

UTILIZAÇÃO DO AREPS NO PLANEJAMENTO DE UMA MISSÃO DE ATAQUE OU DE ESCLARECIMENTO POR UMA AERONAVE

Eng^o Mauricio José Machado Guedes, MSc
CMG(RM1) Luiz Miguel Régula, MSc

Centro de Análises de Sistemas Navais, Marinha do Brasil. Pça. Br. de Ladário, s/nº, Ilha das Cobras, Ed. 8, 3º andar, Centro, Rio de Janeiro, 20090-030
{mguedes,regula}@casnav.mar.mil.br

Resumo: Este artigo apresenta um procedimento teórico para auxiliar o planejamento e a execução de uma missão que envolva aproximação de uma aeronave (dotado de equipamento MAGE) a um navio inimigo com capacidade de defesa aérea. Para isso, é utilizado o nível de intensidade do sinal do radar inimigo recebido pelo MAGE da aeronave e a curva de probabilidade de detecção da aeronave pelo radar inimigo. É desenvolvido um procedimento para fornecer ao planejador e ao comandante da aeronave subsídios para curva de probabilidade de detecção da aeronave pelo radar inimigo em função da distância, juntamente com as distâncias em que o nível de intensidade do sinal aumenta a medida que a aeronave se aproxima do inimigo, permitindo relacionar a intensidade do sinal recebido com a probabilidade de detecção naquele instante.

Palavras-chave: detecção radar, contra-medidas eletrônicas, guerra eletrônica.

Abstract: This paper presents a method to assist the planning and execution of a aircraft (with a ECM equipment) approximation to a enemy ship, which has air defense. A methodology is presented to provide to the planner and to the aircraft crew insight about the detection probability linked with the signal intensity received from the enemy. For this end, the signal intensity received by the ECM equipment and the detection probability curve of the aircraft by the enemy radar are plotted together, allowing to relate the signal intensity received with the detection probability in the same instant.

Keywords: radar detection, electronic counter-measures, electronic warfare

1 – INTRODUÇÃO

Um fator primordial para o sucesso de uma operação militar de ataque é a surpresa. Ela é conseguida quando um bom planejamento da operação é realizado, baseado no conhecimento de si mesmo e do inimigo. O conhecimento de si mesmo é obtido pela Avaliação Operacional e continuado pelas atividades de adestramento. O conhecimento do inimigo é obtido pela condução de atividades de inteligência. O caso tratado aqui é aquele em que uma aeronave deve se aproximar de um navio inimigo no cumprimento de missões de reconhecimento ou ataque. Não ser detectado (ou ser detectado o mais tarde possível) pelo inimigo é crucial para o sucesso da missão. No caso de operações no mar a aeronave tem uma dificuldade maior de se esconder, pela falta de acidentes naturais. Dependendo da situação, a perda do fator surpresa pode elevar o risco da missão a níveis inaceitáveis, levando ao seu cancelamento.

Este artigo apresenta um método para a avaliação da discreção de uma operação de ataque ou esclarecimento, com o objetivo de fornecer elementos quantitativos para o planejamento de operações de esclarecimento e ataque, e para auxiliar na decisão de prosseguir em uma determinada missão.

A idéia foi utilizar os níveis de potência recebida pelo equipamento MAGE da aeronave para avaliar a probabilidade de detecção da aeronave pelo radar inimigo. Sabendo as características do radar emissor, testes reais foram conduzidos para obter as distâncias de detecção da aeronave pelo radar inimigo, juntamente com o nível de potência recebida pelo MAGE da aeronave nos instantes das detecções. Assim, foi possível determinar, para cada nível de sinal recebido, a probabilidade de detecção do helicóptero pelo radar inimigo.

Os testes reais foram conduzidos utilizando radares com características conhecidas para obter as curvas de probabilidade de detecção da aeronave em função da distância radar-aeronave, e as distâncias em que o MAGE apresentava mudança da intensidade do sinal recebido. Os testes utilizaram três radares, operando em três bandas diferentes, e um equipamento MAGE da aeronave que apresentava em seu “display” três níveis de intensidade de sinal recebido.

