

# AVIÕES RADAR RUSSOS ABATIDOS: O SEGREDO DAS VITÓRIAS ESTRATÉGICAS DA UCRÂNIA

Por Jorge Luiz Schwerz\*



*Beriev A-50U da Força Aeroespacial Russa (Sergey Lutsenko, Timofey Nikishin/Wikimedia Commons).*

*Uma análise das baixas dos A-50 e Il-22M, equipamentos empregados, importância no esforço de guerra da Ucrânia e da Rússia, e o apoio de inteligência da OTAN.*

**E**m 14 de janeiro de 2024, uma notícia surpreendeu os analistas do conflito Rússia-Ucrânia. Um avião radar russo, o A-50 Beriev, foi supostamente abatido sobre o Mar de Azov. A notícia também destacava os danos sofridos por uma segunda aeronave, o IL-22M, um avião de Comando e Controle, que foi seriamente danificado.

Para agravar a situação, em 23 de fevereiro, um segundo A-50 foi derrubado. Desta vez, o abate foi registrado em vídeo, mostrando a aeronave em chamas na região de Krasnodar, a 100 km do local da primeira queda, em direção ao interior da Rússia.

Neste artigo, vamos analisar as possíveis circunstâncias desses combates, os equipamentos provavelmente envolvidos nas baixas russas, a importância desses eventos para os esforços de guerra da Ucrânia e da Rússia, o apoio de inteligência da OTAN através de aviões “espiões” e a retaliação subsequente da Rússia.

## OS FATOS

Na noite de 14 de janeiro de 2024, as redes sociais e os jornais *online* divulgavam que um IL-22M, aeronave de Comando e Controle da Força Aeroespacial Russa, havia solicitado um pouso de emergência no aeródromo de Anapa, localizado às margens do Mar Negro, no sul da Rússia<sup>1</sup>.



*Figura 1: Aeronave IL-22M avariada (Russia Aviation).*

---

<sup>1</sup> **VOLODYMYR**, B. A-50 and A-50U: The Russian Aerospace Forces' Lost 'Eyes'. *Militaryni*, 16 de janeiro de 2024. Disponível em: <https://mil.in.ua/en/articles/a-50-and-a-50u-the-russian-aerospace-forces-lost-eyes/>.

A transcrição do pedido de emergência da tripulação do IL-22M, publicada em vários sites, solicitava “ambulância e equipe de combate a incêndio”<sup>2</sup>.

Além disso, as Forças de Defesa da Ucrânia reivindicavam o abate de um A-50, uma aeronave radar considerada um “Ativo Aéreo de Grande Valor” para a guerra aérea no Teatro de Operações (TO).

O segundo abate de uma aeronave radar ocorreu na noite de 23 de fevereiro de 2024, também amplamente divulgado nas redes sociais. Neste caso, a aeronave foi filmada executando protocolos de defesa, lançando *flares* – bastões incandescentes usados para desviar mísseis guiados por infravermelho – sem sucesso. O vídeo mostra duas explosões próximas à aeronave, sugerindo serem os mísseis disparados contra ela.

Acredita-se que as duas explosões sejam resultado da doutrina de disparo de mísseis antiaéreos contra um alvo aéreo, onde a bateria antiaérea normalmente lança dois mísseis para aumentar a probabilidade de acerto no alvo.

## CONHECENDO O A-50 BERIEV

Realizando seu voo inaugural em 1978, o A-50 Beriev emergiu como a contrapartida russa ao AWACS E-3 Sentry da Força Aérea dos Estados Unidos. Desenvolvido pela Companhia Aeronáutica Beriev, o A-50 desempenha funções análogas às de seu equivalente ocidental.



FIGURA 2: Aeronave de alerta antecipado e comando e controle A-50 Beriev (Hayka Texhnka).

Concebido com o propósito de detectar e identificar alvos aéreos, o A-50 é capaz de determinar os parâmetros de movimento desses alvos e transmitir as

<sup>2</sup> AXE, David. Ukrainian Sources: We Just Shot Down Two of Russia’s Best Command Planes. *Forbes*, 14 janeiro de 2024. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/davidaxe/2024/01/14/ukrainian-sources-we-just-shot-down-two-of-russias-best-command-planes/?sh=2aa8b03b3adf>.

informações coletadas para postos de comando. Além disso, desempenha um papel crucial na direção de aeronaves de caça para neutralizar ameaças aéreas e na orientação de caças-bombardeiros em missões de ataque terrestre, guiando-os até os alvos designados.

A tripulação do A-50 é composta por cinco militares, com uma equipe adicional de 10 operadores dedicados aos sistemas de Alerta Antecipado e Comando e Controle.

O radar do A-50 oferece uma cobertura de 350° e sua capacidade de comunicação abrange 2.000 km na Banda HF (3MHz a 30MHz) e 400 km na Banda VHF (30MHz a 300MHz). Para transmissões de dados, o alcance se estende a 2.000 km em ondas curtas e ultrapassa 2.000 km para comunicações via satélite<sup>3</sup>.

O sistema de Radar do A-50 é o Complexo Shmel, que inclui<sup>1</sup>:

- Radar de varredura eletrônica 3-D que apresenta, além da distância e direção, a altura do alvo;
- Acompanhamento passivo de emissões;
- Identificação amigo-inimigo (IFF);
- Sistema de designação de alvos terrestres para aeronaves de caça;
- Sistema de computação digital para orientação de caças contra alvos aéreos; e
- Sistemas de comunicação integrados à rede de comando e controle.

Embora não haja confirmações oficiais sobre a faixa de frequência utilizada pelo radar do A-50, é divulgado pelos russos que ele opera na faixa centimétrica. Levando em conta que as distâncias de detecção reportadas são comparáveis às do AWACS E-3 Sentry, é plausível supor que o A-50 também opere na Banda S (2GHz a 4GHz), a mesma utilizada pelo radar do AWACS americano.

Segundo informações divulgadas, o A-50 é capaz de detectar grandes aeronaves de transporte voando a altitudes elevadas a uma distância de até 650 km e à baixa altura a 400 km. Caças em altitudes elevadas são detectáveis a 350 km e à baixa altura a 230 km. Grandes embarcações marítimas podem ser identificadas a uma distância de até 400 km.

O A-50 tem a capacidade de detectar até 150 alvos aéreos, acompanhar 50 e engajar 10 deles simultaneamente<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> **MINISTÉRIO DA DEFESA DA RÚSSIA.** Aeronave de alerta e orientação aérea A-50. Disponível em: <https://structure.mil.ru/structure/forces/air/weapons/aviation/more.htm?id=10332957@morfMilitaryModel>

<sup>4</sup> **MOROZ, Sergey.** A-50 vs. Boeing E-3A Sentinela. Comparação das características de combate de aeronaves AWACS. Disponível em: <https://naukatehnika.com/a-50-protiv-boing-e-3a-%C2%ABsenti%C2%BB.-sravnenie-boevyix-xarakteristik-samoletov-drlou.html>.

## A-50U, A VERSÃO MAIS MODERNA DO AVIÃO RADAR RUSSO

A versão modernizada do A-50, equipada com o sistema radar Shmel II atualizado, representa um salto significativo em termos de capacidades de vigilância e comando e controle. Este sistema avançado engloba um radar de última geração, um computador digital de alta performance, um sistema de Identificação Amigo ou Inimigo (IFF), e um sistema de comando e controle totalmente integrado com os sistemas de comunicação.

A introdução de novas ferramentas computacionais e algoritmos otimizados, aliada ao processamento digital de sinais, resultou em uma redução notável no peso e no tamanho do sistema radar, tornando-o mais eficiente e ágil.

