

A QUEDA E A ASCENSÃO DA GUERRA ELETRÔNICA RUSSA

Por Bryan Clark*



Módulo de aterramento para supressão eletrônica 1RL257E Krasukha-4 (Vitaly V. Kuzmin/Wikimedia Commons/CC BY-SA 4).

A invasão da Ucrânia se tornou uma tarefa árdua e em “estilo antigo”, permitindo que a Rússia liberasse suas armas eletrônicas.

Nota do Editor: Este artigo foi escrito em julho de 2022, pouco depois da invasão da Ucrânia pela Rússia. Embora algumas concepções do autor sobre a Rússia tenham se provado falhas, o artigo segue muito interessante pelos conceitos e histórico de guerra eletrônica apresentados, além de uma breve listagem do equipamento de guerra eletrônica empregado pela Rússia na Ucrânia (ao menos até então).

Com um mês de invasão da Rússia, tropas ucranianas tropeçaram em um contêiner de transporte indefinido em um posto de comando russo abandonado nos arredores de Kiev. Eles não sabiam disso na época, mas a caixa coberta por galhos deixada por soldados russos em retirada foi possivelmente o maior golpe de inteligência da então jovem guerra.

Dentro estavam as entranhas de um dos sistemas de guerra eletrônica (EW, *electronic warfare*) mais sofisticados da Rússia, o Krasukha-4. Lançado pela primeira vez em 2014, o Krasukha-4 é uma peça central do complemento estratégico de EW da Rússia. Projetado principalmente para bloquear radares de controle de fogo aéreo ou baseado em satélite nas bandas X e Ku, o Krasukha-4 é frequentemente usado junto com o Krasukha-2, que tem como alvo radares de

busca de banda S de baixa frequência. Esses radares são usados em plataformas de reconhecimento dos EUA, como aeronaves E-8 *Joint Surveillance Target Attack Radar System* (JSTARS) e o *Airborne Warning and Control System*, ou AWACS.

E agora a Ucrânia, incluindo por extensão seus parceiros de inteligência na OTAN, tinha um Krasukha-4 para dissecar e analisar.

Que as tropas russas abandonariam o coração de um sistema EW tão valioso foi surpreendente em março de 2022, quando Moscou ainda estava tendo ganhos em todo o país e ameaçando Kiev. Cinco meses após o início da guerra, era então evidente que o avanço inicial da Rússia estava vacilando quando o Krasukha-4 foi deixado na beira da estrada. Com as rodovias ao redor de Kiev obstruídas por colunas blindadas, as unidades em retirada precisavam aliviar sua carga.

O Krasukha-4 abandonado foi emblemático do fracasso intrigante da EW russa nos primeiros meses da invasão da Rússia. Após quase uma década de domínio das ondas de rádio durante uma insurgência apoiada por Moscou no leste da Ucrânia, a EW não foi decisiva quando a Rússia entrou em guerra em fevereiro. As principais questões agora são: por que isso aconteceu, o que vem a seguir para a EW russa nessa guerra estranhamente anacrônica e como isso pode afetar o resultado?

A guerra eletrônica é uma parte essencial, embora invisível, da guerra moderna. As forças militares dependem de rádios, radares e detectores infravermelhos para coordenar as operações e encontrar o inimigo. Eles usam EW para controlar o espectro, protegendo seus próprios sensores e comunicações, enquanto negam o acesso ao espectro eletromagnético por tropas inimigas.

A doutrina militar dos EUA define EW como compreendendo ataque eletrônico (EA, *electronic attack*), proteção eletrônica e suporte eletrônico. O mais conhecido deles é o EA, que inclui interferência, onde um transmissor sobrepuja ou interrompe a forma de onda de um radar ou rádio hostil. Por exemplo, o bloqueador russo R-330Zh Zhitel pode supostamente desligar – em um raio de dezenas de quilômetros – GPS, comunicações via satélite e redes de celular nas bandas VHF e UHF. O engodo também faz parte do EA, no qual um sistema substitui seu próprio sinal por uma transmissão de radar ou rádio esperada. Por exemplo, as forças russas enviaram propaganda e ordens falsas para tropas e civis durante a insurgência de 2014–2022 no leste da Ucrânia sequestrando a rede celular local com o sistema RB-341V Leer-3. Usando drones portáteis Orlan-10 gerenciados por um sistema de controle montado em caminhão, o Leer-3 pode estender seu alcance e impactar comunicações VHF e UHF em áreas mais amplas.

