

**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**

EVANDRO BONNEAU MARTINS

**AS CARACTERÍSTICAS DA FLORESTA AMAZÔNICA QUE INFLUENCIAM NO
PROCESSO DE RECONHECIMENTO, ESCOLHA E OCUPAÇÃO DE
POSIÇÃO DO RADAR SABER M60**

**Rio de Janeiro
2018**

EVANDRO BONNEAU MARTINS

**AS CARACTERÍSTICAS DA FLORESTA AMAZÔNICA QUE INFLUENCIAM NO
PROCESSO DE RECONHECIMENTO, ESCOLHA E OCUPAÇÃO DE
POSIÇÃO DO RADAR SABER M60**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola de Artilharia de
Costa e Antiaérea como requisito parcial
para a obtenção do Grau Especialidade
em Operações Militares de Defesa
Antiaérea e Defesa do Litoral.

ORIENTADOR: Cap RODRIGO DOS SANTOS PEZZI

**Rio de Janeiro
2018**



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

DIVISÃO DE ENSINO / SEÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO

COMUNICAÇÃO DO RESULTADO FINAL AO POSTULANTE (TCC)

MARTINS, Evandro Bonneau (1º Ten Art). As características da Floresta Amazônica que influenciam no processo de reconhecimento, escolha e ocupação de posição no Radar Saber M60. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no programa *lato sensu* como requisito parcial para obtenção do certificado de especialização em Operações Militares de Defesa Antiaérea e Defesa do Litoral. Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea.

Orientador: RODRIGO DOS SANTOS PEZZI / CAPITÃO / ARTILHARIA

Resultado do Exame do Trabalho de Conclusão de Curso: _____

Rio de Janeiro, ____ de _____ de 2018.

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

/ARTILHARIA
PRESIDENTE

/ARTILHARIA
MEMBRO

RODRIGO DOS SANTOS PEZZI/CAPITÃO/ARTILHARIA
MEMBRO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, pela saúde mental e física a qual disponho, e por estar presente em todos os momentos da minha vida – os de glória e de aprendizado. Além de sempre ter disposto em meu caminho as pessoas certas para me guiar no caminho da correção e do bem

Aos meus pais que nunca deixaram de me assistir, e me deram a base da educação para que eu pudesse ser um adulto responsável e consciente de minhas obrigações como homem e cidadão.

Ao meu orientador, pelas correções oportunas e pela disponibilidade e dedicação.

Aos meus companheiros de turma que, direta ou indiretamente, colaboraram para a conclusão deste trabalho.

À minha família, por ser a base segura de onde parte todas as minhas escolhas e decisões.

“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito.” (Chico Xavier)

AS CARACTERÍSTICAS DA FLORESTA AMAZÔNICA QUE INFLUENCIAM NO PROCESSO DE RECONHECIMENTO, ESCOLHA E OCUPAÇÃO DE POSIÇÃO DO RADAR SABER M60

Evandro Bonneau Martins

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo apresentar e analisar informações relevantes e atualizadas da Floresta Amazônica, que comparadas com as características do Radar Saber M60, podem influenciar no processo de reconhecimento, escolha e ocupação de posição do mesmo. Para tal, serão abordados as características físicas relevantes da Floresta Amazônica. Os dados técnicos do Radar Saber M60 também serão levantados, junto com seus conceitos básicos de operação. Serão analisados, ainda, os conceitos doutrinários gerais vigentes nas FFAA sobre radares de vigilância e de busca. Para alcançar os objetivos propostos, foi realizada uma pesquisa bibliográfica com base em um processo indutivo, dividindo, assim, a pesquisa em três capítulos. Por fim, um quarto capítulo agregará as conclusões dos três primeiros que direcionará a pesquisa para o objetivo principal do trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: Floresta Amazônica, Radar Saber M60, REOP de Radar de Busca.

Resumen: El presente trabajo tiene como objetivo presentar e analizar informaciones relevantes y actualizadas de la Selva Amazónica, que comparadas con las características del Radar Saber M60, pueden influenciar en el proceso de reconocimiento, elección y ocupación de posición del mismo. Para tanto se abordarán las características físicas relevantes del Bosque Amazónico. Los datos técnicos del Radar Saber M60 también serán levantados, junto con sus conceptos básicos de operación. Y serán analizados los conceptos doctrinarios generales vigentes en las FFAA sobre radares de vigilancia y búsqueda. Para alcanzar los objetivos propuestos, realice una investigación en tres capítulos. Un cuarto capítulo agregará las conclusiones de los tres primeros, que sumados a un informe post-misión, proporcionado por el 12° GAAAE SI, dirigirá la investigación hacia el objetivo principal del trabajo.

PALABRA CLAVE: Selva Amazónica, Radar Saber M60, REOP de Radar de Búsqueda.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 METODOLOGIA	10
2.1 TEMA	10
2.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	10
2.3 QUESTÕES DE ESTUDO	10
2.4 OBJETIVOS	11
2.5 JUSTIFICATIVAS	11
2.6 CONTRIBUIÇÃO	12
2.7 PROCEDIMENTO METODOLÓGICOS	12
3 AS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS RELEVANTES DA FLORESTA AMAZÔNICA NA OPERAÇÃO DE RADARES	13
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	13
3.2 ASPECTOS MILITARES DO TERRENO	16
3.3 OBSERVAÇÃO E CAMPO DE TIRO	18
3.4 OBSTÁCULOS	19
3.5 VIAS DE ACESSO	19
3.6 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS	20
3.7 INFLUÊNCIA SOBRE O ELEMENTO HUMANO	22
3.8 DIFICULDADE DAS COMUNICAÇÕES	23
3.9 INFLUÊNCIA NOS EQUIPAMENTOS	23
3.10 INFLUÊNCIA NO APOIO LOGÍSTICO	24
4 RADAR SABER M60: DADOS TÉCNICOS DO MATERIAL E CONCEITOS BÁSICOS OPERACIONAIS	26
4.1 APRESENTAÇÃO	26
4.2 DADOS TÉCNICOS DO MATERIAL	28
4.3 ACONDICIONAMENTO	31
4.3.1 Finalidade	31
4.3.2 Composição	31
4.3.3 Uso das Cintas de Unitização	33
4.4 TRANSPORTE	35
4.4.1 Finalidade	35

4.4.2 Tipos de Transporte	35
5 RECONHECIMENTO, ESCOLHA E OCUPAÇÃO DE POSIÇÃO DE RADARES DE VIGILÂNCIA E RADARES DE BUSCA	38
5.1 INTRODUÇÃO	38
5.2 PLANEJAMENTO DO RECONHECIMENTO NA CARTA	39
5.3 PLANEJAMENTO DO RECONHECIMENTO NO TERRENO	41
5.4 OCUPAÇÃO DA POSIÇÃO	43
5.4.1 Alcance máximo em todas as direções	44
5.4.2 Mínimo de ecos fixos	46
5.4.3 Mínimo de zonas de sombra	46
5.4.4 Mínimo de imagens fantasmas	47
6 RECONHECIMENTO, ESCOLHA E OCUPAÇÃO DE POSIÇÃO DO RADAR SABER M60 NA FLORESTA AMAZÔNICA	48
6.1 INTRODUÇÃO	48
6.2 PLANEJAMENTO DO RECONHECIMENTO NA CARTA	49
6.3 PLANEJAMENTO DO RECONHECIMENTO NO TERRENO	51
6.4 OCUPAÇÃO DA POSIÇÃO	55
6.4.1 Alcance máximo em todas as direções	55
6.4.2 Mínimo de ecos fixos	57
6.4.3 Mínimo de zonas de sombra	57
6.4.4 Mínimo de imagens fantasmas	57
7 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS	58
7.1 CONSEQUÊNCIA DO AMBIENTE AMAZÔNICO PARA A AAAE	58
7.2 CONCLUSÕES SOBRE AS IMPOSIÇÕES DA SELVA PARA AS OPERAÇÕES DA AAAE.....	60
7.3 ADAPTAÇÕES DO RADAR SABER AO AMBIENTE OPERACIONAL AMAZÔNICO	63
8 CONCLUSÃO.....	64
9 REFERÊNCIAS	67
10 ABREVIATURAS	69
ANEXO A – RELATÓRIO DE RECONHECIMENTO NO TERRENO	72

1 INTRODUÇÃO

Os radares vem sendo criados, construídos e desenvolvidos desde antes da 1ª Guerra Mundial. Inicialmente sem utilidade prática, o dispositivo foi sendo aperfeiçoado de acordo com as necessidades e evolução da guerra, assim como para auxiliar no desenvolvimento das culturas e costumes das civilizações contemporâneas. Seu sistema é de extrema importância para fins militares, mas é também utilizado na meteorologia, no trânsito, na ecolocalização e demais aplicações científicas.

Tendo como principal finalidade a detecção de objetos distantes de sua posição, através do sistema de emissão de ondas eletromagnéticas e reflexão das mesmas na forma de eco, seu posicionamento no terreno é fundamental para evitar que obstáculos atrapalhem na busca de alvos. Ao se propagar, suas ondas podem sofrer, além da reflexão, outras interferências, tais como a difração e refração, que podem ajudar ou prejudicar nos objetivos do radar.

Para evitar esses obstáculos físicos e naturais, é realizado o processo de REOP. Ele segue os mesmos princípios de um REOP de uma Unidade de Artilharia Antiaérea, sendo que para tal deve ser levado em consideração as NGA específicas para cada tipo de radar.

O Radar Saber M60 é um radar de busca e vigilância, o qual teve seu projeto iniciado em 2006 e concluído em 2010. Com sua implementação ainda recente, e podendo suportar a operação em todas as condições climáticas do continente sul-americano, esse radar ainda está aprimorando técnicas e táticas de emprego.

Ocupando 49% do território brasileiro, a Amazônia é um local de operação do Radar Saber M60, tendo este que se adaptar ao seu clima equatorial, quente e úmido, com suas grandes florestas copadas contínuas, que influenciam consideravelmente na operação e rendimento do radar.

2 METODOLOGIA

2.1 TEMA

O tema central do presente trabalho foi delimitado às características da Floresta Amazônica no reconhecimento, escolha e ocupação de posição do Radar Saber M60.

A presente pesquisa tratará o tema sob um foco bibliográfico, levando em consideração as doutrinas gerais de REOP de radares, as características do Radar Saber M60 e os aspectos físicos da Floresta Amazônica, comprovados cientificamente.

2.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

A situação problematizada, que norteou a pesquisa realizada foi a seguinte: atuando dentro da Floresta Amazônica, com suas características físicas específicas, como escolher uma posição favorável para o bom emprego do Radar Saber M60?

2.3 QUESTÕES DE ESTUDO

Dentre os questionamentos levantados para o guiamento do presente estudo, destacam-se os seguintes:

- a. Quais são as peculiaridades físicas da Floresta Amazônica relevantes para a operação do Radar Saber M60?
- b. Quais são as características de emprego do Radar Saber M60?
- c. Quais são os conceitos doutrinários de REOP de radares empregados

atualmente no Exército Brasileiro?

d. Como formular conceitos de REOP do Radar Saber M60 na área da Floresta Amazônica?

2.4 OBJETIVOS

Atrelado aos questionamentos apresentados e ao problema exposto, traçou-se o objetivo geral de pesquisa que foi de verificar os critérios e adaptações necessários para o reconhecimento, escolha e ocupação de posição do Radar Saber M60 na área abrangida pela Floresta Amazônica, sendo os objetivos específicos os que seguem:

- a. Verificar as peculiaridades físicas da Floresta Amazônica que sejam relevante para a operação do Radar Saber M60;
- b. Verificar as características de emprego do Radar Saber M60;
- c. Verificar os conceitos doutrinários de REOP de radares existentes no Exército Brasileiro;
- d. Formular conceitos de REOP do Radar Saber M60 na área da Floresta Amazônica.

2.5 JUSTIFICATIVAS

O Radar Saber M60 está sendo, recentemente, adaptado e empregado nas diversas regiões do Brasil, inclusive na Amazônia, que abrange quase a metade de nosso território.

Essa região detém características físicas específicas, que as diferencia das demais regiões brasileiras.

O Exército Brasileiro já possui, como doutrina de emprego, conceitos de REOP de radares, os quais são semelhantes aos empregados pelas Unidades de Artilharia Antiaérea.