Os painéis de controle da aeronave foram modernizados com a implementação de telas de cristal líquido de grande dimensão e alta resolução, conforme a Figura 3, substituindo as obsoletas telas de raios catódicos<sup>5</sup>.



*Figura 3: Consoles modernizados da Aeronave A-50U (Ministério de Defesa da Rússia).*

Além disso, a nova versão está equipada com tecnologia de ponta capaz de detectar alvos furtivos em baixas altitudes, mantendo a operacionalidade mesmo em ambientes de intensa guerra eletrônica.

Durante o período soviético, a indústria de defesa produziu aproximadamente 31 aeronaves. Atualmente, a Força Aeroespacial Russa conta com oito aeronaves em serviço, das quais três são do modelo A-50 e cinco do modelo A-50U, a versão

<sup>5</sup> CAIAFA, Roberto. O novo Beriev A-50U AEW&C. *Tecnologia e Defesa*, 26 de dezembro de 2018. Disponível em: <https://tecnodefesa.com.br/vega-radio-engineering-corporation-rostec-e-o-novo-beriev-a-50u-aw-c-russia/>.

modernizada<sup>1</sup>. Este número já inclui as duas aeronaves modernizadas que foram recentemente abatidas.

## QUAL A FUNÇÃO DO IL-22 JUNTO AO A-50?

A aeronave IL-22M, que aparentemente foi uma das danificadas em 14 de janeiro, desempenha um papel crucial como Posto de Comando Aéreo multifuncional. Esta aeronave é encarregada de retransmitir instruções via rádio, atuando como uma antena de grande altitude, conectando o A-50 aos postos de comando terrestres, unidades de linha de frente e aeronaves de combate, tudo isso em tempo real.

A modernização do IL-22M proporcionou acesso aos sistemas de comunicação e controle mais avançados da Força Aeroespacial Russa. Isso inclui canais de comunicação seguros em formato digital compatíveis com todos os sistemas de *link* de dados automatizados de comando e controle.

As aeronaves IL-22M foram introduzidas no serviço ativo no início da década de 1980 e passaram por um processo de modernização a partir de 2016. A Força Aeroespacial Russa escolheu a plataforma aérea com motores turboélice, baseada na versão civil do IL-18 (Figura 4), devido ao seu grande alcance. Isso permite que a aeronave permaneça em patrulha por um longo período<sup>6</sup>.



Figura 4: Aeronave IL-22M com a função de Posto de Comando no Ar (Aviation21).

<sup>6</sup> AVIAÇÃO RUSSA. Centro de controle de ar Il-22M-11 será modernizado. Disponível em: <https://aviation21.ru/vozdushnyj-punkt-upravljeniya-il-22m-11-projdyot-modernizaciyu/>.

## IMPORTÂNCIA DO A-50 BERIEV PARA A RÚSSIA

No esforço de guerra russo, o A-50 é uma ferramenta vital para monitorar o espaço aéreo e as superfícies terrestre e marítima. Ele antecipa os movimentos do inimigo, detecta posições-chave no terreno e identifica ameaças aéreas. Além disso, é usado para coordenar ataques da aviação russa contra a infraestrutura civil e militar ucraniana.

“O A-50 e as aeronaves MiG-31K, que lançam o míssil de cruzeiro Kh-47M2 Kinzhal operam em conjunto, ou seja, as aeronaves A-50 e suas tripulações estão diretamente envolvidas no bombardeio combinado de infraestruturas críticas ucranianas”<sup>1</sup>.

Para entender melhor a importância do A-50 para o esforço de guerra russo, vamos analisar visualmente as informações sobre a capacidade de detecção da aeronave A-50 sobre o mapa da Ucrânia. A Figura 5 consolida as informações divulgadas pelos canais russos sobre a distância de detecção do A-50 para aeronaves de transporte e aeronaves de caça, considerando-se grandes altitudes e à baixa altura.

Se levarmos em conta a posição estimada do A-50 em missão de vigilância no dia 14 de janeiro de 2024, data do primeiro abate, podemos perceber a abrangência da sua cobertura radar, pois a distância de detecção para aeronaves de transporte a grandes altitudes abrange, praticamente, 2/3 do território ucraniano.



Figura 5: A abrangência da cobertura radar da Aeronave A-50, em 14 de janeiro de 2024, destaca a importância deste equipamento para o esforço de guerra russo.

Ao trazer essa análise para a realidade de outras forças aéreas, podemos citar que a Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira apresenta o conceito de “Ativo Aéreo de Grande Valor”<sup>7</sup>.

Este conceito, extraído dos manuais de Operações da Força Aérea americana, define os High Value Airborne Asset (HVAA) como aeronaves que “oferecem capacidades únicas, como vigilância, alerta antecipado e guerra eletrônica”. Essas aeronaves são “consideradas tão importantes que a perda de apenas uma delas poderia impactar seriamente as capacidades de combate dos Estados Unidos ou fornecer ao inimigo um valor de propaganda significativo”<sup>8</sup>.

Da mesma forma, o IL-22M é considerado um “Ativo Aéreo de Grande Valor”, pois atua como aeronave de Comando e Controle, coordenando as ações no Teatro de Operações e servindo de ponte para as transmissões do avião radar A-50.

## QUAL EQUIPAMENTO PODE TER ABATIDO O A-50?

“Teoricamente, pode ter sido o S-300PMU, o S-200V ou o Patriot com míssil de longo alcance. O alcance destes sistemas permite a interceptação nessa distância, mas no caso do S-300 e Patriot, seria necessário trazê-los para muito perto da linha de frente. Outro cenário provável é fogo amigo por parte dos russos”<sup>1</sup>.

## A NOSSA ANÁLISE

### PODE TER SIDO FOGO AMIGO? BAIXA PROBABILIDADE

A posição oficial da mídia da Federação Russa em relação aos dois abates pode ser vista como uma estratégia para lançar uma cortina de fumaça sobre as vitórias ucranianas e sua capacidade de diminuir o poder de combate russo.

É relevante destacar que a segunda aeronave abatida havia sido afastada da linha de contato.

Como pode ser observado na comparação feita na Figura 6, no dia 14 de janeiro o A-50 estava a aproximadamente 130 km da linha de contato. Após o abate dessa aeronave, a área de busca foi deslocada para ficar a, pelo menos, 160 km da linha de contato. Isso sugere que os russos tentaram evitar a ação da defesa antiaérea da Ucrânia, apesar da significativa redução da área de cobertura, em amarelo.

Isso enfraquece a narrativa do abate por “fogo amigo”, pois esta mudança de posição resultou na redução de mais da metade da área de cobertura para a detecção de caças voando em grandes altitudes.

<sup>7</sup> **BRASIL.** *Comando da Aeronáutica. DCA 1-1 Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira Volume II. 2020.* Disponível em: [https://www2.fab.mil.br/unifa/ppgca/images/conteudo/D-OBRN/DCA\\_1-1\\_DOCTRINA\\_BSICA\\_DA\\_FORA\\_AREA\\_BRASILEIRA\\_-\\_VOLUME\\_2\\_2020.pdf](https://www2.fab.mil.br/unifa/ppgca/images/conteudo/D-OBRN/DCA_1-1_DOCTRINA_BSICA_DA_FORA_AREA_BRASILEIRA_-_VOLUME_2_2020.pdf).

<sup>8</sup> **U.S. AIR FORCE DOCTRINE.** *Air Force Doctrine Publication 3-01 - Counterair Operations. p.27.* Disponível em: <https://www.doctrine.af.mil/Doctrine-Publications/AFDP-3-01-Counterair-Ops/>.



