais eficaz possível.

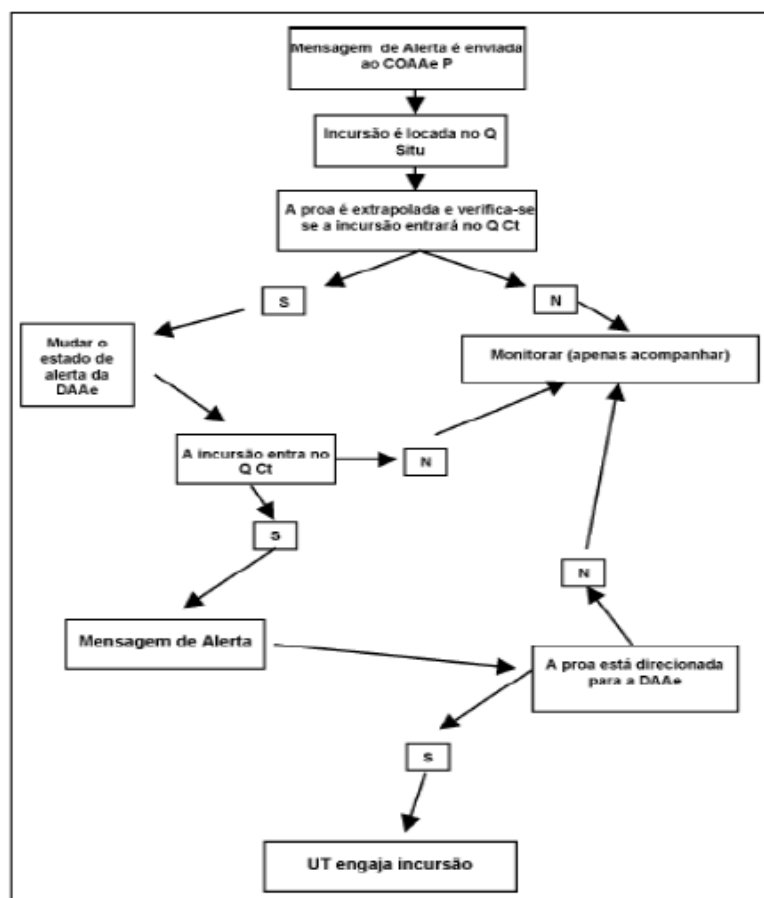


Figura 10: Fluxo de procedimentos
Fonte: Manual EB60-ME-23.401, 2016

4. A LIGAÇÃO DO SUBSISTEMA DE CONTROLE E ALERTA COM O SUBSISTEMA DE ARMAS

Visando uma DA Ae em condições de atuar de forma plena, a Artilharia Antiaérea é composta por quatro subsistemas que se complementam durante o seu emprego e operam de forma integrada, tendo a capacidade de prover os meios necessários para o cumprimento das missões a que cada fração é destinada. Esta estrutura possibilita a coordenação entre a força apoiada, a AAAe, e os demais meios de defesa aeroespacial. Desta forma, a Artilharia Antiaérea está estruturada da seguinte maneira:

- a) subsistema de controle e alerta;
- b) subsistema de armas;
- c) subsistema de apoio logístico; e
- d) subsistema de comunicações;

4.1 OS SUBSISTEMAS DA ARTILHARIA ANTIAÉREA

4.1.1 Subsistema de Controle e Alerta

Como já esclarecido no Capítulo 3, o subsistema de controle e alerta é constituído pelos Centros de Operações Antiaéreas, pelos Radares (Sensores de Vigilância) e pelos Postos de Vigilância.

O Subsistema de Controle e Alerta tem a finalidade de acompanhar constantemente a evolução do inimigo aéreo sob responsabilidade da DA Ae considerada, além de coordenar e controlar as DA Ae desdobradas. A busca pela superioridade aérea faz com que sejam utilizados os vetores aeroespaciais em larga escala antes de lançar qualquer tropa em solo. Em contrapartida, a tropa atacada responde por meio de caças de interceptação e da Artilharia Antiaérea, o que materializa a defesa aeroespacial. Para que uma defesa aeroespacial seja eficiente, existe a necessidade de um comando e controle que cubra todo o vetor aéreo, com velocidade compatível ao grau da ameaça.

4.1.2 Subsistema de Apoio Logístico

À medida que os armamentos se tornam cada vez mais sofisticados, a tecnologia dos materiais requer um eficaz apoio logístico. A Artilharia Antiaérea moderna necessita de

manutenção especializada e apoio em suprimento, principalmente classe V, devido à grande demanda de munição que os combates empregam, aumentando a importância deste sistema. O Subsistema de Apoio Logístico visa permitir a permanência da artilharia antiaérea no combate, atuando com eficiência e de maneira contínua.

Por se tratar de equipamentos sensíveis e complexos como radares e equipamentos computadorizados, a manutenção é de extrema importância para que a AAAe consiga operar diuturnamente. O Batalhão de Manutenção e Suprimento da Artilharia Antiaérea, orgânico da 1ª Bda AAAe, é o responsável em prover a manutenção e o suprimento necessários às frações da defesa antiaérea.

4.1.3 Subsistema de Comunicações

O Subsistema de Comunicações tem por finalidade manter o fluxo de informações necessário para o controle de todos os sistemas da Artilharia Antiaérea.

Este sistema compreende todas as ligações, sejam elas internas ou externas, fundamentais para o perfeito funcionamento da defesa antiaérea. O estabelecimento de um sistema de comunicações seguro influi na rapidez e precisão das ordens e informações transmitidas, empregando para isso, diversos tipos de meios e utilizando com maior frequência a transmissão via rádio para transmitir dados e voz.

4.1.4 Subsistema de Armas

A constituição do Subsistema de Armas depende do tipo de armamento que uma determinada fração é dotada, podendo ser tubo, míssil ou combinação entre ambos. O Subsistema de Armas tem por finalidade neutralizar ou destruir todo e qualquer tipo de vetor inimigo.

O inimigo voando à baixa altura tende a contornar o terreno como forma de proteção contra a detecção dos radares, valendo-se da surpresa para efetuar o ataque. Com isso, à baixa altura, os canhões são utilizados com maior eficiência devido às limitações dos mísseis para este tipo de emprego, como por exemplo, o tempo de reação maior em relação ao tubo, a influência do terreno e das condições meteorológicas no caso dos mísseis de atração passiva, pequena velocidade de acompanhamento no início da trajetória, alcance mínimo para apreensão de alvos e angulação própria para o tiro. Além disso, os canhões antiaéreos de baixa altura compensam sua menor precisão com um grande volume de fogo.

4.2 LIGAÇÕES E COORDENAÇÕES DA ARTILHARIA ANTIAÉREA COM O ESCALÃO SUPERIOR E COM A FORÇA AÉREA COMPONENTE

Para o funcionamento da Artilharia Antiaérea de forma eficiente, é necessário que todos os subsistemas estejam trabalhando com a máxima eficiência e que toda a tropa envolvida tenha passado pela correta qualificação e tenha sido adestrada de forma eficaz. Além disso, a defesa antiaérea faz parte da Defesa Aeroespacial (D Aepc), juntamente com as Artilharias Antiaéreas da Força Aérea e da Força Naval, havendo uma coordenação entre as três forças.