Assim, a par das características da Floresta Amazônica, faz-se necessário que se crie conceitos de REOP do Radar Saber M60 nesse tipo ambiente, correlacionados com os já existentes para os radares em geral, buscando a total eficiência do emprego desse radar.

2.6 CONTRIBUIÇÃO

O presente estudo pretende ampliar a gama de conhecimento sobre a operacionalidade do Radar Saber M60, bem como dispor os subsídios necessários para um eficiente processo de REOP desse radar no ambiente da Floresta Amazônica.

2.7 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Quanto à natureza, o presente estudo caracteriza-se por ser uma pesquisa do tipo aplicada, por ter como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática em processos de REOP do Radar Saber M60 na Floresta Amazônica. Sendo que, para tal, utiliza-se do método indutivo, o qual considera o conhecimento como baseado na experiência e no empirismo.

Trata-se de estudo bibliográfico que, para sua consecução, terá por método a leitura exploratória e seletiva do material de pesquisa, bem como sua revisão integrativa, contribuindo para o processo de síntese e análise dos resultados de vários estudos, de forma a consubstanciar um corpo de literatura atualizado e compreensível.

As principais fontes de pesquisa utilizadas no presente trabalho foram documentos digitais disponíveis na rede internacional, de domínio público, livros específicos sobre a selva amazônica e manuais militares nacionais.

O presente trabalho está estruturado por capítulos da seguinte maneira:

- 3 AS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS RELEVANTES DA FLORESTA AMAZÔNICA NA OPERAÇÃO DE RADARES - Pretende levantar os aspectos físicos existentes na selva amazônica, que influenciam a operação de radares;

- 4 RADAR SABER M60: DADOS TÉCNICOS DO MATERIAL E CONCEITOS BÁSICOS OPERACIONAIS - Pretende verificar as características de emprego do Radar Saber M60;

- 5 RECONHECIMENTO, ESCOLHA E OCUPAÇÃO DE POSIÇÃO DE RADARES DE VIGILÂNCIA E RADARES DE BUSCA - Pretende verificar conceitos doutrinários de REOP de radares existentes no Exército Brasileiro;

- 6 RECONHECIMENTO, ESCOLHA E OCUPAÇÃO DE POSIÇÃO DO RADAR SABER M60 NA FLORESTA AMAZÔNICA – Pretende formular conceitos de REOP do Radar Saber M60 na área da Floresta Amazônica.

No capítulo 7 é realizada a análise dos dados colhidos na pesquisa feita nos capítulos anteriores de forma qualitativa.

No capítulo 8, último do presente trabalho, são apresentadas as conclusões da pesquisa e suas considerações finais.

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS RELEVANTES DA FLORESTA AMAZÔNICA NA OPERAÇÃO DE RADARES

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

É uma região caracterizada por extensa depressão de terras equatoriais, formando vasta planície, situada entre o Maciço das Guianas de um lado e os

primeiros degraus do Planalto Central do outro, tendo, a oeste, a Cordilheira dos Andes. Sua área engloba terras do Brasil, Guiana Francesa, Guiana, Suriname, Venezuela, Colômbia, Equador, Peru e Bolívia. É dividida pelo equador terrestre, que deixa a menor e mais acidentada parte ao norte, dotando o conjunto de um clima quente-úmido bem regular, com pequena diferença entre os meses mais quentes e os mais frescos.

A maior parte da Amazônia encontra-se em território brasileiro e em termos administrativos, a região chamada Amazônia Legal foi criada pelo governo em 1966 e é composta pelos Estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, além de parte dos estados de Mato Grosso, Tocantins e Maranhão. Cerca de 74% da Amazônia Legal é coberta pela floresta Amazônica, que ocupa 3.300.000 km² e abrange uma área total de 5.006.300 km² (59% do território nacional e 65% da Amazônia como um todo).

Figura 3.1 – Território da Amazônia



Fonte: amazonia1m4.blogspot.com, 2015

O rio Amazonas, eixo principal da bacia hidrográfica, é o maior rio do mundo, percorrendo 7.025 km, desde o Pico Huagro até o Atlântico. Surge no Peru, a partir das águas formadas pelo degelo andino a 4.000 metros de altitude e dista apenas 120 km do Pacífico. Recebe mais de 500 afluentes, representando uma via permanente de navegação com cerca de 19.000 km, número que poderá se multiplicar várias vezes levando-se em conta a existência de furos e igarapés, pequenos cursos d'água que, durante as enchentes, unem entre si os lagos e rios, bem como os paranás, pequenos braços de rios que contornam as ilhas. O rio Amazonas apresenta profundidades que variam dos 20 aos 130 metros e largura que vai dos 96 km, na embocadura do Rio Negro, até 1,5 km no Estreito de Óbidos.

Seus afluentes vêm de regiões mais altas – Planaltos das Guianas ou Central, formando cachoeiras, até se conformar à planície.

A associação climática, topográfica e hidrográfica dota a área de vasto manto florestal que se alterna com matas ciliares, campinas nas várzeas e campos nativos.

A floresta cobre 70% da região, o que equivale a 280 bilhões de hectares, perfazendo 75% das reservas brasileiras e 30% da mundial. Nas encostas das cordilheiras e planaltos se encontram florestas de transição, representadas por coqueirais, cerrados e savanas.

A vegetação amazônica compreende a mata de terra firme, que ocupa a maior parte da floresta, a mata de várzea e a mata de igapó. Existem pequenas zonas de campos naturais espalhadas pela Amazônia, alguns de terra firme e outros de várzea, como os de Marajó.

A composição da biodiversidade - com variedade vegetal em torno de 200 espécies diferentes de árvores por hectare, 1.400 tipos de peixes, 1.300 tipos de pássaros e 300 tipos de mamíferos - a abundância e regularidade das chuvas, a elevada umidade relativa do ar e a temperatura média uniforme contribuem para que o ecossistema amazônico seja auto-suficiente e detentor de cerca de 30% do estoque genético do Mundo, constituindo-se, potencialmente, na maior fonte natural mundial de produtos farmacêuticos, bioquímicos e agrônômicos.

O clima predominante é o equatorial quente e úmido. O relevo é caracterizado como de planície, apresentando oscilações que, em geral, ficam

ocultas das vistas pela densa copagem das árvores. Quanto ao regime pluviométrico, a região é privilegiada no que diz respeito aos totais anuais, normalmente entre 1.250 mm e 2.500 mm, decrescendo de sudoeste para nordeste e estando sujeito a importantes flutuações. As chuvas, apesar de regulares, não se distribuem igualmente durante o ano, sendo o período mais chuvoso no inverno amazônico (outubro a abril).

Quanto à riqueza mineral de seu subsolo, lá se encontram inúmeros recursos, com um potencial avaliado em U\$ 6 trilhões em minérios nobres como: cassiterita (estanho), bauxita (alumínio), calcário, evaporito (sal-gema), hematita (ferro, na Serra dos Carajás, reserva calculada em dezoito bilhões de toneladas), ouro, cobre, chumbo, molibdênio, zinco, nióbio (a maior reserva do planeta encontra-se no Morro dos Seis Lagos, em São Gabriel da Cachoeira), manganês, tantalita, cromita, columbita, caulim, amianto, monazita, níquel, e rutilo.

Outro aspecto a destacar, refere-se à distribuição da população, cuja concentração maior ocorre na banda oriental da Amazônia, onde os Estados do Pará e do Maranhão detêm a metade da população de toda região. Numa área de dimensões continentais a concentração urbana provoca imensos vazios populacionais e confere a Amazônia uma densidade demográfica de 3,67 habitantes por quilômetro quadrado e estima-se a existência de 21 milhões de brasileiros nesta região.

Em suma, a Região Amazônica possui a maior diversidade biológica do planeta, representa um terço das florestas tropicais da Terra e tem a maior bacia de água doce do mundo, tudo isso, dentro de uma área de 5,2 milhões de km² no território brasileiro (FAUSTINO, 2010).

3.2 ASPECTOS MILITARES DO TERRENO

Vários são os obstáculos existentes aos deslocamentos executados por via terrestre as tropas a pé ou motorizadas em virtude da densa cobertura da floresta amazônica (Figura 3.2). Os rios e igarapés extensos e largos, ravinas e socavões

profundos também dificultam e em algumas situações impedem os deslocamentos terrestres. No entanto não existem elevações de grande vulto na região da planície amazônica. O único movimento existente é o maciço das Guianas. Este aspecto dificulta as atividades da Artilharia Antiaérea, haja vista que o inimigo aéreo não encontrará obstáculos nas suas rotas de aproximação e ataque.

Figura 3.2: Cobertura Vegetal Amazônica



Fonte: SNIF, 2014

Quanto ao aspecto vias de acesso, a região amazônica é caracterizada basicamente pela utilização maciça dos rios existentes na região. Os deslocamentos são basicamente realizados através dos meios fluviais e através dos deslocamentos a pé. A utilização de viaturas é muito restrita sendo utilizada apenas quando da disponibilidade de estrada na Área de Operações. Cabe salientar que a ameaça aérea irá utilizar os rios existentes na região para sua orientação até os seus alvos. Cresce de importância a Defesa Antiaérea das tropas que estejam se deslocando pelos rios para fazer frente a um possível ataque do vetor aéreo.

No aspecto cobertas e abrigos, a extensa cobertura vegetal favorece a camuflagem de tropas e órgãos desdobrados além de favorecer o deslocamento de tropas de forma desenfada. Mesmo com modernos meios de rastreamento existentes nas atuais aeronaves, torna-se muito difícil à localização de alvo pelo inimigo aéreo.

Quanto aos acidentes capitais, cabe salientar que a selva em si não se configura como um objetivo, uma vez que a mesma não está passível de ser conquistada. Na região amazônica os acidentes capitais estão calcados nas localidades, em alguns pontos dos rios como confluências além dos entroncamentos e em bifurcações das poucas estradas e trilhas. Não existem movimentos no terreno de grande vulto que possam oferecer pontos de dominância, com exceção de alguns pontos do Planalto das Guianas e do Planalto Central.

A observação e os campos de tiro são demasiadamente prejudicados pelo fato da região apresentar uma densa cobertura vegetal. Na maioria das vezes é necessário subir até a copa das árvores com o intuito de alcançar posições mais favoráveis para o disparo de mísseis portáteis e estabelecimento de postos de vigilância (RIBEIRO, 2002).

As operações militares nas regiões de selva desenvolvem-se em grandes áreas, com imensos espaços vazios, acentuada dispersão e grande emprego de meios aéreos e fluviais para o transporte de tropas. A descentralização das ações é imprescindível, devido à impossibilidade de manobrar grandes efetivos e à necessidade de dispersão, devendo ser adotada em todos os níveis.

Logo, a conquista e o controle de rios, praias, portos, estradas, aeródromos, localidades, entre outros são de suma importância para o desenvolvimento das operações, pois possibilitarão um fluxo contínuo de apoio logístico aos elementos que estarão dentro da selva (FAUSTINO, 2010).

3.3 OBSERVAÇÃO E CAMPO DE TIRO

A observação e os campos de tiro são restritos na região de selva. A infiltração entre as forças oponentes tende a ser facilitada, favorecendo ataques inopinados.

O terreno ondulado, sob a copa das árvores, produz zonas mortas que, aliadas aos obstáculos proporcionados pelas árvores, dificultam os deslocamentos, a observação e os fogos indiretos. Dessa forma, a plataforma aérea é o meio mais eficaz de se bater determinados pontos da floresta (VERGARA, 2001).

3.4 OBSTÁCULOS

A vegetação de mata densa, as áreas alagadas, os vastos rios e as ravinas profundas são obstáculos naturais que dificultam o movimento terrestre de pessoal e viaturas.

Na Amazônia, à exceção do maciço das Guianas (Figura 3.3), não há obstáculos de vulto para a circulação de aeronaves. Isso concede ao vetor aéreo liberdade de manobra, não havendo a canalização do seu movimento em possíveis rotas de aproximação (VERGARA, 2001).

Figura 3.3: Pico da Neblina / Maciço das Guianas



Fonte: Mundo da Geografia, 2015

Na Amazônia os acidentes capitais são caracterizados pelas localidades, confluências de rios importantes e entroncamentos das poucas estradas e trilhas.