Figura 6: Comparando a posição das duas aeronaves A-50 nota-se a redução da área de cobertura para a detecção de aeronaves de caça a grandes altitudes, com o afastamento da posição do A-50 da linha de contato, demonstrando o cuidado da Força Aeroespacial Russa com a defesa antiaérea ucraniana.

### FOI O SISTEMA PATRIOT QUE ABATEU? BAIXA PROBABILIDADE

É pouco provável que o sistema Patriot tenha sido responsável pelo abate dos A-50, considerando que a distância máxima que poderia atingir ao utilizar um míssil PAC-2 (Figura 7) seria de 160 km. Para tal, o sistema teria que ser posicionado próximo à linha de contato, o que exporia o míssil à Supressão de Defesa Antiaérea Inimiga (SDAI) russa.



Figura 7: Sistema Patriot lançando o míssil PAC-2.

A Figura 8 apresenta uma estimativa da distância que o Patriot teria que se aproximar dos A-50 para atingi-los. Em 14 de janeiro, teria ficado a, pelo menos,

30 km da linha de contato. Em 23 de fevereiro, o Patriot precisaria estar na própria linha de contato para atingir a aeronave radar russa.

Levando em conta que a Ucrânia possui um número limitado de sistemas Patriot, é improvável que eles se arriscariam a expô-los ao inimigo posicionando-os próximos à linha de contato, especialmente quando os ucranianos têm alternativas disponíveis, como o S-200 e o S-300.

Vale lembrar que o sistema Patriot é relativamente pouco móvel, exigindo um tempo considerável para sua entrada em operação e, após o uso e desmobilização. A maior velocidade para entrada e saída em operação oferece maior proteção ao equipamento, uma qualidade que o Patriot não possui.

É importante notar que a Guerra na Ucrânia tem sido caracterizada por surpresas tecnológicas de ambos os lados. Alguns especialistas americanos já sugeriram que os ucranianos podem estar modificando as características de alguns equipamentos fornecidos pelo ocidente, pegando as forças russas de surpresa. O Patriot não escapa deste rumor, atribuindo-lhe uma distância maior do que a divulgada. Esta informação também pode ser interpretada como uma ação de contrainteligência ucraniana, com o objetivo de forçar os russos a afastarem seus meios aéreos do TO por medo de serem abatidos.

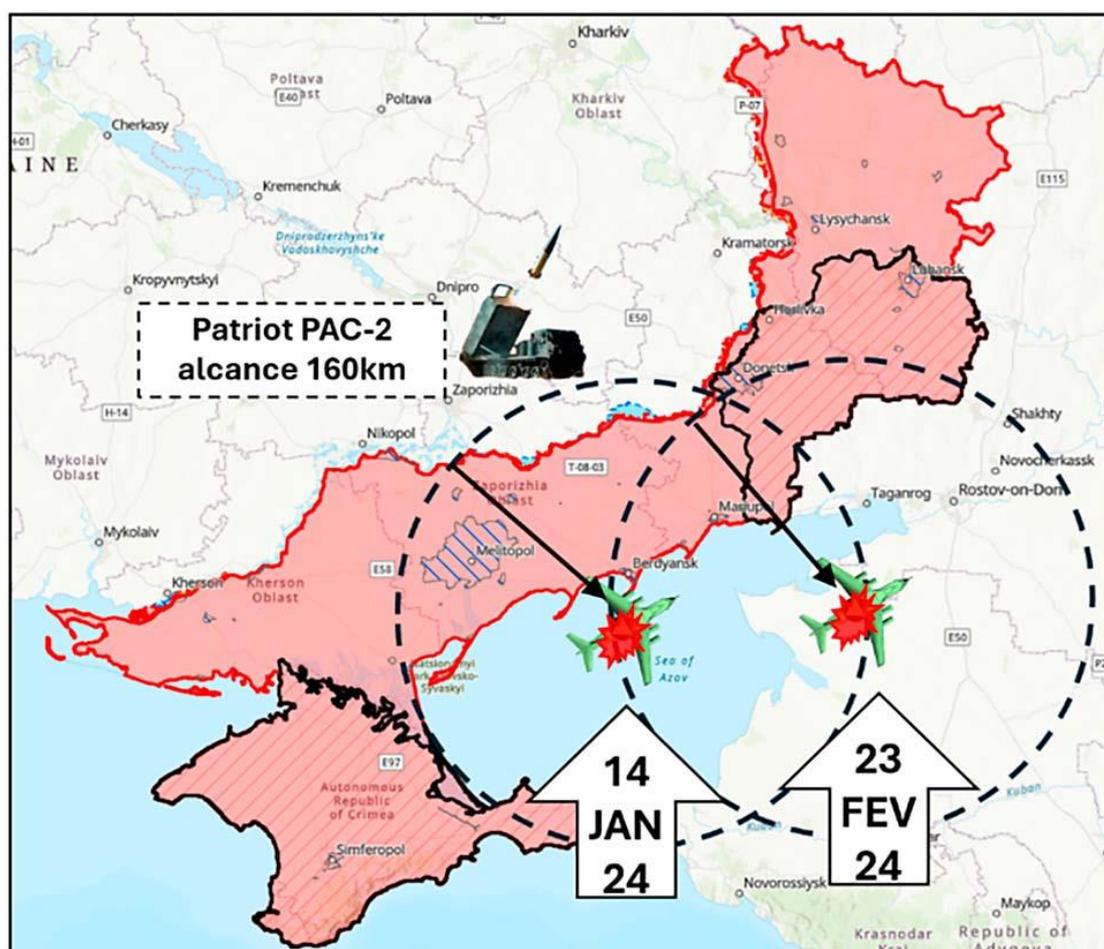


Figura 8: Estimativa da posição do sistema Patriot na data dos dois abates se este equipamento fosse o responsável pela derrubada das aeronaves A-50.

O Patriot tem se mostrado de grande importância para as forças ucranianas, alcançando diversas vitórias no conflito. Para uma compreensão mais aprofundada do sistema Patriot, convidamos nossos leitores a conferir o artigo *Patriot vs. Sukhoi Su-34: Análise da batalha aérea na Ucrânia*. Neste artigo, detalhamos o funcionamento do sistema Patriot e o abate de aeronaves Su-34, ocorrido em 22 de dezembro de 2023<sup>9</sup>.

### FOI O SISTEMA S-200 QUE ABATEU? BAIXA PROBABILIDADE

O S-200 é um sistema antiaéreo de fabricação russa, produzido pela empresa Almaz, agora Almaz-Antey, na década de 1960. Foi desenvolvido pela União Soviética com o objetivo de defender áreas estratégicas contra bombardeiros de grande altitude.

A versão disponível no arsenal ucraniano era o S-200V, considerado um importante elemento de dissuasão. Os planos para reformar as Forças Armadas da Ucrânia previam a desativação desses equipamentos a partir de 2013<sup>10</sup>.



*Figura 9: Sistema S-200V lançando míssil.*

No entanto, a invasão da Ucrânia em 2022 forçou uma mudança de planos. Os sistemas S-200 desativados foram reformados para reutilização como defesa antiaérea e modificados para uso em missões de ataque ao solo.

Os sistemas S-200V foram introduzidos na Ucrânia em 1970, com um alcance de 250 km, teto de 29,2 km e ogiva de fragmentação acionada por espoleta de proximidade. Uma característica importante do sistema S-200 é que ele pode ser

<sup>9</sup> **SCHWERZ**, Jorge Luiz. Patriot vs. Sukhoi Su-34: Análise da Batalha Aérea na Ucrânia. *Velho General*, 8 de fevereiro de 2024. Disponível em: <https://velhogeneral.com.br/2024/02/08/patriot-vs-sukhoi-su-34-analise-da-batalha-aerea-na-ucrania/>.