Os testes lograram obter a probabilidade de detecção da aeronave correspondente a cada intensidade de sinal recebido pelo equipamento MAGE. Mas uma questão permaneceu: como estender esses resultados para outros radares? Seria inviável economicamente, ou mesmo impossível, no caso de radares operados por outras Marinhas, testar todos os radares. Assim, esse estudo procurou, utilizando o programa AREPS e os resultados alcançados nos testes reais, obter, de modo teórico, as probabilidades de detecção em função da distância, juntamente com as distâncias correspondentes aos níveis de perigo MAGE, para auxiliar no planejamento de uma penetração contra um radar que não foi objeto de teste, mas cujas características básicas sejam conhecidas.

Este estudo teve origem durante a Avaliação Operacional da aeronave Super-Lynx do 1º Esquadrão de Helicópteros de Esclarecimento e Ataque (HA-1) da Marinha do Brasil. A fig. 1 a seguir apresenta o Super-Lynx, podendo-se ver, no nariz da aeronave, as antenas de vante do MAGE.



Fig.1: O Super-Lynx

2 – CENÁRIO – O PENAIID

Uma aeronave deve se aproximar de um navio inimigo, que dispõe de radar e de defesa antiaérea, para cumprir uma missão de ataque ou de esclarecimento (por exemplo, realizar BDA, “battle damage assessment”). Para aumentar a probabilidade de sucesso e a segurança da aeronave, é fundamental que ela permaneça discreta o máximo de tempo possível. A perda do fator surpresa pode levar a riscos inaceitáveis e ao conseqüente cancelamento da missão.

O penaid (“penetration aid”, auxílio à penetração) é uma tática utilizada pela aeronave para realizar uma penetração abaixo da cobertura radar do inimigo, conforme pode ser visto na fig. 2 a seguir. Para isso, ela conta com um equipamento MAGE que informa três níveis de intensidade de sinal recebido. Durante a aproximação, utilizando o nível de intensidade do sinal do radar inimigo recebido pelo MAGE, é possível estimar a probabilidade de detecção a medida que a distância aeronave-alvo vai diminuindo.

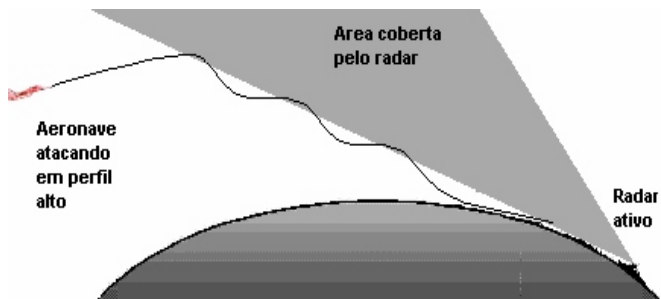


Fig. 2 – Penetração abaixo da cobertura radar do inimigo

Para uma melhor avaliação dos riscos de uma aproximação, o conhecimento da curva de probabilidade de detecção e da intensidade de sinal em função da distância ao radar inimigo é um grande auxílio para a tomada de decisões.

3 – O PROGRAMA AREPS

O programa AREPS (Advanced Refractive Prediction System) calcula e apresenta vários resultados que servem de auxílio à decisão tática. Esses resultados são, dentre outros, a probabilidade de detecção da aeronave por radares aéreos e de superfície, vulnerabilidade à detecção, detecção radar e detecção MAGE. Todos gráficos de auxílio à decisão são apresentados como função da altura, distância e marcação. Probabilidade de detecção, detecção MAGE, comunicações e determinação de alcance de busca superfície são baseados em parâmetros eletromagnéticos dos sistemas mantidos em banco de dados atualizado pelo usuário. Todos os cálculos dependem da refratividade atmosférica, obtida de sondas e outros sensores.

O modelo utilizado é o Advanced Propagation Model, um modelo híbrido que utiliza as vantagens do “ray-tracing” e das equações diferenciais parciais parabólicas.