Segundo BRASIL (2011), a D Aepc é o conjunto de ações que asseguram a soberania do Espaço Aéreo (EA) da nação, composta pela D Aepc Ativa (D Ae e DA Ae) e a D Aepc Passiva, tendo como objetivos a soberania do Espaço Aéreo e a integridade do patrimônio nacional.

Dentro da situação que a Artilharia Antiaérea pode estar subordinada, podemos verificar situações diferentes dos elementos antiaéreos em relação às coordenações que são necessárias, visando a máxima eficiência:

- a) Defesa Aeroespacial no Território Nacional
- b) Defesa Aeroespacial no Teatro de Operações, dividida em:
 - 1) Defesa Aeroespacial na Zona de Combate
 - 2) Defesa Aeroespacial na Zona de Administração

Nas situações expostas existirão diferenças quanto às ligações e coordenações que os COAAe, tanto manuais como eletrônicos, com os escalões superiores e com a Força Aérea Componente, o que alterará as MCCEA (Medidas de Coordenação e Controle) e a forma de emprego da tropa, seja pela sua liberdade de ação ou seja pela sua independência na tomada de decisões na hora de abrir fogo contra vetores aéreos.

Tendo em vista que o objetivo deste trabalho científico é a ligação do COAAe Subordinado (COAAe S) com o Subsistema de Armas, não é objetivo deste trabalho detalhar a situação da Artilharia Antiaérea quanto a ligações e coordenações com o escalão superior.

4.3 MEDIDAS DE COORDENAÇÃO E CONTROLE DA AAe

Segundo Silva (2010), a fim de reduzir a possibilidade de ataque a aeronaves amigas, evitar a superposição de esforços e possibilitar a troca de informações e a transferência de incursões entre a Defesa Aérea e Antiaérea é necessário a adoção de Medidas de Coordenação e Controle da Artilharia Antiaérea para executar as ações de defesa aeroespacial. Para tanto, as

medidas de coordenação devem propiciar o equilíbrio entre interesses, atribuição de prioridades, segurança às aeronaves amigas e eficácia da Defesa Aeroespacial. A coordenação do uso do espaço aéreo e o controle e a coordenação dos fogos da artilharia antiaérea são efetivados através de uma série de medidas, tais como: Volume de Responsabilidade da Defesa Antiaérea (VRDA Ae), Estado de Ação (E Aç), Estado de Alerta (E Alr), Condições de Aprestamento (Condc Apr) e Corredores de Segurança (Crdr Seg).

4.3.1 Volume de Responsabilidade da Defesa Antiaérea

O VRDA Ae é uma região do espaço aéreo onde incidem procedimentos específicos para sobrevoo de aeronaves amigas e fogo antiaéreo. O estabelecimento de um VRDA Ae provoca a determinação de um estado de ação para os Subsistemas de Armas, o qual irá definir quando uma U Tir poderá engajar ou não um determinado alvo. O comandante da defesa aeroespacial pode classificar o VRDA Ae quanto à circulação de aeronaves amigas em seu interior da seguinte forma:

- a) sobrevoo proibido: é interdito às aeronaves amigas e o fogo poderá ser aberto contra qualquer aeronave que penetre no VRDA de uma defesa antiaérea;
- b) sobrevoo restrito: é permitida a entrada de aeronaves amigas desde que autorizadas e respeitando as normas de sobrevoo pré-estabelecidas; e
- c) sobrevoo livre: o voo é livre e fogo contra aeronaves é permitido apenas para alvos designados por um centro de controle ou em autodefesa.

4.3.2 Estado de Ação

“O estado de ação define o grau de liberdade de abrir fogo das armas antiaéreas de determinada defesa antiaérea” (BRASIL, 2011, p. 3-30). As defesas antiaéreas estão sujeitas aos estados de ação abaixo citados, de acordo com a maior ou menor liberdade de abrir fogo:

- a) fogo livre - abrir fogo contra quaisquer Anv não identificadas como amigas;
- b) fogo restrito - abrir fogo somente contra Anv identificadas como inimigas;
- c) fogo interdito - não abrir fogo (ou cessar fogo), exceto no caso de autodefesa antiaérea; e
- d) fogo designado - abrir fogo contra alvos especificamente designados por um centro de controle ou em autodefesa.

4.3.3 Estado de Alerta

O Estado de Alerta define a probabilidade de ataque aéreo a uma área de defesa antiaérea. Podendo estar em três situações distintas:

- a) alerta vermelho: ataque iminente;
- b) alerta amarelo: ataque provável; e
- c) alerta branco: ataque pouco provável.

4.3.4 Condições de Aprestamento

As Condições de Aprestamento definem o grau de prontidão dos meios de uma DA Ae e estão relacionadas com o Estado de Alerta e o tempo de resposta necessário aos meios antiaéreos, sendo estabelecida pelo Centro de Operações Antiaéreas Subordinado. As condições de aprestamento são as seguintes:

- a) aprestamento 3: postos de combate;
- b) aprestamento 2: prontidão; e
- c) aprestamento 1: segurança.

4.3.5 Corredor de Segurança

Corredores de segurança são rotas de tráfego aéreo de risco mínimo para aeronaves amigas. Permitem aos vetores amigos penetrarem em volumes de responsabilidades das defesas antiaéreas de baixa altura com certa segurança.

4.4 A SEQUÊNCIA DE ENGAJAMENTO DE UM VETOR HOSTIL PELA ARTILHARIA ANTIAÉREA

O engajamento de um vetor aéreo pela Artilharia Antiaérea exige o trabalho dos subsistemas da mesma, assim como ligações e coordenações específicas, condicionantes que não podem falhar ou gastar muito tempo durante sua ocorrência.

4.4.1 Detecção da ameaça aérea

A primeira coisa que acontece quando um vetor aéreo inimigo aproxima-se ao espaço aéreo sob responsabilidade de uma Defesa Antiaérea (Volume de Responsabilidade da Defesa

Antiaérea (VRDA Ae) é a detecção dos objetos no Espaço Aéreo pelos Sensores de Vigilância (Sns Vig) ou Postos de Vigilância (P Vig).

Sobre a função exercida pelos Sensores de Vigilância e pelos Postos de Vigilância, pode-se considerar o seguinte: “O desdobramento dos Sns Vig e dos P Vig tem por finalidade assegurar o alerta de aproximação dos vetores Aepe Ini para uma DA Ae, complementando o alerta recebido dos meios do SISDABRA ou da FAC.” (BRASIL, 2011, p. 2-10).

Brasil, 2011, afirma que a função dos Postos de Vigilância é reforçar a busca e detecção nas prováveis rotas de aproximação dos vetores aéreos inimigos e cobrir eventuais brechas no Diagrama de Cobertura dos Sensores de Vigilância.

Desta forma, a detecção pode chegar ao COAAe que está coordenando a operação de três formas:

- a) Sendo detectada pelos Radares de Vigilância ou de Busca;
- b) Sendo detectada pelos Postos de Vigilância; e
- c) Via ligação/coordenação com órgãos da Força Aérea Componente.

