

# PATRIOT VS. SUKHOI SU-34: ANÁLISE DA BATALHA AÉREA NA UCRÂNIA

Por Jorge Schwerz\*



*Aeronave Su-34 da Força Aérea russa (Ministério da Defesa da Federação da Rússia).*

*Possíveis estratégias que a Ucrânia pode ter empregado na derrubada do Su-34 russo, análise do que pode ter ocorrido mal para a Força Aérea russa, considerando que a sua capacidade de Guerra Eletrônica é considerada superior, e investigação sobre se o sistema Patriot contou com o auxílio de aeronaves AWACS da OTAN.*

**E**m 22 de dezembro de 2023, surgiram relatos de que três aeronaves russas Sukhoi Su-34 foram derrubadas pela defesa antiaérea ucraniana em Kherson, no sul da Ucrânia. No entanto, nenhuma das partes envolvidas confirmou oficialmente o incidente. O sistema de defesa MIM-104 Patriot foi mencionado como o equipamento utilizado para abater os aviões Sukhoi russos.

Neste artigo, vamos explorar todas as possíveis estratégias que a Ucrânia pode ter empregado para alcançar essa vitória. Além disso, vamos analisar o que pode ter dado errado para a Força Aérea russa (VKS), levando em consideração que a capacidade de Guerra Eletrônica (GE) da Rússia é considerada superior à da Ucrânia. Também vamos investigar se o sistema MIM-104 Patriot contou com o auxílio de aeronaves AWACS da OTAN para obter essa vitória.

## FATO: A TRIPULAÇÃO DE UM SU-34 FOI RESGATADA

No final do dia 22 de dezembro de 2023, surgiram notícias sobre o abate de três caças Su-34 russos (Figura 1). “Os três Su-34 russos faziam parte de um grupo

aéreo que atacava o destacamento ucraniano em Krinky, na região de Kherson”, situado próximo à Crimeia. [...]” a Força Aérea russa era a responsável por combater um pequeno destacamento ucraniano.



*Sukhoi Su-34 da Força Aérea russa (Alex Belyukov/RuSpotters Team).*

“As forças terrestres russas já tinham sido atacadas por artilharia e drones. Somente os aviões russos ainda não haviam sido combatidos”<sup>1</sup>.

Nas horas seguintes, surgiram informações contraditórias. No entanto, os russos admitiram a perda de pelo menos uma aeronave, o que foi corroborado por fotos mostrando o resgate dos pilotos ejetados (Figuras 2, 3 e 4).



*Figura 2 (esq.): Aeronave Mi-8 pousada para recolher pilotos russos abatidos; Figura 3 (centro): Paraquedas de um dos pilotos abatidos. e Figura 4 (dir.): Paraquedas de um dos pilotos abatidos.*

<sup>1</sup> TENDAR. Twitter, 2 de março de 2012. Twitter: @Tendar. Disponível em: <https://twitter.com/Tendar/status/1738286636666888417?t=5Mg9Ib0Du4IO69jq63seww&s=08>.

“Pode-se ver o local de aterrager dos pilotos de um Su-34 abatido e o trabalho da equipe de busca e resgate do helicóptero Mi-8 para evacuar sobreviventes...”<sup>2</sup>.

## A MISSÃO DOS SU-34

Relatos de grupos alinhados à Rússia esclarecem que a VKS vinha utilizando os Su-34 para missões de apoio às brigadas russas em Krinky, região de Kherson, conforme mapa da Figura 5.



Figura 5: Os Su-34 foram derrubados enquanto realizavam um ataque a Krinky, triângulo azul destacado pela seta vermelha (adaptado de Tendar).

As tropas ucranianas fizeram uma cabeça-de-ponte cruzando o Rio Dnieper em direção à Criméia e eram atacadas constantemente pelas aeronaves Su-34.

A missão dos Su-34, conhecida como Apoio Aéreo Aproximado, é definida na Doutrina da Força Aérea Brasileira como a “ação que consiste em empregar Meios Aeroespaciais, utilizando-se de meios cinéticos contra alvos [...] na superfície, para detectar, identificar e neutralizar forças oponentes que estejam em contato direto com forças amigas”. [...] <sup>3</sup>. Os norte-americanos usam a denominação *Close Air Support* (CAS).