4 – O ESTUDO

Este estudo foi realizado para um cenário tático específico, que é uma aeronave se aproximando de um navio inimigo para realizar ataque ou esclarecimento. Será considerado que a aeronave assume uma trajetória de modo a interceptar o alvo. Nesta condição, a geometria da aeronave e seu aspecto vistos pelo radar inimigo permanecem constantes, isto é, a seção reta radar da aeronave vista pelo radar inimigo não se altera com a aproximação da aeronave.

O primeiro passo consistiu em utilizar o AREPS com os dados dos radares utilizados nos testes reais. Foram introduzidos esses dados, os dados atmosféricos obtidos durante a condução dos testes reais, a seção reta radar da aeronave e os dados referentes ao equipamento MAGE da aeronave. Isso serviu para calibrar os resultados teóricos do programa AREPS usando dados reais.

A seguir, foi desenvolvida uma metodologia para obtenção da curva de probabilidade de detecção da aeronave por um radar, e as distâncias em que a intensidade de sinal recebida aumenta. Plotando-se esse dois resultados juntos, o gráfico resultante informará a probabilidade de detecção da aeronave para cada nível de intensidade de sinal recebido pelo equipamento MAGE.

5 – CONSTRUÇÃO DO GRÁFICO

A curva de probabilidade de detecção e as distâncias de mudança de intensidade de sinal para uma determinada altitude de vôo da aeronave é elaborada com dados extraídos dos diagramas de cobertura vertical (“coverage display”) e do diagrama de detecção MAGE, por meio da execução de um projeto do sistema AREPS.

Os testes reais realizados auxiliam na determinação dos parâmetros de difícil obtenção, como por exemplo a seção reta radar da aeronave e a sensibilidade do equipamento MAGE da aeronave para cada nível de sinal recebido.

É importante salientar que os dados obtidos nos testes reais são confidenciais e, por isso, os gráficos apresentados neste artigo são meramente ilustrativos, e não representam os testes reais citados anteriormente.

5.1 - Preparação

É necessário entrar com os dados ambientais, dados do radar do navio inimigo, dados do equipamento MAGE da aeronave, a seção reta radar da aeronave, entre outros. As opções e valores devem ser os mais fíéis possíveis à situação de operação e aos equipamentos envolvidos. A fig. 3 a seguir apresenta a tela de entrada das características do radar emissor.

