



# USO DE FERRAMENTAS DIGITAIS PARA APOIO TÉCNICO AO EXAME DE SITUAÇÃO

Cap Art - RODRIGO DE BRITO FALCI

## RESUMO

A imprescindibilidade do tempo nos processos de aperfeiçoamento de planos e integração dos planejamentos, realizados durante o processo de condução das operações terrestres justifica, dentro deste breve ensaio, a apresentação de um modelo confiável e simples, para a execução de algumas atividades pertencentes a Análise de Inteligência de Combate

(AIC) Neste processo de análise, integrante do Exame de Situação do Estado-Maior de um escalão de artilharia antiaérea, apresenta-se um breve comparativo entre os processos clássicos para obtenção da cobertura radar geral e de outros insumos necessários para a realização de uma análise tempestiva, precisa e constante, face às rápidas evoluções do combate moderno.

**Palavras-chave:** planejamento e condução, ferramentas digitais, cobertura radar

Curso de Formação e Graduação em Ciências Militares - AMAN 2012; Curso de Especialização em Artilharia Antiaérea para Oficiais - EsACosAAe 2017; Curso de Aperfeiçoamento em Operações Militares - ESAO 2019

Figura: Radar Saber M60

Fonte: <https://cmo.eb.mil.br>



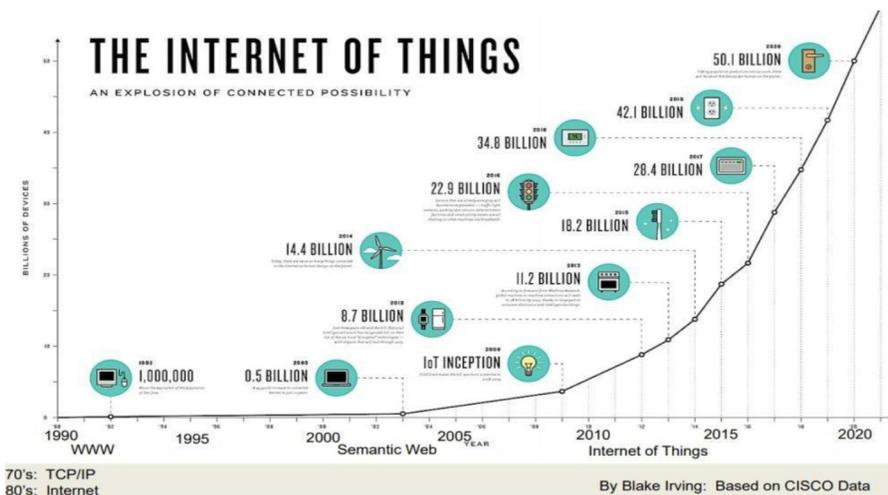
## 1. INTRODUÇÃO

A aplicação de ferramentas digitais para apoio ao exame de situação do comandante tático é um fator crítico para o sucesso na obtenção de informações precisas, e tem tomado decisões. Tal fato decorre dos avanços tecnológicos disponibilizados, de maneira democratizada a toda e qualquer pessoa que disponha de um simples smartphone ou tempestivas para tomada de decisão. No cenário mundial observamos uma população cada vez mais integrada pela qualidade e rapidez na obtenção de informações precisas para a tomada de computador

média é de 1,2 smartphones por pessoa e cerca de 90% da população possuem acesso direto e imediato a internet por meios destes dispositivos, segundo dados da pesquisa nacional por amostra de domicílios, feita em 2021.

O aumento da produtividade nas empresas, indústrias e a tomada de decisões empresariais seguiu a reboque desta revolução digital, ocasionando a 4ª revolução industrial.

O impacto não se restringiu somente ao mundo dos negócios, reverberando inclusive sobre o ambiente de tomada de decisões militares. Em consequência, a chamada “dependência tecnológica”,



**Figura 1:** a internet das coisas e conectividade no campo de batalha

**Fonte:** Exército dos EUA

e conexão com a internet. No Brasil, a tratada por vezes como negativa no



campo das decisões, particularmente as militares, dá lugar a uma interdependência entre o homem e as tecnologias digitais.

No campo militar, observamos o desenvolvimento de aeronaves de 6ª geração totalmente autônomas, capazes de cumprir missões de ataque e reconhecimento, voando como alas ou em missões solo.

O domínio desta e outras tecnologias com elevado grau de aceitação e segurança tornam decisões militares menos arriscadas no combate.

O combate moderno encontra-se em fase de estreitamento entre o homem e as tecnologias, particularmente ligadas ao apoio a tomada de decisões.

## 2. DESENVOLVIMENTO

O planejamento do emprego de radares na defesa antiaérea nos domínios do emprego da defesa antiaérea, o comandante tático deve possuir, durante seu planejamento e na condução das operações, o mais alto grau de consciência situacional em todos os níveis (BRASIL, 2020).