<sup>10</sup> A Ucrânia finalmente abandonou o sistema de defesa aérea S-200. In: *WEB ARCHIVE*. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20140716105834/http://mil.in.ua/news/ukraina/5159-ukraina-ostatochno-vidmovylasia-vid-zrk-s-200>.

controlado pelo Posto de Comando do S-300, um importante sistema da Defesa Antiaérea da Ucrânia.

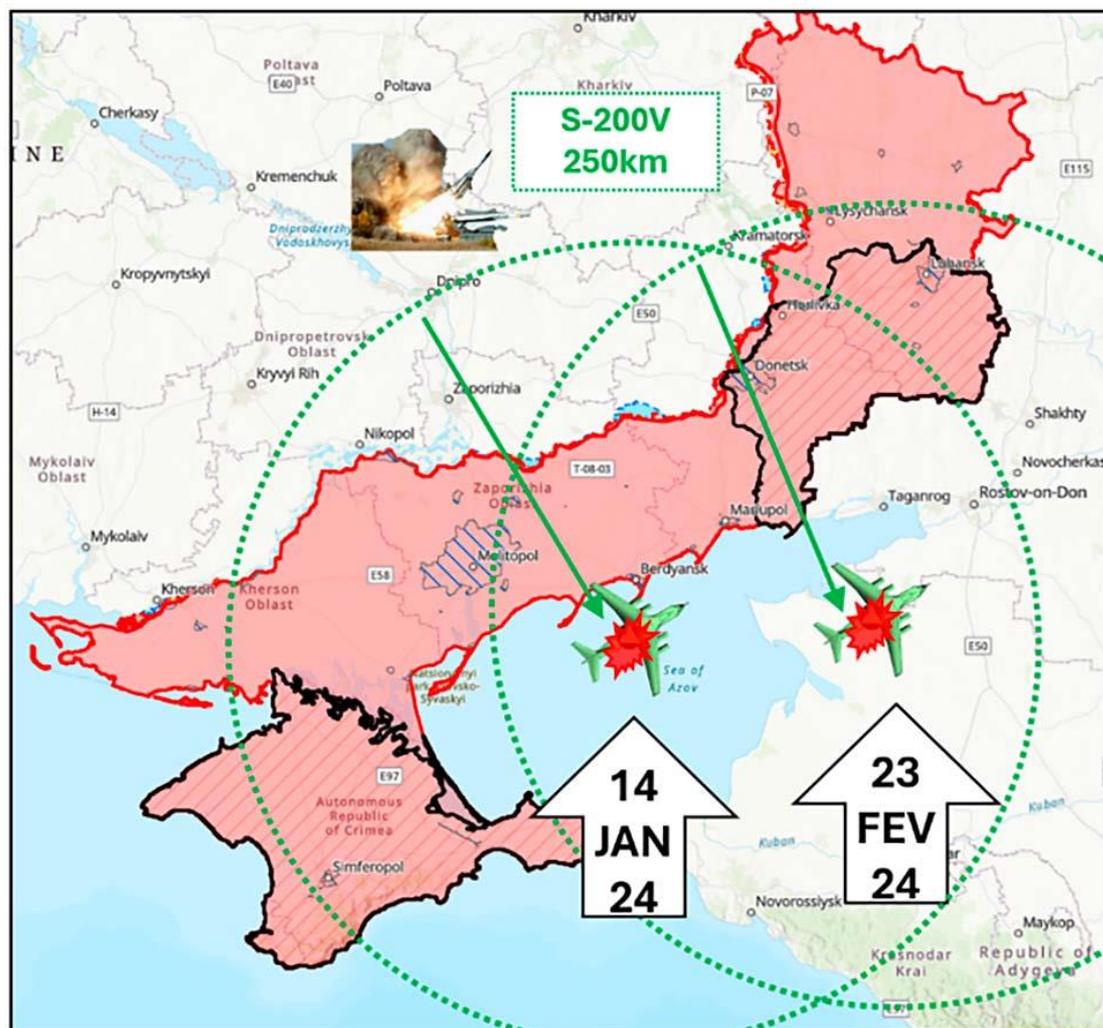


Figura 10: Estimativa da posição do Sistema S-200V na data dos dois abates se este equipamento fosse o responsável pela derrubada das aeronaves A-50.

Durante a invasão russa em 2022, as Forças Armadas ucranianas possivelmente utilizaram mísseis S-200 para atacar posições russas na região de Bryansk e na Crimeia. Relatos indicam que os mísseis foram usados em um ataque à ponte da Crimeia<sup>11</sup>.

A principal desvantagem do sistema S-200 para as ações antiaéreas contra os A-50 é sua limitada mobilidade. No projeto original, o sistema era fixo para defender áreas estratégicas. Como mencionado no caso do Patriot, alterações podem ter sido feitas para permitir maior mobilidade, assim como as modificações para ataques ao solo. As forças ucranianas têm realizado verdadeiros feitos para lutar com os recursos disponíveis. Não seria surpresa se conseguissem realizar essas modificações, embora, por enquanto, não possamos confirmá-las.

<sup>11</sup> S-200 MISSILE SYSTEM. Wikipédia. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/S-200\\_missile\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/S-200_missile_system).

## FOI O SISTEMA S-300 QUE ABATEU? ALTA PROBABILIDADE

O S-300 é um sistema de mísseis antiaéreos terra-ar de longo alcance, desenvolvido pela antiga União Soviética e introduzido em serviço em 1978. Produzido pela empresa Almaz, foi projetado para defesa contra ataques aéreos e mísseis de cruzeiro. O S-300 ainda é considerado um dos sistemas de mísseis antiaéreos mais poderosos em uso ativo. É empregado pela Rússia, Ucrânia e outros países do antigo Bloco Oriental, incluindo Bulgária e Grécia, bem como pela China, Irã e outros países na Ásia.



*Figura 11: Equipamento S-300V1 em desfile militar em comemoração ao Dia da Independência na Ucrânia, em 2018 (Army Recognition).*

O S-300 possui várias versões, muitas das quais foram operadas pela Ucrânia, incluindo o S-300PT, S-300PS, S-300PMU e S-300V1 (Figura 11<sup>12</sup>).

Devido ao conflito com a Rússia, a Ucrânia começou a reparar e reintegrar ao serviço vários sistemas de armas, incluindo as baterias S-300. Destas, 34 lançadores permaneceram na Crimeia após sua anexação pela Rússia em 2014.

Antes da invasão russa em 2022, o país possuía cerca de 100 baterias, tendo recebido uma bateria adicional da Eslováquia em abril de 2022. O equipamento existente na Eslováquia era um S-300PMU com mísseis 5V55R<sup>13</sup>.

<sup>12</sup> Analysis: Ukraine forces use S-300V1 air defense missile system to destroy Russian aerial threats. Army Recognition, 10 de janeiro de 2023. Disponível em: <https://armyrecognition.com/ukraine-russia-conflict-war-2022/analysis-ukraine-forces-use-s-300v1-air-defense-missile-system-to-destroy-russian-aerial-threats.html>.

<sup>13</sup> S-300 Missile System. Wikipedia. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/S-300\\_missile\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/S-300_missile_system).

Existem muitas diferenças entre os diversos modelos de S-300, mas todos apresentam um sistema de radares integrados, incluindo um radar de busca de longa distância, sendo os mais modernos com varredura eletrônica; radares de aquisição de alvo, divididos em setores; e, finalmente, um radar de guiamento do míssil.

Os lançadores podem ser montados sobre esteiras ou em caminhões de transporte 8x8 chamados TEL (Transportador, Elevador e Lançador) com quatro ou dois tubos lançadores. Se o TEL incorporar um radar de orientação de mísseis, será denominado TELAR.