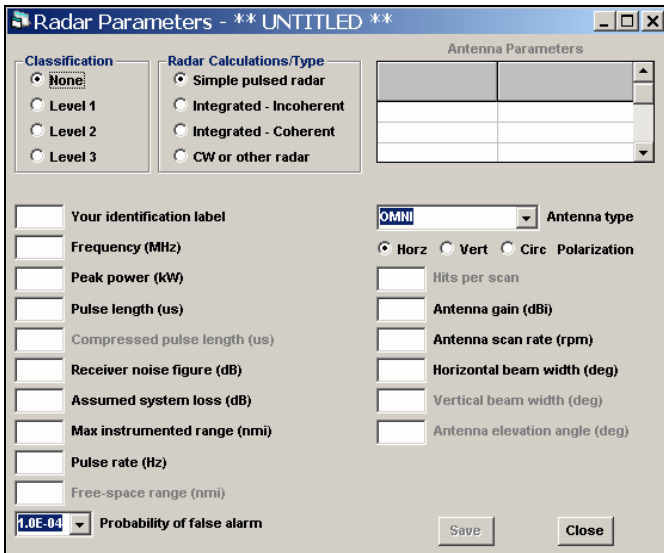


Fig. 3 – Entrada dos dados do radar emissor

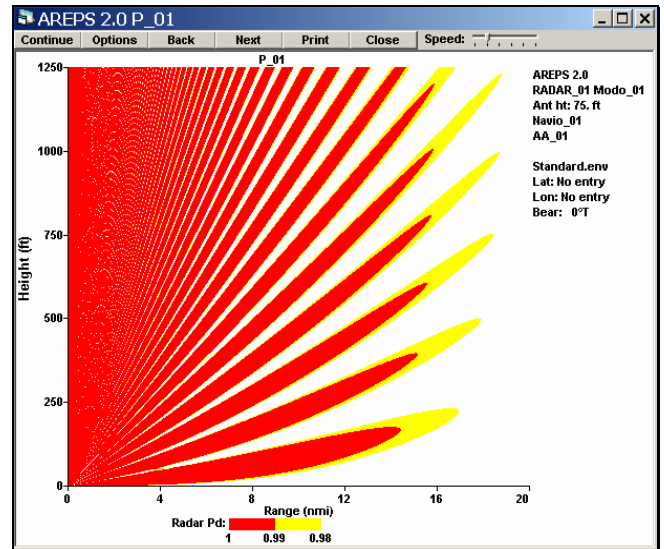


Fig. 5: Diagrama de cobertura vertical

5.2 - Execução

Executar o programa AREPS. A fig. 4 a seguir apresenta a tela de execução.

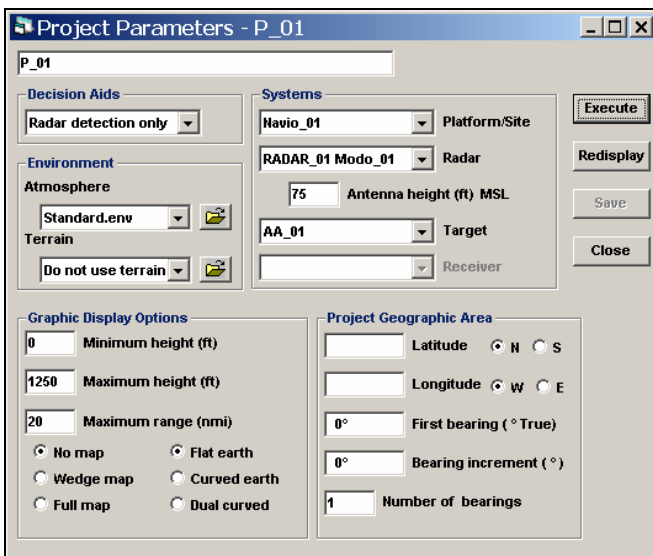


Fig. 4 - Tela de execução do programa AREPS

O programa gera o diagrama de cobertura vertical do radar inimigo para uma determinada aeronave, e a previsão da detecção do radar inimigo pelo equipamento MAGE da aeronave, considerando os parâmetros do radar emissor, a sensibilidade do equipamento MAGE e as condições atmosféricas. Um exemplo do diagrama de cobertura vertical é apresentado na fig. 5 a seguir.

A partir desse diagrama, é possível obter a curva de probabilidade de detecção da aeronave pelo radar emissor em função da distância, para uma determinada altitude. As porcentagens de detecção são obtidas a partir da posição dos pontos de interesse em coordenadas verticais e horizontais em unidades de pixels, utilizando o software MS Paint. Os dados de interesse são apenas as posições (pixels) horizontais mais à direita de cada seção de reta de cor correspondente à "Radar Pd=0.99", utilizando sempre a altitude onde se deseja obter a probabilidade de detecção. Os valores em pixel obtidos são convertidos e armazenados em uma tabela, que será usada para a elaboração da curva de probabilidade de detecção. A fig. 6 a seguir apresenta um exemplo de um ponto de interesse.

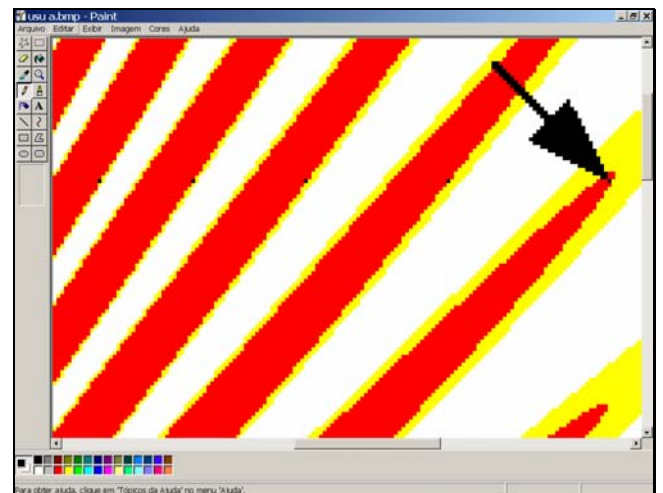


Fig. 6: Exemplo de um ponto de interesse

A fig. 7 a seguir apresenta um exemplo do gráfico de probabilidade de detecção.