No que concerne a condução de operações, destaca-se o entrelaçamento de sínteses de radar e a

rede de controle e alerta, com vistas a reduzir ao mínimo o tempo de reação dos subsistemas de controle e alerta e armas, assim como evitar o fratricídio durante o processo de identificação de classificação de incursões aéreas, muitas vezes dependente dos métodos positivos de identificação visual e eletrônica.

No que se refere ao processo de planejamento das operações, a aplicação de técnicas, táticas e procedimentos (TTP) ligadas a inteligência de combate necessita cada vez mais de assertividade e tempestividade, devido ao alto grau de incerteza no curto prazo e a necessidade de pronta resposta as evoluções do combate.

Ao Oficial de Inteligência (S-2) do escalão de artilharia antiaérea (Bateria ou Grupo de Artilharia Antiaérea), cabe realizar o planejamento de emprego dos radares sob sua responsabilidade consolidado no Plano de Emprego de Radares, assim como caberá ao mais alto escalão de artilharia antiaérea presente na operação centralizar o planejamento das emissões de radar dos escalões que estejam diretamente subordinados ou não, de modo a evitar a superposição de esforços e as



emissões eletromagnéticas não desejadas, que podem provocar interferência e quebra do sigilo (BRASIL, 2017).

O Plano de Emprego de Radares do escalão de artilharia antiaérea deve estar perfeitamente integrado ao Plano de Controle de Emissões Eletromagnéticas de Não-Comunicações (P CIENC), de modo que as sínteses transmitidas e re-transmitidas pelos Centros de Operações Antiaéreas (COAAe) possam ser relevantes para o seu emprego,

independentemente da Zona de Ação em que atue.

O grau tecnológico atual dos radares de vigilância previstos para emprego no Brasil permite que todos os escalões de Artilharia Antiaérea presentes em presentes em uma Divisão de Exército, por exemplo, possam usufruir de síntese radar de qualidade, dentro dos seus limites de reação para o subsistema de armas. Vale destacar que, tal cenário somente é possível com a aquisição de sistemas com mais de 200 quilômetros de alcance nominal. Na

🐦 @tangosix  
(<https://twitter.com/tangosix>)



**Figura 2:** destruição de radares MARS-L em Mariupol

**Fonte:** Tangosix

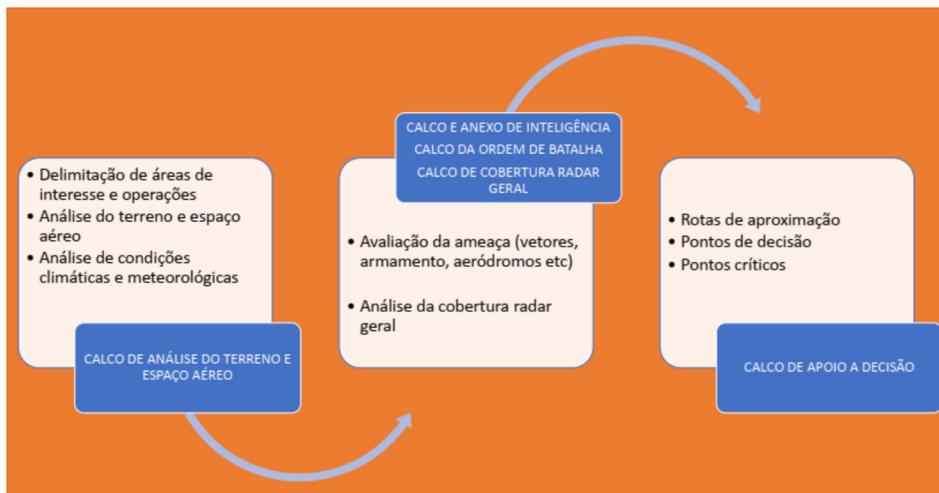


perspectiva do inimigo aéreo, seu emprego normalmente ocorre a partir de suas bases aéreas, atuando na área de operações e retornando as suas bases de origem. É muito comum essa forma de emprego nas operações *COMAO* (Composite Air Operation), onde são empregados pacotes de aeronaves de interceptação, aeronaves de ataque ao solo, bombardeiros e reabastecedores, durante a 1ª fase da batalha aérea.

Outro cenário desta assertiva pode ser observada no atual conflito entre a Rússia e a Ucrânia, onde pacotes de atuação com SARP são utilizados para o

levantamento das posições de defesas antiaéreas, seguidos de atividades de supressão de defesa antiaérea realizados por loitering munitions e mísseis de cruzeiro. Ferramentas de apoio ao exame de situação as ferramentas de apoio ao exame de situação devem permitir ao comandante tático visualizar, com o máximo de precisão e simplicidade possível, os dados de que necessita para consolidar e integrar o conhecimento a ser produzido.