A partir da forma de operação das comunicações da Defesa Antiaérea, a informação pode chegar por meio de uma transmissão via datalink ou por voz, cada uma das opções tendo vantagens e desvantagens.

A informação que chega ao Centro de Operações Antiaéreas chega por mensagem, seja ela digital ou à voz, e necessita ser processada. A mensagem enviada é definida pelo escalão em operação, sendo padronizada de acordo com a preferência e melhor emprego analisado pelos militares responsáveis.

4.4.2 Passagem de informações entre os subsistemas

Assim que for decidido o ataque ao vetor hostil, as informações precisam ser passadas entre os subsistemas, começando pela detecção da ameaça aérea. A detecção pode ser originária de um radar, um órgão da Força Aérea Componente ou de um Posto de Vigilância, a informação será passada para o COAAe a que estiver interligado, sendo este o COAAe que coordenará o sistema de armas que fará frente à ameaça aérea.

Assim que a informação chegar ao COAAe do Subsistema de Armas, ela será processada, buscando-se entender sua posição dentro da situação da tropa que está desdobrada, analisando se trata-se de uma ameaça ou não, se deve ser acompanhada ou já deve ser de imediato neutralizada. As MCCEA ditarão quem será responsável por todas estas decisões e

quais são as diretrizes para o emprego da tropa. O processamento da informação é a essência do COAAe, que compilará toda a informação recebida dos meios de detecção dos vetores aéreos, descartará o que não for importante e acompanhará o que achar necessário, passando ao subsistema de armas as missões definidas, evitando a sobrecarga do subsistema de armas e buscando sua eficiência.

Ao ser definido que buscar-se-á destruir o vetor aéreo inimigo, o COAAe que coordena e controla aquelas armas (COAAe S) deverá definir qual Unidade de Tiro ficará responsável por neutralizar o inimigo, passando as informações necessárias via mensagem de voz ou datalink (dados).

O sistema de armas irá se prontificar para atacar o vetor aéreo inimigo. Nesse momento, torna-se muito importante o acionamento do Subsistema de Armas pelo COAAe S o mais cedo possível, para que haja tempo útil de reação das armas, visto que, o tempo que um sistema de armas leva para atacar um vetor hostil estando em prontidão, é ,consideravelmente menor que o tempo da tomada de prontidão somado ao tempo de acompanhamento e disparo.

O fluxo de mensagens, visando a coordenação e o controle entre os subsistemas da Artilharia Antiaérea é peça crucial para a eficiência e eficácia de todos os escalões envolvidos, visto que, muitas vezes, as MCCEA ditarão a tomada de decisões de forma centralizada e, somente com uma detecção o mais longe possível será possível fazer frente à alguns tipos específicos de vetores aéreos.

Diante disso, para podermos entender melhor como a operacionalidade da tropa antiaérea se processa a partir do fluxo de informações, precisamos analisar os dois principais tipos de passagem de informações entre os subsistemas da Artilharia Antiaérea: transmissão de dados via voz e transmissão de dados via datalink.

4.4.2.1 Transmissão de dados via voz

A transmissão de dados via voz, normalmente, ocorre quando não é possível ser realizada a transmissão de dados via datalink ou quando o COAAe é manual.

Quanto ao COAAe Manual, BRASIL, 2016, p. 2-1, define as seguintes características, que podem ser analogicamente atribuídas ao sistema de comunicações via voz como um todo:

2.1.3 O COAAe manual caracteriza-se pela utilização de transmissão de dados via voz, não empregando caminhos ("links") eletrônicos.

2.1.4 O COAAe manual possui as seguintes limitações:

- a) predominância das comunicações à voz;
- b) demora e imprecisão no processamento e registro de dados;

c) dificuldade para processar grande número de dados em curto espaço de tempo;

d) aumento no tempo de resposta da DA Ae.

2.1.5 No que tange à otimização de eficiências, os seguintes aspectos devem ser observados:

a) sistema de comunicações compatível e adequado à situação;

b) pessoal adestrado;

c) emprego de procedimentos de MPE no tocante às comunicações;

d) alerta processado, adequada e oportunamente, a partir de mensagens de alerta, oriundas do sistema de controle e alerta ou das equipes de ligação terrestre (ELT);

e) coordenação de emprego de fogos e de uso do espaço aéreo estabelecidas e treinadas de acordo com a situação.

Ao verificarmos o que cita o referido manual, encontramos várias dificuldades nesse sistema. Primeiramente, verificamos a demora e a imprecisão no processamento e registro de dados, limitação este resultado da própria limitação humana de processamento de dados, somada ao tempo de registro de informações em tabelas e quadros da situação tática e ao tempo gasto para serem processadas e transmitidas mensagens via voz.

Pelos mesmo motivos anteriores, verifica-se a dificuldade para processar um grande número de dados e a dificuldade para processar os dados em um curto espaço de tempo, o que gera aumento do tempo de resposta da DA Ae, diminuindo a eficiência do sistema, podendo comprometer a defesa antiaérea e criando uma maior demanda de militares na utilização das comunicações, no registro e no processamento de dados.

Quando ao tempo gasto necessário para que todo o processo ocorra, analisando desde a detecção do vetor aéreo até a abertura do fogo, nota-se que existem muitas fases e etapas no processo, onerando muito tempo até o cumprimento da missão. Devido às muitas fases que a informação passa, somada aos tempos de processamento, preparo e envio de mensagens, pode ocorrer que não haja tempo suficiente para a reação do subsistema de armas, afetando assim, a eficiência de toda a defesa antiaérea.

De uma forma geral, temos todos os processos abaixo entre a incursão inimiga e o disparo das armas pelo atirador:

a) Tempo do aparecimento do “pip” do alvo na tela do radar de vigilância/busca ou radar da Força Aérea Componente, ou então, tempo de reação do P Vig até a detecção do vetor aéreo no horizonte;

b) Tempo da confecção e do envio da mensagem do P Vig, do radar de vigilância/busca ou do órgão da FAC que detectou a incursão ao COAAe à que está ligado;

c) Processamento da informação pelo COAAe que recebeu a mensagem e, se não for o COAAe que coordena o subsistema que fará frente à ameaça, a confecção e o envio de

mensagem ao COAAe S que comanda o subsistema de armas que será empregado;

d) Confecção e envio da mensagem ao subsistema de armas que realizarão o engajamento do vetor aéreo inimigo;

e) Recebimento e processamento da mensagem recebida pelo COAAe S pelo subsistema de armas; e

f) Colocação das armas em prontidão, acompanhamento e disparo.

Torna-se difícil determinar o tempo necessário para que ocorra todo o fluxo de informações, mas nota-se que o adestramento, comunicações e a aquisição de equipamentos que facilitem a análise da situação e processamento de dados podem mudar significativamente a eficiência da tropa.

Segundo o exposto anteriormente, verifica-se também algumas condicionantes para que seja obtida a eficiência neste tipo de operação: materiais de comunicação compatíveis com o desdobramento da tropa e à situação tática, pessoal adestrado, procedimento de MPE adequados, alertas adequados e enviados em tempo útil e por fim o uso das MCCEA adequadas.

