

A IMPORTÂNCIA DOS CONJUNTOS RÁDIOS HF (*HIGH FREQUENCY*) PARA AS COMUNICAÇÕES DA ARTILHARIA ANTIAÉREA DO EXÉRCITO BRASILEIRO ALOCADA AO SISDABRA

Cap Art - JOÃO FRANCO GIACOMIN SPIDO

Resumo

A Artilharia Antiaérea (AAAE) do Exército Brasileiro, quando alocada ao Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro (SISDABRA), tem como missão realizar a defesa antiaérea de pontos e áreas sensíveis em todo território brasileiro. Para manter o Comando e Controle, cada um de seus elementos deve estabelecer comunicações com os Centros de Operações Antiaéreas subordinados e superiores. Para isso, pode utilizar-se de meios satelitais como os terminais do Sistema de Comunicações Militares por Satélite (SISCOMIS), que operam com relativamente grande largura de banda, permitindo a utilização de serviços simultâneos, incluindo a transmissão de dados.

Porém, a necessidade de comunicações confiáveis, rápidas e seguras deve fazer com que a AAAE busque complementar suas ligações com os meios rádios que operam na faixa de alta frequência (*high frequency* ou HF). Dessa forma, as unidades de AAAE possuem redundância de comunicações, garantindo sua continuidade em caso de falha dos meios satelitais. Os meios rádios HF devem ser capazes de cobrir grandes distâncias (milhares de quilômetros) e serem equipamentos orgânicos das unidades de AAAE. Desse modo, este artigo apresenta a importância dos conjuntos rádios HF para as comunicações da artilharia antiaérea do Exército Brasileiro alocada ao SISDABRA.

Palavras-chave: Artilharia Antiaérea, Rádio HF, Comando e Controle, Comunicações, SISDABRA.

Curso de Formação e Graduação em Ciências Militares – AMAN 2016; Curso de Especialização em Artilharia Antiaérea para Oficiais- EsACosAAE 2019; Curso de Oficial de Comunicações – EsCom 2022.

Figura: Radio comunicação do exército

Fonte: <https://propagacaoaberta.com.br>



1- INTRODUÇÃO

A Artilharia Antiaérea (AAAe) do Exército Brasileiro tem como missão realizar a defesa antiaérea de pontos, áreas sensíveis e permitir a liberdade de manobra da Força Terrestre (BRASIL, 2017a). Ela poderá realizar a Defesa Antiaérea no Território Nacional (TN) ou em um Teatro de Operações (TO).

No TN, ela estará no contexto do Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro (SISDABRA), empregada sob o controle operacional do Comando de Operações Aeroespaciais (COMAE), um comando conjunto integrante do Comando da Aeronáutica, que tem por missão coordenar, junto aos elos do SISDABRA, as ações relacionadas à Defesa Aeroespacial do TN (BRASIL, 2017a).

O COMAE divide o Território Nacional (TN) em 04 (quatro) Regiões de Defesa Aeroespacial (RDA), onde cada uma é controlada por um Centro Integrado de Defesa Aeroespacial e Controle de Tráfego Aéreo (CINDACTA).

Esses órgãos são divididos em duas partes, um Centro de Controle de Área (ACC), que coordenará as atividades relativas às aeronaves civis; e um Centro de Operações Militares (CopM), que

acompanhará e coordenará as atividades militares relativas ao espaço aéreo.

O sistema Artilharia Antiaérea é composto por quatro subsistemas. As Comunicações são um dos subsistemas e tem por missão integrar todos os outros, sendo eles o de Armas, o de Controle e Alerta (Ct e Alt) e o de Logística. Além disso, tem como uma de suas principais funções garantir a transmissão de mensagens de alerta antecipado entre subsistemas de Controle e Alerta e o de Armas (BRASIL, 2019).

Para cumprir suas missões, o subsistema de comunicações deve ser capaz de transmitir dados e voz criptografados a curtas ou longas distâncias e para tanto, faz uso dos meios rádio orgânicos e dos meios satelitais apoiados por unidades de comunicações (BRASIL, 2019).