Dentre estes, podemos destacar: condições meteorológicas, informações planimétricas e altimétricas do terreno,



**Figura 3:** sequência da AIC

**Fonte:** o autor



posicionamento e valor do inimigo terrestre, aéreo e naval.

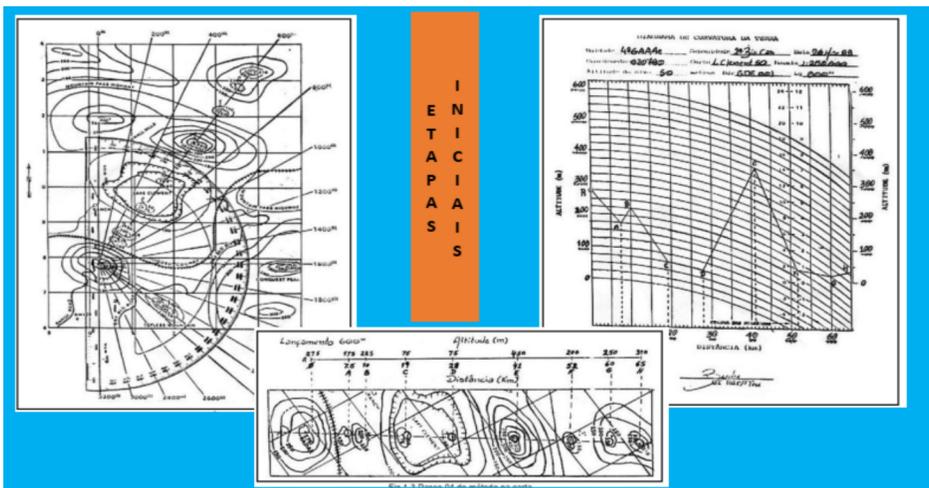
A integração destes conhecimentos permitirá ao Estado-Maior realizar seu exame de situação com a eficiência necessária ao combate moderno, caracterizado, conforme enfatizado anteriormente, pelas incertezas e

rápidas evoluções. Para a execução eficaz de uma antiaérea, um dos insumos principais para a 2ª fase do exame de situação é a Análise de inteligência de Combate (AIC).

Através dela, é possível integrar as informações advindas da missão recebida com os dados obtidos pelas fontes de informações disponíveis.

Dados como a doutrina de emprego das aeronaves (técnicas e de aproximação e ataque), mísseis e todas as ameaças aéreas poderão se associar para a criação de um ou mais cenários prováveis no espaço aéreo onde está localizada a área de operações (BRASIL, 2017).

O diagrama de cobertura radar aoS-2 do escalão de artilharia antiaérea caberá a preparação dos documentos de inteligência referentes a AIC (BRASIL, 2017). Diante desta previsão, a elaboração de cenários possíveis referentes ao Plano de Emprego de Radares. Em especial o calco de cobertura radar geral é imprescindível para assegurar o equilíbrio entre as



**Figura 4:** construção do diagrama (linhas planimétricas e curvatura da terra)  
**Fonte:** EB60-MT-23.403 (REOP de radares)



necessidades táticas (em especial relativas à segurança e controle de emissões) e as técnicas (em especial dadas em função da melhor cobertura possível). As formas tradicionais de obtenção de dados de cobertura são elencadas em manuais de 4º nível, conforme as figuras a seguir:

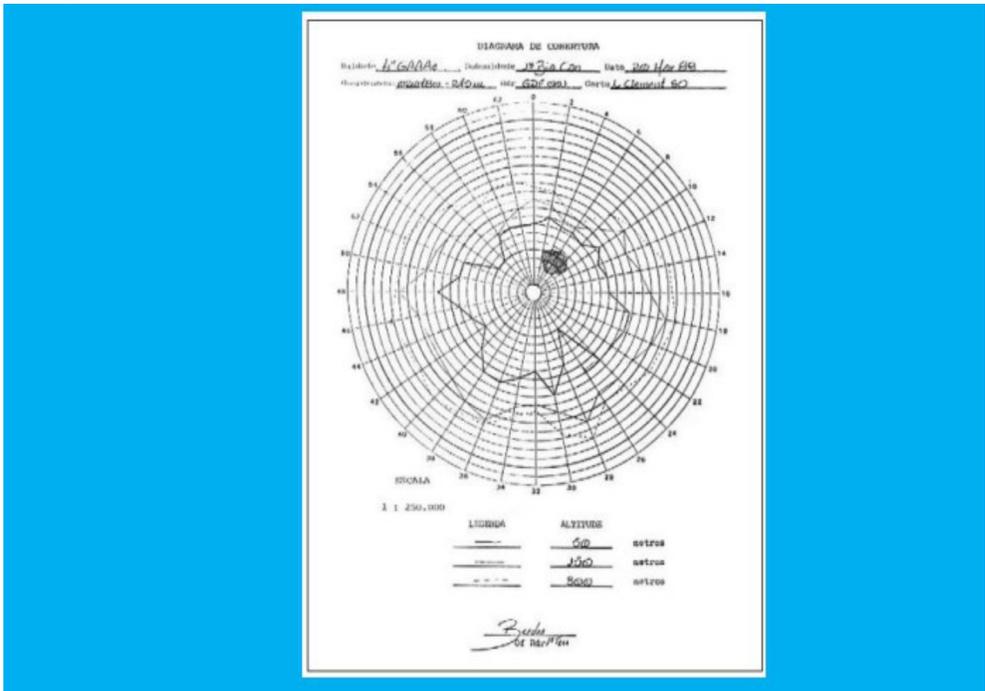
1ª – é necessário o prévio levantamento das alturas de voo do inimigo aéreo