Ante o exposto acima, ficam intrínsecas vantagens da utilização da transmissão de dados via voz:

a) A necessidade de equipamentos de comunicações mais simples, visto que materiais de comunicações que realizem a transmissão de dados (datalink) são mais complexos e mais caros.

b) Maior facilidade de realização das comunicações, já que as ondas eletromagnéticas irão transportar somente voz, fica mais fácil a condução da mensagem e aumenta o raio de alcance das comunicações.

c) Menor necessidade de meios eletrônicos de controle de dados, envio e recebimento de mensagens e menor dependência da energia elétrica, seja oriunda de rede comercial ou de gerador.

4.4.2.2 TRANSMISSÃO DE DADOS VIA DATALINK

A transmissão via dados só ocorrerá quando a tropa dispuser do material e do pessoal necessário para tal tipo de operação, visto que é uma forma que necessita de materiais mais sofisticados e mais caros.

Esse sistema apresenta diversos pontos negativos para sua execução, dentre eles pode-se citar a necessidade de equipamentos de comunicações que realizem a transmissão via dados,

que são equipamentos mais caros e mais complexos.

O adestramento do pessoal também é um fator necessário para este tipo de emprego. Enquanto na comunicação via voz eram preenchidos quadros, fichas de registro e a mensagem enviada por um rádio operador que precisava repetir uma mensagem, agora temos conexões entre softwares, com programação de dados, inserção de dados em programas específicos para a defesa antiaérea. Fatores que exigem operadores mais preparados e com melhor adestramento.

Como a maioria dos materiais são eletrônicos, tem-se também a maior dependência de energia elétrica, seja fornecida pela rede elétrica comercial ou por geradores adaptados para os materiais usados.

Devido ao sistema de comunicações ser via dados, as ondas eletromagnéticas precisam transportar uma quantidade maior de dados, o que acaba diminuindo o alcance das comunicações e deixa as mensagens mais suscetíveis à interferências.

Além disso, tem-se uma demanda de manutenção maior, com necessidade de manutenção de softwares mais rebuscados, de equipamentos rádios de última geração e de equipamentos elétricos que formam todo o sistema, necessitando de maior quantidade de suprimentos e militares de manutenção com especializações específicas e melhor conhecimento profissional.

Por outro lado, tem-se importantes vantagens na transmissão de dados via datalink. Primeiramente, pode-se citar o ganho de tempo no processamento, pois, os sistemas eletrônicos utilizados atualizam a situação automaticamente, não necessitando ter um militar específico para controlar cartas e registrar dados em tabelas, tarefas que o sistema fará por si só. Ademais, ganha-se tempo na preparação e envio de mensagens, já que antes era necessário formular a mensagem dentro de um padrão pré-estabelecido e enviá-la via voz, agora o sistema faz a mensagem e a envia automaticamente, necessitando apenas de um comando.

Também há a menor necessidade de pessoal a ser empregado, pois várias tarefas que antes eram realizadas por mais de um militar, passam a ser realizadas por somente um, como o controle das aeronaves inimigas, controlando um monitor e o envio de mensagens, que são realizadas com somente um comando para o software.

Tem-se também a constante atualização da U Tir por parte do COAAe, devido ao envio constante de mensagens com a atualização do vetor aéreo a ser abatido, o que diminui o tempo de reação do Subsistema de Armas.

4.5 TRANSMISSÃO VIA VOZ X TRANSMISSÃO VIA DATALINK

Ao comparar as duas formas de transmissão, pode-se ver que cada uma possui vantagens e desvantagens em relação à outra:

A transmissão de dados tem como vantagem a diminuição do tempo gasto para fazer frente a um vetor aéreo, podendo também fazer frente a um grande número de informações e processar dados em curto período de tempo. Além disso, seus processos são automatizados, necessitando de menos pessoal e enviando mensagens à Unidade de Tiro, mantendo em constante atualização.

A transmissão à voz tem como vantagens a necessidade de equipamentos mais simples, não necessita uma preparação do pessoal em operar meios eletrônicos tão grande, necessita de uma manutenção mais simples, possui menor dependência à rede elétrica para seu funcionamento e maior facilidade de dissociação das ondas eletromagnéticas emitidas, o que gera maior alcance das mensagens enviadas.

Diante do exposto acima, pode-se verificar que a transmissão de dados via datalink é mais adaptada ao combate moderno, diminuindo o pessoal necessário e o tempo de resposta das armas antiaéreas, mas em algumas situações específicas o uso da transmissão via voz pode ser mais eficaz.

4.6 INTERLIGAÇÃO DO SISTEMA RBS 70 COM O COAAe DURANTE AS OLIMPÍADAS NO RIO 2016

Durante as Olimpíadas realizadas em 2016 no Brasil, a defesa aeroespacial do evento foi feita de diversas formas, sendo uma delas a utilização do Sistema RBS 70. Visando aprofundar os conhecimentos neste material e nas ligações dos COAAe utilizados na Operação com as Unidades de Tiro RBS 70, foi realizado um formulário preenchido por militares que compuseram esta defesa antiaérea, podendo ser analisadas a forma de operação da tropa, pontos positivos e oportunidades de melhoria.

A forma como foram feitas as ligações entre os subsistemas na operação foi resultado de várias tentativas de comunicação via datalink, constatando que a presença de muitos prédios e muitas elevações na cidade do Rio de Janeiro atrapalhavam a transmissão de dados. Outro fator que atrapalhou a transmissão via datalink foram as condições climáticas adversas, fazendo com que as transmissões não apresentassem estabilidade. Por fim, pode-se concluir que as comunicações via datalink só eram eficazes quando havia visada limpa em linha reta e a

distância era relativamente baixa.

Diante das dificuldades apresentadas e da falta de confiabilidade do material, optou-se pela comunicação via voz. Utilizando o Rádio APX 2000, através de um sistema troncalizado, que já existia no Rio de Janeiro. Para se proteger de falhas no sistema rádio, foram distribuídos celulares com crédito pré-pago para que as informações fossem passadas numa falha do rádio.

Foi relatado por vários militares que as mensagens chegavam com um tempo curto de reação para a Unidade de Tiro, esse fator poderia fazer com que a missão real fosse comprometida. No caso da operação nas Olimpíadas Rio 2016, não houve acionamento que necessário para engajar o vetor aéreo. Além disso, houve momentos que a qualidade das comunicações estava comprometida, e foi necessário fazer uso de celulares para a transmissão de mensagens.

5 TARGET DATA RECEIVER (TDR)

5.1 APRESENTAÇÃO

O Target Data Receiver (TDR) é um equipamento eletrônico fabricado pela empresa Sueca Svenska Aeroplan AB (SAAB), projetado para transmitir informações do radar para as Unidades de Tiro. Sua versão mais atual é a versão TDR 35. Segundo Da Mata, seu funcionamento pode ser descrito de forma resumida como:

O TDR é o equipamento que faz a interface entre os dados do alvo enviados por um radar e a U Tir, transformando esses dados em tons que servem de referência para o atirador se orientar e localizar o alvo e iniciar seu engajamento. O fato de um radar poder operar em qualquer tempo e assim ter condições de localizar um alvo sob quaisquer condições de visibilidade, proporciona a uma U Tir Msl RBS 70 excelentes condições de operação sob estas mesmas condições.