As comunicações têm papel fundamental no Comando e Controle (C²) da AAAe e, ao mesmo tempo, as dimensões continentais do território brasileiro e a necessidade de transferência de dados, não apenas de fonia, apresentam desafios ao subsistema.



2. DESENVOLVIMENTO

2.1. LIGAÇÕES NECESSÁRIAS DA ARTILHARIA ANTIÁREA ALOCADA AO SISDABRA

As operações da AAAe alocada ao SISDABRA são caracterizadas usualmente pela proteção de pontos sensíveis (P Sen) estáticos, pelas ligações estabelecidas em longas distâncias, e, também, pela possibilidade de utilização das redes de comunicações da Força Aérea Brasileira (FAB) e da infraestrutura existente do

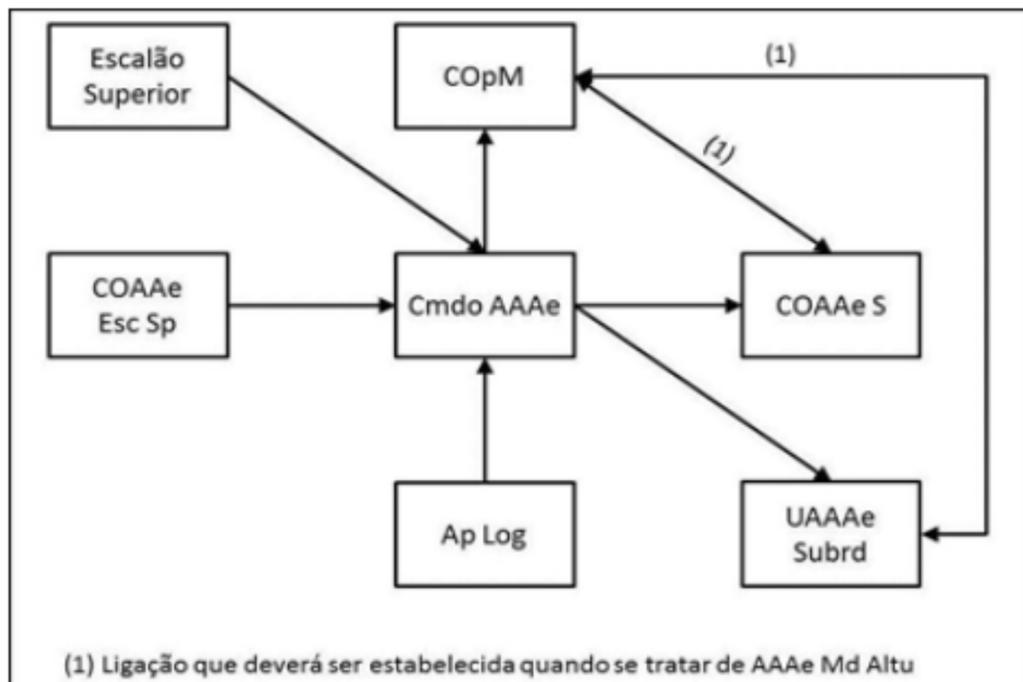
Sistema Nacional de Telecomunicações (SNT).

As comunicações devem permitir o estabelecimento das ligações entre os Centro de Operações Antiaéreas (COAAe) e os demais órgãos do SISDABRA, como o COMAE e os CINDACTA. Essas ligações visam controlar as ações da defesa antiaérea, assim como, a alocação de armas para engajamento de incursões inimigas, além de receber e difundir normas e



FIGURAS 1 e 2 – Antenas SISCOMIS em emprego pelo Exército Brasileiro

Fontes: BASTOS JR. (2023) e TREME CERRADO (2023).



Quadro 1 – Ligações da AAAe alocada ao SISDABRA

Fonte: BRASIL (2017).

OBS: As setas indicam o órgão responsável pela ligação

atualização das medidas de coordenação (BRASIL, 2019).