para poder determinar a que distância e azimute poderão estar sujeitos a detecção;

2ª – a cobertura radar somente é analisada de 200 em 200'', não sendo possível afirmar que nos intervalos existem zonas de sombra, ou garantir que há detecção;

3ª – é necessária a confecção de 32 fichas de curvatura da terra, mais a ficha planimétrica realizada na carta, para a

**O produto final (denominado diagrama de cobertura) fica expresso através da figura abaixo:**



**Figura 5:** diagrama de cobertura, para alvos a 50, 150 e 500 m de altura, de 200 200 milésimos com zona de sombra.

**Fonte:** EB60-MT-23.403 (REOP de radares)



obtenção de UMA ÚNICA posição de radar;

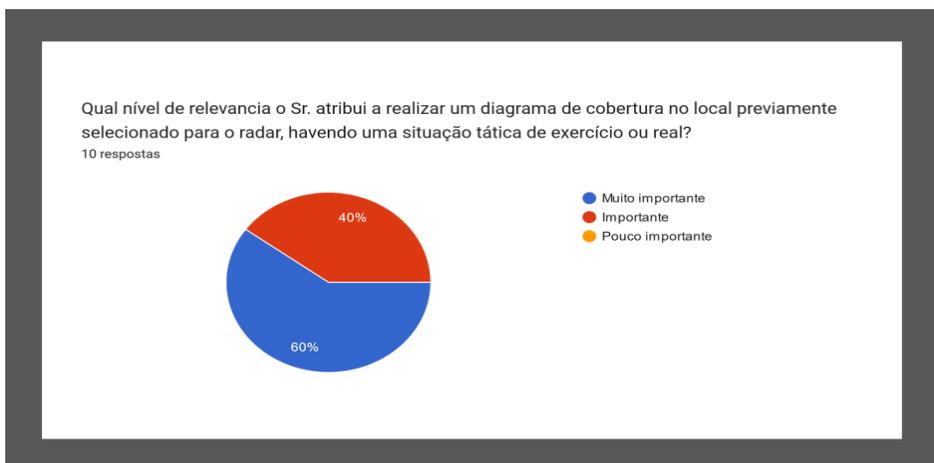
4ª – o diagrama de cobertura somente considera o CENTRO do lóbulo primário de um radar, desconsiderando sua abertura vertical (representado por uma linha).

Podemos verificar que as considerações apresentadas acima tangem duas das condicionantes para a elaboração do exame de situação eficaz: o tempo disponível para realizá-lo, e a

confiabilidade das informações disponíveis e recebidas (BRASIL, 2020).

Sob o primeiro aspecto, face as necessidades atuais, a realização desta análise para cada posição de radar em uma operação real no teatro de operações se torna intempestiva, devido ao elevado nível de incerteza sob a possibilidade de ocupação da posição (a análise de cobertura não contempla o reconhecimento na posição, e por vezes posições de manobra encontram-se, no momento

- 1) Qual nível de relevância o Sr. atribui a realizar um diagrama de cobertura no local previamente selecionado para o radar, havendo uma situação tática de exercício ou real?