O dispositivo é um meio que busca auxiliar no Comando e Controle dos Subistemas de Armas de baixa altura. Nas tropas de seu país de origem, Suécia, o Comando e Controle do sistema de armas é diferente, sendo passado diretamente dos radares para o sistema de armas, sendo utilizado para isso o TDR, que não passa somente a direção da incursão inimiga, transmitindo também informações complementares para a Unidade de Tiro, como a situação aérea, dados específicos da incursão e tipo de alvo.

5.2 VISTA GERAL DO SISTEMA

O TDR 35, modelo mais atual do sistema e objeto de nosso estudo, pode ser utilizado em todas as versões dos radares GIRAFFE, GADIS ou GADIS leve, e suas funções serão adaptadas de acordo com o protocolo de dados recebidos. Por ser um material sueco, é projetado para ser integrado aos radares suecos, como já citado.

O terminal do TDR 35, LAP – *Local Air Picture* (Imagem Aérea Local), é a plataforma a partir da qual é mostrada e registrada a situação aérea atual, apresentando todos os dados subsequentes. De uma maneira de fácil entendimento, os dados do alvo são apresentados graficamente e em texto, aumentando as informações que farão parte do portfólio para as decisões que deverão ser tomadas pelo Cmt U Tir, para seleção e engajamento de alvos. Os dados apresentados demonstram uma grande melhoria em relação aos modelos anteriores.

Como exemplo, o Cmt U Tir é orientado, visualmente, na seleção do alvo e no disparo do míssil no momento ideal.

Estando o TDR conectado a um radar GIRAFFE, sua principal função é processar os dados dos alvos recebidos de um sistema radar GIRAFFE, bidimensional (2D) ou tridimensional (3D), e apresentá-los ao Cmt U Tir, atualizando as Unidades de Tiro do Míssil RBS 70 sobre as incursões aéreas inimigas e proporcionando controle e máximo desempenho ao sistema de mísseis.

Apesar do TDR 35 ter sido projetado para operar junto com unidades de Artilharia Antiaérea de baixa altura dotadas com o Míssil RBS 70, ele também pode ser empregado por outros sistemas antiaéreos, como mísseis portáteis lançados do ombro do Atirador, sistemas de canhões antiaéreos, apresentando-se como meio auxiliar no engajamento de alvos que adentrem à Baixa Altura em um VRDA Ae.

Além de ser o terminal do Cmt U Tir nas operações de defesa antiaérea, o TDR 35 pode ser utilizado de modo independente, como um monitor para apresentação da LAP, por exemplo, em QG de batalhão/brigada ou unidades em manobra. Neste caso, a LAP também será fornecida por radares GIRAFFE.

5.3 LAYOUT DO SISTEMA

O sistema visa transferir os dados de um radar da família dos Radares Giraffe para os integrantes da Unidade de Tiro, proporcionando o Comando e Controle da tropa.

De um modo geral, podemos dizer que os dados saem do radar e são transferidos para um rádio, de onde são enviados para a posição da Unidade de Tiro. Na posição da Unidade de Tiro os dados serão recebidos por um outro aparelho de rádio, que transferirá as informações para o TDR, sendo este responsável por transferir dados e voz para os integrantes da Unidade de Tiro. A figura 11 visa ilustrar o funcionamento do sistema de uma forma geral, demonstrando o caminho do Radar até a U Tir.

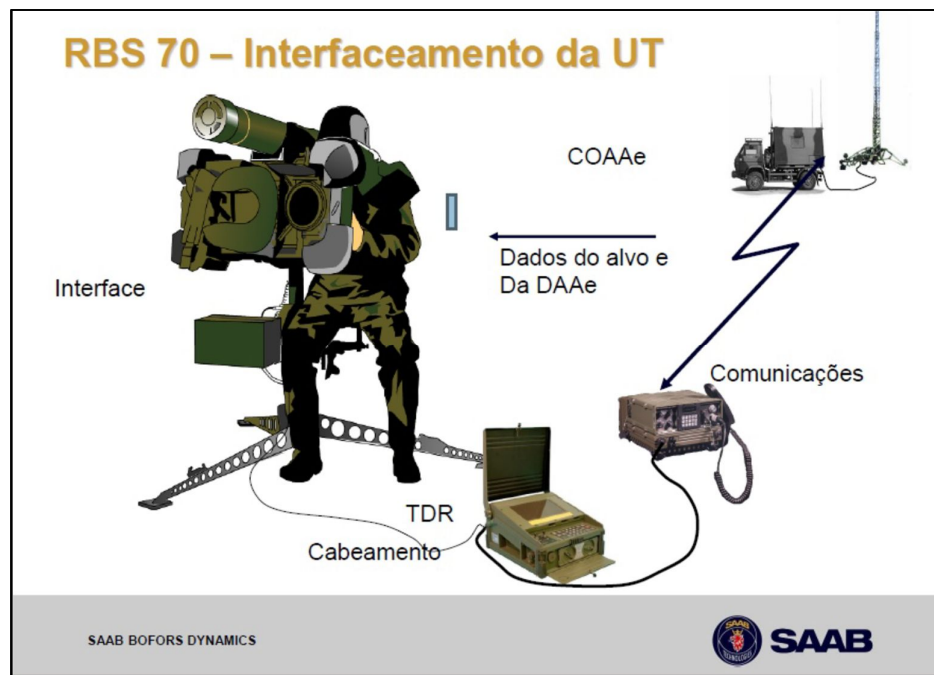


Figura 11 – Funcionamento geral das comunicações do sistema TDR

Fonte: Integração da seção míssil baixa altura telecomandado RBS 70 aos novos sistemas da artilharia antiaérea de baixa altitude do exército brasileiro – Da Mata, 2014

Na Unidade de Tiro, o sistema tem por objetivo alimentar de informações os três integrantes do Posto de Tiro, Cmt da U Tir, Atirador e Remuniador, tendo para isso um sistema planejado especificamente com este fim. O TDR 35 apresenta as seguintes subunidades principais: Terminal do Cmt U Tir, o Adaptador da Arma e o Adaptador para Rádio e Fio, que trabalham em conjunto para as comunicações internas e externas à Unidade de Tiro do Míssil RBS 70.

O TDR conecta-se através do Adaptador para Rádio e Fio, sendo sua interface com o GIRAFFE. O Adaptador também possui um modem para recebimento de dados através de fio de campanha ou rádios analógicos.

O Adaptador para Rádio e Fio é o componente que irá receber as informações e comandá-las, coordenando o fluxo de informações internas e externas. Ele contém os pontos de conexão para rádios e fios de campanha, utilizados para comunicação com o GIRAFFE. Como ilustrado na figura, ele trabalha com dois canais de comunicações simultâneos: a comunicação de voz e a comunicação de dados. Sendo assim, o Adaptador para Rádio e Fio pode receber dados do alvo modulados por chaveamento de frequência (FSK - *Frequency Shifted Keying*), por meio de fio de campanha ou rádios analógicos, bem como dados digitais, por meio de rádios com modem embutido, encaminhando-os ao Terminal do Cmt U Tir.

