

## ZIRCON: QUAL A AMEAÇA DO MÍSSIL HIPERSÔNICO DA RÚSSIA?

Por Sidharth Kaushal\*



*A Rússia colocou em campo uma fragata da classe Gorshkov armada com o míssil de cruzeiro hipersônico 3M22 Zircon (Yakovlev/Adobe Stock).*

*Mísseis hipersônicos desafiam tanto plataformas marítimas como terrestres; ainda assim, algumas características físicas podem limitar sua eficácia contra alvos móveis.*

O recente anúncio do Ministério da Defesa da Rússia sobre a implantação de uma fragata classe Gorshkov armada com o míssil de cruzeiro hipersônico 3M22 Zircon atraiu muita atenção internacional. Embora o míssil represente uma potente capacidade da marinha russa, as alegações sobre sua utilidade devem ser ressaltadas e colocadas no contexto adequado.

### O MÍSSIL E SEU POTENCIAL SIGNIFICADO

O Zircon é um míssil de cruzeiro hipersônico movido a *scramjet*. Mísseis de cruzeiro hipersônicos são diferentes de veículos planadores, como o Avangard da Rússia e o DF-ZF da China, que dependem do impulso inicial fornecido por foguetes de vários estágios, como os usados em um míssil balístico, para acelerá-los a velocidades hipersônicas. Em vez disso, os mísseis de cruzeiro hipersônicos dependem de motores *ramjet* de combustão supersônica resfriados, que usam o fluxo de ar em velocidades supersônicas, comprimido pelo movimento de avanço do míssil para acionar a combustão.

Para conseguir isso, um míssil precisa ser acelerado a altas velocidades supersônicas, por exemplo um propulsor de foguete, antes que o motor *scramjet* assumo o controle. Por exemplo, o *waverider* experimental X-51 dependia de um

propulsor de foguete do míssil ATACMS. Isso significa necessariamente que os mísseis de cruzeiro hipersônicos precisam ser relativamente grandes para transportar os propulsores e oxidantes necessários para a propulsão de foguetes, bem como seus *scramjets*, juntamente com cargas úteis adicionais, como sensores.

Mesmo assim, no entanto, com um comprimento relatado de 8 a 10 metros, o Zircon é um pouco menor do que mísseis como o DF-17, que montam veículos planadores hipersônicos. Isso representa uma vantagem devido ao seu papel marítimo, pois significa que, em teoria, o míssil pode ser transportado em uma ampla gama de embarcações. Espera-se que o Zircon seja compatível com o sistema de lançamento vertical 3S-14 encontrado nas classes Gorshkov e Grigorovich e que será instalado no cruzador classe Kirov *Almirante Nakhimov*, que está atualmente em modernização (embora o *status* desta modernização tenha sido questionada). O sistema de lançamento também é encontrado em uma variedade de embarcações menores, como as corvetas Projeto 20380. Finalmente, o míssil provavelmente será um componente chave do armamento do submarino da classe Yasen, que é o submarino mais silencioso da Rússia até hoje.

Em termos táticos, os mísseis de cruzeiro hipersônicos devem, em princípio, representar um desafio para as plataformas marítimas ocidentais de alto valor, bem como para os alvos terrestres. No mar, por exemplo, os sensores de radar e medidas de suporte eletrônico (ESM, *Electronic Countermeasures*) de um contratorpedeiro detectariam um míssil voando em uma trajetória de baixa altitude a distâncias de 12 a 14 milhas náuticas. A partir deste ponto, assumindo que o míssil é um Zircon voando a velocidades de Mach 5–6, a embarcação teria 15 segundos para reagir. Esses encolhidos tempos de reação podem reduzir significativamente o número de mísseis necessários para sobrecarregar as defesas aéreas de um grupo-tarefa de superfície. Além disso, dado que a energia cinética é o melhor preditor de letalidade contra grandes alvos de superfície (mais do que o tamanho da ogiva), a alta velocidade do Zircon parece torná-lo o vetor de ataque ideal contra navios maiores. Contra alvos terrestres, a energia cinética no impacto de um míssil hipersônico pode permitir que alvos profundos e endurecidos sejam atacados.

Dito isso, algumas limitações físicas podem restringir a eficácia do míssil contra plataformas móveis. Em primeiro lugar, mísseis viajando em velocidades hipersônicas ionizam o ar ao seu redor e geram uma camada de plasma que torna extremamente difícil a orientação externa e o uso de fontes de dados a bordo (como buscadores ativos). Isso provavelmente requer sensores inerciais muito precisos, entre outras coisas, para permitir que o míssil navegue em direção ao seu alvo. Além disso, como a camada de plasma do míssil impede o uso de radar ativo e outros sensores a bordo para rastrear uma embarcação-alvo na fase terminal, o míssil provavelmente precisará desacelerar abaixo das velocidades hipersônicas para rastrear alvos móveis. Em sua aproximação final em direção a um alvo, o míssil pode não ser apreciavelmente mais rápido do que mísseis como seu predecessor, o P-800. Isso pode ser um desafio menor ao mirar em alvos terrestres fixos, onde o míssil não precisa usar um buscador ativo e, portanto, não precisa desacelerar para mitigar os efeitos de uma camada de plasma.