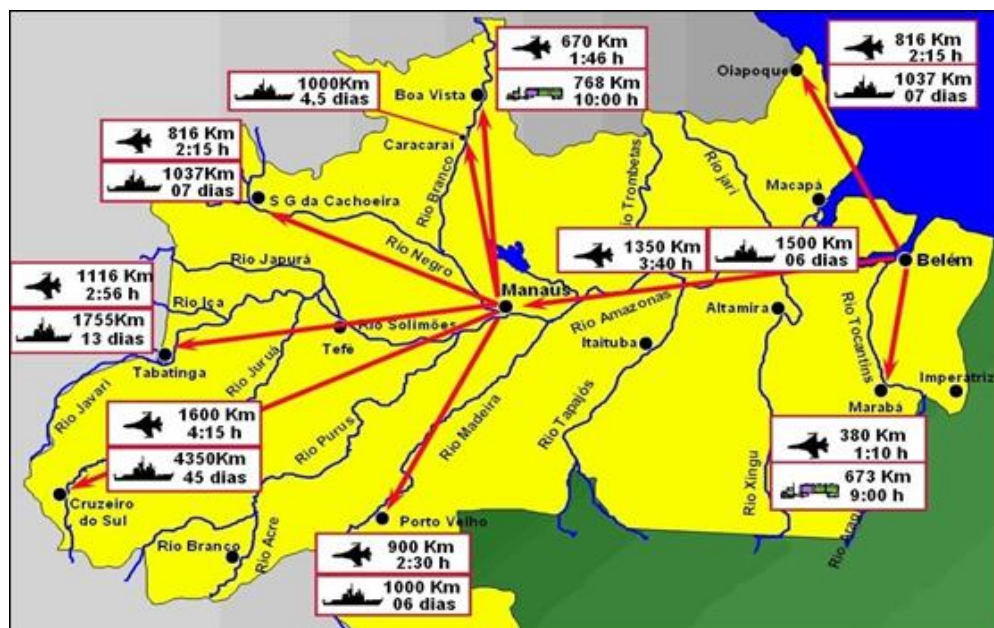
Não há pontos do terreno de maior dominância, salvo o Maciço das Guianas, que concedam vantagem decisiva para a defesa antiaérea mediante a instalação de sensores e postos de vigilância (PVig) que monitorem o espaço aéreo (VERGARA, 2001).

3.5 VIAS DE ACESSO

As viaturas são empregadas quando há estradas na região de operações, porém os seus deslocamentos ficam prejudicados pela reduzida malha rodoviária

devido às sérias restrições impostas pela selva e pela degradação das condições meteorológicas, condicionando os deslocamentos por via fluvial e a pé (Figura 3.4).

Figura 3.4: Meios de Transporte na Amazônia



Fonte: Researchgate.net, 2013

Para os vetores aéreos, as calhas dos rios proporcionam excelentes referências que auxiliam a orientação do piloto, sobretudo quando não dispõe de instrumentos para navegação inercial, reduzindo assim, sua capacidade de navegar e localizar o alvo, indicando prováveis rotas de aproximação de aeronaves (FAUSTINO, 2010).

3.6 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

As condições meteorológicas diferenciam o ambiente de selva, em especial na Amazônia, de outras regiões. A amplitude térmica mensal média é de cerca de 10°C, com temperaturas médias de 27° C ao longo do ano. O clima predominante é o equatorial quente e úmido.

O regime de chuvas normalmente determina a ocorrência de fortes e rápidas precipitações ao início da manhã, ao meio-dia e ao entardecer. A umidade é alta durante todo o ano. A ocorrência de ventos é pequena na região. Em geral, há

pouco vento. É normal a presença de neblina sobre a copa das árvores ao amanhecer (Figura 3.5). Quanto ao regime pluviométrico, a região é privilegiada no que diz respeito aos totais anuais, normalmente entre 1.250 mm e 2.500 mm, decrescendo de sudoeste para nordeste e estando sujeito a importantes flutuações. As chuvas, apesar de regulares, não se distribuem igualmente durante o ano, sendo o período mais chuvoso no verão (maio a agosto), implicando grandes excedentes hídricos, com grandes escoamentos superficiais e cheias dos rios (Figura 3.6). No inverno e outubro, ao contrário, observa-se o período menos chuvoso, resultando numa curta estação seca de um a três meses, com pequenos déficits hídricos (VERGARA, 2001).

Figura 3.5: Neblina no amanhecer amazônico



Fonte: Portal da Amazônia Legal, 2016

O ambiente operacional de Selva apresenta características climáticas que o tornam bastante inóspito e diferenciado de todos os outros cenários brasileiros. A temperatura é predominantemente alta ao longo de todo o ano com médias em torno dos vinte e cinco graus Celsius.

O índice pluviométrico é bastante alto com uma grande ocorrência de chuvas ao longo de todo o dia. A umidade relativa é bastante elevada. A ocorrência de ventos na região é pequena e a presença de neblina sobre a copa das árvores ao amanhecer é bastante normal (RIBEIRO, 2002).

Figura 3.6: Cheias dos rios amazônicos



Fonte: Franciscogomesdasilva.com.br, 2015

3.7 INFLUÊNCIA SOBRE O ELEMENTO HUMANO

O calor e a umidade causam grande desgaste físico e psicológico no elemento humano. As condições são propícias para o desenvolvimento de microrganismos patológicos e para a transmissão de várias doenças, tendo como vetores os insetos, a água e os alimentos contaminados.

A nutrição adequada da tropa e o saneamento da água são prejudicados no ambiente de selva.

O medo gerado por emboscadas e o isolamento tendem a acelerar o desgaste psicológico da tropa. Essas influências degradam rapidamente a capacidade combativa de tropas não adaptadas. Para a AAAe, o desgaste físico e mental reduz a eficiência dos operadores de sensores de vigilância e dos PVig (VERGARA, 2001).

Figura 3.7: Soldado Amazônico



Fonte: Maskate.news, 2015

“Na campanha de Buna, nos pantanais de Nova Guiné, durante a 2ª Guerra Mundial, os soldados da 32ª Divisão de Infantaria foram afligidos por sanguessugas, cobras, pé-de-trincheira e mosquitos. Suas vestimentas e botas apodreceram e não puderam ser substituídas. Chuva e nebulosidade impediam os vôos de suprimento. Uma comida quente era totalmente inviável. O moral estava baixo e a eficácia da força reduzida a menos de 20%. Durante esta campanha, a divisão sofreu, aproximadamente, 11.000 baixas, sendo 8.000 causadas por endemias tropicais, na sua maioria (mais de 5.000) resultantes, da malária. (Cel Ex EUA Robert H. Clegg, Military Review 4º Trim 1995, pg 30)”

3.8 DIFICULDADE DAS COMUNICAÇÕES

O rádio tem seu alcance limitado pela vegetação, exigindo o estabelecimento de antenas especiais e, quando for o caso, de estações retransmissoras (FAUSTINO, 2010).

3.9 INFLUÊNCIA NOS EQUIPAMENTOS

Os equipamentos eletrônicos e mecânicos são afetados pela constante umidade e pela lama presente na selva. Sujeira e ferrugem geram a necessidade de

freqüente lubrificação. A excessiva umidade afeta a conservação da munição, em especial dos mísseis antiaéreos, enquanto a chuva ou a névoa podem interferir no direcionamento das armas inteligentes, sobretudo as guiadas a radar e a laser. Da mesma forma, computadores e sensores ficam sujeitos ao mau funcionamento e os radares e as transmissões de rádio têm seus alcances reduzidos pela chuva e pelos obstáculos proporcionados pela vegetação.

A adversidade climática impõe que os equipamentos e armamentos da AAAe sejam rústicos e de fácil manutenção. Com relação ao apoio de fogo aéreo, o terreno e a vegetação frequentemente reduzem o efeito das munições e dificultam o guiamento sobre o alvo, o que implica na necessidade de maior aproximação das aeronaves, de asa fixa ou rotativa, sobre os alvos que desejam bater. Isso constitui uma vantagem para a DA Ae, que poderá empregar seu armamento dentro de seu alcance efetivo (VERGARA, 2001).

A umidade excessiva e a lama presente na selva comprometem bastante os componentes eletrônicos e mecânicos dos materiais existentes na Artilharia Antiaérea exigindo uma constante manutenção e lubrificação. Os mísseis antiaéreos em especial são bastante afetados pela umidade. Os radares e equipamentos de comunicações têm seus alcances reduzidos em virtude das chuvas constantes e da extensa e densa cobertura vegetal. Em suma, as condições climáticas impõem forte influência aos equipamentos e armamentos antiaéreos exigindo que os mesmos possuam elevado grau de rusticidade e de fácil manutenção.

Os locais destinados à estocagem dos mísseis e dos componentes eletrônicos deverão possuir alto grau de proteção contra todo e qualquer tipo de sujeira e principalmente contra a umidade (RIBEIRO, 2002).

3.10 INFLUÊNCIA NO APOIO LOGÍSTICO

O apoio logístico na região amazônica tem que se pautar em dois aspectos, que são a capacidade de receber suprimentos do escalão superior e poder leva-los as tropas da Brigada. Neste contexto foram criadas as Bases Logísticas localizadas em cidades e próximas a eixos fluviais ou rodoviários (Figura 3.8). Essas Bases, assim como as demais tropas integrantes de uma Brigada de Infantaria de Selva, devem possuir capacidade de atuar de forma descentralizada, sendo empregadas em sub-bases para melhor prestar o apoio às operações.

Figura 3.8: Apoio Logístico na Amazônia



Fonte: Exército Brasileiro, 2018

Outra ideia que deve está em pauta é a capacidade das tropas durarem na ação com os meios existentes durante a interrupção do fluxo logístico.

Deve-se raciocinar com o pré-posicionamento do suprimento em Locais de Apoio a Missão e Cachês, que figuram como depósitos dissimulados para a estocagem de todo e qualquer tipo de suprimento. Esse artifício irá facilitar bastante o apoio logístico por parte das Bases Logísticas. As pequenas frações irão até o suprimento pré-posicionado e procederão ao ressuprimento. O uso de aeronaves para o ressuprimento é outro artifício que deve ser usado no ambiente de Selva.

A Artilharia Antiaérea dependerá de forma decisiva do apoio logístico prestado pelas bases, uma vez que suas atividades dependem da reposição contínua de munição e de combustível para os geradores dos radares e de outros equipamentos, além dos componentes eletrônicos necessários à manutenção (RIBEIRO, 2002).

A dificuldade de acesso a áreas interiores da floresta amazônica implica na necessidade das bases de apoio logístico se situarem próximas aos centros urbanos ou a eixos fluviais e rodoviários, a fim de permitir o recebimento e a distribuição dos suprimentos.

Considerando as dificuldades de execução do apoio logístico frente a um inimigo que controla com eficiência o espaço aéreo e as vias fluviais e terrestres, a criação de depósitos especiais de suprimento em “cachê”, sobretudo para componentes eletrônicos de reposição e munição, pode se constituir na única solução para a manutenção do apoio logístico. O apoio logístico torna-se, portanto, elemento prioritário (VERGARA, 2001).

4. RADAR SABER M60: DADOS TÉCNICOS DO MATERIAL E CONCEITOS BÁSICOS OPERACIONAIS

4.1 APRESENTAÇÃO

O Radar SABER M60 (Sensor de Acompanhamento de Alvos Aéreos Baseado na Emissão de Radiofrequência – Fig 4.1) destina-se a integrar um sistema de defesa antiaérea de baixa altura visando à proteção de infraestruturas críticas, como indústrias, usinas e instalações governamentais. É integrável a sistemas de armas baseados em mísseis ou canhões antiaéreos. Também é capaz de integrar-se ao SISDABRA e ao SISCEAB, assim como a outros sistemas de interesse.

Figura 4.1: Radar SABER M60



Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA, 1º Ed, 2014

O Radar SABER M60 possui baixo peso e elevada mobilidade, além de suportar a operação em todas as condições climáticas do continente sul-americano. Estas características o tornaram indicado para emprego em operações de defesa externa, bem como em operações de garantia da lei e da ordem e em operações de paz.