Conforme Quadro de Ligações Necessárias (QLN), abaixo, verifica-se que o Cmdo AAAe é responsável pelas ligações com suas Unidades de AAAe subordinadas, os COAAe Subordinados (COAAe S) e os COpM. Alocadas ao SISDABRA, as unidades de artilharia antiaérea subordinadas ao Comando de Artilharia Antiaérea (Cmdo AAAe)

devem estar aptas a se desdobrarem em qualquer ponto do território nacional.

2.1. MEIOS DE COMUNICAÇÕES UTILIZADOS PELA ARTILHARIA ANTIÉREA

Para cumprir suas missões, o subsistema de comunicações da artilharia antiaérea deve ser capaz de transmitir dados e voz



Classificação dos Grupos Rádio de emprego no EB (proposta CCOMGEX)						Exemplos (2)
Gp Rádio	Características Gerais					
	Classificação	Fx Freq	Potência	Alcance Aprox (1)	Emprego	
Gp 3	Portátil	HF (1,6 a 30 Mhz)	Até 20W	Alcance de longas distâncias (4)	- Frações de Selva - Ligação U e inferiores	Conj Rad EB 11 RF 7800 H-MP
						Conj Rad EB 11 MPR 9600 - MP
Gp 4	Veicular/Fixo	VHF (30 a 300 Mhz)	Até 50W	≈ até 40 Km	- Ligação Bda - U - Veículos Bld/Mec/Mtz	Conj Rad EB 11 RF 7800 V-V501
						Conj Rad EB 11 RF 7850 M-V50X
						Conj Rad EB 11 RF 7850 M-V51X
Gp 5		HF (1,6 a 30 Mhz)	Até 150W	Alcance de longas distâncias (4)	- Ligação U e superiores - Veículos Bld/Mec/Mtz	Conj Rad EB 11 RF 7800 H-V001 (5)

LEGENDA

(1) Depende das condições de propagação (terreno, vegetação, clima, etc).

(2) Equipamentos atuais em uso no EB que se enquadram no Gp.

(3) Equipamento opera na Fx V/UHF, podendo ser empregado no nível Cmt Pel para contato com os GC (operam na Fx UHF) e com o Cmt SU (opera na Fx VHF)

(4) O alcance vai depender do estudo de predição de enlace.

(5) Poderá ser empregado para contato da CEF / do PEF com a OM Sede.

(6) Compatível com o TAR.

(7) Integrado ao TAR, dependendo dos fatores para a localização do sítio de antena, as distâncias podem atingir a borda do raio de cobertura da repetidora.

TABELA 1 – Classificação dos Grupos Rádio Empregados no EB

Fonte: BRASIL (2021b).

criptografados a curtas ou longas distâncias. Para isso, pode fazer uso de sistemas físicos do SNT (usualmente cabos de fibra óptica), dos meios satelitais apoiados por unidades de comunicações e dos próprios meios rádio orgânicos das unidades de AAAe (BRASIL, 2019). As comunicações têm papel fundamental no Comando e Controle (C²) da AAAe e, ao mesmo tempo, as dimensões continentais do território brasileiro e a necessidade de transferência de dados, não apenas de fonia,

apresentam desafios ao subsistema. Os meios satelitais mais usuais para emprego do EB são os terminais do Sistema de Comunicações Militares por Satélite (SISCOMIS), através dos quais é possível ter acesso às redes de defesa.

Esse tipo de meio possui vantagens como permitir conexão à internet e permitir maior tráfego de informação por possuir maior largura de banda (por trabalhar na faixa *Super High Frequency*, SHF) Por outro lado, é um meio nobre de detenção quase exclusiva das organizações militares de



FIGURAS 3 – Rádio HF em operação militar

Fonte: HF RADIO (2023).

comunicações das Forças Armadas. Além disso, exige coordenação prévia para seu uso, além de pessoal especializado para sua operação.