Em segundo lugar, para manter a pressão de ar necessária para a operação de um motor *scramjet*, um míssil de cruzeiro hipersônico precisa manter uma altitude de cerca de 20 km durante a maior parte de seu voo. Como tal, não é óbvio que o 3M22 possa se aproximar de seu alvo em uma trajetória de baixa altitude e provavelmente se tornará visível para o radar de um navio a distâncias maiores do que um míssil voando baixo (se mais lento). É possível que o míssil possa descer para uma trajetória de baixa altitude em sua fase terminal tendo cruzado até este ponto em uma altitude maior, mas neste ponto ele provavelmente diminuiu para uma velocidade abaixo de Mach 5. Como tal, o míssil pode ser hipersônico ou pouco observável, mas não ambos em conjunto. Sua vulnerabilidade a defesas intermediárias e de fase terminal, especialmente se receberem aviso de outras fontes, como meios aéreos, pode ser maior do que às vezes se supõe.

Mesmo com essas ressalvas, um míssil de cruzeiro antinavio hipersônico ainda representaria um desafio substancial para as defesas aéreas a bordo. Ele viaja significativamente mais rápido do que a maioria dos mísseis de cruzeiro e seria localizado muito mais perto de um navio do que um míssil balístico antinavio comparativamente rápido, que voa em uma trajetória muito mais alta.

## **A RÚSSIA REALMENTE COLOCOU O ZIRCON EM CAMPO?**

A primeira questão é se a Rússia de fato alcançou a operacionalidade com um míssil de cruzeiro hipersônico, uma capacidade que se mostrou difícil de usar até mesmo para os EUA. Dada a história de líderes russos e soviéticos exagerando as capacidades à sua disposição para fortalecer sua mão diplomática, isso deve ser considerado. Imagens oficiais russas de lançamentos de teste reivindicados que mais tarde foram identificados como outros mísseis, como o P-800, podem levantar ainda mais dúvidas.

A velocidade com que o 3M22 foi realizado poderia levantar questões. A ideia de um míssil como o Zircon foi discutida pela primeira vez em 2011, e o míssil estava sendo testado em voo em 2015. Em 2018, de acordo com os meios de comunicação russos, ele havia sido testado em voo 10 vezes. Em 2019, o presidente Vladimir Putin descreveu o míssil como tendo uma velocidade de Mach 8 e um alcance de 1.000 km. Pouco depois, em janeiro de 2020, o Zircon foi testado a partir de uma fragata da classe Gorshkov do projeto 22350, com um total de quatro testes com fragatas ocorrendo em 2020. Em outubro de 2021, o míssil foi testado pela primeira vez a partir de um submarino classe Yasen, e até 2022, após testes adicionais, foi relatado que o Zircon estaria operacionalmente em campo.

Este ciclo de desenvolvimento muito rápido contrasta com mísseis como o KH-32, um projeto da década de 1980 que foi realizado em 2016. Além disso, parece não haver falhas de teste relatadas, o que seria irregular para um novo míssil, especialmente um tão complexo como um míssil de cruzeiro hipersônico. Se o míssil tivesse passado por um processo rigoroso antes de ser lançado, um ciclo de desenvolvimento mais longo e com mais falhas poderia ser esperado.

No entanto, a linha do tempo desde o desenvolvimento até a operacionalidade está de acordo com a de mísseis como o P-800 Oniks, que teve seu desenvolvimento inicial em 1993 e foi lançado em 2002. Além disso, o míssil foi descrito pelo almirante Nikolai Yemenov como tendo “doenças da infância”, então pode ser que falhas de teste tenham ocorrido, mas não foram relatadas. Finalmente, pode ter havido esforços no final da era soviética para desenvolver mísseis de cruzeiro hipersônicos na forma do KH-90 pelo departamento de design Raduga<sup>1</sup>, portanto parte da velocidade de desenvolvimento pode simplesmente refletir o conhecimento corporativo armazenado no sistema russo.

A segunda questão é se o míssil atende às especificações descritas – que, se acreditarmos em Vladimir Putin, incluem a capacidade de transportar uma ogiva de 300 kg a uma velocidade de Mach 9 por até 1.000 km. À primeira vista, isso parece altamente questionável por uma série de razões. Primeiro, o comprimento do míssil é comparável ao do Oniks, mas é descrito como tendo o dobro do alcance. Isso apesar do fato de que, quando outros parâmetros, como a quantidade de combustível, são iguais, a velocidade e o alcance são inversamente correlacionados. Quanto mais rápido o míssil, mais rápida a taxa de combustão e, portanto, menor o alcance. Claro, outros fatores poderiam explicar isso. O míssil poderia ser mais aerodinamicamente eficiente que o Oniks, por exemplo. Também pode ser o caso, como afirmaram oficiais russos, de que a mistura de combustível no Zircon seja muito mais eficiente do que em outros mísseis.