O inverso do ataque eletrônico é o suporte eletrônico (ES, *electronic support*), que é usado para detectar e analisar passivamente as transmissões de um oponente. O ES é essencial para entender as vulnerabilidades potenciais dos radares ou rádios de um adversário. Portanto, a maioria dos sistemas EA russos inclui recursos de ES que permitem que eles encontrem e caracterizem rapidamente potenciais alvos de interferência. Usando seus recursos de ES, a maioria dos sistemas EA também pode geolocalizar transmissões de rádio e celular inimigas e, em seguida,

passar essas informações para que possam ser usadas para direcionar fogo de artilharia ou de foguetes – com efeitos frequentemente devastadores.



FIGURA 1: O sistema de interferência Zhitel pode desligar, por dezenas de quilômetros, comunicações de GPS e satélite. Esta imagem mostra a base de uma das quatro antenas em uma configuração típica (informnapalm.org).

Alguns sistemas russos conduzem ES exclusivamente; um exemplo é o Moskva-1, um receptor HF/VHF de precisão que pode usar os reflexos de sinais de TV e rádio para conduzir operações de localização coerente passiva ou de radar passivo. Basicamente, o sistema capta as ondas de rádio de transmissores comerciais de TV e rádio em uma área, que refletirão em alvos como navios ou aeronaves. Ao triangular entre vários conjuntos de ondas recebidas, o alvo pode ser localizado com precisão suficiente para rastreá-lo e, se necessário, atirar nele.

A Rússia usa unidades especializadas de guerra eletrônica para conduzir suas operações EA e ES. Em suas forças terrestres, brigadas EW dedicadas de várias centenas de soldados são designadas aos cinco distritos militares russos – Oeste, Sul, Norte, Central e Leste – para dar suporte a operações EW regionais que incluem interromper radares de vigilância inimigos e redes de comunicação por satélite por centenas de quilômetros. As brigadas EW são equipadas com os sistemas maiores Krasukha-2 e 4, Leer-3, Moskva-1 e Murmansk-BN (o último dos quais detecta e bloqueia rádios HF). Cada brigada de manobra do Exército russo também inclui uma companhia EW de cerca de 100 pessoas treinadas para dar suporte a ações locais em cerca de 50 km usando sistemas menores, como o R-330Zh Zhitel.

Os militares usam proteção eletrônica (EP, *electronic protection*), também conhecida como contramedidas eletrônicas, para se defender contra EA e ES. Considerado por muito tempo uma reflexão tardia pelas forças ocidentais após a Guerra Fria, a EP ressurgiu para ser talvez o aspecto mais importante da EW, à medida em que a Rússia e a China colocam em campo bloqueadores e sensores cada vez mais sofisticados. A EP inclui táticas e tecnologias para proteger as transmissões de rádio de serem detectadas ou bloqueadas. As técnicas típicas

incluem o uso de feixes estreitos ou transmissões de baixa potência, bem como formas de onda avançadas que são resistentes a bloqueios.

Sistema de Guerra Eletrônica	Objetivo	Entrada em operação	Notas
1RL257 Krasukha-4	Tem como alvos radares X-band e K u-band, particularmente em aviões, drones, mísseis e satélites de órbita baixa	2014	Consiste em dois caminhões KamAZ-6350, um posto de comando e o outro equipado com sensores
1L269 Krasukha-2	Tem como alvo radares de banda S, particularmente em plataformas aéreas. Frequentemente usado emparelhado com o Krasukha-4	2011	Também baseado em dois caminhões KamAZ-6350
RB-341V Leer-3	Interrompe comunicações VHF e UHF, incluindo comunicações celulares e rádios militares, por centenas de quilômetros	2015	Consiste em um posto de comando baseado em caminhão que funciona com drones Orlan-10 para estender seu alcance
RH-330Zh Zhitel	Inibidor; pode desligar o GPS e as comunicações por satélite em um raio de dezenas de quilômetros	2011	Consiste em um posto de comando de caminhão e quatro antenas de matriz faseada com mastro telescópico
Murmansk-BN	Deteção e interferência de longo alcance de rádios militares de HF	2020	Fontes russas afirmam que pode bloquear comunicações a milhares de quilômetros de distância
R-934B	Jammer VHF/UHF que atinge comunicações sem fio e com fio	1996	Consiste em um caminhão ou um veículo de esteira e um gerador rebocado de 16 quilowatts
SPN-2, 3, 4	Jammers de banda X ou Ku que visam radares aéreos e radares de controle de guionamento ar-superfície	não disponível	Consiste em um veículo de controle de combate e um veículo de antena
Repellent-1	Sistema antidrone	2016	Pesa mais de 20 toneladas
Moéskva-1	Receptor HF/VHF de precisão para localização passiva coerente de navios e aviões inimigos	2015	Fontes publicadas citam uma faixa de até 400 quilômetros