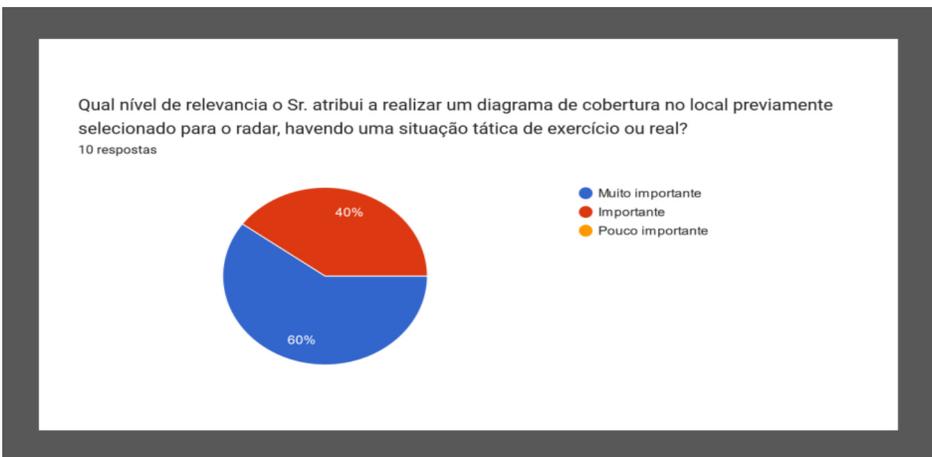


do planejamento, sob território inimigo). Quanto ao segundo aspecto, podemos verificar que a análise de pontos elevados a cada 200 milésimos proporciona “gaps” não verificados na carta, que podem chegar 36 quilômetros de diferença, em um alcance de 180 quilômetros, ou seja, quanto maior o alcance do radar, menor a resolução de sua análise de cobertura em locais mais afastados. Além disso, neste cenário não é possível afirmar que, consoante a curvatura da terra e a abertura do lóbulo primário de um radar, não seria possível obter

cobertura em um local menos elevado, face a emissão de radiofrequência em vários ângulos a partir da antena.

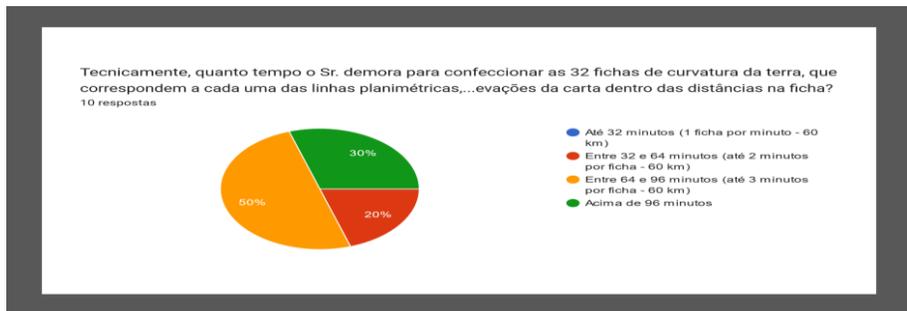
Neste cenário, não é possível avaliar a cobertura nas regiões mais baixas, não pertencentes a uma zona de sombra em avaliação feita sobre os dois aspectos apresentados acima, entre possuidores de habilitações específicas no sistema Artilharia Antiaérea.

- 2) Qual nível de relevância o Sr. atribui a realizar um diagrama de cobertura no local previamente selecionado para o radar, havendo uma situação tática de exercício ou real?

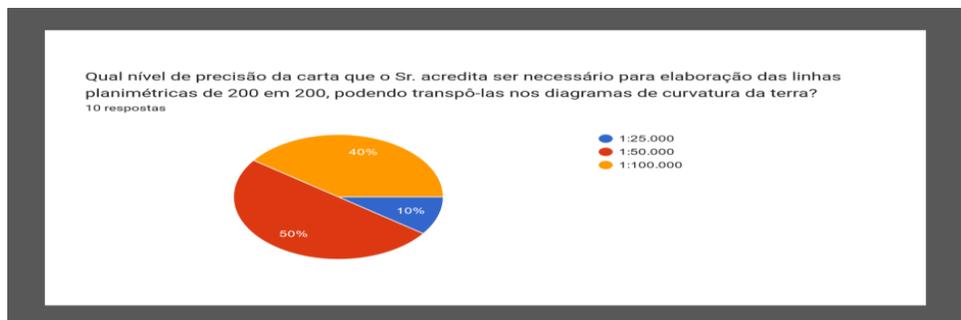




**3) Tecnicamente, quanto tempo o Sr. demora para confeccionar as 32 fichas de curvatura da terra, que correspondem a cada uma das linhas planimétricas, dentro de um alcance de 60 km, marcando em cada uma delas todas as elevações da carta dentro das distâncias na ficha?**



**4) Qual nível de precisão da carta que o Sr. acredita ser necessário para elaboração das linhas planimétricas de 200 em 200, podendo transpô-las nos diagramas de curvatura da terra?**

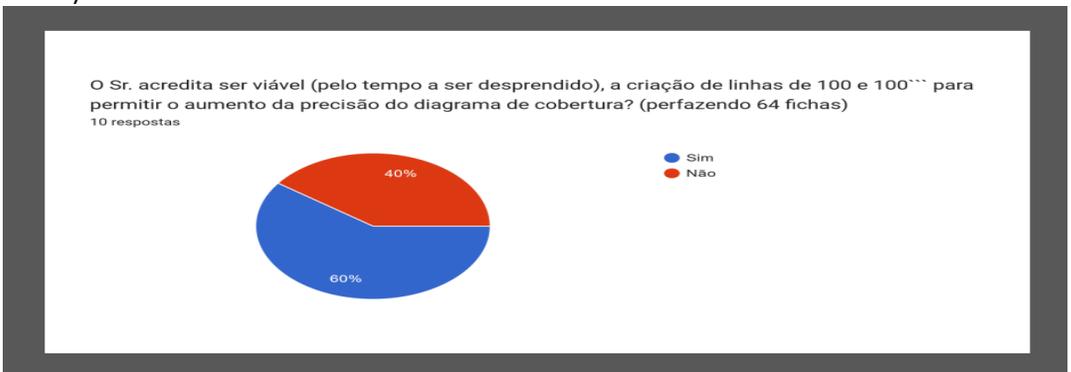




5) Entre cada uma das marcações de 200 e 200 milésimos, o Sr acredita que possa haver uma zona de sombra interessante para a furtividade de helicópteros e drones criada na distância de 30 km (cerca de 6 km entre uma linha de 200'' e outra)?