Dentre as principais características do Radar SABER M60, destacam-se as seguintes:

- a) Informações tridimensionais (distância, azimute e elevação) sobre os alvos aéreos, além de informações derivadas, tais como: velocidade e direção de voo (proa);
- b) Capacidade de classificação de alvos em helicópteros ou aviões, identificação do tipo de helicóptero e IFF;
- c) LPI resultante de uma baixa potência média de transmissão e de avançados meios de proteção eletrônica;
- d) Reconfigurável e atualizável facilmente, por ser construído com tecnologia de hardware definido por software;
- e) Elevada mobilidade e transportabilidade, podendo ser montado ou desmontado em menos de 15 minutos por uma guarnição de três homens e transportado em qualquer viatura de capacidade superior a 1 t ou por helicópteros;
- f) Logística simplificada, pela disponibilidade de suprimento e manutenção de todos os escalões em território nacional;
- g) Representação gráfica de medidas de coordenação, tais como: Volume de Responsabilidade de Defesa Antiaérea, Estado de Alerta, Corredores de Segurança, entre outros, segundo o estabelecido na doutrina, podendo ser atualizado ou modificado, de acordo com a necessidade.

O Radar SABER M60 complementa o SISDABRA, contribuindo, assim, para o incremento da capacidade dissuasória do país (MINISTÉRIO DA DEFESA, 1º Ed, 2014).

4.2 DADOS TÉCNICOS DO MATERIAL

Tabela 4.1

Dados Gerais	
Designação	Sensor de Acompanhamento de Alvos Aéreos Baseado na Emissão de Radiofrequência
Abreviatura	SABER M60
Condições de Transporte	
Peso Total Bruto	848,85 Kg
Peso Total Líquido	357,85 Kg
Comprimento Total na Posição de Marcha	3,18 m
Largura Total na Posição de Marcha	0,88 m
Altura Total na Posição de Marcha	1,64 m
Comprimento Total na Posição de Operação	3,20 m
Largura Total na Posição de Operação	3,20 m
Altura Total na Posição de Operação	2,85 m
Temperatura de Operação	- 25° a + 45° C
Temperatura de Armazenamento	- 40° a + 65° C
Alimentação	
Alimentação de Rede Comercial	110 a 230 V – CA / 50 a 60 Hz
Gerador Externo	Toyama T4000CX com modificações feitas pela ORBISAT
Alimentação da Caixa de Bateria	28 V – CC
Radar	
Alcance Útil	60 Km (alvo de 20 m ²)

Alcance Mínimo	1750 m
Direção	6400'''
Teto Máximo Aproximado	5000m
Transmissor	
Tipo	Estado Sólido – Pulso Doppler Coerente
Faixa de Frequência	Banda L
Nr de Canais de Frequência	40 canais
Banda	80 MHz
FRP	Variável, em conjuntos de 04 valores com algoritmo pseudoaleatório
Largura de Pulso	22 μ s
Potência de Pico	Até 700 W
Potencia Média	Até 50 W
Receptor	
Tipo	Super-heteródino
Canais	02 Canais
Antena	
Tipo	Guia de Ondas com Fendas
Peso	64,25 Kg
Largura	3,1 m
Polarização	Horizontal
Ganho	26 dBi
Inclinação	- 2° a + 10°
3 dB Azimute	4,5° \pm 1°

3 dB Elevação	34° ± 5° (17° c/ soma 2 canais)
Rotação	7,5 – 15 RPM programável
Vento Máximo	60 Km/h
Processamento de Sinais	
MTI	Digital
Intervalo de Detecção	1750m e 60Km
Resolução (Poder Separador)	75m em alcance
Informações dos Alvos	3D (azimute, elevação e distancia)
Acuidade (Azimute)	2°
Acuidade (Elevação)	1°
Acuidade (Alcance)	50 m
Nr de Alvos Simultâneos	40 alvos
Classificação de Aeronaves	Asa Fixa e Asa Rotativa
Identificação de Aeronaves	Asa Rotativa
Velocidade Mínima para Detecção	36 Km/h
IFF	
Modos	1, 2, 3A, e C
Alcance Máximo	82 Km
Ganho	17 Db
Potência de Pico	80 W
Potencia Média	0,8 W
Inclinação da Antena de IFF	5° a 27°

Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA, 1° Ed, 2014

4.3 ACONDICIONAMENTO

4.3.1 Finalidade

O acondicionamento correto do material, principalmente dos componentes eletrônicos do Radar, evita que a sua vida útil seja reduzida, pois minimiza os efeitos do choque mecânico, de vibração, do trepidar e da ação da umidade sobre os componentes (MINISTÉRIO DA DEFESA, 1º Ed, 2014).

Figura 4.2: Radar SABER M60 acondicionado para transporte



Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA, 1º Ed, 2014

4.3.2 Composição

Por apresentar construção modular, o Radar SABER M60 foi projetado de forma que módulos fossem guardados em caixas distintas, visando facilitar o transporte e o manuseio do material. Para isso, os módulos do Radar foram divididos em 06 (seis) caixas, que fornecem a devida proteção quando do transporte em viaturas, aeronaves e outros meios, a citar:

- a) A Caixa Nr 01 acondiciona a Antena do Radar, o Módulo de Controle e RF e as Sapatas;
- b) A Caixa Nr 02 acondiciona o Quadripé e os Cabos Externos;
- c) A Caixa Nr 03 acondiciona o Pedestal;
- d) A Caixa Nr 04 acondiciona a Fonte de Alimentação e a Caixa de Baterias;
- e) A Caixa Nr 05 acondiciona o S60 (IFF), a Luneta e a UV;
- f) A Caixa Nr 06 acondiciona as cintas de unitização, extensões de rede elétrica AC e os cabos adaptadores;
- g) Também acompanham o Radar SABER M60:
 - sacola com rede para helitransporte e cinta de içamento;
 - maleta de ferramentas para 1º Escalão;
 - maleta de ferramentas para 2º Escalão;
 - cones de sinalização.

O Gerador externo e a Bobina do cabo M60_W5 são protegidos por capas (item opcional), devendo ser conduzidos por suas alças; e as capas devem ser removidas durante a operação. O equipamento rádio possui mochila própria (item opcional).

As Caixas do Radar SABER M60 foram elaboradas de modo que elas formem um módulo que ocupe o menor espaço possível e facilite o acondicionamento e o transporte. O conjunto de caixas fica preso por, no mínimo, quatro cintas de unitização, formando, assim, um só conjunto. Esse conjunto é preso por duas cintas adicionais para fixação ao piso ou parede lateral da viatura, quando é transportado por meio terrestre. Esta fixação com cintas de unitização visa reduzir o dano ao radar e às suas caixas de transporte, que sofrem choque mecânico e vibração mecânica durante o transporte (MINISTÉRIO DA DEFESA, 1º Ed, 2014).

4.3.3 Uso das Cintas de Unitização

4.3.3.1 Etapas para utilização das cintas de unitização com suas respectivas catracas:

a) Posiciona-se a catraca sobre as caixas do Radar, com a alça na posição horizontal (Figura 4.3).

Figura 4.3: Cinta



Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA, 1º Ed, 2014

b) Envolva-se o conjunto de caixas com a fita, tornando-se o cuidado de não torcê-la, e passa-se a ponta da fita por baixo da peça circular central da catraca (Figura 4.4).

Figura 4.4: Envolvimento com a cinta



Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA, 1º Ed, 2014

c) A ponta da fita será passada através da abertura na peça circular central da catraca (Figura 4.5).

Figura 4.5: Fechamento com a cinta



Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA, 1º Ed, 2014

d) Estica-se a fita, diminuindo a folga em torno das caixas (Figura 4.6).

Figura 4.6: Ajuste da cinta



Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA, 1º Ed, 2014

e) Pressiona-se a trava da catraca, e movimenta-se a alça até obter máxima pressão no envolvimento das caixas (Figura 4.7).

Figura 4.7: Travamento da cinta



Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA, 1º Ed, 2014

f) Por fim, posiciona-se na posição horizontal (Figura 4.8).

Figura 4.8: Cinta travada



Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA, 1º Ed, 2014

4.4 TRANSPORTE

4.4.1 Finalidade

O transporte existe para o deslocamento do material, de um ponto a outro, dentro das operações ou em situação administrativa. A construção modular do Radar SABER M60 foi a solução encontrada para diminuir o tempo do Reconhecimento, Escolha e Ocupação de Posição (REOP), facilitando as operações de movimento.

4.4.2 Tipos de Transporte

O sistema pode ser transportado por qualquer meio, seja ele aéreo, terrestre ou marítimo. Durante o transporte, particularmente para o terrestre, as caixas devem estar empilhadas conforme a figura 4.2 e fixadas por meio de cintas de unitização que acompanham o sistema.

a) Transporte Terrestre – Pode ser realizado em qualquer viatura maior que 1 ton, com carroceria estendida ou em vagão ferroviário, de modo que caibam todas as caixas, de pessoal, acessórios externos e os fardos de bagagem e combate.

Figura 4.9: Caminhão VTNE 5ton MB 1418 (vista de fora)



Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA, 1º Ed, 2014

Figura 4.10: Caminhão VTNE 5ton MB 1418 (vista de dentro da carroceria)



Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA, 1º Ed, 2014

b) Transporte Marítimo – O içamento do material do cais e sua deposição nos porões dos navios de transporte devem ser feitos pelos paus de carga, obedecendo ao peso limite desses. Deve ser içado em suportes, por redes, evitando a queda do material.

Figura 4.12: Embarcações EDCG Guarapari – guindaste para içamento de carga



Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA, 1º Ed, 2014

Figura 4.13: Embarcações EDCG Guarapari – no convés, com fixação adequada



Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA, 1º Ed, 2014

c) Transporte Aéreo – Pode ser transportado por qualquer aeronave militar que suporte seu peso. O acondicionamento deve ser feito em suportes e devidamente ancorado no interior da aeronave. O sistema não pode ser lançado de paraquedas.

d) Helitransporte – O Rdr SABER M60 pode ser transportado internamente pela Anv HM-3 (Cougar) e Anv HM-4 (Caracal) e, no gancho, pelas Anv HM-1 (Pantera) e HM-2 (Black Hawk). A Anv HA-1 (Esquilo ou Frenec) pode transportar no gancho, caso venha a sofrer adaptação para tal (MINISTÉRIO DA DEFESA, 1º Ed, 2014).

Figura 5.14: Helicóptero UH-H1 no gancho (capacidade até 1460 Kg)



Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA, 1º Ed, 2014

5. RECONHECIMENTO, ESCOLHA E OCUPAÇÃO DE POSIÇÃO DE RADARES DE VIGILÂNCIA E RADARES DE BUSCA

5.1 INTRODUÇÃO

O REOP de uma Unidade de Artilharia Antiaérea é o conjunto de operações executadas com a finalidade de deslocá-la de diferentes posições a fim de realizar a Defesa Antiaérea de uma tropa apoiada ou de um ponto sensível, conforme a missão recebida.

O REOP, tanto para o R Vig, quanto para o RB, seguem os mesmos princípios. No entanto, é importante ressaltar que cada modelo de equipamento possui características peculiares às quais devem ser consideradas, e para tanto, devem ser observadas por ocasião do estabelecimento de NGA para o REOP dos referidos radares.

O REOP na AAAe é característico pela necessidade de alto grau de descentralização na execução, desta forma, o preparo e a iniciativa dos quadros são aspectos básicos para o sucesso, assim como a existência de NGA para a boa execução dos trabalhos (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2014).

Para fins didáticos, divide-se o REOP de R Vig e de RB da seguinte forma:

- Planejamento do reconhecimento na carta
- Planejamento do reconhecimento no terreno
- Ocupação da posição

5.2 PLANEJAMENTO DO RECONHECIMENTO NA CARTA

Nos escalões Bda AAAe e Agpt-Gp AAAe, o reconhecimento e escolha das posições dos radares são feitos somente na carta, em estudo coordenado pelo O Intlg e O Rdr do Estado-Maior respectivo. As posições escolhidas são indicadas aos escalões subordinados por intermédio de ordens de reconhecimento e estes executam o reconhecimento no terreno.

Nos escalões GAAe e inferiores são feitos normalmente o planejamento na carta e o reconhecimento no terreno das posições dos radares.

