

ANÁLISE DO RELATÓRIO DE DEFESA ANTIAÉREA DA UCRÂNIA

Por Olivier Dujardin*



Militares ucranianos preparam um sistema de mísseis de defesa aérea móvel AN/TWQ-1 Avenger perto de Kiev, Ucrânia, 16 de junho de 2023 (Anna Voitenko/Reuters).

Mesmo tendenciosos, os dados da eficácia da defesa antiaérea ucraniana trazem lições.

Em 20 de agosto de 2024, as autoridades ucranianas publicaram um documento¹ apresentando estatísticas sobre ataques russos com mísseis e drones desde fevereiro de 2022. Este documento fornece uma visão geral dos ataques russos dentro do território ucraniano.

Resumidamente, a publicação é acompanhada por um único comentário: “Estatísticas de ataques com mísseis das forças armadas russas no território da Ucrânia: foram lançados 9.627 mísseis, dos quais 2.857 foram interceptados pelas forças de defesa aérea. Destes mísseis, 5.197 visavam alvos civis e 1.998, alvos militares. Além disso, 13.997 UAVs de ataque foram lançados e 9.272 foram abatidos.”

¹ <https://liveuamap.com/en/2024/20-august-statistics-of-missile-strikes-by-the-russian-armed>.



FIGURA 1: Mapa de estatísticas de ataques de mísseis das Forças Armadas russas em território ucraniano divulgadas pela Ucrânia publicado pelo LiveUA Map.

Examinando estes números, é possível extrair mais informações do documento após uma tradução e análise estatística.

NOTAS GERAIS SOBRE OS NÚMEROS

Em primeiro lugar, deve notar-se que estes números provêm dos ucranianos e são completamente inverificáveis. É, portanto, razoável supor que sejam “otimistas”, devido à violenta guerra de informação. No entanto, os números são muito menos favoráveis do que os declarados diariamente pelo Exército ucraniano relativamente às intercepções terra-ar. Por exemplo, durante o ataque maciço de 26 de agosto de 2024², a Ucrânia afirma ter abatido 80% dos mísseis e mais de 90% dos Shahed/Geran. Um registro geralmente mais ou menos estável em cada ocasião, o que torna ainda mais surpreendente a intercepção de 37% em mísseis e a intercepção de 66% em Shahed/GERAN, que foram comunicadas.

Então, vários números são difíceis de interpretar. Por exemplo, é indicado o número de alvos “civis” atingidos por mísseis, mas a definição exata de “civis” permanece obscura. Dado que isto representa a maioria dos alvos atingidos, pode-se presumir que isto inclui instalações de energia, bem como quaisquer edifícios desviados do uso civil para atividades militares, conforme documentado pela Anistia Internacional³. Além disso, é possível que isto também diga respeito a edifícios civis atingidos por mísseis interceptados. É importante lembrar que em tempos de guerra, a infraestrutura militar é um alvo óbvio. Cada exército procura esconder-se e misturar-se em seu ambiente, porque isso faz parte da sua sobrevivência. Assim, não devemos ficar ofendidos pelo fato de hangares, escolas, ginásios ou outros edifícios serem utilizados pelos beligerantes, desde que já não

² <https://liveuamap.com/en/2024/26-august-ukrainian-air-defense-shot-down-102-of-127-missiles>.

³ <https://www.amnesty.org/fr/latest/news/2022/08/ukraine-ukrainian-fighting-tactics-endanger-civilians/>.

sirvam simultaneamente a fins civis. Sem esclarecimento sobre a noção de “alvos civis”, qualquer interpretação relativa a estes números só pode ser perigosa.

Existem alguns elementos surpreendentes, especificamente o fato de a taxa de interceptação declarada do Kh-47 Kinzhal ser significativamente superior à de mísseis supersônicos simples, como o P-800 Onyx, o Kh-22/32, ou mesmo os mísseis mais antigos mísseis balísticos Tochka-U. No entanto, estes últimos constituem alvos muito mais fáceis de interceptar.

Acredito que esse número é muito exagerado. Além disso, deve recordar-se que os ucranianos nunca forneceram provas formais de que conseguiram realmente abater este tipo de míssil. Eles apresentaram duas ogivas não detonadas e não identificáveis como mísseis Kinzhal. No entanto, isto permanece não verificável e nem sequer constitui prova de interceptação, uma vez que se trata simplesmente de ogivas não detonadas.

Isto se torna ainda mais estranho quando vemos que os ucranianos conseguiram mostrar destroços de mísseis norte-coreanos KN-23, perfeitamente identificáveis, com números de identificação claramente legíveis. Com 28 Kinzhal abatidos, é surpreendente que tal possibilidade não se apresente.

Também podemos duvidar do número de interceptações efetivamente realizadas nos mísseis Iskander-M, KN-23, bem como nos mísseis Zircon. Além disso, é legítimo questionar sobre as diferenças nas taxas de interceptação (de 37% a 78%) entre o Kh-101, o Kalibr e o próprio Iskander-K derivado diretamente do Kalibr. Estes mísseis apresentam características cinemáticas semelhantes, pelo menos durante a fase de voo de cruzeiro, com voo subsônico a uma altitude entre 30 e 150 metros acima do solo.