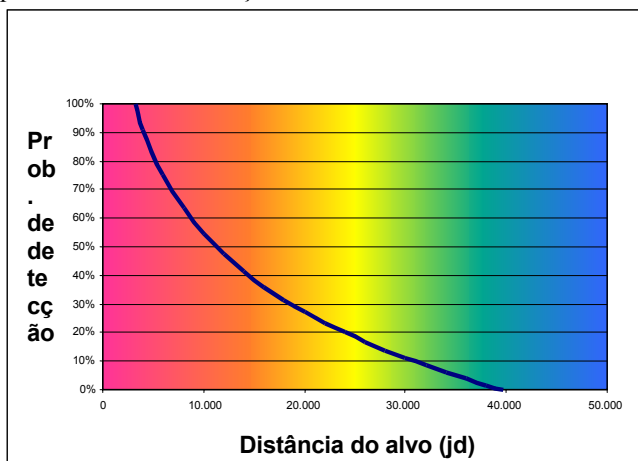


Fig. 7: Gráfico de probabilidade de detecção em função da distância

A fig. 8 abaixo apresenta um exemplo do diagrama das áreas onde a detecção MAGE é esperada.

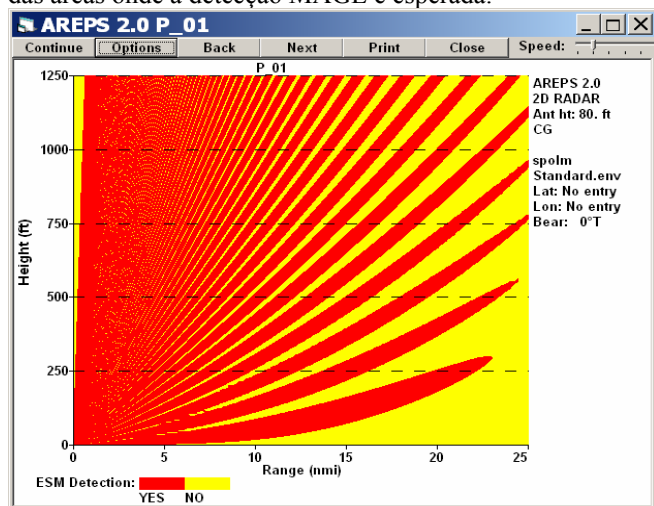


Fig. 8: Áreas onde a detecção MAGE é esperada

A partir desse diagrama, é possível relacionar as mudanças na indicação do nível de intensidade de sinal recebido pela aeronave com a distância à fonte (radar emissor), e construir um gráfico que apresenta as distâncias de mudança de intensidade de sinal. A fig. 9 a seguir apresenta um exemplo desse gráfico.