<sup>2</sup> MILINFOLIVE. Disponível em: <https://t.me/milinfolive/112984>. Postado em 22 de dezembro de 23.

<sup>3</sup> BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Doutrina básica da Força Aérea Brasileira: volume II. Brasília: DCA 1-1, 2020. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/unifa/ppgca/images/conteudo/D-OBRN/DCA-1-1-DOUTRINA-BSICA-DA-FORA-AREA-BRASILEIRA-VOLUME-1-2020.pdf>.

O Su-34 é uma das aeronaves ideais para esta missão, visto que é um caça-bombardeiro multimissão com dois tripulantes que pode levar até oito toneladas de armamentos variados. Sua versatilidade permite que ele destrua alvos no ar, em terra e no mar com eficácia.

O arsenal da aeronave inclui um canhão de 30 mm, foguetes, bombas tanto de queda livre quanto de precisão, mísseis ar-ar de curto e médio alcance, mísseis ar-superfície de alta precisão, mísseis antirradiação e mísseis de cruzeiro. Todos esses armamentos podem ser posicionados em até 14 pontos fixos na fuselagem<sup>4</sup>.



Figura 6: Caça-bombardeiro multimissão Su-34 da VKS (adaptado de Sputnik Globe).

## O QUE DEU ERRADO PARA A FORÇA AÉREA RUSSA (VKS)?

A indagação é pertinente, considerando que a Força Aérea da Rússia detém um amplo domínio do espaço aéreo, o que lhe permite operar com uma liberdade considerável naquela região específica do Teatro de Operações (TO) ucraniano. A sua guerra eletrônica tem a capacidade de detectar a emissão de radares inimigos, permitindo assim antecipar-se à defesa adversária. Além disso, suas aeronaves de alerta antecipado são capazes de identificar ameaças aéreas a longas distâncias, enquanto seus satélites têm a habilidade de prever movimentos significativos do inimigo. Dentro do arsenal do Su-34, destaca-se o Kh-31, um míssil antirradiação supersônico, cujos alvos potenciais incluem o radar do sistema Patriot.

Com esta descrição do problema podemos começar a desenrolar este nó de informações.

<sup>4</sup> SPUTNIK GLOBE. *Russia's Su-34 Bomber Targets Ukraine with Guided Bombs, Missiles, Other Weapons*. Disponível em: <https://sputnikglobe.com/20150922/russia-su-34-bomber-targets-1027332450.html>. Postado em 22 de setembro de 2015.

## COMO FUNCIONA O MIM-104 PATRIOT?

O sistema antiaéreo Patriot é estruturado em seis componentes principais: um sistema de radar, uma estação de controle de engajamento, lançadores de mísseis, os próprios mísseis Patriot, um mastro de antenas de comunicação e um gerador de energia (Figura 7).



Figura 7: Elementos principais para a operação do Sistema MIM-104 Patriot. A figura apresenta a estação de controle de engajamento, lançador de mísseis, mísseis Patriot e sistema radar.

O componente de radar é formado por um radar multifuncional de banda C (4 GHz a 8 GHz), especificamente os modelos AN/MPQ-53 (utilizado com os mísseis PAC-2) e AN/MPQ-65 (utilizado com os mísseis PAC-3). Este sistema é controlado remotamente pela estação de controle MSQ-104. Com a capacidade de detectar e rastrear mais de 100 alvos potenciais, o radar é uma peça-chave do sistema. Embora o alcance máximo não seja oficialmente divulgado, algumas fontes estimam que ele possa ultrapassar os 200 km<sup>5</sup>.

O conjunto de antenas do radar incorpora um subsistema interrogador IFF, que identifica se um alvo é amigo ou inimigo, e um conjunto de guiamento do míssil *Track-Via-Missile* (TVM), que é empregado para direcionar o míssil durante a maior parte de sua trajetória.