O Adaptador da Arma é o componente físico responsável por converter a informação da direção do vetor aéreo em comando audível para o atirador e por transportar os sons da comunicação via voz entre o atirador, o remuniador e o comandante da Unidade de Tiro.

O Adaptador da Arma é fixado facilmente no pedestal do Posto de Tiro ou montado próximo à posição do Atirador, onde é conectado ao posto de tiro, no caso de integração em viatura. Ele contém conectores para dois fones de ouvido e para a Chave de Segurança, cuja finalidade é prevenir acidentes quando da execução de escolas de fogo, inibindo o disparo acidental do míssil.

Três fones de ouvido são partes do TDR 35, sendo um para cada integrante da guarnição: o Comandante da Unidade de Tiro, o Atirador e o Remuniador. O Comandante da Unidade de Tiro, diferente dos outros integrantes, tem acesso a dois canais de voz: um para comunicação com a guarnição do GIRAFFE e outro para intercomunicação entre Cmt U Tir, Atirador e Remuniador.

O Terminal do Cmt U Tir é responsável por receber os dados de alvos do radar GIRAFFE e apresentá-los em uma tela, com mapa digital ao fundo, juntamente com informações em texto. A U Tir é posicionada no centro do mapa, que fornece a LAP circunjacente ao posto para o Cmt U Tir. Dentro da cobertura do alcance padrão de 20 km, o mapa pode ser alterado, para mais ou para menos, bem como girado em movimento panorâmico.

O sistema TDR35 é normalmente alimentado por uma bateria recarregável central, localizada no Adaptador para Rádio e Fio. Cada unidade também possui uma bateria reserva, que permite a troca da bateria central mesmo durante a operação do dispositivo. O sistema TDR 35 também pode ser alimentado por uma fonte externa que forneça de 10 a 16 volts CC, o que normalmente ocorre quando o TDR 35 for integrado a uma viatura.

5.4 FUNCIONALIDADES DO TERMINAL DO COMANDANTE DE UNIDADE DE TIRO

Durante o modo de acompanhamento dos vetores aéreos, chamado de Modo Vigilância, a tela apresenta um mapa geográfico, com função “zoom”, onde poderão constar até 20 alvos aéreos, com legenda sobre os mesmos, constando posição, proa, velocidade e tipo. Caso os dados sejam oriundos de acompanhamento 3D, a altitude também será mostrada. Poderão ser apresentados na tela do TDR 35 até cinco azimutes de interferidores e a pontaria atual do armamento, ajudando o Cmt U Tiu à escolher o alvo, por meio dos dados da ameaça e apresentação dos primeiro e último momentos para o disparo.

O Terminal do Cmt U Tir constitui-se de um computador pessoal tipo “tablet”, com receptor GPS embutido, e possui os seguintes recursos oriundos do GPS: posicionamento por GPS; gerenciamento do objetivo defendido; introdução de até dois Setores de Interesse; e demarcação de até três Setores de Limitação do Disparo.

Se o alvo a ser engajado não estiver sido imposto pelo escalão superior, a U Tir poderá tomar esta decisão, através dos alvos apresentados, por grau de ameaça, em um painel de alvos, que contém informações básicas nas quais se incluem o primeiro e último momento para o disparo, sendo também apresentadas informações adicionais para um alvo selecionado.

Será sempre atribuída a indicação de alvo mais ameaçador, de acordo com a designação apresentada pelo GIRAFFE à U Tir, independentemente do seu valor como ameaça. Assim, a intenção tática do Comandante da Bateria ou Comandante de Seção será exibida para o Cmt U Tir.

O Terminal do Cmt U Tir calcula os valores da ameaça para todos os alvos recebidos com base na posição do objetivo defendido, nas prioridades da Unidade de Tiro, no deslocamento do alvo, no tipo de alvo e na designação e prioridades que já foram atribuídas ao alvo, auxiliando dessa forma o Comandante da Unidade de Tiro na escolha de qual vetor aéreo deverá abater.

5.5 FUNCIONAMENTO DO TDR DURANTE O ENGAJAMENTO DE UM VETOR AÉREO

Assim que a Unidade de Tiro estiver desdobrada no terreno, o sistema TDR começará a receber mensagens com os dados de alvos. A partir deste momento, o Comandante da Unidade de Tiro poderá selecionar um alvo para engajamento. A designação é feita a partir do Terminal do Comandante da Unidade de Tiro. O alvo poderá ser selecionado de duas formas: a partir das projeções dos alvos na tela ou do painel de alvos, onde estarão discriminadas as características dos alvos, demonstrando os mais ameaçadores. Ao ser selecionado o alvo, as informações sobre a direção do alvo selecionado são enviadas para o Adaptador da Arma, onde serão transformadas nos sinais de áudio que irão conduzir o atirador na realização da pontaria sobre o alvo.

Quando os dados do alvo forem recebidos a partir de um acompanhamento 3D, o atirador será orientado na pontaria para ao alvo, tanto em direção quanto em elevação. O atirador recebe em seu headset tons que variam a intensidade e a frequência, de acordo com o direcionamento do posto de tiro. Após o direcionamento correto da U Tir em direção é informado ao atirador a localização do alvo em altura.

Quando os dados do alvo forem oriundos de um radar 2D, o atirador será orientado para o alvo somente em direção, enquanto o TDR 35 calculará um grande círculo de varredura, para busca em elevação.

A figura 12 ilustra o funcionamento dos tons do headset, em auxílio à busca do alvo pelo atirador, melhorando a eficiência e diminuindo o tempo de reação do posto de tiro.

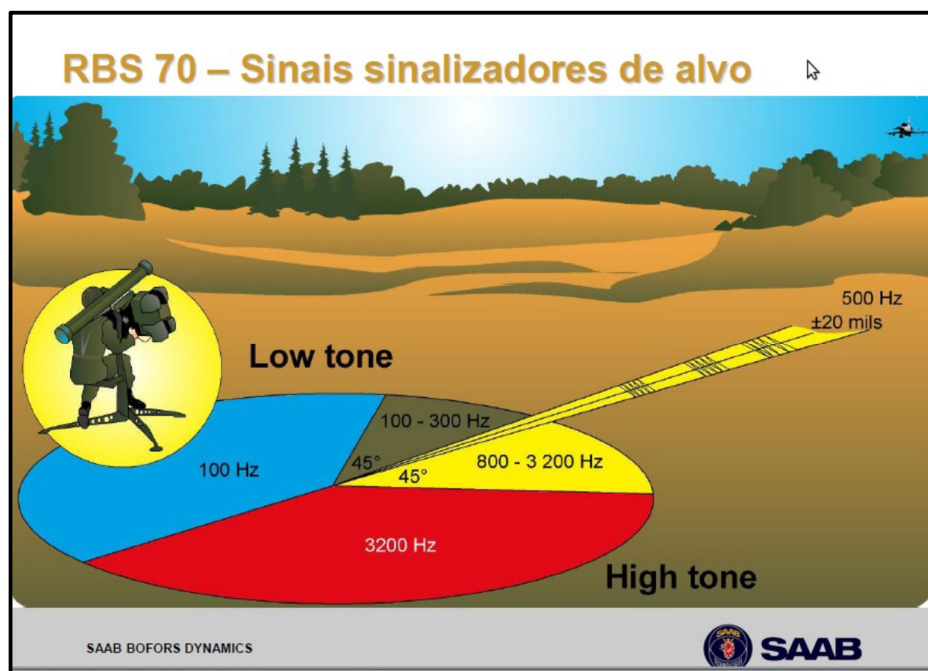


Figura 12 – Funcionamento dos tons para orientação do posto de tiro.