Dito isso, as alegações iniciais do míssil voando cerca de 400 km a Mach 6 ou mais durante os testes de voo parecem mais críveis do que as afirmações de Putin. Uma segunda questão que surge diz respeito à carga útil do míssil. Ele é descrito como tendo uma ogiva comparável ao Oniks, embora, sendo um míssil de cruzeiro hipersônico, precise usar espaço tanto para um foguete inicial quanto para um *scramjet*. O X-51A, por exemplo, era um veículo lotado com pouco espaço para qualquer outra coisa. O Zircon é muito maior que o X-51A, mas ainda é incomum que ele possa acomodar uma ogiva comparável a um míssil como o Oniks, bem como tudo o mais que ele precisa para operar, sem ser substancialmente maior que o Oniks.

No entanto, não se pode impedir que as habilidades institucionais da Rússia em projetos inovadores de mísseis tragam uma explicação. Notavelmente, fontes estrangeiras, como a agência de inteligência de defesa dos EUA, há muito discutem o Zircon como uma capacidade confiável que provavelmente será colocada em campo em breve. Como tal, embora permaneçam certas incógnitas sobre a eficácia de combate do Zircon, no geral, é mais provável que não seja uma capacidade operacional, como afirmam os russos.

## COMO ISSO MUDA AS COISAS?

Colocar o Zircon em campo fará pouco para mudar a sorte imediata da Rússia na guerra em curso. Os navios que transportam o míssil não podem ser realocados

---

<sup>1</sup> A MKB Raduga é uma empresa aeroespacial russa, voltada para a produção de sistemas de mísseis e tecnologias relacionadas. Foi uma divisão do escritório de design Mikoyan-Gurevich, desmembrada em março de 1957.

para o teatro de combate em torno da Ucrânia através do Bósforo e, além disso, mesmo que fossem, existem poucos alvos dentro da infraestrutura civil da Ucrânia que justificariam o uso de um número limitado de mísseis provavelmente muito caros. A recente campanha de mísseis da Rússia, misturando UAVs Shahed 136 de baixo custo com mísseis de cruzeiro, refletiu o desejo de minimizar os gastos com recursos caros e difíceis de substituir.

Em um nível mais amplo, o míssil representa o mais recente desenvolvimento em um longo jogo de evolução e contra-evolução entre as forças russas centradas em mísseis e as marinhas ocidentais. Na década de 1980, por exemplo, os EUA se adaptaram à ameaça dos bombardeiros Tu-22M3 equipados com mísseis de cruzeiro, equipando o F-14 com o míssil AIM-54 de longo alcance para manter os bombardeiros sob ameaça. Por sua vez, os soviéticos desenvolveram mísseis de cruzeiro de longo alcance, o que forçou a marinha dos EUA a desenvolver contratorpedeiros equipados com Aegis para interceptar mísseis que nem sempre podiam ser neutralizados derrubando o bombardeiro que os lançava.

O míssil de cruzeiro hipersônico e as evoluções que ele conduzirá são a mais recente iteração desse processo. Embora capazes contra defesas aéreas e lançados de plataformas cada vez mais letais, como a silenciosa classe Yasen, algumas limitações físicas desses mísseis devem ser lembradas. Eles não são necessariamente *Wunderwaffen*. Notavelmente, algumas dessas limitações físicas são menos evidentes contra alvos terrestres fixos, como postos de comando e depósitos de munição – e se lançados de submarinos que deslizam pelo GIUK Gap<sup>2</sup>, esses mísseis podem se aproximar de seus alvos por vetores inesperados. Mais uma vez, no entanto, isso reforça a necessidade de rastrear submarinos russos em tempos de paz e de guerra – o que tem sido uma missão central da OTAN de qualquer maneira.

Uma consideração final é a capacidade da Rússia de produzir e colocar em campo uma capacidade como o Zircon em grande escala, especialmente porque o programa competirá por recursos financeiros e outros com prioridades como a reconstrução das forças terrestres russas. Como tal, a implantação operacional do Zircon é um desenvolvimento importante, mas cujo significado não deve ser exagerado.

Publicado no [RUSI](#).

---

*\*Sidharth Kaushal possui doutorado em Relações Internacionais pela London School of Economics e pesquisa o impacto da tecnologia na doutrina marítima no século XXI e o papel do poder marítimo na grande estratégia dos Estados.*

---

---

<sup>2</sup> O GIUK é uma área no norte do Oceano Atlântico que forma um ponto de estrangulamento naval. O nome é formado pelas iniciais de Groenlândia, Islândia e Reino Unido (UK), sendo a lacuna ("gap") os trechos de oceano aberto entre essas três massas de terra. Separa o Mar da Noruega e o Mar do Norte do Oceano Atlântico aberto.