O radar do Patriot se distingue por ser um sistema de *detection-to-kill*, o que significa que uma única antena realiza todas as funções de busca, aquisição, rastreamento e guiamento do armamento. Esta capacidade foi estrategicamente ajustada para a faixa de frequência utilizada, a Banda C (4 GHz a 8 GHz), que se situa entre a faixa de frequência dos radares de busca – Banda S (2 GHz a 4 GHz) e a faixa de frequência de guiamento de armamentos, a Banda X (8 GHz a 12 GHz). Isso contrasta com a maioria dos sistemas de mísseis antiaéreos, onde diversos radares distintos são necessários para executar todas as funções requeridas para detectar e engajar alvos.

O feixe gerado pelo radar de varredura eletrônica do Patriot é estreito e altamente ágil em comparação com o de uma antena parabólica em movimento. Esta

<sup>5</sup> CMANO-DB. AN/MPQ-65 – (AN/MPQ-53 (V) PAC-3) Radar. Disponível em: <https://cmano-db.com/sensor/2498/>.

característica confere ao radar a habilidade de detectar alvos pequenos e rápidos, como mísseis balísticos, ou alvos com baixa seção transversal do radar, como aeronaves furtivas ou mísseis de cruzeiro.

Neste contexto, é importante destacar as Medidas de Proteção Eletrônica (MPE) que foram incorporadas ao radar AN/MPQ-53/65, pois ele possui sistemas de cancelamento de lóbulo secundário e o seu feixe radar é ajustado para dificultar a sua detecção até por RWR, equipamento que alerta as aeronaves que são iluminadas por um radar. A potência e a agilidade do radar do Patriot também são altamente resistentes a Medidas de Ataque Eletrônico (MAE), as interferências. Na presença de interferências, o radar do Patriot é capaz de alterar rapidamente de frequência para resistir ao ataque.

O guiamento do míssil PAC-2 é semiativo, ou seja, o míssil é lançado e se aproxima do alvo guiado pelo radar de solo pelo sistema *Track-Via-Missile* (TVM), detonando próximo ao alvo e liberando milhares de esferas metálicas que irão destruir o alvo. O método TVM, ou guiamento pelo míssil, é assim denominado por utilizar as informações coletadas pelo próprio míssil para a sua correção. Este método emprega a reflexão da onda radar que ocorre no alvo e é recebida por um sensor na cabeça do míssil. O míssil transmite esta informação para o radar que realiza o ajuste necessário, comparando com as informações que o próprio radar recebe do alvo. O míssil PAC-2 tem alcance máximo de 160 km.

Por outro lado, o míssil PAC-3, na sua fase final, é ativo, ou seja, ele é inicialmente guiado pelo radar de solo e na fase final do voo, o míssil aciona o seu próprio radar de Banda Ka (27 GHz a 40 GHz) localizado na sua cabeça, direcionando o míssil até o impacto, o que aumenta a precisão da interceptação. O míssil PAC-3 tem o objetivo de atingir diretamente o alvo, enquanto o PAC-2 é por espoleta de proximidade. O míssil PAC-3 tem alcance máximo de 30 km e míssil PAC-3 MSE 60 km<sup>6</sup>.

A estação de controle de engajamento AN/MSQ-104, operada por três militares, rastreia e prioriza alvos, bem como se comunica com as estações de lançamento, outras baterias Patriot e outros integrantes do sistema de defesa aérea, por meio do mastro de antenas de comunicação.

A estação de controle de engajamento tem a capacidade de controlar até oito lançadores de mísseis, com o máximo de quatro mísseis PAC-2 por lançador e 16 mísseis PAC-3 por lançador.

Para alimentar o conjunto de radar e o sistema de controle de engajamento, cada unidade Patriot também dispõe de um caminhão gerador, que é equipado com dois geradores de 150 KW<sup>7</sup>.

---

<sup>6</sup> MIM-104 PATRIOT. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2024. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/MIM-104\\_Patriot](https://en.wikipedia.org/wiki/MIM-104_Patriot).

<sup>7</sup> MISSILE DEFENSE ADVOCACY ALLIANCE. *The Patriot missile defense system*. Disponível em: <https://missiledefenseadvocacy.org/defense-systems/patriot-missile-defense-system/>.

## QUAL SERIA O PAPEL DO AWACS PARA O SUCESSO DO ABATE?

Conforme citado por um Canal simpático à Rússia no *Telegram*: “Quanto à perda da aeronave perto de Krinky, onde hoje as Forças Armadas da Ucrânia realizaram uma emboscada aérea competente, trabalhando com o Patriot em conjunto com o AWACS”<sup>8</sup>.