Os meios rádio HF2 (High Frequency), por outro lado, possuem como vantagens o grande alcance rádio, serem meios mais baratos que os terminais satelitais, não dependerem de grandes coordenações prévias, além de serem meios orgânicos das próprias unidades de AAAe. Já a principal desvantagem dos rádios HF é sua limitação em transmitir dados, normalmente limitando-se apenas à fonia. Isso ocorre devido à sua baixa

largura de banda³, apesar de existirem iniciativas que buscam contornar essa limitação, como o projeto ATRIO de iniciativa de militares da Força Aérea Brasileira (FAB), que busca fazer a transmissão de síntese radar através de meios rádios HF (ARRAES; RAMOS, 2020). Apesar dos meios satelitais apresentarem-se como mais convenientes para as comunicações de longas distâncias por disponibilizarem mais serviços simultâneos (ex: telefonia e acesso à internet), dependem de uma infraestrutura previamente montada (satélite disponível, rede conectada a servidores, entre outros).



Ao mesmo tempo, é importante que seja levado em consideração a necessidade de um sistema de comunicações redundante, que permita a continuidade das comunicações de longa distância mesmo com a queda do sistema satelital. Dessa forma, compreende-se a importância dos meios rádios HF, que não dependem de uma rede preestabelecida e podem funcionar como meio redundante.

2.3 EQUIPAMENTOS RÁDIOS HF E POSSIBILIDADE DE ENLACE DE COMUNICAÇÕES

Analisando abaixo o Quadro de Grupos Rádio do Exército Brasileiro, Anexo A da Portaria – COTER/C Ex Nº 143, de 9 de dezembro de 2021, verificamos que, dentre os equipamentos rádio, apenas os conjuntos rádio HF entregam a capacidade de alcance de longas distâncias.

Também é possível verificar que o Grupo 5 é o mais indicado para a AAAe alocada ao SISDABRA, visto que seu emprego é voltado para as ligações de Unidades e superiores.

Os rádios do Grupo 3 podem também ser empregados, porém sua menor potência (20 W frente aos 150 W do Gp

5) deve ser levada em conta, a depender da distância da ligação.

Conforme Tabela 1, em sua legenda, no item (4), verifica-se que “o alcance vai depender do estudo de predição de enlace”.

Dessa forma, levanta-se a seguinte questão: Em uma hipótese de emprego no SISDABRA, os rádios do Grupo 5 (HF até 150W de potência) são suficientes para realizarem a ligação de um Cmdo AAAe?

Para responder essa questão, tomou-se como hipótese de emprego o Posto de Comando (PC) do Cmdo AAAe justaposto ao COMAE em Brasília-DF. Ele realizou ligações com três COAAe Subordinados, localizados em Manaus-AM, Caxias do Sul-RS e Natal-RN.

As três localidades representam pontos nas extremidades do território brasileiro, sendo as regiões Norte, Sul e Nordeste. As localidades de Manaus-AM e Caxias do Sul-RS foram selecionadas por serem sedes do 12º e do 3º Grupos de Artilharia Antiaérea (GAAAe), respectivamente. Natal-RN, por sua vez, foi selecionada por ser a capital da região Nordeste mais distante de Brasília-DF.

Para realizar as predições de enlace abaixo, utilizou-se o sítio <https://www.voacap.com/hf/>.



CIDADE E LOCAL	DISTÂNCIA DE BRASÍLIA	PORCENTAGEM DA MENOR FIABILIDADE	PORCENTAGEM DA MAIOR FIABILIDADE
Manaus-AM (12º GAA Ae)	1.950 km	66%	100%
Caxias do Sul-RS (3º GAA Ae)	1.520 km	78%	100%
Natal-RN (Aeroporto Internacional de Natal)	1.770 km	82%	100%

TABELA 2 – Limites de Fiabilidade de Recepção de Ondas de Rádio HF originadas em Brasília-DF, em Função do Local, Durante a Data de 1º de dezembro de 2023

Fonte: Autor (2023).