O planejamento na carta é realizado durante a fase dos reconhecimentos de 1º escalão, feito pelo Cmt e seu Estado-Maior, assessorado pelo O Rdr. Alguns fatores devem ser condicionantes para a seleção das posições dos R Vig e RB durante o planejamento na carta:

a) Linha de Visada

O ideal é que a posição de cada radar tenha linha de visada (visada livre) em todas as direções. Esta condição é muito difícil de ser atendida, mas deve ser plenamente satisfeita no setor principal de cada radar.

b) Número de Radares Disponíveis

O posicionamento dos radares é executado em função da quantidade de aparelhos disponíveis em cada DA Ae. O desdobramento dos radares deve levar em consideração frequentes mudanças de posições dos radares (posição de troca), necessárias devido ao reconhecimento aéreo e eletrônico por parte do inimigo. Também deve-se prever manutenção do material, a fim de que se minimize o risco de uma falha na cobertura radar, motivada por parte do equipamento.

c) Tipo de Superfície Refletora

Influi diretamente no alcance máximo de detecção a ser obtido por cada aparelho. Deve-se atentar para a movimentação do terreno para a existência de bosques e edificações na região circunvizinha à posição do radar.

d) Acesso

Devem ser selecionadas posições com facilidade de acesso, de preferência próximas às estradas.

e) Cobertura ao Redor

Deve ser verificada a existência de coberturas adjacentes proporcionadas pelos R Vig de defesas vizinhas, que possam recobrir a detecção radar da DA Ae considerada, aumentando a probabilidade de se ter o alerta antecipado (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2014).

5.3 PLANEJAMENTO DO RECONHECIMENTO NO TERRENO

O planejamento do reconhecimento no terreno é realizado durante a fase dos reconhecimentos de 2° e 3° escalão, feitos pelas Bia e/ou Seç.

O pessoal a ser empregado no reconhecimento varia com o tipo e o método de reconhecimento a ser realizado e com a quantidade de posições a serem reconhecidas.

Não havendo tempo ou condições para nenhum reconhecimento no terreno, o reconhecimento e a seleção das posições devem ser feitas através de um estudo mais criterioso na carta.

Assim como no planejamento na carta, alguns fatores devem ser condicionantes para a seleção das posições dos R Vig e RB durante o planejamento do reconhecimento no terreno (ANEXO A).

a) Linha de Visada

Em cada posição é confeccionado o diagrama de cobertura que permite avaliar a linha de visada em torno da posição.

b) Tipo de Superfície Refletora

Principalmente no que se refere à movimentação do terreno e existência de bosques e áreas construídas, na região circunvizinha a cada posição.

c) Acesso

Considerar as características do equipamento que entrará em posição. Deve ser considerada a possibilidade de melhora das condições de acesso, quando for encontrada uma boa posição sem facilidade de acesso para o equipamento.

c) Comunicações

Este fator é muito importante, pois cada radar é ligado diretamente ao COAAe. O alcance dos equipamento rádio devem ser considerados, se possível, fazer um teste de conexão, respeitando as normas de IECOM.

d) Inclinação do Terreno

Analisar as condições do terreno, verificando se a inclinação não ultrapassa a capacidade dos dispositivos de nivelamento dos equipamentos, permitindo uma operação dentro dos parâmetros previstos para cada aparelho.

e) Suprimento, Manutenção e Administração

Na escolha da posição do radar, devem-se levar em consideração os aspectos logísticos, de modo a facilitá-los.

g) Disfarce e Organização de Terreno

A posição deve facilitar o disfarce do radar e a construção de abrigos para a guarnição.

h) Interferência Mútua

Para que os radares não interfiram mutuamente, as frequências devem ser decaladas, as posições devem ser bem afastadas uma da outra e, quando possível, para evitar a irradiação direta, as posições devem ser separadas por massas cobridoras.

i) Defesa Local

Os radares são objetivos compensadores para as ações de infiltração inimiga, guerrilhas e ataques aéreos a baixa altura, devido à sua importância, extrema vulnerabilidade, alta silhueta, pequenas guarnições e dificuldade para saída de posição, apesar de boa mobilidade para grandes deslocamentos.

Os quadros de organização não prescrevem pessoal e equipamento suficientes para a defesa aproximada de um radar de vigilância ou de busca. Se um radar de vigilância tiver que ocupar um local exposto às ações terrestres inimigas de infiltração ou de guerrilheiros, o Cmdo DA Ae deve prover os meios, necessários à defesa imediata daquela posição. Os trabalhos de camuflagem e organização do terreno são realizados em função da situação, tomando o cuidado para evitar que eles ocasionem qualquer limitação ou interferência nas características técnicas do aparelho (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2014).

5.4 OCUPAÇÃO DE POSIÇÃO

A ocupação de posição deve ser executada de modo rápido, silencioso e ordeiro, de acordo com as Normas Gerais de Ação (NGA) de operações do escalão de AAAe considerado.

Na escolha da posição do Rdr Vig, deve ser levados em consideração ao objetivo defendido e a posição das U Tir. A posição do Rdr Vig deve estar localizada fora do objetivo defendido para não ser atingido por um ataque, ao mesmo tempo em que não deve estar localizado junto das U Tir para não atrapalhar a execução da defesa.

Sempre que possível, a posição do Rdr Vig deve ser escolhida na área do PC da DA Ae, de modo a facilitar a coordenação e a sua segurança.

É considerável que as posições de radar, sempre que possível, sejam escolhidas dentro do alcance dos sistemas de armas antiaérea de baixa altura desdobrados no terreno (mas fora do objetivo defendido), beneficiando-se de uma relativa proteção contra os ataques aéreos.

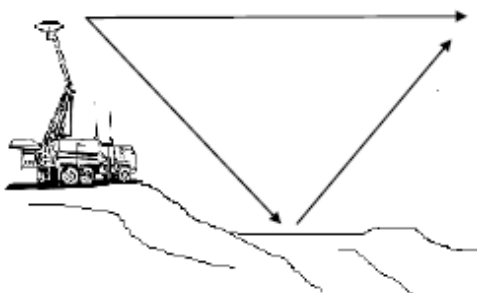
A posição ideal para o Rdr Vig é aquela que permite a detecção no alcance máximo e em todas as direções, com um mínimo de ecos fixos, zonas de sombra e imagens fantasmas.

5.4.1 Alcance máximo em todas as direções

Isto depende exclusivamente do terreno ao redor da posição. O alcance máximo pode ser obtido com a reflexão da energia por uma boa superfície refletora.

Quando a energia é irradiada pela antena, uma porção dela se propaga abaixo da linha do horizonte e causa uma onda refletora que é introduzida no feixe de energia direta. Essa onda resulta da reflexão da energia pela superfície terrestre (Fig 5.1) e irá somar-se ou subtrair-se com a onda vinda diretamente da antena. Se os dois sinais se somam, um lóbulo é formado e se dois sinais se subtraem, uma área nula é obtida. Os lóbulos assim formados aumentam consideravelmente o alcance do radar.

Fig 5.1 – Reflexão da energia



Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA, 1º Ed, 2014

Para que o radar detecte no seu máximo alcance, é essencial que a antena seja colocada numa altura favorável e que uma boa superfície refletora seja conseguida. Aumentando-se a altura da antena dentro dos limites do material e com boa superfície refletora, as áreas nulas serão diminuídas e a capacidade de detecção a baixa altura aumentada.

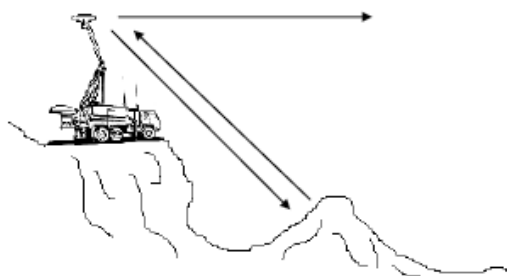
A água é a melhor superfície refletora devido a sua superfície plana e capacidade de propagação. Contudo, é difícil poder utilizá-la sempre. Para os radares de vigilância uma posição a ser escolhida deve possuir, ao redor, uma superfície que seja a mais plana possível, muito pouco acidentada e sem bosques ou construções que possam interferir na transição da energia de RF.

Aumentando-se a altura da antena (dentro dos limites), a extensão da área utilizada como superfície refletora será necessariamente maior.

Como todos os radares, o radar de vigilância propaga o seu feixe de energia em linha reta e para que seja possível a detecção em todas as direções, deve ter linha de visada em 360°.

Posições em picos muito altos, embora proporcionem ótimas linhas de visada, devem ser evitadas devido aos ecos fixos oriundos da reflexão de lóbulos secundários (Fig 5.2).

Fig 5.2 – Reflexão do lóbulo secundário



Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA, 1º Ed, 2014

5.4.2 Mínimo de ecos fixos

Os ecos fixos (Fig 5.3), que se apresentam na tela do radar resultam de sinais de grande amplitude refletidos pelos alvos fixos como construções e elevações (irregularidades no terreno) existentes nas proximidades da posição do radar.

Torna-se assim necessário que a posição seja escolhida o mais afastada possível de grandes elevações e de densas áreas povoadas.

5.4.3 Mínimo de zonas de sombra

As zonas de sombra (Fig 5.4) são causadas por obstruções (montanhas, edifícios, etc) existentes na trajetória do feixe do radar.

Tais obstruções bloqueiam o feixe, impedindo assim a detecção. Os alvos situados no trajeto da energia do radar (acima ou ao lado das obstruções) podem ser detectados, enquanto que os alvos atrás dos obstáculos (tanto em azimute como em elevação) ficam na zona de sombra por tanto não sendo detectados.

Estas zonas de sombra diminuirão à medida que a distância do radar para o obstáculo aumentar. Obstáculo do mesmo tamanho, todavia mais próximos, formarão sombras em setor maior. Desde que a posição tenha extensas linhas de visada, as zonas de sombra serão evitadas.

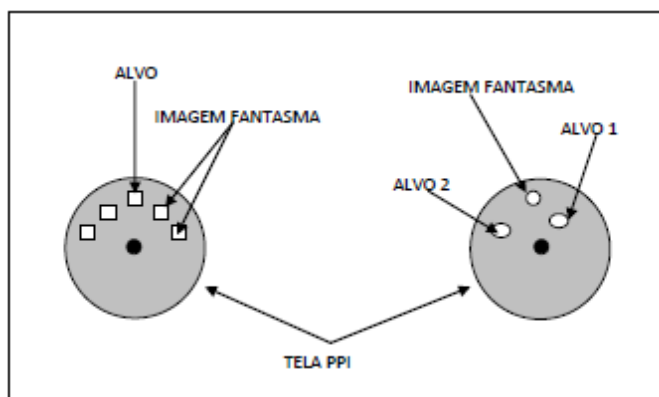
5.4.4 Mínimo de imagens fantasmas

Estas imagens (Fig 5.3) são produzidas de duas maneiras:

- Um sinal emitido que refletir, por exemplo, em dois alvos antes de retornar ao radar, produzirá, além da verdadeira indicação do alvo, uma imagem falsa ou fantasma no mesmo azimute do primeiro, porém em um alcance maior e com menor intensidade do que a indicação verdadeira.

- Alvos próximos ao radar podem refletir sinais emitidos lateralmente provenientes de lóbulos secundários, além do sinal do lóbulo principal. Isto acarretará múltiplos retornos de um único alvo a proporção que o feixe atingir o alvo.

Fig 5.3 – Imagem fantasma



Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA, 1º Ed, 2014

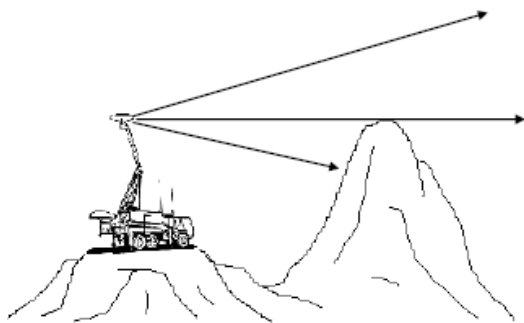
Observação: As imagens fantasmas normalmente só são produzidas por alvos de largas dimensões, localizados próximo ao radar. Comumente não chegam a prejudicar a operação do radar, entretanto, estas imagens tendem a aumentar e intensificar a indicação de ecos fixos nas telas do radar (reflexão dos lóbulos secundários).

- Devem ser evitadas regiões acidentadas, áreas construídas e outros obstáculos próximos à posição do radar.