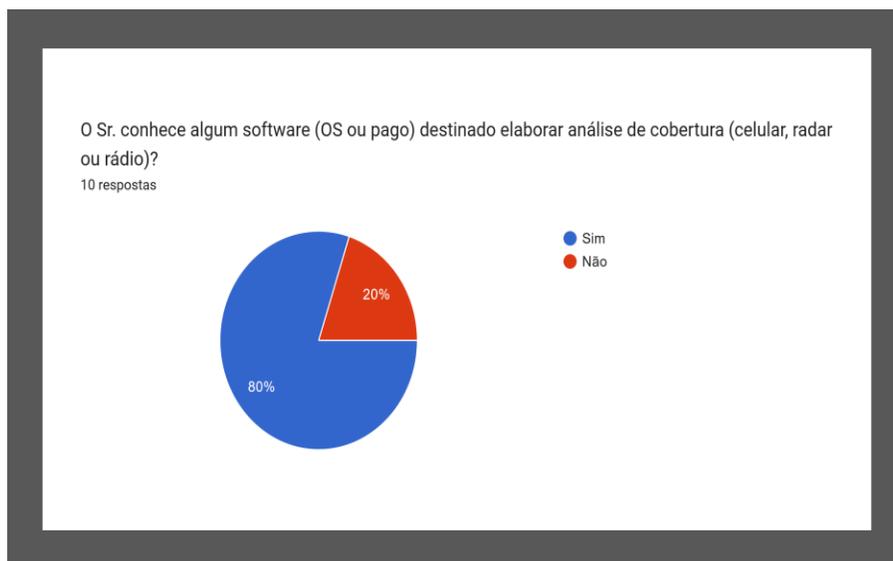


6) O Sr. acredita ser viável (pelo tempo a ser despendido), a criação de linhas de 100 e 100'' para permitir o aumento da precisão do diagrama de cobertura? (perfazendo 64 fichas)





7) O Sr. conhece algum software (OS ou pago) destinado elaborar análise de cobertura (celular, radar ou rádio)?



Dessa forma, obtivemos os seguintes resultados qualitativos, acerca da realização do diagrama de cobertura pela metodologia clássica, e quanto ao conhecimento de ferramentas modernas para obtenção do diagrama estarem previstas doutrinariamente para serem empregadas.

Durante a execução da análise de inteligência de combate, o S-2 necessita do calco de cobertura radar geral com o analisador de cobertura radar (ACR) destinado a “avaliar se as posições

escolhidas para o desdobramento dos R Vig aos requisitos necessários para garantir a detecção, dentro do tempo hábil para a transmissão do alerta antecipado às DAAe e o engajamento da ameaça aérea” (BRASIL, 2017).

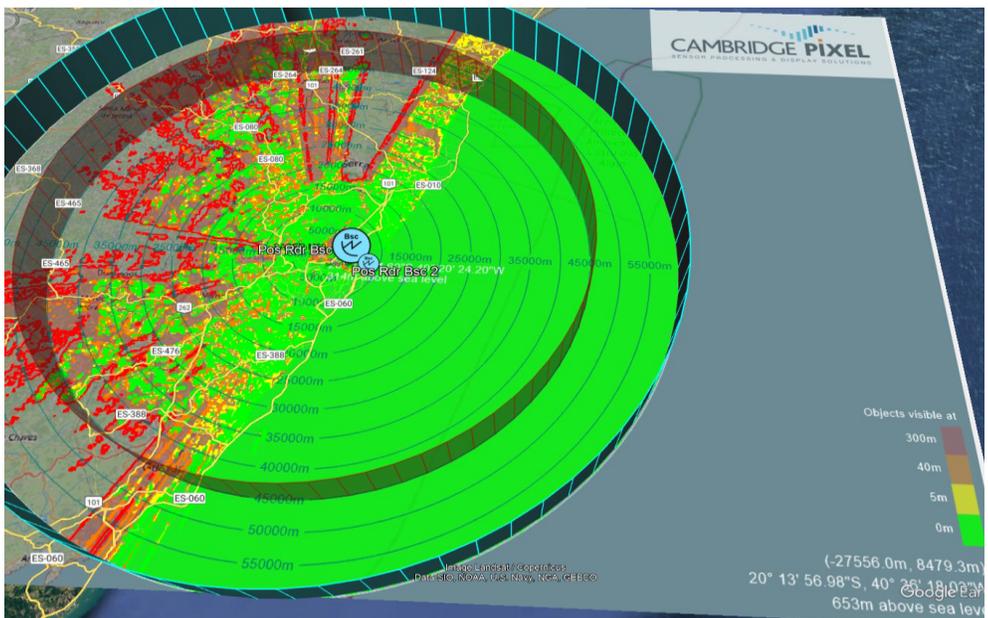
Assim sendo, além do lançamento referente à Linha Limite de Reação (LLR) com seu respectivo cálculo, pode ser necessária a integração deste com o calco de cobertura radar, conforme exemplo abaixo, feito de maneira digital: Tais ferramentas (gráfico do ACR