Fonte: Integração da seção míssil baixa altura telecomandado RBS 70 aos novos sistemas da artilharia antiaérea de baixa alturado exército brasileiro – Da Mata, 2014

Como visto na figura, podemos ver que o tom do áudio escutado pelo atirador o guiará à direção do alvo, a partir do uso de tons graves e agudos.

Quando a U Tir está engajando um alvo empregando o TDR 35, o mostrador no Terminal do Cmt U Tir, apresentará o diagrama da zona de engajamento, visando apresentar a eficiência dos trabalhos para o Comandante da Unidade de Tiro.

O diagrama da zona de engajamento irá apoiar o Cmt U Tir na seleção da melhor oportunidade para o disparo, tendo como principal objetivo demonstrar a posição relativa do alvo em relação ao Posto de Tiro, simbolizado no envelope de emprego.

Em formulário realizado com militares adestrados no sistema RBS 70 que participaram de missões reais e de exercícios no terreno, podemos abstrair informações importantes sobre a prontidão da Seção RBS 70.

Quando questionados sobre o tempo que sobrava após uma U Tir RBS 70 ser acionada para estar pronta para enganjar um alvo, a maioria dos militares interpelados informaram que o tempo que restava era muito próximo do necessário para a tomada de todos os procedimentos, acontecendo algumas situações onde o tempo não seria o mínimo necessário no caso da necessidade do disparo.

Da mesma forma, ao serem questionados sobre a utilização do headset, a maioria dos militares respondeu que apresentou poucas dificuldades para a adaptação ao uso deste material, demonstrando que ele é de fácil manejo e adaptação, sendo que concordaram que a utilização dos tons no headset diminuiu consideravelmente o tempo de reação para a busca do vetor aéreo pelo atirador. Todos os militares que utilizaram o sistema de tons para a busca de alvos declararam que o tempo de busca de uma aeronave utilizando um headset varia entre 1 e 10 segundos, o que pode ser melhorado e aperfeiçoado com o uso do simulador.

Diante do acima exposto, podemos verificar que a utilização do TDR é um meio que melhora a eficiência do sistema de armas RBS 70, a partir da diminuição do tempo de busca do alvo pelo atirador e pela maior consciência situacional por parte do Cmt U Tir.

O sistema é usado originalmente em seu país como forma de Comando e Controle sobre o subsistema de armas, mas nada impede que possa ser um meio à somar, dobrando meios, diminuindo tempo de reação e podendo dar ao Cmt U Tir mais informações quanto aos alvos. Esta possibilidade pode fazer muita diferença quando houver muitos vetores aéreos inimigos próximos à sua posição e o Comandante da Unidade de Tiro precisar colocar prioridades entre eles.

6. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como finalidade integrar os conceitos básicos e a informação científica relevante e atualizada, com o intuito de oferecer as informações necessárias para melhor compreender como se dá a integração do Sistema de Mísseis Antiaéreos Telecomandados RBS 70 e o Sistema de Controle e Alerta da Artilharia Antiaérea. Neste aspecto, buscou-se fornecer subsídios para a melhor compreensão de como a aquisição do *equipamento TARGET DATA RECEIVER (TDR)* pode melhorar a interação entre os subsistemas e elevar o nível de operacionalidade da tropa.

Primeiramente, foi estudado o funcionamento e as características do sistema Míssil Antiaéreo Telecomandado RBS 70, sendo evidenciadas diversas qualidades do material que enquadram-se no seu emprego pelo Exército Brasileiro como: o sistema ser praticamente imune à interferências (nem pelo plano de fundo do objetivo defendido), juntamente com sua espoleta de proximidade, ajustável e otimizada. Esta imunidade a interferências, associada a elevada precisão, confiabilidade, curto tempo de reação e a autodestruição comandada tornam o RBS 70 um míssil bastante adaptado para operar em áreas urbanas.

Como opcionais, o sistema pode receber IFF (nos modos 1, 2,3/A e 4), adaptador para fonte de energia externa, terminal da arma e visor termal. O visor termal “BORC” possibilita o engajamento de alvos à noite ou em condições de visibilidade restrita, devido às condições meteorológicas, resultando na máxima “o que é visto pelo sistema, pode ser abatido”. O terminal da arma presta-se à interligação da unidade de tiro a um radar de busca ou a um COAAe, aumentando consideravelmente a eficácia, ao receber os dados para a pontaria inicial, a partir do TDR (Target Data Receiver).

Também foram verificadas as principais características do Sistema de Controle e Alerta, sendo constituído pelos Centros de Operações Antiaéreas (COAAe), pelos radares ou sensores de vigilância e pelos postos de vigilância. A missão deste sistema é realizar a vigilância do espaço aéreo sob a responsabilidade de determinado escalão de AAAe, receber e difundir o alerta da aproximação de incursões, bem como acionar, controlar e coordenar a AAAe subordinada. O COAAe é o centro de controle da AAAe e tem por finalidade propiciar ao Comandante de cada escalão que o estabelece condições de acompanhar continuamente a evolução da situação aérea e de controlar e coordenar as DAAe desdobradas.

Os COAAe podem ser classificados como eletrônico, caso possuam os referidos equipamentos, ou manual, caso não possuam estes recursos. A adequação de um COAAe eletrônico ou manual a uma situação tática dar-se-á mais pela qualidade dos procedimentos

predefinidos do que propriamente pelos equipamentos disponíveis. Ao chegarem as informações no COAAe, seja ele Manual ou Eletrônico, as informações são compiladas e analisadas, gerando um processo de decisão onde deverá ser definido o estado de alerta, as condições de aprestamento, possibilidade de emprego, quais Unidades de Tiro serão designadas, qual será a prioridade de engajamento entre vários vetores, dentre outros.

No terceiro capítulo foi estudada a ligação do sistema de controle e alerta com o sistema de armas, sendo estudadas as transmissões via dados e via datalink, chegando às vantagens e desvantagens de cada sistema. Ao compararmos as duas formas de transmissão, podemos ver que cada uma possui vantagens e desvantagens em relação à outra. A transmissão de dados tem como vantagem a diminuição do tempo gasto para fazer frente a um vetor aéreo e seus processos são automatizados, necessitando de menos pessoal e enviando mensagens constantemente à Unidade de Tiro. A transmissão à voz tem como vantagens a necessidade de equipamentos mais simples e maior facilidade de dissociação das ondas eletromagnéticas emitidas, gerando um maior alcance das mesmas.