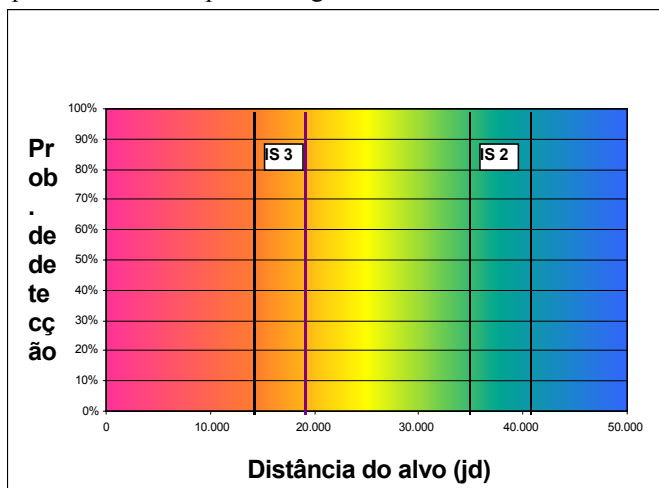


Fig. 9: Distâncias de mudança de intensidade de sinal recebido pelo MAGE

As duas linhas verticais mais a direita delimitam a faixa de distância em que a intensidade de sinal apresentada no painel do MAGE aumenta de 1 para 2. As duas linhas verticais da esquerda delimitam a faixa de distância em que a intensidade de sinal apresentada no painel do MAGE aumenta de 2 para 3. Apesar do estudo teórico fornecer apenas uma distância de mudança de intensidade de sinal, é recomendável utilizar-se uma faixa onde a mudança ocorrerá, cujo tamanho é obtida dos testes reais.

Superpondo-se os dois gráficos, é possível determinar a probabilidade de detecção da aeronave com o nível de sinal apresentado no painel do equipamento MAGE. A fig. 10 a seguir apresenta um exemplo desse gráfico.

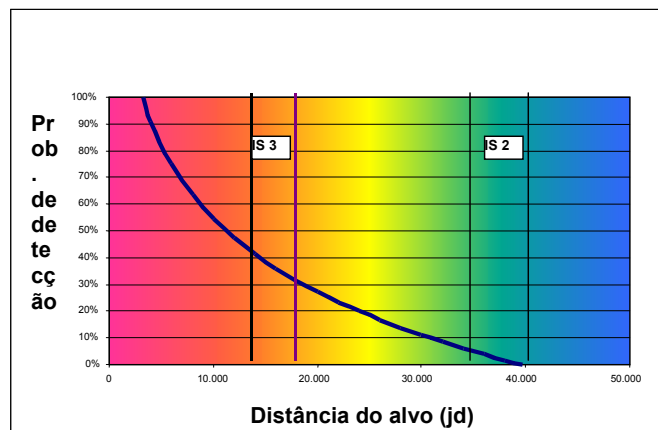


Fig. 10: Probabilidade de detecção em função do nível de sinal apresentado no painel do MAGE

Pode-se observar do gráfico anterior que o piloto da aeronave deve começar a se preocupar com a detecção pelo radar inimigo quando a intensidade do sinal recebido mudar de 1 para 2.

7 – CONCLUSÕES

Este artigo apresentou um procedimento para construir o gráfico de probabilidade de detecção da aeronave associado às distâncias de mudança do nível de intensidade de sinal apresentado no painel do equipamento MAGE, em função da distância à fonte emissora.. Esse gráfico propicia ao piloto maiores elementos para decidir, por exemplo, qual a melhor altitude assumir em cada fase da aproximação, e até para julgar se o elemento surpresa foi perdido.

8 - RECOMENDAÇÕES

É altamente desejável que a MB utilize toda oportunidade (operações conjuntas, tais como a UNITAS) para comparar as curvas de probabilidade de detecção e as distâncias de mudança de intensidade de sinal produzidas utilizando a metodologia proposta neste artigo com aquelas produzidas utilizando-se dados reais.

REFERÊNCIAS

- [1] Skolnik, M.I., *Introduction to Radar Systems*, McGraw-Hill Kogakuha, 1962.
- [2] Skolnik, M.I., *Radar Handbook*, MacGraw-Hill, 1970.
- [3] Barton,D.K., *Radar System Analysis*, Prentice-Hall, 1964.
- [4] Space and Naval Warfare Systems Center, *User's Manual (UM) for Advanced Refractive Effects Prediction System*, Atmospheric Propagation Branch, San Diego, CA, 2006.
- [5] US NAVY, *Naval Operations Analysis*, EUA, Naval Institute Press, 2ª edição, 1977.

Internet:

[6] Space and Naval Warfare Systems Center,
<http://sunspot.spawar.navy.mil/>