VETOR UTILIZADO	NÚMERO DISPARADO	NÚMERO DE ABATES INFORMADO	TAXA DE INTERCEPTAÇÃO	PREÇO DO VETOR (APROXIMADO)	CUSTO CORRIGIDO POR ALVO ATINGIDO
Kh-47M2	111	28	25,23%	\$ 1.200.000,00	\$ 1.502.702,00
3M54 Kalibr	804	443	55,10%	\$ 900.000,00	\$ 1.395.895,00
Kh-555/101	1.846	1.441	78,06%	\$ 800.000,00	\$ 1.424.485,00
P-800 ONYX	211	12	5,69%	\$ 1.200.000,00	\$ 1.268.246,00
9M728/729 Iskander-K	202	76	37,62%	\$ 900.000,00	\$ 1.238.614,00
Não identificados	57	0	0,00%		
Kh-22/32	362	2	0,55%		
Iskander-M/KN-23	1.300	58	4,46%	\$ 1.000.000,00	\$ 1.044.615,00
3M22 Tzirkon	6	2	33,33%	\$ 2.000.000,00	\$ 2.666.667,00
Tochka-U	68	6	8,82%		
Kh-25/29/31/35/58/59/69	1.562	344	22,02%	\$ 500.000,00	\$ 610.115,00
S-300/400	3.008	19	0,63%		
Total	9.537	2.431	25,49%		
Total sem mísseis S-300/400	6.529	2.412	36,94%		
Shahed-136/GERAN-2/GERBERA	13.315	8.836	66,36%	\$ 20.000,00	\$ 33.272,00
Não identificados	682	436	63,93%		
TOTAL	13.997	9.272	66,24%		

TABELA 1: Estatísticas da defesa antiaérea ucraniana.

Dos 9.537 mísseis lançados pela Rússia, podemos razoavelmente subtrair os 3.008 mísseis S-300/400 contados. A maioria destes mísseis, declarados utilizados em modo terra-terra, correspondem muito provavelmente a mísseis antiaéreos disparados logicamente contra alvos aéreos. Estes últimos caíram no chão porque

foram disparados em excesso (vários mísseis por alvo), erraram o alvo, foram disparados tarde demais ou funcionaram mal.

Disparar os mísseis S-300/400 em modo terra-terra não tem interesse, eles não teriam precisão, o que equivaleria a disparar projéteis “ao acaso”. Isso é ainda mais duvidoso, considerando que a defesa aérea de ambos os países está sob grande pressão. Não esqueçamos também que os ucranianos são agora forçados a utilizar mísseis S-300 que já ultrapassaram sua vida útil, o que leva a uma taxa de avarias muito mais elevada.

Tudo isso poderia explicar muito esse número, bem como a porcentagem ridiculamente baixa de interceptação de 0,6%. Mesmo que tenham sido disparados em modo terra-terra, suas trajetórias quase balísticas não representam grande dificuldade de interceptação, apesar da velocidade dos mísseis.

Em resumo, notaremos que 6.529 mísseis foram disparados pela Rússia em dois anos e meio (e mais desde a data de redação do relatório). Este é um número significativo, mas é importante notar que não foi suficiente para colocar a Ucrânia de joelhos.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

A taxa de interceptação de mísseis pela defesa terra-ar ucraniana é de cerca de 37%. Este número, embora significativo, permanece relativamente baixo. Além disso, é provável que esteja ligeiramente superestimado. No entanto, a defesa antiaérea ucraniana é uma das mais poderosas do mundo em termos de número de sistemas, atrás apenas da Rússia e da China. Isto dá uma ideia do número de mísseis antiaéreos que foram disparados pela Ucrânia. Note-se que a França encomendou inicialmente apenas 200 mísseis ASTER 30 para suas baterias SAMP/T. Esta situação é bastante geral nos países ocidentais, particularmente na Europa, onde muitas vezes as munições só são encomendadas às centenas.

A Rússia, por seu lado, apoiou largamente sua densidade de fogo com mísseis e drones de baixo custo, disparados em quase 14.000 exemplares contra a Ucrânia. Embora a taxa global de interceptação seja logicamente melhor para estes alvos, atinge apenas 66%. Este número é surpreendentemente inferior aos 78% declarados para os mísseis de cruzeiro Kh-101, que são, no entanto, alvos mais exigentes. Contudo, sem informações sobre os tipos de sistemas antiaéreos utilizados para cada alvo, é difícil tirar conclusões definitivas.

Um dado essencial também está faltando no documento: o número médio de munições (mísseis ou cartuchos antiaéreos) disparadas para derrubar cada tipo de alvo. É possível que certos tipos de mísseis tenham recebido mais atenção do que outros. Portanto, para neutralizá-los, pode ter sido necessário um maior consumo de mísseis. Neste caso, as estatísticas poderiam ser distorcidas porque certos mísseis, considerados difíceis de abater, teriam se beneficiado de uma concentração de recursos, conduzindo assim a uma taxa de interceptação “inflacionada” em comparação com outros alvos considerados menos prioritários.