- Quando os ecos fixos provenientes de construções forem prejudicar a operação do radar (Fig 5.4), deve-se evitá-los escolhendo uma posição que permita

a interposição entre as construções e o radar, ocupando uma elevação de inclinação suave e afastada, no mínimo, de ½ milha do radar (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2014).

Fig 5.4 – Interposição de massa cobridora



Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA, 1º Ed, 2014

6. RECONHECIMENTO, ESCOLHA E OCUPAÇÃO DE POSIÇÃO DO RADAR SABER M60 NA FLORESTA AMAZÔNICA

6.1 INTRODUÇÃO

Esse capítulo tem como objetivo agregar as informações pertinentes dos três capítulos anteriores e apresentá-los como conceitos que alicersem a criação de uma boa NGA para o REOP do Radar Saber M60 no ambiente da Floresta Amazônica.

O Radar Saber M60 é um radar de busca que, eventualmente, pode ser empregado como radar de vigilância. Devido a sua dimensão e peso menores do que o radar de vigilância tradicional, pode ser escolhido para ser empregado com essa finalidade. Neste caso serão empregados os seguintes modos de operação: Vigilância Local, Busca em Vigilância, ou em Missão de Vigilância.

A função de alerta antecipado é afeta aos radares de vigilância. No entanto, os radares de busca, eventualmente, dependendo da situação e

das características técnicas do material, podem assumir essa função, de modo limitado, ou mesmo acumular as funções de alerta antecipado e busca de alvos.

Emprego do Radar de Busca em Missão de Vigilância: O radar de busca emite em proveito de duas ou mais defesas antiaéreas distintas, com o objetivo de fornecer o alerta antecipado.

Emprego de Radar de Busca em Vigilância Local: O radar de busca atua em proveito de uma única defesa antiaérea, fornecendo-lhe o alerta antecipado, quando existirem outros radares de busca dentro da mesma DA Ae.

Busca em Vigilância: A defesa antiaérea possui um sensor de busca para todas as unidades de tiro e a vigilância local corresponderá também à busca de alvos. Esse tipo de emprego de radares de busca é típico em situações em que a DA Ae considerada está localizada em uma zona de sombra ou fora do raio do ACR de um R Vig, sendo normalmente adequada à defesa antiaérea móvel (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2017).

Por possuir baixo peso e elevada mobilidade, proporcionada pela modularidade de suas caixas de armazenamento, o Radar Saber M60 pode ser transportado por diversas plataformas, atendendo o elevado grau de descentralização exigido para o ambiente de selva.

6.2 PLANEJAMENTO DO RECONHECIMENTO NA CARTA

Para o ambiente de selva, nos escalões GAAe e inferiores, o reconhecimento e a seleção das posições devem ser feitas através de um estudo na carta de maneira mais criteriosa em comparação com os demais cenários existentes para o emprego do radar. Escolhendo, se possível, mais de uma posição de troca e de manobra, devido a imprevisibilidade do terreno, suscetível a alagamentos e mascaramento pela vegetação fechada.

A carta a ser utilizada deve ser a mais atual possível. Deve-se também utilizar mecanismos virtuais modernos de geolocalização e busca para navegação, que servirão como ferramentas de apoio na procura pela identificação do cenário de

emprego do radar, o mais próximo possível da realidade a ser encontrada no terreno.

a) Linha de Visada

Por se tratar de um terreno plano com pouquíssimas cadeias rochosas – com exceção do Maciço das Guianas – poder-se-ia concluir que esse requisito seria facilmente atendido. Entretanto, por ter em grande parte de seu território uma vegetação alta, densa e copada, a Amazônia oferece poucas áreas ou pontos de relevo limpo e com altitude considerável, que ofereça uma visada favorável sobre a floresta adjacente. Esses locais, inclusive, dificilmente serão identificados em uma carta.

b) Número de Radares Disponíveis

A quantidade de meios é particular de cada força, de acordo com suas capacidades, e com o grau de importância dado a cada área de atuação da mesma.

No ambiente de selva, devem ser levadas em consideração as dificuldades de acesso, locomoção, continuidade nas operações, etc, diferente de qualquer outro cenário, o que requer maior número possível de sensores. Deve-se buscar o menor número possível de posições de troca, bem como a manutenção dos equipamentos deve ser rigorosa, sendo esta inerente a excessiva umidade existente na Amazônia.

c) Tipo de Superfície Refletores

Esse requisito fica muito prejudicado pela extensa área de floresta, e poucos pontos de mata aberta (clareiras), o que quando encontrados também facilitam o reconhecimento aéreo inimigo.

d) Acesso

O acesso é o principal empecilho para o processo de REOP em regiões de selva. As estradas são escassas e, quando existentes, devem ser aproveitadas. A trafegabilidade por elas também deve ser analisada e planejada de acordo com as condições climáticas e a época do ano.

O principal meio de deslocamento é o fluvial, sendo também, quando possível, utilizado o helitransporte, sendo este o meio mais rápido e eficaz para o cumprimento da missão.

e) Cobertura ao Redor

Devido as grandes dificuldades e limitações do emprego de sensores no ambiente de selva, é de relevante importância o planejamento do máximo possível de cobertura radar entre os radares de vigilância e de busca, evitando assim a existência de várias e grandes áreas de sombra, bem como aumentando a probabilidade de se ter o alerta antecipado.

6.3 PLANEJAMENTO DO RECONHECIMENTO NO TERRENO

Devido a dificuldade de acesso e locomoção, e levando em consideração a localização da base no terreno e disponibilidade de tempo para o cumprimento da missão, os reconhecimentos de 2º e 3º escalão devem ser realizados de forma integrada.

Embora haja escassez de tempo e poucas condições para a sua realização, o reconhecimento no terreno deve ser cancelado somente como medida extrema, pois essa etapa é fundamental para o bom funcionamento dos sensores no ambiente amazônico.

a) Linha de Visada

Deve ser confeccionado o diagrama de cobertura para todas as posições possíveis do radar.

b) Tipo de Superfície Refletora

É difícil encontrar posições que sejam privilegiadas pelo afastamento das áreas de florestas; mas quando encontradas, devem ser aproveitadas.

Tem que priorizar pequenas elevações no terreno, que ofereçam acesso ao radar e que possibilitem reduzida quantidade de obstáculos para a propagação das ondas. Os trabalhos de OT em torno da posição podem ser realizados para melhor emprego do radar.

c) Acesso

Provavelmente trabalhos de OT serão necessários para a melhoria do acesso na maioria das posições escolhidas para o radar.

Como boa parte do acesso será realizado pelo meio fluvial, deve-se ater para não escolher posições muito próximas aos rios, pois os mesmos servem de orientação para pilotos de aeronaves com baixa capacidade tecnológica de orientação, ocasionando nessa situação um facilitador para o reconhecimento aéreo inimigo das posições dos sensores.

A trafegabilidade é restrita pela selva, condicionando os deslocamentos por via fluvial e a pé. As viaturas são empregadas quando há estradas na região de operações, o que ocorre de maneira limitada pela pequena malha viária e pela degradação ocasionada pelas condições meteorológicas.

Dessa forma, a utilização dos rios e do espaço aéreo torna-se imprescindível para a condução das operações militares (VERGARA, 2001).

d) Comunicações

Deve ser considerado, na escolha da posição do radar, a localização do seu respectivo COAAe. Também deve-se evitar que utilize-se como referência o alcance máximo do rádio empregado, pois sabe-se que no ambiente amazônico as comunicações se tornam limitadas pela floresta. Para isso, devem ser realizados testes de conexão, respeitando as normas de IECOM.

e) Inclinação do Terreno

Além de analisar as condições do terreno para o posicionamento e nivelamento do radar, deve-se analisar a consistência do solo e sua predisposição para alagamentos ou até desmoronamento, quando se tratar de pequenas elevações.

f) Suprimento, Manutenção e Administração

Diferente de outras regiões que possuem uma grande gama de malhas rodoviárias, na Amazônia são estabelecidas pontos de ressurgimento (Bases Logísticas) que também tem seu trabalho dificultado pelas dificuldades de acesso aos pontos mais longínquos e estratégicos de operação militar. Essas bases estão localizadas em cidades e eixos fluviais ou rodoviários.

Sendo assim, reforça a importância da tropa empregada ter capacidade de durar na ação com os meios existentes durante a interrupção do fluxo logístico, bem como, tal ressurgimento pode-se fazer por aerotransporte e helitransporte, com o devido lançamento em pontos estratégicos, previamente definidos, próximos às posições dos sensores.

g) Disfarce e Organização de Terreno

Este requisito é facilitado pela camuflagem natural da Floresta Amazônica. Porém, ao se ocupar posições em clareiras no meio da mata, devida atenção deve ser dada a camuflagem, face a fácil identificação visual aérea, realizada pelo vetor aéreo inimigo.

h) Interferência Mútua

Neste requisito, devido às grandes extensões de área e limitações impostas pela floresta à propagação das ondas de cada radar, pouca diferença existirá em relação aos demais ambientes de emprego do radar. Porém, devem ser seguidos os mesmos procedimentos de prevenção para os radares em geral.

i) Defesa Local

A interligação entre os tropas que ocupam os meios de DA Ae, assim como entre Artilharia Antiaérea e as tropas apoiadas, são fundamentais para o bom estabelecimento de uma defesa local, pois antecipam informações sobre possíveis operações de tropas inimigas nas imediações de suas posições, evitando o fator surpresa por parte do inimigo.

Os radares são objetivos compensadores para as ações de infiltração inimiga, guerrilhas e ataques aéreos a baixa altura, devido à sua importância, extrema vulnerabilidade, alta silhueta, pequenas guarnições e dificuldade para saída de posição, apesar de boa mobilidade para grandes deslocamentos.

Como os quadros de organização não prescrevem pessoal e equipamento suficientes para a defesa aproximada de um radar de vigilância ou de busca, a segurança deve ser estabelecida pela própria guarnição que opera o radar.

6.4 OCUPAÇÃO DE POSIÇÃO

A ocupação de posição rápida no ambiente de selva é dificultada pelas dificuldades de acesso a grande parte do território amazônico e também pelo seu aspecto impenetrável de floresta tropical. Entretanto, em silêncio e de forma organizada pode ser executado sem dificuldades.

O radar deve se posicionar afastado do objetivo defendido para não ser atingido por um ataque, assim como evitar a proximidade das U Tir para não atrapalhar a execução da defesa.

Se for possível posicionar o radar nas emediações da área do PC da DA Ae, a coordenação e a sua segurança serão facilitadas.

Também é importante que as posições escolhidas estejam dentro do alcance dos sistemas de armas antiaérea de baixa altura desdobradas no terreno, beneficiando-se de proteção contra os ataques aéreos.

A posição ideal para o Rdr Vig é aquela que permite a detecção no alcance máximo e em todas as direções, com um mínimo de ecos fixos, zonas de sombra e imagens fantasmas.

6.4.1 Alcance máximo em todas as direções

É normal ocorrer na Amazônia os fenômenos de sub-refração e dutos, que podem, respectivamente, prejudicar a propagação das ondas ou aumentar o seu alcance, sendo esta última um fator que, se não bem analisado pelo operador, pode prejudicar na detecção e identificação do eco.

A sub-refração ocorre quando os gradientes são menores que os da refração normal. Causa menor encurvamento na trajetória das ondas, ou até um encurvamento para cima, com conseqüente redução do alcance radar e de comunicações. Ocorre normalmente na presença de nevoeiros.

Os dutos formam-se quando o gradiente normal sofre uma ou duas variações bruscas na constante dielétrica da atmosfera, lapsos de umidade ou causas análogas, e uma transmissão qualquer penetra nestas áreas com ângulos rasantes (de $0,5^\circ$ a 1°).

Desta forma, acontece um aprisionamento total ou de parte do feixe de transmissão, devido as ondas se refletirem dentro das paredes destes dutos com perdas mínimas. Causam um aumento significativo do alcance dentro dessas áreas, e uma redução fora das mesmas. Pode-se considerar uma fibra ótica como duto para transmissões na faixa ótica, ou o solo e a ionosfera para ondas médias e curtas.

É comum a formação de dutos sobre a região amazônica e sobre o mar (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2014).