É crucial destacar que a confirmação do uso do AWACS da OTAN, especificamente o E-3 Sentry, na identificação e abate das aeronaves Su-34, ainda está pendente. Contudo, essa possibilidade foi levantada e, levando em conta sua eficácia potencial para a GE, optamos por realizar uma análise detalhada sobre o tema.

Nosso objetivo é elucidar o papel do E-3 Sentry no contexto de guerra aérea. Neste cenário específico, o E-3 Sentry poderia ser empregado como uma estratégia vital para confundir a GE russa e orientar o lançamento do míssil Patriot. Em tal momento crítico, a VKS provavelmente não teria tempo hábil para reagir contra o míssil do sistema antiaéreo ucraniano.

Por isso, a menção à participação de uma aeronave AWACS por alguns canais pró-Rússia não é descabida. O AWACS poderia ter desempenhado o papel inicial de buscar e identificar o inimigo, transmitindo essas informações para o Patriot, posicionado estrategicamente no Teatro de Operações.

## CONHECENDO O AWACS

O E-3 Sentry é uma aeronave de Alerta Embarcado e Sistema de Controle (AWACS) que oferece vigilância, Comando, Controle e Comunicações sob quaisquer condições meteorológicas, fornecendo suporte essencial para comandantes de Forças Aéreas em nível tático.

O radar AN/APY-2 é o componente central do AWACS E-3 Sentry. Operando a uma altitude de 30.000 pés, este radar é capaz de detectar alvos em baixa altitude e na superfície do mar até uma distância de 400 km, e até 800 km para alvos em altitudes elevadas.

O radar opera na Banda S (2 GHz a 4 GHz), aproximadamente em torno de 3 GHz. Ele utiliza uma antena de varredura eletrônica de 7,3 m de largura e 1,5 m de altura (Figura 9), alojada em um domo rotativo que gira a 6 RPM (Figura 8). [...] A antena possui uma largura de feixe extremamente estreita e amplitude ajustável para redução de lóbulo secundário, características que aumentam a resistência do radar a interferências<sup>9</sup>.

---

<sup>8</sup> VYSOKYGOVORIT. Disponível em: <https://t.me/vysokygovorit>. Postado em 22 de dezembro de 2023.

<sup>9</sup> STIMSON, G. W. *Introduction to Airborne Radar*. 2. ed. Stevenage, Herts, UK: SciTech Publishing (an imprint of the IET), 1998.



Figura 8: Aeronave AWACS E-3 Sentry da USAF (Roslyn Ward/USAF).



Figura 9: Radar APY-2 de varredura eletrônica fornece a capacidade para que o AWACS cumpra a sua missão.

O radar apresenta os seguintes modos de operação, representados pelas figuras abaixo<sup>10</sup>.

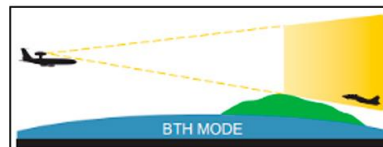
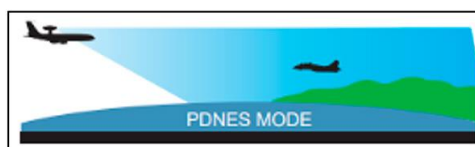


Figura 10 (esq.): Modo radar pulso Doppler para alvos à baixa altura, que detectam alvos em movimento;  
Figura 11 (dir.): Modo além-do-horizonte, sem Doppler, para alvos aéreos de longa distância.

<sup>10</sup> NORTHROP GRUMMAN ELECTRONIC SYSTEMS. AWACS Surveillance Radar – The Eyes of the Eagle. Disponível em: <https://www.yumpu.com/en/document/view/4036206/awacs-surveillance-radar-the-eyes-of-the-eagle>.