Os tipos de mísseis utilizados são variados e não se sabe quais a Ucrânia possuía ou lhe foram entregues, possivelmente de forma secreta, após o início do conflito. O que se sabe é que seu alcance máximo varia de 40 a 200 km.

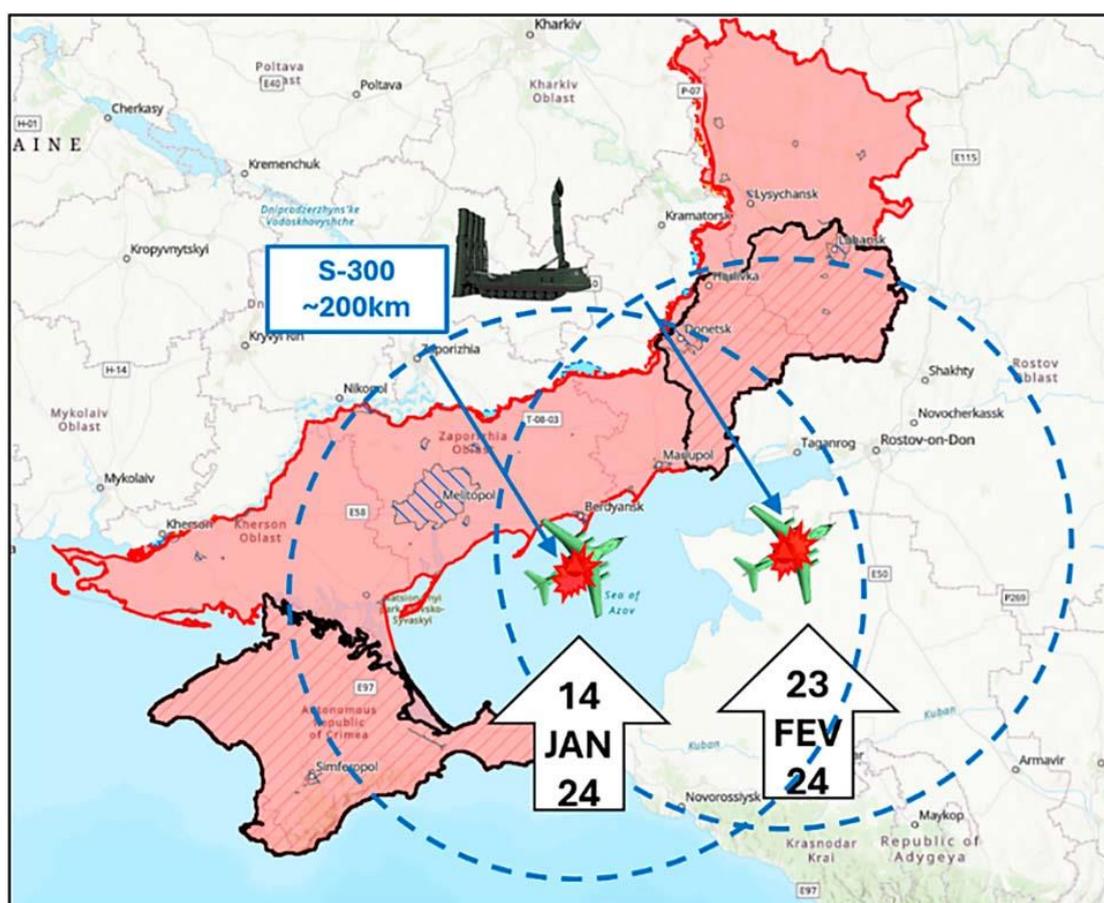


Figura 12: Estimativa da posição do sistema S-300 na data dos dois abates se este equipamento for o responsável pela derrubada das aeronaves A-50.

A Figura 12 estima a posição que os S-300 poderiam ter ocupado para serem responsáveis pela derrubada dos A-50 russos, considerando-se a distância máxima estimada de 200 km.

### S-300, UMA ARMADILHA PARA OS A-50

Em artigo da revista digital russa *наука техника (Ciência e Tecnologia)*<sup>4</sup>, é realizada uma comparação entre o AWACS E-3A, avião radar da OTAN, e o A-50,

da Força Aeroespacial Russa. Este artigo pode fornecer *insights* sobre a vulnerabilidade do A-50 em relação ao S-300.

“A aeronave A-50 tem vantagens significativas sobre o E-3A Sentry americano, em relação aos sistemas embarcados de guerra eletrônica para a proteção da aeronave. Esses sistemas bloquearam os ataques vindos de todas as direções e protegeram de forma confiável o avião radar do uso de mísseis guiados por radar, tanto antiaéreos quanto ar-ar. Os caças MiG-31 e Su-27 mais modernos, bem como os sistemas de mísseis antiaéreos S-300 e Buk, simularam a ação inimiga, e na maioria das vezes, foram impotentes contra o A-50, enquanto o E-3A precisava ser protegido por uma escolta de caças e aeronaves de guerra eletrônica. Posteriormente, o A-50 também foi equipado com sistemas de autoproteção, lançadores de *chaff* (que desviam mísseis guiados por radar) e *flare* (que desviam mísseis guiados pela radiação infravermelha)”<sup>4</sup>.

A experiência anterior com o S-300, desconsiderando o perigo real do sistema antiaéreo, pode ter levado a um relaxamento das ações de proteção das aeronaves A-50. Certamente, as bibliotecas de missão dos A-50 possuem as assinaturas eletrônicas que reconhecem a presença dos S-300 na área de combate.

Adicionalmente, o auxílio de informações de apontamento de alvo, provenientes da inteligência da OTAN, pode ter sido crucial para a rápida aquisição das aeronaves A-50 pelos S-300. Os sistemas antiaéreos, já tendo uma posição estimada da aeronave inimiga, podem rapidamente direcionar o radar e disparar seu armamento, dando pouco tempo de reação para a aeronave alvo.

## A OTAN PODE TER PARTICIPADO COM INFORMAÇÕES DE INTELIGÊNCIA?

### SIM: ALTA PROBABILIDADE

Existem sites que monitoram a atividade das aeronaves na região sul da Romênia e sobre o Mar Negro. A presença das aeronaves da OTAN e da USAF é quase diária.

Conforme ilustrado na Figura 13, em 19 de janeiro de 2024 o site *ItaMilRadar.com* registrou o movimento de quatro aeronaves operando para a OTAN, USAF e RAF. Especificamente, a reportagem menciona um “Boeing E-3A [Sentry] da OTAN (matrícula LX-N90456) orbitando o leste da Romênia, um Boeing P-8 [Poseidon] da Marinha dos EUA orbitando o Delta do rio Danúbio, um Boeing RC-135W [Rivet Joint] da USAF (matrícula 62-4134 – código de chamada JAKE13) operando no leste da Romênia, e um Boeing RC-135W [Rivet Joint] da RAF (matrícula ZZ665 – código de chamada RRR7219) operando ao longo da costa romena e búlgara, imediatamente sobre o Mar Negro”<sup>14</sup>.

A maioria dessas aeronaves desempenha a função Intelligence, Surveillance and Reconnaissance (ISR).

<sup>14</sup> NATO's commitment on the Eastern front continues. *Itamilradar*, 19 de janeiro de 2024. Disponível em: <https://www.itamilradar.com/2024/01/19/natos-commitment-on-the-eastern-front-continues/>.



Figura 13: Aeronaves AWACS e ISR empregadas para a vigilância sobre o Mar Negro, apresentados pelo site Itamiradar.com.