Os parâmetros adotados para a predição foram:

(1) Transmissão de Brasília para as outras localidades;

(2) Data de 1º dezembro de 2023;

(3) Single Side Band;

(4) Potência de 100 W (valor escolhido por limitação do programa utilizado, pois potência máxima de Rádio do Grupo 5 é de 150 W);

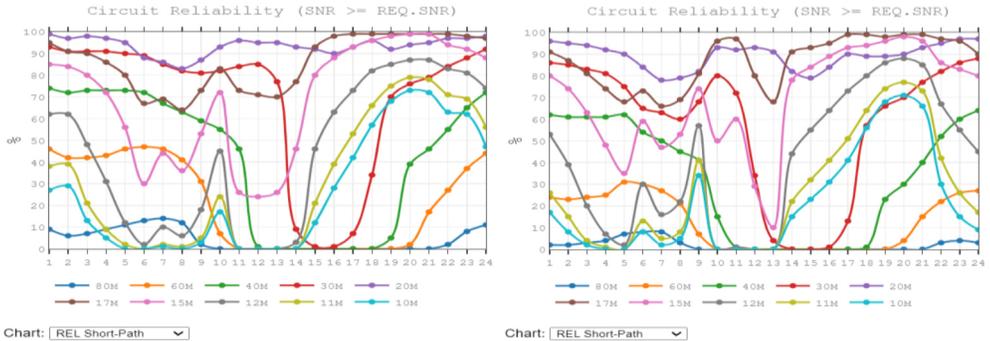
(5) Antena Dipolo a uma altura de 5 (cinco) metros do solo para todas as frequências de recepção e de transmissão;

(6) Noise: Quiet (153); (7) Method: Auto e

(8) REL Short-Path. Os parâmetros escolhidos foram baseados no Conjunto Rádio EB 11 RF 7800 H-V001, conhecido como rádio HF veicular da Família Falcon III.

Com as predições de enlaces, verificou-se que as comunicações por rádios HF são suficientes para realizarem as ligações de um Cmdo AAAe alocado ao SISDABRA. Observando os Quadros 2, 3 e 4 e considerando os diferentes comprimentos de ondas (linhas coloridas do gráfico) e os diferentes horários (eixo X dos gráficos), verifica-se diferentes fiabilidades de enlace (eixo Y dos gráficos). 6

Observa-se que para a data escolhida de 1º de dezembro de 2023 há, em quase todos os horários do dia, pelo menos uma frequência com fiabilidade próxima dos 100%, sinalizando que é possível realizar conexão rádio. Observa-se também que entre os horários de 7h e 8h (UTC), teríamos uma



Quadro 3 – Gráfico da Predição de Enlace entre Brasília a Natal-RN e Brasília a Caxias do Sul
Fonte: Autor (2023).

menor fiabilidade para estabelecimento de ligação rádio para as três localidades escolhidas (66% a 82%).

Porém, ainda assim, com provável (>50%) estabelecimento de conexão. Na tabela abaixo pode-se observar os limites de fiabilidade de conexão conforme o local. Assim, os conjuntos rádios EB 11 RF 7800 H-V001 (veicular), RF 7800 H-MP (manpack), ambos da família Falcon III e o MPR 9600-MP, da família Falcon II, são equipamentos adequados para as necessidades de ligações da AAe.

Em especial os Conjuntos Rádios EB 11 RF 7800 H-V001, da família Falcon III, com amplificador veicular, que, por operarem com maior potência (até 150 W frente aos 20W dos outros dois

modelos), podem alcançar maiores distâncias de comunicações.

3. CONCLUSÃO

Dessa forma, a Artilharia Antiaérea do Exército Brasileiro alocada ao SISDABRA necessita planejar seu emprego, levando em conta a necessidade de comunicações em longas distâncias. Isso se deve à necessidade de ligação entre os COAAe e à possibilidade do desdobramento das unidades de AAe se dar em qualquer parte do país.