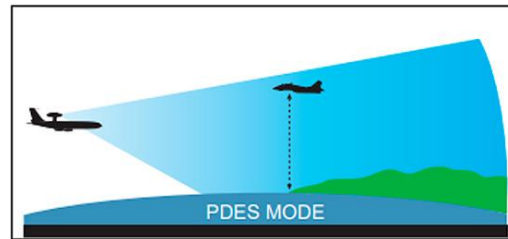
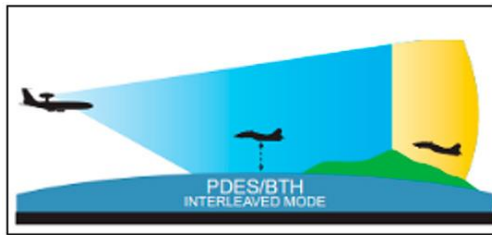


Figura 12 (esq.): Modos intercalados para alvos à baixa altura e além-do-horizonte; Figura 13 (dir.): Modo Pulso Doppler com determinação de altura utilizando a varredura vertical do feixe radar.

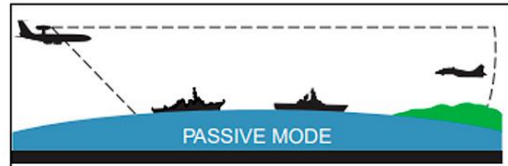


Figura 14 (esq.): Modo Marítimo, que emite um pulso radar estreito que separa o movimento do mar e os navios inimigos de qualquer tamanho; Figura 15 (dir.): Modo Passivo, quando o radar deixa de transmitir em determinado setor, mas mantém a recepção de sinais emitidos pelo inimigo. Muito efetivo em área com presença de interferência inimiga. Neste caso, aparecerá no radar uma linha mostrando a direção da interferência.

Cada varredura completa de 360° pode ser subdividida em até 32 setores distintos, com a capacidade de ajustar cada varredura para diferentes modos. Esses modos podem ser alternados para fornecer detecção de longo alcance e em altitudes variadas, abrangendo tanto aeronaves quanto alvos na superfície. Além disso, o modo passivo é destacado para a detecção de ataques eletrônicos, como a interferência<sup>9</sup>.

## A GUERRA ELETRÔNICA DA RÚSSIA

Os artigos que produzi anteriormente ilustram a significativa disparidade entre os equipamentos de Guerra Eletrônica da Rússia e da Ucrânia. A Rússia possui uma vantagem considerável neste domínio da guerra. Portanto, a ocorrência de um abate é surpreendente, pois sugere uma diminuição na eficiência da Guerra Eletrônica russa, mesmo que seja temporária e localizada.

Os equipamentos terrestres mais renomados, que estão à disposição dos russos para essa missão, incluem o Krasukha-2, Krasukha-4 e Moskva-1.

O 1L269 Krasukha-2 é um Sistema de Guerra Eletrônica utilizado para bloquear e despistar radares da Banda S (2 GHz a 4 GHz). [...] Esta faixa de frequência é utilizada por radares que buscam ameaças aéreas, identificam, acompanham e guiam armamentos. Esta faixa de frequência é utilizada pelo radar do AWACS.

O Krasukha-2 tem um alcance de até 250 km e opera em conjunto com o Sistema Krasukha-4.

O equipamento é usado para suprimir os sinais do inimigo despistando o radar inimigo confundindo seus sistemas de comando e controle e designação de alvos<sup>12</sup>.



*Figura 16: O sistema Krasukha-2 é montado em caminhão BAZ-6910 operando na Banda S.*

O 1RL257 Krasukha-4 é um sofisticado sistema de guerra eletrônica, projetado para bloquear ou despistar radares operando nas bandas X (8 GHz a 12 GHz) e Ku (12 GHz a 18 GHz). Estes radares são comumente encontrados em aviões, drones, mísseis e satélites em órbita baixa, onde desempenham funções críticas de rastreamento de alvos e orientação de armamentos.



*Figura 17: Sistema Krasukha-4 consiste em dois caminhões Kamaz-6350, sendo um o posto de comando e outro equipado com sensores, operando nas Bandas X e Ku.*

Este sistema atua em conjunto com o Krasukha-2, ampliando suas capacidades. Com um alcance impressionante de 300 km, o Krasukha-4 é capaz de interferir até mesmo em satélites em órbita terrestre baixa. Além disso, pode causar danos permanentes aos dispositivos eletrônicos atacados. Vale ressaltar que os radares antiaéreos também estão entre os alvos preferenciais do Krasukha-4<sup>11</sup>.