## O QUE SÃO AERONAVES COM FUNÇÃO ISR?

Retornando ao Manual de Doutrina da FAB, a Tarefa de ISR da USAF foi traduzida para os nossos manuais como Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (IVR). Esta “... tarefa que tem por objetivo prover consciência situacional para as forças amigas sobre o ambiente, fatores e condições em áreas de interesse, possibilitando avaliações oportunas, relevantes, abrangentes e precisas”.

Essas ações estruturam os bancos de dados de inteligência sobre o inimigo e englobam a guerra eletrônica, que busca controlar o espectro eletromagnético “para aumentar as capacidades da Força, aprimorar a consciência situacional e obter efeitos ofensivos e defensivos”<sup>7</sup>.

É importante destacar as ações de inteligência de sinais, conhecidas como SIGINT, que se divide em ELINT e COMINT. ELINT, ou inteligência eletrônica, compreende a captura de todos os sinais eletrônicos que o inimigo emite. Já COMINT, ou inteligência de comunicações, intercepta as comunicações realizadas pelo inimigo.

As aeronaves ISR pertencentes à OTAN e USAF, são os principais instrumentos de apoio de inteligência que a aliança atlântica pode fornecer para auxiliar os ucranianos no TO. Estas são verdadeiras aeronaves espãs, sobre as quais discorreremos mais detalhadamente a seguir.

### AERONAVE AWACS E-3 SENTRY

Já discutimos a presença das aeronaves E-3 Sentry AWACS da OTAN no artigo “PATRIOT VS SUKHOI SU-34: ANÁLISE DA BATALHA AÉREA NA UCRÂNIA”<sup>9</sup>, onde

detalhamos o funcionamento do AWACS e sua possível participação no abate de aeronaves Su-34 em 22 de dezembro de 2023.

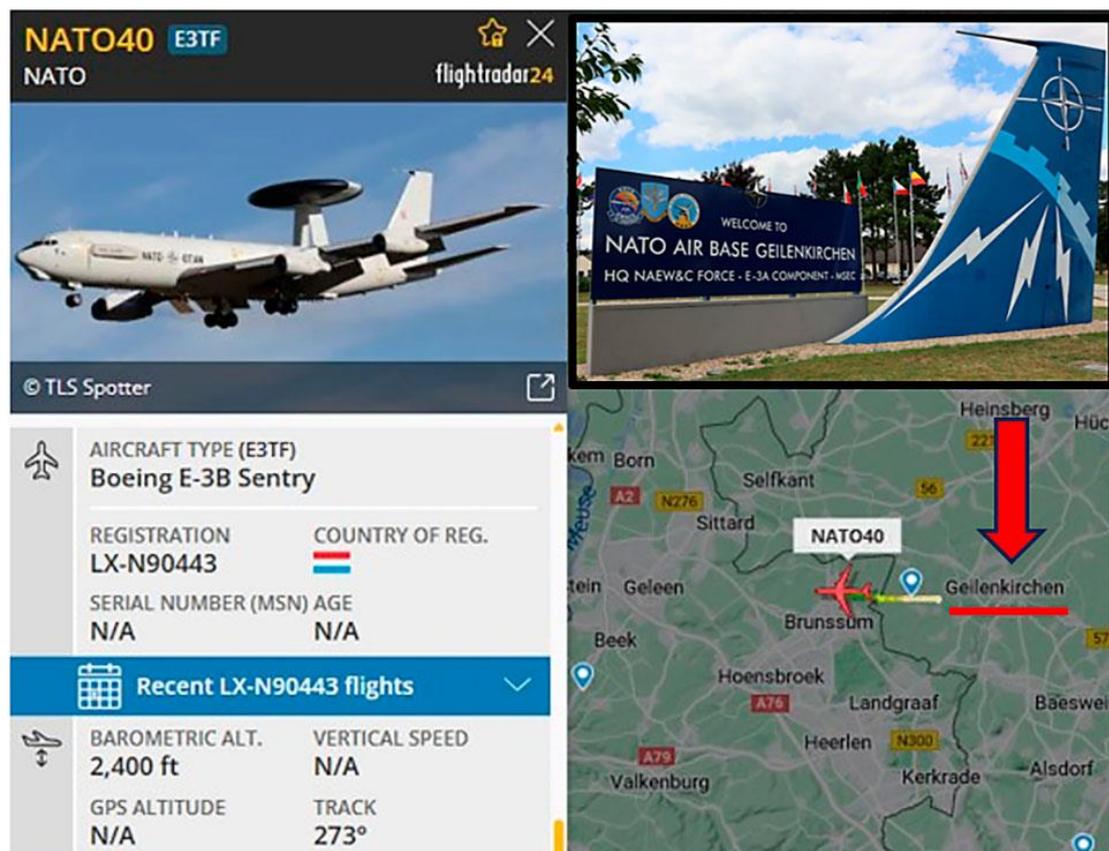


Figura 14: Decolagem do E-3 Sentry, código de chamada NATO 40, da Base Aérea de Geilenkirchen, em 15 de março de 2024, às 19h50m hora local.

O Esquadrão E-3 da OTAN está sediado na Base Aérea da aliança atlântica na cidade de Geilenkirchen, localizada na Alemanha, próxima às fronteiras da Bélgica e da França, conforme a Figura 14. Destacaremos a cobertura de radar que o E-3 pode alcançar sobre o TO da Ucrânia.

Quando posicionado em vigilância a 30.000 pés, altitude operacional padrão, o E-3 pode alcançar até 400 km para detecção de aeronaves à baixa altura e 520 km para aeronaves voando acima de 3.000 pés. Segundo a OTAN, o E-3, durante uma missão padrão, pode cobrir uma área igual à Polônia, o que representa a metade da Ucrânia.

É importante considerar que o avião radar E-3 não tem operado na posição ideal para visualizar todo o TO, pois, para se proteger, executa a vigilância a partir dos espaços aéreos da Romênia e Bulgária. A Figura 15 apresenta a área teórica de cobertura do E-3 de 400 km para aeronaves à baixa altura (linha preta) e 520 km para aeronaves voando acima de 3.000 pés (linha azul).