e diagrama de cobertura) podem ser elaborados em cerca de vinte minutos, e os resultados produzidos poderão ser revistos (decisão quanto à qualidade técnica da posição, elevação da antena necessária para melhoria da cobertura e, principalmente, a possibilidade de detecção).

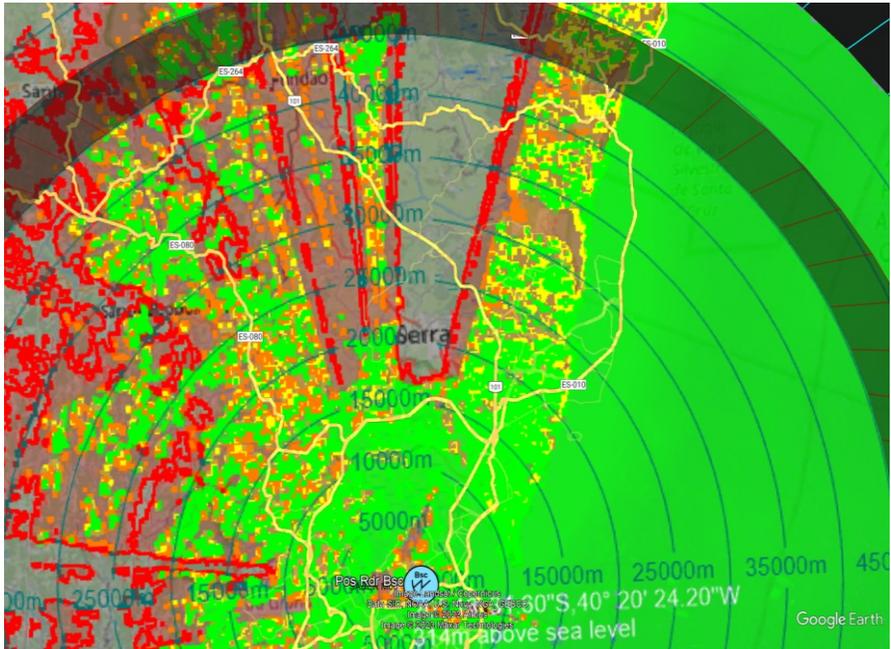
Tomando por base os resultados da pergunta número 2 e 3), podemos estimar um tempo entre 42 e 106 minutos para a mesma tarefa (diagrama de cobertura) feito de maneira gráfica no papel.

Pode-se ainda observar na Fig. 6 a existência de análise de cobertura em todas as direções, sem “gaps” de 200 milésimos, que poderiam não ser visíveis conforme pode ser observado na figura abaixo: As respostas à pergunta número 5) apontam a possibilidade de não ser possível detectar esta zona de sombra caso ela possua menos de 6 quilômetros longitudinalmente em relação à posição do radar, a depender também da posição do mesmo. Desta forma, uma análise clássica feita em acetato poderia



**Figura 6:** Calco de cobertura radar integrado ao ACR

**Fonte:** o autor



**Figura 7:** zona de sombra há 18 quilômetros de distância do radar

**Fonte:** o autor

deixar de apontar esta zona de sombra, não obtendo a mesma confiabilidade de uma análise digital. Não sendo disponível os meios digitais, as respostas à pergunta número 6) deixam clara a viabilidade, segundo os militares entrevistados, do aumento de 32 para 64 fichas do diagrama de cobertura, principalmente caso a cobertura radar seja feita para equipamentos com 200 quilômetros de alcance nominal. No cenário de 200 quilômetros, a distância entre uma linha planimétrica e outra é

de 38,77 quilômetros utilizando-se linhas de 200 em 200 milésimos, e 19,39 quilômetros com linhas de 100 em 100 milésimos. A resposta à pergunta 5) já deixa evidente que com 6 quilômetros de “gap” poderia haver uma zona de sombra não verificada. No cenário de 19,39 quilômetros, este cenário haveria de ser ampliado, e a confiabilidade diminuiria, por conseguinte.