O 1L265 Moskva-1 (Moscou-1) é um equipamento de reconhecimento eletrônico passivo com alcance de até 400 km.

O Moskva-1 detecta emissões inimigas e transmite esses parâmetros para outros sistemas de guerra eletrônica, como o Krasukha, que atua conforme descrito acima.



*Figura 18: O Moskva-1 é um sistema passivo que coleta os dados de emissões inimigas que serão usados pelo Sistema Krasukha, para interferir nos equipamentos inimigos.*

Um dos principais atributos do Moskva-1 é a sua natureza passiva, ou seja, ele não emite ondas eletromagnéticas. Isso permite que o Moskva-1 permaneça indetectável pelo inimigo, proporcionando uma vantagem tática significativa<sup>12</sup>.

Não podemos esquecer que o Su-34 é uma aeronave crucial para o esforço de guerra russo, sendo capaz de transportar sistemas de Guerra Eletrônica, incluindo o L-175 Khibiny e o SAP-14 Tarântula.

<sup>11</sup> WIKIPEDIA. Krasukha. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Krasukha>.

<sup>12</sup> ARMAS RUSSAS. Combatentes de guerra eletrônica: por que os sistemas de guerra eletrônica são necessários e como eles funcionam (tradução google) Disponível em: <https://rg.ru/2023/08/28/sredstva-radioelektronnoy-borby-reb-zachem-nuzhny-i-kak-rabotaiut.html>.



Figura 19: O Sistema L-175 Khibiny é um equipamento de GE que faz a proteção da aeronave Su-34, despistando radares de direção de tiro e de guiamento de armamentos.

O L-175 Khibiny é um sistema de Ataque Eletrônico integrado à estrutura do Su-34, posicionado nas extremidades das asas. Sua principal função é proteger a aeronave, executando ataques eletrônicos contra ameaças diretas ao Su-34, como radares de direção de tiro e de guiamento de armamentos (adaptado de Wikipedia<sup>13</sup>).

Levando em consideração que o caça-bombardeiro já estará equipado com armamentos, não há espaço para um bloqueador de grande porte. Por isso, o Su-34 incorpora interferidores menores, como o Khibiny, que se contrapõem às ameaças diretas à aeronave. Esta técnica é conhecida como Despistamento de Autoproteção ou *Self-Screen Jamming*.

Quanto aos radares de busca aérea, a Força Aérea Russa pode contar com o SAP-14 Tarântula.

O SAP-14 Tarântula é capaz de oferecer proteção a um grupo de aeronaves<sup>14</sup>, utilizando uma técnica conhecida como Bloqueio de Acompanhamento ou *Escort Jamming*.

Neste cenário, a aeronave equipada com o interferidor acompanha o esquadrão atacante, interferindo ativamente no radar inimigo.

<sup>13</sup> WIKIPEDIA. *Khibiny (electronic countermeasures system)*. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/Khibiny\\_\(electronic\\_countermeasures\\_system\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Khibiny_(electronic_countermeasures_system)).

<sup>14</sup> NAKED SCIENCE. *Bombardirovshchik Su-34 Poluchil*. Disponível em: <https://naked-science.ru/article/tech/bombardirovshchik-su-34-poluchil>.



*Figura 20: Sistema SAP-14 Tarântula em período de testes.*

Contudo, é crucial destacar que ainda não foi oficialmente confirmada a entrada em operação do SAP-14 Tarântula na Ucrânia. Até agora, as únicas evidências disponíveis são fotografias do equipamento durante sua fase de testes.

## A NOSSA ANÁLISE

**Fato: ao menos uma aeronave Su-34 foi abatida.**

As fotos divulgadas pelos canais alinhados à Rússia do Telegram foram criticadas por outros canais daquele país por divulgarem a perda da aeronave, então podemos dar como certa a derrubada de, ao menos, um Su-34.