RENTABILIDADE OPERACIONAL DE MUNIÇÕES

Também é possível avaliar a “rentabilidade” dos diferentes tipos de munições utilizadas, tendo em conta seu custo e o número de vetores necessários para atingir um alvo. Salientamos desde já que os preços utilizados para cada tipo de munição são estimativas realistas, baseadas em seu custo real. Deve-se notar que o preço da munição russa é geralmente de três a 10 vezes inferior ao dos seus equivalentes ocidentais.

Portanto, um míssil Kh-101 não custa 13 milhões de dólares, como podemos ler na imprensa. Esse valor seria equivalente a um terço do valor de um Su-35 ou três tanques T-90M. Na realidade, o Kh-101 é comparável ao BGM-109 Tomahawk, que custa menos de US\$ 1 milhão. Com uma estimativa em torno de US\$ 800 mil, isso já parece um pouco superestimado, mas oferece uma visão muito mais realista. Da mesma forma, o preço do míssil Kh-47M2 Kinzhal é estimado em 1,2 milhões de dólares, de acordo com uma estimativa britânica⁴, muito mais realista do que os frequentemente mencionados 10 milhões de dólares. Os números divulgados pela imprensa seriam, de qualquer forma, inconsistentes, pois tornariam o Kh-47M2 Kinzhal menos caro que um míssil Kh-101, embora seja mais complexo.

O cálculo da “rentabilidade” também tem uma limitação, pois envolve comparar munições que não são comparáveis. Um míssil de cruzeiro com 500 kg de ogiva não terá o mesmo impacto e não será disparado contra os mesmos alvos que um Shahed-136, que possui ogiva de apenas 50 kg.

Contudo, empiricamente, podemos constatar que o uso de mísseis balísticos (Iskander-M KN-23) parece mais rentável do que o de mísseis de cruzeiro. Embora mais caros, sua baixa taxa de interceptação permite que sejam usados em quantidades relativamente pequenas. Da mesma forma, o Kinzhal também é provavelmente lucrativo, embora não seja óbvio, porque a taxa de interceptação indicada está, sem dúvida, muito superestimada. Curiosamente, o uso de mísseis de cruzeiro supersônicos também parece mais vantajoso do que os mísseis subsônicos devido à sua taxa de interceptação significativamente mais baixa. No entanto, em termos de rentabilidade, os mísseis e drones de baixo custo quebram todos os recordes, apesar de uma taxa de interceptação logicamente bastante elevada. Estes vetores devem, portanto, ser levados em conta para atingir objetivos fracamente protegidos que não requerem cargas militares pesadas.

* * *

Seria interessante obter a mesma informação do lado russo. No entanto, estes dados seriam tão tendenciosos a seu favor quanto os dos ucranianos. Contudo, a comparação das informações permitiria avaliar a real taxa de eficácia da defesa antiaérea. Além disso, destacaria os tipos de munições que são mais difíceis de interceptar.

Estes elementos já são valiosos para dimensionar nossos próprios sistemas de defesa antiaérea. Eles também ajudam a determinar quais mísseis são mais

⁴ https://fr.wikipedia.org/wiki/Kh-47M2_Kinjal.

capazes de atingir territórios fortemente protegidos. Embora os volumes anunciados não sejam exatos, fornecem ordens de grandeza interessantes das quais se podem retirar lições:

- Não podemos subjugar um país apenas através de ataques profundos. A resiliência das nações é elevada e destruir tudo exigiria centenas de milhares de mísseis;
- Nenhuma defesa aérea, qualquer que seja a sua densidade, oferece proteção total. Uma parte significativa dos vetores consegue passar;
- Uma defesa antiaérea deve ser densa, multifacetada, ter vários milhares de munições de reserva e estar distribuída por todo o território. O alcance dos vetores expõe agora todo o território, mesmo a Rússia não pode contar completamente com seu gigantismo para se proteger de ataques;
- Os mísseis balísticos continuam sendo munições difíceis de interceptar, apesar dos progressos nos sistemas terra-ar;
- A velocidade dos vetores é uma dimensão importante. Os mísseis supersônicos são mais difíceis de interceptar, o que dá real interesse tático às munições hipersônicas;
- Mísseis e drones de baixo custo oferecem uma relação custo-eficácia incomparável quando usados em massa.

Publicado no [Cf2R](#).

****Olivier Dujardin** é pesquisador associado do Cf2R (Centre Français de Recherche sur le Renseignement), chefe da seção de tecnologias e armamentos e consultor independente. Ele tem mais de 20 anos de experiência em guerra eletrônica, processamento de sinais de radar e análise de sistemas de armas. Ocupou cargos operacionais em guerra eletrônica, no estudo de sistemas de radar, guerra eletrônica e análise e coleta de sinais eletromagnéticos. Ele também ocupou o cargo de especialista técnico em sistemas de coleta SIGINT.*