Figura 6.1: Efeitos da variação no gradiente de refração normal

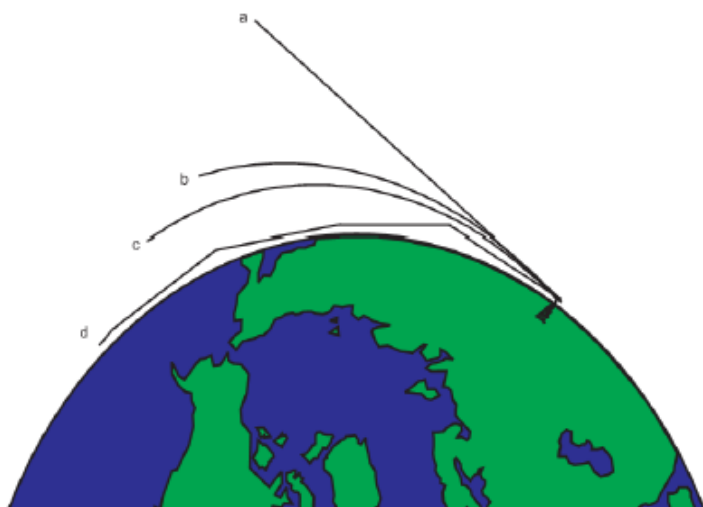


Figura 3.10 - (a) Sub-refração, (b) refração normal, (c) super-refração, (d) dutos

Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA, 1º Ed, 2014

No ambiente selva, a colocação da antena do radar em uma altura favorável é uma tarefa bastante difícil, devido à escassez de pequenas elevações nesse terreno de planície. Mas com uma eficaz OT na área adjacente, a posição pode atingir uma boa superfície refletora, diminuindo as áreas nulas e aumentando a capacidade de detecção a baixa altura.

A água existente nos principais rios da Amazônia podem contribuir para uma melhor superfície refletora, devido a sua superfície plana e capacidade de propagação.

Por razão da inexistência de grandes elevações (exceto o Maciço das Guianas), ter uma visada em 360° pode-se facilmente ser obtida.

6.4.2 Mínimo de ecos fixos

Os ecos fixos podem ocorrer se a posição escolhida para o radar estiver muito próxima da floresta adjacente. Do contrário, se torna mais raro esse fenômeno devida a inexistência de grandes elevações, construções civis ou densas áreas povoadas.

6.4.3 Mínimo de zonas de sombra

As zonas de sombra, no ambiente amazônico, ocorrerão devido as mesmas infrações citadas no item anterior sobre ecos fixos.

Dessa forma, também cresce de importância o posicionamento do radar afastando para o mais longe possível, em todas as direções, das altas e densas florestas equatoriais desse ambiente.

6.4.4 Mínimo de imagens fantasmas

As imagens fantasmas normalmente só são produzidas por alvos de largas dimensões, localizados próximo ao radar. Normalmente não chegam a prejudicar a operação do radar, entretanto, estas imagens tendem a aumentar e intensificar a indicação de ecos fixos nas telas do radar (reflexão dos lóbulos secundários).

Buscando evitar ao máximo essa interferência, o afastamento, em todas as direções, do início das matas adjacentes deve ser procurado, se possível a uma distância, no mínimo, de ½ milha do radar.

7. ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS

7.1 CONSEQUÊNCIA DO AMBIENTE AMAZÔNICO PARA A AAAE

Figura 7.1: Defesa Antiaérea na Amazônia



Fonte: Defesaaereanaval.com.br,

As características morfoclimáticas e as peculiaridades do ambiente operacional de selva ocasionam influências sobre os homens, os equipamentos, as operações de combate e o apoio logístico.

Sobre o elemento humano, as influências ambientais degradam rapidamente a capacidade combativa de tropas não adaptadas. Para a artilharia antiaérea, o desgaste físico e mental reduz a eficiência das unidades de tiro, dos operadores de sensores de vigilância e dos postos de vigilância.

As inúmeras influências do ambiente operacional nos sistemas operativos da artilharia antiaérea apontam para que suas frações logísticas e de comando e controle atuem com elevado grau de descentralização. Deve estar calcada no emprego de materiais leves, tais como mísseis e radares portáteis, e no longo aproveitamento dos meios de comando e controle.

A execução do fogo sofre limitações impostas pela densa vegetação que torna difícil a detecção e a identificação oportuna das aeronaves. Em consequência, o tempo para a reação dos materiais antiaéreos é menor e o alcance do míssil IGLA, que usa um sistema de guiamento passivo (infravermelho), decresce devido à

grande umidade e às chuvas constantes. Outra limitação que é ocasionada pela densa vegetação é o movimento e a ocupação de posições de tiro e postos de vigilância. O transporte do material, que deve ser o mínimo necessário, por helicópteros é de grande interesse, devido ao seu raio de ação, rapidez e possibilidade de pousar em clareiras e regiões de difícil acesso.

As comunicações são difíceis, criando problemas para o controle das unidades de tiro e dificultando o estabelecimento de um sistema de controle e alerta. Para o funcionamento eficiente é necessário que a artilharia antiaérea esteja integrada, sobretudo na Amazônia, ao sistema de comunicações da FAB, recebendo as informações sobre o espaço aéreo por meio de “links” e “pontes” de comunicações de dados e voz a grandes distâncias.

A dificuldade de acesso a áreas interiores da floresta amazônica implica na necessidade das bases de apoio logístico se situarem próximas aos centros urbanos ou a eixos fluviais e rodoviários, a fim de permitir o recebimento e a distribuição dos suprimentos, o que impõe a necessidade de acurado planejamento do apoio logístico da artilharia antiaérea.

A combinação da temperatura elevada com alto grau de umidade e de chuvas constantes ocasiona ferrugem em partes metálicas e corrosão no equipamento. A fim de que o material antiaéreo se mantenha com um grau aceitável de disponibilidade e confiabilidade, deve-se realizar uma constante limpeza e manutenção.

A artilharia antiaérea necessitará de equipamentos e armamentos leves, de fácil operação e transporte, integração a um sistema de controle do espaço aéreo, elevada mobilidade e flexibilidade de emprego adaptados ao combate na selva e judicioso apoio logístico às suas operações.

A selva proporciona boas condições de camuflagem para as forças de manobra e conseqüentemente, diminuem as necessidades de defesa antiaérea. Porém, ela é também um obstáculo, ocasionando a concentração de pessoal e material em clareiras e em qualquer terreno que permita a reunião de meios, assim como canaliza o movimento em trilhas, estradas e rios. A selva facilita a identificação das localidades, aonde se constituirão nos principais objetivos a serem conquistados ou defendidos pelos contendores, pois, nestes locais estarão desdobrados as

instalações de comando, centros de controle e de comunicações, instalações logísticas, bases aéreas e navais, reservas, etc. Estas áreas, órgãos e instalações ganham importância e são bastante vulneráveis aos ataques aéreos e logo necessitam de defesa antiaérea.

A região dificulta o desdobramento da seção para a realização de uma defesa adequada, tais como: a instalação de P Vig, desdobramento das unidades de tiro, a observação e as comunicações.

Em contrapartida, por se tratar de um ambiente pertencente ao território nacional, possibilita a realização de planejamentos antecipados para que se possa agir com eficiência no momento oportuno. Dessa forma, ressalta a importância de reconhecimentos criteriosos e planejamentos adequados, em tempo de paz, para que a defesa seja a mais adequada possível quando a situação assim a exigir (FAUSTINO, 2010).

7.2 CONCLUSÕES SOBRE AS IMPOSIÇÕES DA SELVA PARA AS OPERAÇÕES DA AAAE

A Amazônia constituiu-se, basicamente, de um relevo de planície, com a exceção da pequena parte ocupada pelos Planaltos das Guianas e Central.

Sua grande extensão é coberta por 70% de floresta. Existem pequenas zonas de campos naturais espalhadas, algumas de terra firme e outras de várzea.

O clima predominante é o equatorial quente e úmido. Há uma elevada umidade relativa do ar que influencia bastante na propagação das ondas de RF e na durabilidade dos componentes eletrônicos empregados pelas tropas. Com grandes índices pluviométricos – em média entre 1.200 mm e 2.500 mm – o período mais chuvoso ocorre no conhecido inverno amazônico (outubro a abril). A ocorrência de ventos na região é pequena e a presença de neblina sobre a copa das árvores ao amanhecer é bastante normal.

O ambiente operacional de Selva apresenta características climáticas que o tornam bastante inóspito e diferenciado de todos os outros cenários brasileiros. Para a AAAe, o desgaste físico e mental reduz a eficiência dos operadores de sensores de vigilância.

A umidade e o calor excessivos causam um grande desgaste psicológico e físico da tropa, sendo as condições da floresta favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos e a transmissão de um grande número de doenças através de insetos, da água e de alimentos contaminados. Essas condições provocam um desgaste físico e psicológico muito grande. A alimentação e as condições sanitárias da tropa são mais debilitadas no ambiente de Selva. Torna-se muito difícil à atuação de tropas não adaptadas a região em virtude da redução do poder de combate dos mesmos (RIBEIRO, 2002).

Existem imensos vazios populacionais, que contribuem para a escassez de meios de transportes comuns (rodovias) e mais rápidos, limitando ao transporte fluvial para se ter acesso ao interior da selva amazônica. Meios aéreos, como aviões e helicópteros, também podem ser utilizados, sendo que a maioria deles se orienta pelos caminhos dos rios.

O transporte do material, que deve ser o mínimo necessário, por helicópteros é de grande interesse, devido ao seu raio de ação, rapidez e possibilidade de pousar em clareiras e regiões de difícil acesso.

A descentralização das ações se torna imprescindível, havendo impossibilidade de transportar grandes efetivos, optando-se pela dispersão em todos os níveis.

A extensa cobertura vegetal favorece a camuflagem de tropas e órgãos desdobrados, favorecendo também o deslocamento de forma desenfreada. Embora tendo a possibilidade de contar com modernos meios de rastreamento, torna-se muito difícil a localização de posições e tropas pelo inimigo aéreo. Mesmo assim, devido ao seu aspecto impenetrante e enormes dificuldades de acesso, a plataforma aérea continua sendo o meio mais eficaz de se bater determinados pontos na floresta.

Em relação aos obstáculos, a vegetação de mata densa, as áreas alagadas, os vastos rios e as ravinas profundas tornam-se barreiras naturais que dificultam o movimento terrestre de pessoal e de viaturas.

Por não haver pontos de dominância, salvo o Maciço das Guianas, inexistem obstáculos de vulto para a circulação de aeronaves, concedendo, assim, liberdade de manobra ao vetor aéreo, que impossibilita a previsão de seu movimento em possíveis rotas de aproximação.

O rádio tem seu alcance limitado pela vegetação, exigindo o estabelecimento de antenas especiais e, quando necessário, de estações retransmissoras. Trata-se de um empecilho para o estabelecimento de um sistema de controle e alerta. Mas se a artilharia antiaérea estiver integrada ao sistema de comunicações da FAB, recebendo informações sobre o espaço aéreo, por meio de links e pontes de comunicações de dados e voz a grandes distâncias, essa limitação pode ser amenizada.

Os equipamentos eletrônicos e mecânicos são afetados pela constante umidade e pela lama presente na selva. Da mesma forma, computadores e sensores ficam sujeitos ao mau funcionamento e os radares e as transmissões de rádio tem seus alcances reduzidos pela chuva e pelos obstáculos proporcionados pela vegetação.

A dificuldade de acesso ao interior da Floresta Amazônica implica na necessidade de bases de apoio logístico se situarem próximas aos centros urbanos ou a eixos fluviais e rodoviários, a fim de permitir o recebimento e a distribuição dos suprimentos. Nesse ínterim, as tropas devem ter capacidade de durarem na ação com os meios existentes durante uma interrupção do fluxo logístico.

Deve-se raciocinar, também, com o pré-posicionamento do suprimento em Locais de Apoio a Missão e Caches, que figuram como depósitos dissimulados para a estocagem de todo e qualquer tipo de suprimento. O uso de aeronaves para o ressuprimento é outro artifício que deve ser usado no ambiente de selva.

A Artilharia Antiaérea dependerá de forma decisiva do apoio logístico prestado pelas bases, uma vez que suas atividades dependem da reposição contínua de munição e de combustível para os geradores dos radares e de outros equipamentos, além dos componentes eletrônicos necessários a manutenção.