**Quem abateu?**

**Alta Probabilidade:** O sistema MIM-Patriot foi utilizado para abater a aeronave Su-34.

**Baixa Probabilidade:** Sistema S-300P da Ucrânia.

O radar do sistema Patriot, AN/MPQ-53/65, é altamente eficaz para missões desse tipo. Ele incorpora características vitais de proteção eletrônica que evitam a detecção de suas emissões pelos sistemas de alerta de radar (RWR) das aeronaves inimigas. Além disso, ao utilizar um míssil PAC-2, que tem um alcance de 160 km, a missão poderia ser realizada com uma alta probabilidade de sucesso.

Os ucranianos poderiam ter optado por usar o sistema antiaéreo S-300P, de origem russa, presente no seu arsenal de antes da guerra. No entanto, os russos teriam uma grande vantagem por conhecerem as frequências emitidas pelos radares do S-300. Essas informações ficam armazenadas na memória de seus equipamentos de guerra eletrônica, também conhecida como biblioteca de missão, identificando rapidamente a presença do S-300 na área de operação.

Com essa informação, eles poderiam optar por eliminar as baterias antiaéreas, missão conhecida como Supressão de Defesa Antiaérea Inimiga (SDAI), ou simplesmente evitar o risco de perder uma aeronave de combate, cancelando a missão.

### **É possível que a aeronave AWACS, E-3 Sentry, tenha participado?**

**Alta probabilidade:** Sim.

Não é possível afirmar com certeza, pois o sistema Patriot tem a capacidade de realizar buscas de maneira a ser minimamente perceptível para as aeronaves russas. Entretanto, é amplamente conhecido entre os profissionais que monitoram o conflito que uma das missões mais importantes da OTAN é fornecer à Ucrânia informações de inteligência e movimento do inimigo, permitindo que os ucranianos obtenham vitórias significativas no nível tático.

Os russos, provavelmente, já têm em sua biblioteca de missão as frequências emitidas pelos radares de defesa do Patriot.

Desta forma, considerando-se que a Ucrânia possui poucos exemplares do Patriot, quanto mais segura for a operação do sistema, sem expor as emissões do seu radar, mais tempo ele poderá cumprir sua missão.

Como mencionado ao falarmos sobre o AWACS, seu radar de varredura eletrônica tem a capacidade de escolher setores para vigilância e usar modos de emissão ativos e passivos em sua operação, passando praticamente despercebido à detecção inimiga.

A hipótese levantada é que o AWACS estaria operando sobre território da Romênia, país integrante da OTAN, cuja fronteira terrestre mais próxima está a 315 km da área da queda do Su-34.

Ressalta-se que o radar do AWACS pode capturar alvos à baixa altura a uma distância de 400 km podendo atingir distâncias maiores quando se trata de alvos aéreos grandes como as aeronaves Su-34. As informações seriam enviadas para o Patriot, que poderia disparar sem expor muito a sua emissão radar.

Nesse momento crítico, a Força Aérea russa não teria tempo suficiente para reagir contra o míssil do sistema antiaéreo ucraniano.

## A GE RUSSA FALHOU?

Não, mas na nossa avaliação ela sequer foi usada. Entendemos que não houve prioridade na disposição de equipamentos importantes de GE nesta área do TO, visto que era um destacamento ucraniano com pouca importância para o esforço de guerra e que os russos controlavam sem muita dificuldade.

Lembrando que os sistemas Krasukha são prioritariamente utilizados para proteger estruturas estratégicas do Estado russo, o que não era o caso da área de Kherson.

## CONSEQUÊNCIAS IMEDIATAS DA AÇÃO

A Força Aérea russa será obrigada a alterar a sua estratégia, passando a operar com o suporte de sistemas de Guerra Eletrônica. Essa mudança resultará na necessidade de as forças russas dividirem seus recursos de GE. Além disso, elas agora enfrentam a incerteza do Teatro de Operações ucraniano, o que limita a sua capacidade de operar com a liberdade anterior.

E, mais uma vez, reafirma-se a necessidade de controle do espectro eletromagnético através das técnicas disponibilizadas pela Guerra Eletrônica. A aplicação dessas técnicas pode ser o diferencial entre a vitória e a derrota no campo de batalha.

---

*\*Jorge Schwerz é coronel-aviador da reserva da Força Aérea Brasileira, MSc em Guerra Eletrônica pelo ITA, ex-adido de Defesa e Aeronáutica na França e na Bélgica e coordenador do Blog Ao Bom Combate!*

---