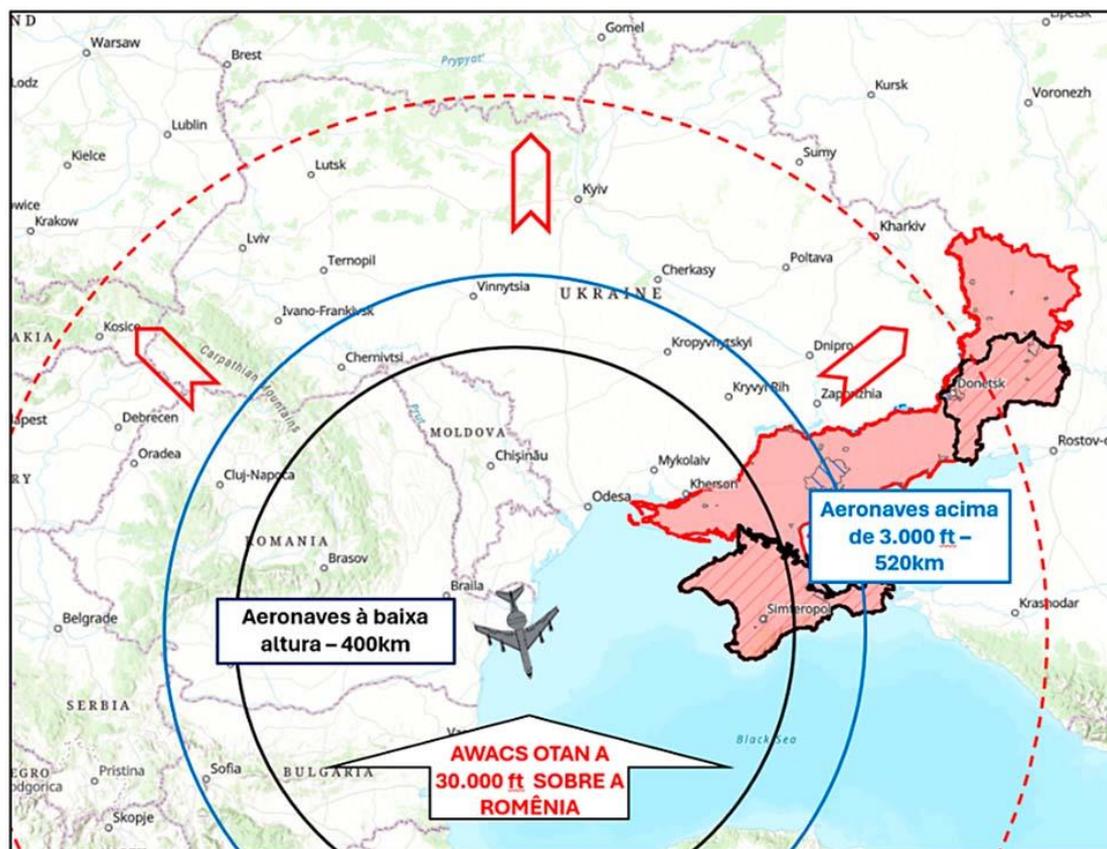


Figura 15: Cobertura radar e dos sistemas passivos, pontilhado em vermelho, estimados com aeronave AWACS sobre a Romênia, estimados a partir de uma altitude padrão de 30.000 pés.

O círculo tracejado em vermelho representa a distância de detecção de sistemas passivos. Embora seja uma medida imprecisa, é ilustrativa para demonstrar que a distância de detecção passiva é sempre maior do que a distância de detecção do radar. Uma das desvantagens é que o inimigo precisa estar emitindo para ser detectado.

Mais uma vez, destaca-se a importância das aeronaves radar AWACS e seus sistemas passivos, que coletam todas as emissões eletrônicas, para ampliar a consciência situacional no TO de toda a Ucrânia.

## RQ-4B GLOBAL HAWK

A aeronave remotamente pilotada RQ-4B Global Hawk desempenha um papel essencial no monitoramento do conflito entre Rússia e Ucrânia. Trata-se de uma aeronave estratégica de ISR, conforme mencionado anteriormente. Muitos a comparam com o U-2, o famoso avião espião da USAF.

As versões mais recentes do RQ-4B incorporam sistemas de coleta de inteligência de sinais, radares com abertura sintética, sistemas eletro-ópticos e

infravermelhos, bem como radares com varredura eletrônica para a busca de alvos móveis no solo e em voo (adaptado de<sup>15</sup>).

Um dos diferenciais táticos do Global Hawk é sua capacidade de permanecer em elevadas altitudes no TO por um longo período. Enquanto outras aeronaves ISR voam em altitudes médias de 30.000 pés, o Global Hawk voa a 55.000 pés, permitindo-lhe um horizonte rádio mais amplo para o uso dos radares e uma capacidade ainda maior para capturar emissões inimigas com seus sistemas passivos de inteligência de sinais.



Figura 16: RQ-4B Global Hawk é uma aeronave remotamente pilotada com função estratégica comparada ao U-2 (Northrop Grumman).

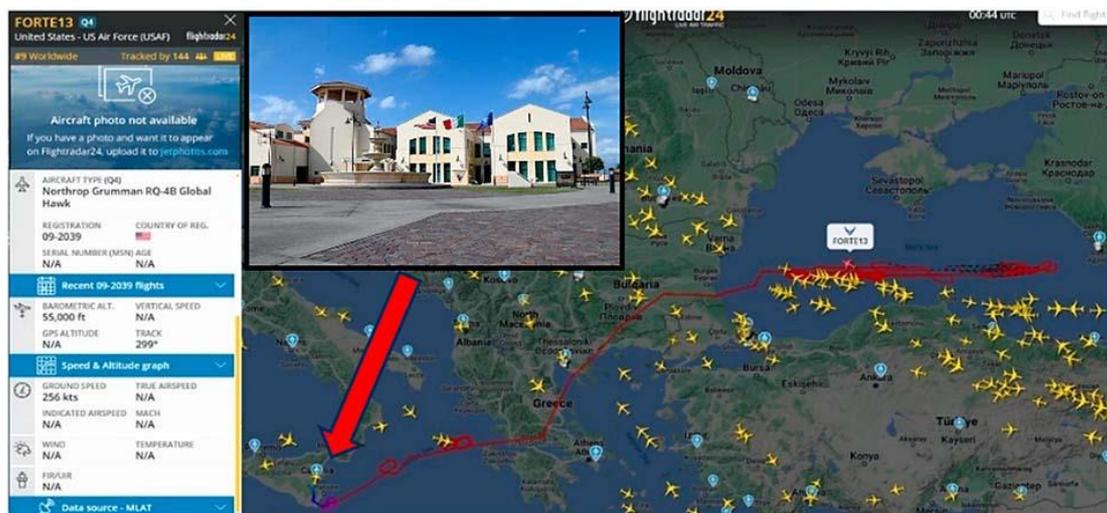


Figura 17: Aeronave RQ-4B Global Hawk, código de chamada Forte 13, pertencente à USAF decola da Base Aérea da OTAN Sigonella, na Sicília, sul da Itália, para o cumprimento da sua missão sobre o Mar Negro.

<sup>15</sup> Northrop Grumman RQ-4 Global Hawk. Wikipedia. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/Northrop\\_Grumman\\_RQ-4\\_Global\\_Hawk](https://en.wikipedia.org/wiki/Northrop_Grumman_RQ-4_Global_Hawk)

O horizonte rádio pode ser estimado teoricamente para frequências mais altas, acima de 30MHz, de acordo com o índice de refração normal da atmosfera. O horizonte de tais ondas será maior do que o horizonte visual ou geométrico da terra, chegando a cerca de 1/3 a mais do que estes alcances.

Sendo remotamente pilotado, o Global Hawk tem uma permanência em missão de mais de 30 horas e permite uma maior exposição ao inimigo, voando fora de espaços aéreos soberanos, como podemos ver na Figura 17, sobre o Mar Negro.

O local de decolagem do RQ-4B Global Hawk na Europa é a Base Aérea da OTAN de Sigonella, localizada na Sicília, sul da Itália, conforme mostrado na Figura 17.

## P-8 POSEIDON

Durante o conflito na Ucrânia, o P-8 Poseidon tem compartilhado operações com o Global Hawk a partir da Base Aérea da OTAN em Sigonella. O P-8 Poseidon ganhou destaque por ter auxiliado as forças ucranianas no afundamento do navio capitânia russo *Moskva*.

“O ataque aconteceu depois que as forças ucranianas perguntaram aos americanos sobre um navio que navegava no Mar Negro, ao sul de Odessa.... Os EUA o identificaram como o *Moskva* e ajudaram a confirmar a sua localização, após o que os ucranianos atacaram o navio. Os EUA não sabiam de antemão que a Ucrânia iria atacar o *Moskva* e não estiveram envolvidos na decisão de atacar. A inteligência marítima é compartilhada com a Ucrânia para ajudá-la a se defender de ataques de navios russos...”<sup>16</sup>.



Figura 18: Aeronave de Patrulha Marítima P-8 Poseidon, da Marinha dos EUA, possui importante função ISR no conflito Rússia-Ucrânia (Boeing).