7.3 ADAPTAÇÕES DO RADAR SABER AO AMBIENTE OPERACIONAL AMAZÔNICO

O Radar Saber M60 é destinado a integrar um sistema de defesa antiaérea de baixa altura. Possui baixo peso e elevada mobilidade e transportabilidade – podendo ser transportado por qualquer viatura com capacidade superior a 1 ton ou por helicópteros - além de suportar a operação em todas as condições climáticas do continente sul-americano.

Seu radar principal possui alcance útil de 60 Km, alcance mínimo de 1750 m, direção de 6400" e teto máximo de 5000 m. Seu radar secundário (IFF) possui alcance máximo de 82 Km.

O acondicionamento correto do material, principalmente dos componentes eletrônicos do radar, evita que sua vida útil seja reduzida, pois minimiza os efeitos do choque mecânico, da vibração, do trepidar e da ação da umidade sobre os componentes.

A construção modular do Radar Saber M60 foi projetada visando que seus módulos fossem guardados em caixas distintas, facilitando o transporte e manuseio do material. Tais caixas também foram elaboradas para integrarem um único módulo com a menor dimensão possível, facilitando o acondicionamento e transporte do conjunto como um todo.

Sendo assim, a construção modular do Radar Saber M60 facilita as operações em movimento, diminuindo o tempo para a execução do processo de REOP. Atendo as devidas medidas de segurança e ancoragem, ele pode ser transportado por quatro plataformas distintas: terrestre, marítima, aéreo e por helitransporte.

8. CONCLUSÃO

O presente trabalho tinha como objetivo geral de pesquisa a verificação dos critérios e adaptações necessários para o reconhecimento, escolha e ocupação de posição do Radar Saber M60 na área abrangida pela Floresta Amazônica. Mais especificamente, buscou-se verificar as características relevantes do ambiente amazônico atinentes às operações militares, aos processos de REOP para radares existentes na força, bem como as especificações gerais de emprego do Radar Saber M60.

Primeiramente, observou-se que existem inúmeros fatores impositivos que a selva impõe às atividades militares, não encontrado em nenhum outro ambiente de operação. O clima quente e úmido, altos níveis pluviométricos durante todo o ano, sua extensão florestal em contraste com a baixa densidade demográfica, a delimitação ao transporte fluvial como meio de acesso em grande parte de seu território e muitas outras condicionantes atrapalham a preparação e execução das operações. O conhecimento e vivência regional crescem de importância, bem como a preparação mental, física e psicológica para os infortúnios que esse ambiente pode proporcionar.

O Radar Saber M60 foi projetado para proporcionar mobilidade e adaptabilidade aos mais diversos cenários ambientais existentes no continente sul-americano. Sua organização modular permite o deslocamento com segurança de seus componentes em qualquer plataforma convencional existente. Trata-se de um radar moderno, empregado na busca de alvos, mas que, provisoriamente, também pode fazer a função de radar de vigilância, atuando nos modos de operação "Busca em Vigilância", "Vigilância Local" e "Missão de Vigilância". Tais características são de grande utilidade em um ambiente inóspito como a selva, onde os radares de vigilância tradicionais, devido a suas dimensões e peso, tem dificuldade de transporte e acesso ao interior da mata, assim como não possuem manobrabilidade para uma eventual mudança de posição com rapidez.

O REOP de radares é um processo situacional, onde um planejamento judicioso e pontual pesam para o seu sucesso. Os sensores de uma DA Ae são alvos compensadores para o vetor aéreo inimigo, pois depende dele assegurar o

alerta antecipado às U Tir no engajamento das aeronaves inimigas. Inicialmente na carta, o planejamento também deve ser realizado, sempre que possível, no terreno. Características técnicas e táticas como linha de visada, acesso, zonas de sombra e outras, muitas vezes não são facilmente identificadas em plano cartográfico – ainda mais no amazônico onde só se enxerga vegetação.

Nesse trabalho apresentado buscou-se apresentar uma proposta de REOP do Radar Saber M60 no ambiente da Floresta Amazônica. Tendo como base o REOP de radares apresentado no capítulo 5, foi observado que o radar em questão tem boas possibilidades de emprego efetivo nesse tipo de ambiente. Seu reduzido peso e dimensões menores, seu acondicionamento modular, assim como seu caráter multifuncional lhe dão uma ótima impressão inicial.

Mas em se tratando de Amazônia, tanto para operações ofensivas como defensivas, o terreno não facilita as ações. O acesso é o primeiro dificultador, limitando em grande parte ao transporte fluvial, sendo que o emprego de helicópteros, quando possível – tanto para o meios antiaéreos quanto para o sistema logístico – é muito facilitador, permitindo agilidade e flexibilidade nas operações. Os trabalhos de OT local também são necessários para assegurar o alcance ideal de propagação do material, oferecendo o mínimo de zonas de sombra, frente a escassez de posições ideais na selva. Além de integrar o 2º e o 3º Escalão de Reconhecimento, posições alternativas também devem ser planejadas em máximo número possível, devido a imprevisibilidade do tempo, terreno e ações do oponente.

Por fim, a rotina na posição, em ambiente de selva, exige muito preparo físico, psicológico e mental dos operadores dos radares. As dificuldades de ressuprimento logístico podem muitas vezes cobrar um preparo maior da tropa, exigindo controle e liderança dos comandantes em todos os níveis. O clima também reduz o tempo útil dos equipamentos de um modo geral, crescendo de importância a correta utilização e a manutenção preventiva dos componentes dos sensores.

Diante do exposto, chega-se à conclusão que os objetivos da pesquisa foram alcançados satisfatoriamente e que o presente trabalho abre caminho para novos estudos relevantes. Esse tema, em particular ao ambiente amazônico, é de grande interesse e discutido nos mais variados trabalhos literários do estudo militar. Sugere-se então que, no sentido de continuar e aprofundar as pesquisas sobre o tema,

novos desafios sejam propostos, agregando-os às experiências obtidas com o Radar Saber M60 em operações na Amazônia. E assim, estudando a literatura e aplicando-o no terreno, manteremos assegurado a preservação da soberania desse patrimônio continental brasileiro, bem como manteremos nossa Artilharia Antiaérea preparada para a manutenção da defesa aeroespacial brasileira, seja na paz ou na guerra.

9. REFERÊNCIAS

_____. Ministério de Defesa. **EB60-N-23.018 Princípios Básicos de Radar.** Edição 2014.

_____. Ministério de Defesa. **EB60-MT-23.401 Manual Técnico Operação do Radar Saber M60.** 1ª Edição, 2014.

_____. Ministério de Defesa. **EB70-MC-10.235 Manual de Campanha Defesa Antiaérea nas Opereções.** 1ª Edição, 2017.

WIKIPÉDIA. **Radares.** Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/radar>>. Acesso em 19 de maio de 2018.

WIKIPÉDIA. **Amazônia.** Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Amazônia>>. Acesso em 19 de maio de 2018.

FAUSTINO, LEONARDO RAMOS. **Criação e implantação da Companhia de Artilharia Antiaérea de Autodefesa de Manaus na Região Amazônica.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea 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, em 2010.

VERGARA, Rodrigo Pereira. REVISTA EsACosAAe. – **O Emprego da Artilharia Antiaérea na Brigada de Infantaria de Selva.** Rio de Janeiro, N° 7, pág. 13, Janeiro de 2001.

RIBEIRO, Maurilio Miranda Netto. **A Defesa Antiaérea na Amazônia e sua integração ao Sistema de Vigilância da Amazônia.** Rio de Janeiro, 2002.

_____. Países que se encontram na Floresta Amazônica. Disponível em:

<<http://amazonia1m4.blogspot.com/2015/04/paises-que-se-encontra-floresta.html>>

Acesso: 12 julho 2018.

_____. SNIF. Sistema Nacional de Informações Florestais. Os Biomas e suas florestas. Brasília, 2014. Disponível em: <<http://florestal.gov.br>> Acesso: 12 julho 2018.

_____. Os 10 picos mais altos do Brasil. Disponível em: <[http://www.mundodageografia.com.br/content/uploads/2015/07/Pico da Neblina.jpg](http://www.mundodageografia.com.br/content/uploads/2015/07/Pico_da_Neblina.jpg)> Acesso: 12 julho 2018.

_____. Meios de transporte e desenvolvimento regional no estado do Amazonas uma análise das microrregiões geográficas do Madeira e do Purus. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/2013/284449921>> Acesso: 13 julho 2018.

_____. Clima na Amazônia. Disponível em: <<https://www.franciscogomesdasilva.com.br/clima-na-amazonia/2013>> Acesso: 13 julho 2018.

_____. Observatório de Áreas Protegidas e Clima é lançado na COP 13. Disponível em: <<http://www.portaldaamazonialegal.com.br/2016/12/06/observatorio-de-areas-protegidas-e-clima-e-lancado-na-cop-13/>> Acesso: 13 julho 2018.

_____. Comboio do eixo amazônico de suprimento do 1º semestre transporta mais de 600 toneladas de materiais. Disponível em: <http://www.eb.mil.br/web/noticias/noticiario-do-exercito/-/asset_publisher/MjaG93KcunQI/contente/comboio-do-eixo-amazonico-de-suprimento-do-1-semester-transporta-mais-de-600-toneladas-de-materiais> Acesso: 13 julho 2018.

_____. Em Manaus Grupo de Defesa Antiaérea capacita militares para atuar nos jogos olímpicos. Disponível em: <<http://www.defesaaereanaval.com.br/em-manaus-grupo-de-defesa-antiaerea-capacita-militares-para-atuar-nos-jogos-olimpicos>> 13 julho de 2018.

10. ABREVIATURAS

A	
AAe	Antiaéreo
AAAe	Artilharia Antiaéreo
AC	Anticarro
ACR	Analisador de Cobertura Radar
Agpt-Gp	Agendamento Grupo
Anv	Aeronave
B	
Bda	Brigada
Bia	Bateria
C	
Cmdo DA Ae	Comando de Defesa Antiaérea
Cmt	Comandante
COAAe	Centro Operações Antiaérea
D	
DA Ae	Defesa Antiaérea
E	
F	
FAB	Força Aérea Brasileira
FFAA	Forças Armadas
FRP	Frequência de Repetição de Pulsos
G	
GAAAe	Grupo de Artilharia Antiaérea

GAA Ae SI	Grupo de Artilharia Antiaérea de Selva
H	
I	
IECom	Instruções para a Exploração das Comunicações e Eletrônica
IFF	Identificação Amigo-Inimigo
J	
K	
L	
LPI	Baixa Probabilidade de Interceptação
M	
MTI	Indicador de Alvo em Movimento
N	
NGA	Normas Gerais de Ação
O	
O Intlg	Oficial de Inteligência
O Rdr	Oficial Radar
OT	Organização do Terreno
P	
PC	Posto de Comando
P Vig	Posto de Vigilância
Q	
R	
RB	Radar de Busca
REOP	Reconhecimento, Escolha e Ocupação de Posição
RF	Rádio Frequência

R Vig	Radar de Vigilância
S	
Seç	Seção
SISDABRA	Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro
SISCEAB	Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro
T	
U	
U Tir	Unidade de Tiro
UV	Radiação Ultravioleta
V	
X	
W	
Y	
Z	

ANEXO A –RELATÓRIO DE RECONHECIMENTO NO TERRENO

RELATÓRIO DE RECONHECIMENTO NO TERRENO (Rdr ___)		
UNIDADE _____	RADAR DE _____	
FICHA PARA RELATÓRIO DE RECONHECIMENTO NO TERRENO (Rdr ___)		
UNIDADE _____	SU _____	
Rdr: _____	Posição Nr _____	Local _____
Ref. Crt _____	Folha _____	Escala _____
1. FATORES CONDICIONANTES		
a. Linha de visada _____		
b. Tipo de superfície refletora _____		
c. Acesso _____		
d. Comunicações _____		
f. Suprimento, manutenção e administração _____		
g. Distarce e organização do terreno _____		
h. Defesa local _____		
1. Interferência mútua _____		
2. ANEXOS		
a. - (diagrama de cobertura)		
b. - (outros)		
3. AVALIAÇÃO DA POSIÇÃO		
a. Zonas de sombra		
b. Ecos fixos		
4. ROTAS FAVORÁVEIS A ALVOS VOANDO A QUALQUER ALTURA _____		

5. PARECER FINAL _____		

		a) _____
		OFICIAL RADAR