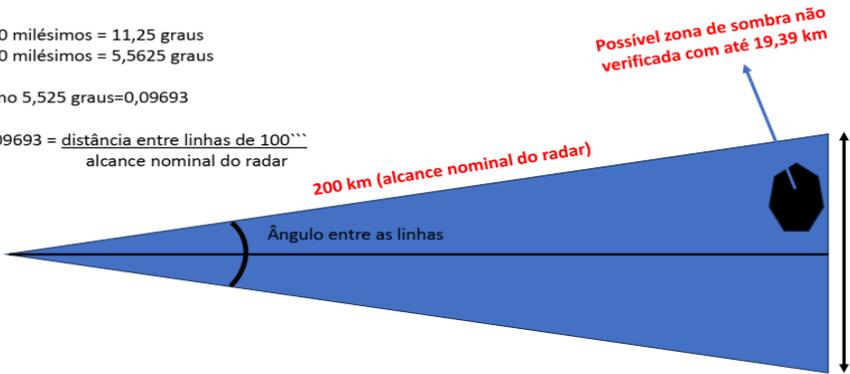
O método aplicado fica demonstrado na figura a seguir:



200 milésimos = 11,25 graus  
100 milésimos = 5,5625 graus

Seno 5,525 graus=0,09693

$$0,09693 = \frac{\text{distância entre linhas de } 100''}{\text{alcance nominal do radar}}$$



Distância entre as linhas de 100 em 100 milésimos =  $200 \times 0,09693 = 19,39$  quilômetros

Distância entre as linhas de 200 em 200 milésimos =  $200 \times 0,09693 = 38,77$  quilômetros

**Figura 8:** zona de sombra não detectada próxima ao limite do alcance do radar

**Fonte:** o autor

### 3. CONCLUSÃO

A aplicação de meios digitais no exame de situação implica a absorção de conhecimentos novos e rápida reação à evolução das tecnologias digitais. Estes conhecimentos podem se traduzir em boas práticas para evolução da doutrina e ensino do conhecimento militar, ou, ainda, tornarem-se, quando inovadoras, disruptivas para a mudança de cenários do campo de batalha, conforme citados na introdução deste artigo.

O adequado emprego de radares de vigilância e busca para a defesa antiaérea é fundamental, e a

exploração máxima das possibilidades técnicas do material implicará diretamente na solução de problemas táticos do sistema, atualmente bem caracterizados pela ameaça anti-radar (mísseis antiradiação) e pela furtividade dos meios aeroespaciais.

Este último problema tático foi bastante explorado, pela disseminação de softwares “open source” destinados a avaliação de cobertura de meios de comunicações e radares, de maneira ágil e muito mais precisa, carecendo, entretanto de serem avaliados em outro ensaio. O diagrama de cobertura radar, confeccionado pelo Adjunto do Oficial de Inteligência é a melhor ferramenta de que dispõe o Oficial de



Inteligência para avaliar a capacidade do seu escalão de artilharia antiaérea, se poderá ou não obter a cobertura desejada sobre as rotas prováveis que serão exploradas pela ameaça aérea, e a sua confecção deve ser tempestiva e confiável, pois dela poderão ser demandadas outras medidas importantes para a complementação da cobertura em áreas importantes e não vigiadas pelo radar.

Conclui-se que o emprego de ferramentas digitais para cobertura radar deve ser previsto doutrinariamente, sem prejuízo de métodos tradicionais, sendo priorizado seu conhecimento e avaliação de uso, dados os cenários atuais de rápida evolução da configuração tática do campo de batalha dada pelo inimigo e terreno e a possibilidade do seu emprego através da alta conectividade existente em todo o mundo, desde o Soldado que opera nos pequenos escalões até as grandes estruturas militares.



## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONDUÇÃO DE OPERAÇÕES TERRESTRES**: EB70-MC-10.211. 2. ed. BRASÍLIA: COTER, 2020.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **DEFESA ANTIAÉREA**: EB70-MC-10.231. 1. ed. BRASÍLIA: COTER, 2017.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **DEFESA ANTIAÉREA NAS OPERAÇÕES**: EB70-MC-10.235. 1. ed. BRASÍLIA: COTER, 2017.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **RECONHECIMENTO, ESCOLHA E OCUPAÇÃO DE POSIÇÃO DE RADARES**: EB70-MT-23.403. 1. ed. RIO DE JANEIRO: DECEX, 2017. 90% dos lares brasileiros já tem acesso à internet, 19 set. 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/noticias/2022/setembro/90-dos-lares-brasileiros-ja-tem-acesso-a-internet-no-brasil-aponta-pesquisa>>.

Acesso em: 01 jul. 2023.

Internet das coisas encontra militares e o campo de batalha, 03 dez. 2020. Disponível em:

<<https://www.defesaemfoco.com.br/internet-das-coisas-encontra-os-militares-e-o-campo-de-batalha/>>. Acesso em: 01 jul. 2023.