O Boeing P-8 é uma aeronave de patrulha marítima multimissão, destacando-se na guerra antissubmarina, guerra de superfície, inteligência, vigilância,

<sup>16</sup> **DILANIAN**, Ken; **KUBE**, Courtney; **LEE**, Carol E. U.S. intel helped Ukraine sink Russian flagship Moskva, officials say. NBC News, 5 de maio de 2022. Disponível em: <https://www.nbcnews.com/politics/national-security/us-intel-helped-ukraine-sink-russian-flagship-moskva-officials-say-rcna27559>.

reconhecimento e busca e salvamento. Possui o teto máximo de 41.000 pés e pode atingir até 490 nós. A altitude operacional padrão é 30.000 pés.

O P-8 realiza missões de ISR marítimo através de um conjunto de sensores, como o radar de abertura sintética (SAR), otimizados para patrulha marítima.

O Poseidon também conduz missões de ISR sobre terra e atua como aeronave de Comando e Controle (C2) das forças terrestres, usando sistemas de missão avançados, *link* de dados e conjunto de sensores eletro-ópticos e infravermelhos. Para isso, possui um conjunto completo de comunicações de radiofrequência via *data link* para apoiar a coordenação das operações. Isso inclui comunicações de banda larga via satélite com estações terrestres que permitem a interoperabilidade com aliados e nações parceiras (adaptado de<sup>17</sup>).

### BOEING RC-135W RIVET JOINT

O RC-135W é a aeronave padrão para SIGINT (Inteligência de Sinais) em voo da Força Aérea dos Estados Unidos. Seu conjunto de sensores permite que a equipe operacional detecte, identifique e localize sinais em todo o espectro eletromagnético.



*Figura 19: Boeing RC-135W da RAF sediado em Waddington, Inglaterra, que também opera como aeronave ISR sobre o espaço aéreo da Romênia e Bulgária.*

<sup>17</sup> P-8 Poseidon: Multimission Maritime Aircraft. Boeing Co. Disponível em: <https://www.boeing.com/defense/p-8-poseidon#overview>.

As informações coletadas podem então ser encaminhadas, em diversos formatos, para vários destinos por meio da ampla gama de sistemas de comunicações do RC-135W Rivet Joint<sup>18</sup>.

A natureza confidencial de suas missões é tal que os operadores britânicos não realizam pousos intermediários. Eles decolam da Base Aérea de Waddington, a 180 km ao norte de Londres, executam a missão nos espaços aéreos da Romênia e Bulgária e retornam para a Inglaterra, conforme ilustrado na Figura 6.

Embora a mesma aeronave seja utilizada pela USAF, a presença da Royal Air Force (RAF) é mais constante.

## CONSEQUÊNCIAS IMEDIATAS DA DERRUBADA DOS A-50

### MUDANÇA DE POSIÇÃO DA AERONAVE A-50

Como medida de proteção, as aeronaves A-50 não foram mais vistas sobre o TO ucraniano. Certamente serão reposicionadas para a sua proteção e será necessária uma mudança de estratégia para o seu uso no TO da Ucrânia.

### O GOVERNO DA RÚSSIA RETOMARÁ A CONSTRUÇÃO DE A-50

“A empresa russa Rostec pretende reiniciar a produção da aeronave aerotransportada de alerta e controle antecipado A-50. Claro, este avião é necessário. Claro, nós o faremos. Nossas forças armadas não apenas exigem isso, mas também para exportação”, disse Sergey Chemezov, presidente da Corporação [Rostec]<sup>19</sup>.

### TEMPORADA DE CAÇA À ANTIAÉREA UCRANIANA

O Ministério da Defesa da Rússia divulgou no sábado, 9 de março de 2024, um vídeo que mostra a destruição de um sistema de mísseis de defesa aérea ucraniano S-300, conforme a Figura 20. A agência russa disse que a manobra foi realizada pelas forças russas usando um sistema de mísseis Iskander perto de Pokrovsk, na República Popular de Donetsk.

“Como resultado de um ataque preciso [...] a posição do sistema de mísseis antiaéreos das Forças Armadas da Ucrânia foi destruída”<sup>20</sup>.

Outro relato com o mesmo conteúdo ocorreu em uma área ao sul do TO, também em 9 de março de 2024. Na Figura 21, vemos um transporte dos mísseis S-300 em chamuscas.

<sup>18</sup> Boeing RC-135. Wikipédia. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Boeing\\_RC-135](https://pt.wikipedia.org/wiki/Boeing_RC-135).

<sup>19</sup> Russia to resume production of A-50 reconnaissance aircraft. Pravda, 29 de fevereiro de 2024. Disponível em: <https://www.pravda.com.ua/eng/news/2024/02/29/7444364/>.

<sup>20</sup> Vídeo: Sistema de defesa ucraniano S-300 abatido pelas forças russas. RT Brasil, 9 de março de 2024. Disponível em: <https://rtbrasil.com/noticias/1120-video-sistema-defesa-ucraniano-destruido-forcas-russas/>.



Figura 20: Imagem do sistema S-300 da Ucrânia instantes antes do ataque russo com míssil Iskander, em 9 de março de 2024 (RT Brasil).

“Um S-300 ucraniano destruído entre Kherson e Mykolaiv, no sul da Ucrânia, próximo à margem do Mar Negro. Fontes referem que nesse momento a Ucrânia só opera mísseis antiaéreos portáteis (MANPADS) ou de curto/médio alcance (máximo 20/25 km)”<sup>21</sup>.

As consequências dos ataques russos aos sistemas antiaéreos já estão sendo evidenciadas nos meios de comunicação ocidentais. Em 31 de março de 2024, a revista digital do Atlantic Council emitiu uma declaração alarmante em seu título: “A Ucrânia precisa urgentemente de defesas aéreas enquanto a Rússia dizima a rede elétrica”<sup>22</sup>.

Posteriormente, em 7 de abril de 2024, a mesma revista divulgou os impactos dos ataques russos e o esgotamento dos sistemas de defesa ucranianos. Segundo a publicação, “Somente em março de 2024, a Rússia atacou a Ucrânia com 264 mísseis e 515 drones, de acordo com dados da Força Aérea ucraniana. Alguns foram interceptados pelas defesas aéreas ucranianas, mas a munição está se esgotando rapidamente. Sem uma ideia clara de quando os próximos lotes de mísseis antiaéreos podem chegar, as tropas ucranianas devem racionar

<sup>21</sup> **HOJE.NO**. Um S-300 ucraniano destruído entre Kherson e Mykolaiv, no sul da Ucrânia, próximo à margem do Mar Negro. Twitter, 9 de março de 2024. Disponível em: [https://twitter.com/hoje\\_no/status/1501597451966373899](https://twitter.com/hoje_no/status/1501597451966373899).

<sup>22</sup> **JAYANTI**, Suriya Evans-Pritchard. Ukraine urgently needs air defenses as Russia decimates power grid. Atlantic Council, 31 de março de 2024. Disponível em: <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/ukrainealert/ukraine-urgently-needs-air-defenses-as-russia-decimates-power-grid/>.

suprimentos, deixando milhões vulneráveis aos horrores dos bombardeios russos”<sup>23</sup>.



Figura 21: Filmagens indicam a destruição de mísseis do sistema S-300, próximos a Kherson.

---

**\*Jorge Luiz Schwerz** é coronel-aviador veterano da Força Aérea Brasileira, mestre em guerra eletrônica pelo ITA, ex-adido militar na França e na Bélgica, especialista na área de guerra eletrônica, articulista nas principais revistas de defesa do Brasil e coordenador do Canal Ao Bom Combate!

---

<sup>23</sup> **GONCHARENKO, Oleksiy.** Western weakness in Ukraine could provoke a far bigger war with Russia. Atlantic Council, 7 de abril de 2024. Disponível em: <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/ukrainealert/western-weakness-in-ukraine-could-provoke-a-far-bigger-war-with-russia/>.