Pelas características de emprego e das necessidades de comando e controle, as comunicações da AAe devem empregar os meios mais confiáveis, rápidos e seguros a seu alcance. Na ausência de sistemas físicos do SNT, os meios satelitais são os que atendem



com maior qualidade e rapidez a troca de informações necessárias entre Centros de Operações Antiaéreos (COAAe). Porém, visando criar redundância às ligações estabelecidas pelos terminais satelitais, dar continuidade às operações em caso de falhas no sistema principal, além de manter o subsistema de comunicações seguro e eficiente, é fundamental o emprego de um segundo meio de comunicações. Dessa forma, vislumbra-se a importância dos meios rádio HF, que são equipamento de comunicações, utilizados pelas unidades de AAAe, de fácil operação e de pouca necessidade de coordenação para seu emprego.

Considerando os conjuntos rádios HF empregados pelo Exército Brasileiro, verifica-se que é possível estabelecer ligações mesmo entre pontos distantes milhares de quilômetros dentro do Território Nacional. Além disso, iniciativas como o sistema ATRIO mostram que é possível desenvolver um sistema que transmita dados captados por radares através dos meios rádio HF.

Dessa forma, conclui-se que o sistema rádio HF é um importante meio de comunicações que deve ser explorado pela Artilharia Antiaérea do Exército

Brasileiro, tendo em vista suas capacidades e maior disponibilidade.



REFERÊNCIAS

ARRAES, Pablo Pontes; RAMOS, Márcio Gonçalves. Transmissão de Dados Radar por meio de Rádio Frequência na Faixa de HF. **Simpósio de Aplicações Operacionais em Áreas de Defesa**. 2020.

BASTOS JR., Paulo Roberto. **Operação Saci 2020** – Brigada Paraquedista realiza exercício aeroterrestre em Resende. Disponível em: <<https://tecnodefesa.com.br/operacao-saci-2020-a-brigada-de-infantaria-paraquedista-realiza-exercicio-aeroterrestre-em-resende/>>. Acesso em 20 set 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. **EB70-MC-10.231**: Defesa Antiaérea. 1. ed. Brasília: Comando de Operações Terrestres, Centro de Doutrina do Exército, 2017a.

_____. Ministério da Defesa. **EB70-MC-10.235**: Defesa Antiaérea nas



Operações. 1. ed. Brasília: Comando de Operações Terrestres, Centro de Doutrina do Exército, 2017b.

_____. Ministério da Defesa. **EB70-MC-10.311**: Brigada de Artilharia Antiaérea. 1. ed. Brasília: Comando de Operações Terrestres, Centro de Doutrina do Exército, 2019.

_____. Ministério da Defesa. **EB70-MC-10.311**: Grupo de Artilharia Antiaérea. 2. ed. Brasília: Comando de Operações Terrestres, Centro de Doutrina do Exército, 2021a.

_____. Ministério da Defesa. **C 124-1**: Estratégia. 3. ed. Brasília: Estado-Maior do Exército, 2001.

_____. Ministério da Defesa. **Separata ao BE Nº 50/2021**. 1. ed. Brasília: Comando de Operações Terrestres, 2021b.

ESCOLA DE COMUNICAÇÕES (ESCOM). Curso de Oficial de Comunicações. Palestra proferida aos alunos sob o título: Meios de Comunicações – Sistema Satelital. 2022.

GALANTE, Alexandre. 2 Mil Militares participam de exercício **‘TREME CERRADO’** no Planalto Central. Disponível em:

<<https://www.forte.jor.br/2017/11/16/2-mil-militares-participam-de-exercicio-treme-cerrado-no-planalto-central/>>. Acesso em 20 set 2023.
HARRIS. **Communications Systems FY18 Worldwide Product Catalog**. L3Harris Technologies., 2017.

Military communications experts eye encryption and **HF RADIO** to assure secure links on the battlefield. Disponível em: <<https://www.militaryaerospace.com/communications/article/14184679/hf-radio-encryption-communications>>. Acesso em 20 set 2023.

VOACAP Online for Ham Radio. Disponível em: <<https://www.voacap.com/hf/>>. Acesso em 08 ago 2023.