Diante do exposto, podemos verificar que a transmissão via dados é mais adaptada ao combate moderno, diminuindo o pessoal necessário e o tempo de resposta das armas antiaéreas, mas em algumas situações específicas o uso da transmissão via voz pode ser mais eficaz.

Por fim, foi analisado o Target Data Receiver (TDR), dispositivo que auxilia no Comando e Controle dos subsistemas de armas de baixa altura. Sua principal função é processar os dados dos alvos recebidos de um sistema radar e apresentá-los ao Cmt U Tir e Operador do RBS 70, atualizando as Unidades de Tiro do Míssil RBS 70 sobre as incursões aéreas inimigas e proporcionando máximo desempenho no controle do sistema. De um modo geral, podemos dizer que os dados saem do radar e são transferidos para um rádio, de onde são enviados também via rádio para a posição da Unidade de Tiro, onde os dados se transformarão em informações para o posto de tiro.

O TDR apresenta-se como um material de fácil manejo e adaptação, guiando o atirador a partir de tons no headset, visando diminuir o tempo de reação para a busca do vetor aéreo. O tempo de busca do alvo com a utilização do headset varia entre 1 e 10 segundos, o que pode ser melhorado e aperfeiçoado com o uso do simulador. Dessa forma, podemos verificar que a utilização do TDR é um meio que melhora a eficiência do sistema de armas RBS 70, a partir da diminuição do tempo de busca do alvo pelo atirador e pela maior consciência situacional por parte do Cmt U Tir.

O sistema é usado em seu país de origem como forma de Comando e Controle sobre o Subsistema de Armas, mas nada impede que possa ser um meio à somar, dobrando meios,

diminuindo tempo de reação e podendo dar ao Cmt U Tir mais informações quanto aos alvos, o que pode fazer muita diferença quando houver muitos vetores aéreos inimigos próximos.

Por fim, este trabalho analisou os principais aspectos do TDR, buscando verificar se o mesmo pode apresentar-se como dispositivo que melhore a resposta e eficácia do Sistema de Armas RBS 70, chegando a concluir, por fim, que o sistema em questão apresenta-se como oportunidade de melhoria para a eficiência e para o comando e controle do sistema de armas.

Dessa forma, o presente trabalho auxiliará os planejamentos da interligação so Sistema RBS 70 com o Subsistema de Controle e Alerta, expondo fatores como: tempo de reação, melhor precisão para a busca da aeronave, necessidades de comunicações e adaptação à forma como é feita essa interligação atualmente.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea. Manual Escolar. ME A-9: **Emprego dos Mísseis**, 3. ed. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **C 44-1**: Emprego da Artilharia Antiaérea. Ed. revisada, 2011.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **C 44-8**: Comando e Controle na Artilharia Antiaérea. 1. ed. Brasília: EGGCF, 2003.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **EB 60 ME-23.401**: Centro de Operações Antiaéreas, 2016.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **EB 60 MT-23.460**: Operação do Míssil Antiaéreo Telecomandado RBS 70, 2015.

BRASIL. Exército. Estado Maior do Exército (EME). **Diretriz para aquisição e implantação do sistema de armas de seção míssil baixa altura telecomandado**. Brasília: EPEX, 2013.

BRASIL. Ministério da Defesa. MD33-M-02: **Manual de Abreviaturas, Siglas, Símbolos e Convenções Cartográficas das Forças Armadas**. 3. ed, 2008.

BRITO, Victor Rafael de Freitas. **A Coordenação dos meios de defesa antiaérea inseridos no contexto da defesa aeroespacial brasileira em grandes eventos internacionais**. Rio de Janeiro, 2010. 97p. Monografia (Curso de Artilharia de Costa e Antiaérea). EsACosAAe, Rio de Janeiro, 2010.

JÚNIOR, Virgílio da.Veiga. RBS 70 – Sistema antiaéreo de baixa altura **.Informativo Antiaéreo**, Rio de Janeiro - Rj, v. 06, p.05-10, 2010. Anual.

LEDOUX, Pedro; CASTRO, Fabio. **RBS 70**. Disponível em: <<http://sistemasdearmas.com.br/mis/rbs70.html>>. Acesso em: 12 maio. 2017.

MATA, Nelho da. Integração da seção míssil baixa altura telecomandado RBS 70 aos novos sistemas da artilharia antiaérea de baixa altura do Exército Brasileiro. **Informativo Antiaéreo**, Guarujá - Sp, v. 10, p.32-55, 2014. Anual

_____ **Míssil componente do Sistema RBS 70**. 1 fotografia. Disponível em: <<http://www.army-technology.com/projects/rbs70/rbs708.html>>. Acesso em: 25 abr. 2017.

_____ **Militares operando o COAAe Elt**, 1 fotografia. Disponível em: <<http://www.orbisdefense.blogspot.com.br/2016/04/21-bateria-de-artilharia-antiaerea-para.html>>. Acesso em: 04 maio 2017.

NASCIMENTO, Rodrigo Neves do. **O emprego do radar SABER M60 nas Olimpíadas de 2016 na cidade do Rio de Janeiro-RJ**. 2015. 64 f. Monografia (Especialização) - Curso de Curso de Artilharia de Costa e Antiaérea, Esacosaae, Rio de Janeiro - Rj, 2015.

NEVES, Eduardo Borba; DOMINGUES, Clayton Amaral. **Metodologia da pesquisa científica**. Rio de Janeiro: EB/CEP, 2007. 204p.

_____ **RBS 70 em posição de tiro e guarnecido**. 1 fotografia. Disponível em: <<http://www.army-technology.com/projects/rbs70/rbs701.html>>. Acesso em: 06 abr. 2017.

RODRIGUES, M. G. V.; MADEIRA, J. F. C.; SANTOS, L. E. P.; DOMINGUES, C. A. **Metodologia da pesquisa: elaboração de projetos, trabalhos acadêmicos e dissertações em ciências militares**. 3. ed. Rio de Janeiro: EsAO, 2006.

SAAB Bofors Dynamics. **Sistema de mísseis antiaéreos baixa altura RBS 70**. [S. l.], 2005.

SILVA, Antônio Pierre Lopes da. **O Emprego do Radar SABER M60 no Sistema de Controle e Alerta da Artilharia Antiaérea**. Rio de Janeiro, 2010. 65p. Monografia (Curso de Artilharia de Costa e Antiaérea). EsACosAAe, Rio de Janeiro, 2010.

SCHWANTZ, Igor Kurz. **Estudo comparativo entre os Mísseis Antiaéreos Portáteis IGLA e RBS 70 - Influências na Defesa Antiaérea de uma Bateria de Artilharia Antiaérea**

Orgânica de Brigada. 2011. 48 f. Monografia (Especialização) - Curso de Curso de Artilharia de Costa e Antiaérea, Esacosaae, Rio de Janeiro - Rj, 2011

TASCHETTO, Rafael Deminski. **A viabilidade e a justificação da implantação de um Sistema de Defesa nas Hidrovias Amazônicas baseado no material RBS 70.** 2011. 58 f. Monografia (Especialização) - Curso de Curso de Artilharia de Costa e Antiaérea, Esacosaae, Rio de Janeiro - Rj, 2011.