Fontes: Wikipedia; MilitaryFactory; Global Defence Technology; U.S. Army; Air Power Australia; U.S. Army Training and Doctrine Command; Russian Electronic Warfare: The Role of Electronic Warfare in the Russian Armed Forces, Jonas Kjellén, Swedish Defence Research Agency (FOI), 2018; Defence24

TABELA 1: Principais sistemas de guerra eletrônica russos implantados na Ucrânia.

Os especialistas há muito tempo elogiam a Rússia como tendo algumas das unidades de EW mais experientes e bem equipadas do mundo. Então, nos primeiros dias da invasão de 24 de fevereiro, os analistas esperavam que as forças russas rapidamente ganhassem o controle e, então, dominassem o espectro eletromagnético. Desde a anexação da Crimeia em 2014, o EW tem sido uma parte fundamental das operações russas na “zona cinzenta”, o reino sombrio entre a paz e a guerra, na região de Donbass. Usando veículos Leer-3 EW e drones Orlan-10, separatistas e mercenários apoiados por Moscou bloqueariam as comunicações ucranianas e enviariam propaganda por redes locais de telefonia móvel. Quando as forças russas estavam prontas para atacar, os sistemas terrestres e aéreos detectavam rádios ucranianos e os alvejavam com ataques de foguetes.

Mas depois de quase uma década de ensaios no leste da Ucrânia, quando a última escalada e invasão começaram em fevereiro, a EW russa não apareceu. Os defensores ucranianos não experimentaram o bloqueio que enfrentaram no Donbass e não estavam sendo alvos de drones ou vigilância eletrônica terrestre. Embora as forças russas tenham explodido algumas torres de rádio e televisão, os líderes da Ucrânia continuaram a alcançar o mundo exterior sem impedimentos da EW russa.

A Rússia está ganhando vantagem agora, tendo consolidado o controle no leste e sul da Ucrânia, à medida em que o país invadido começa a ficar sem soldados, armas e tempo. Com linhas de frente mais definidas e melhor suporte logístico de sua terra natal, as tropas russas agora estão usando seus sistemas de EW para guiar ataques de artilharia e foguetes. Mas em vez de ser a vanguarda da ofensiva

da Rússia, a EW está entrando em cena somente depois que Moscou recorreu a táticas de cerco que lembram as origens da EW na Primeira Guerra Mundial.

O espectro de RF era muito menos movimentado naquela época. Os comandantes usavam seus novos rádios para coordenar os movimentos das tropas e direcionar fogo e empregavam equipamentos passivos de localização de direção para localizar ou ouvir as transmissões de rádio inimigas. Embora o bloqueio de comunicações tenha surgido ao mesmo tempo, ele não era amplamente empregado. Os operadores de rádio perceberam que simplesmente acionar seus sistemas poderia enviar uma explosão de ruído branco para abafar as transmissões de outros rádios operando nas mesmas frequências. Mas essa tática tinha valor operacional limitado, porque também impedia que as forças que faziam o bloqueio usassem as mesmas frequências de rádio para se comunicar. Além disso, a guerra acontecia lentamente o suficiente para que a vítima pudesse simplesmente esperar o bloqueador passar.

Assim, a EW da Primeira Guerra Mundial foi exemplificada pela detecção passiva de transmissões de rádio e bloqueios rudimentares e pouco frequentes. A mudança para sistemas e táticas de guerra eletrônica mais sofisticados ocorreu com a Segunda Guerra Mundial, quando os avanços tecnológicos tornaram os radares e bloqueadores aéreos práticos, melhores sintonizadores permitiram o bloqueio e a comunicação em frequências separadas, e o ritmo acelerado da guerra deu aos combatentes um incentivo não apenas para bloquear as transmissões inimigas, mas também para interceptá-las e explorá-las.

Considere a Batalha da Grã-Bretanha, quando o principal desafio para os pilotos alemães era chegar ao local certo para lançar suas bombas. A Alemanha usou um sistema de radiofarol que chamou de *Knickebein* (“perna torta”) para guiar seus bombardeiros até as fábricas de aeronaves britânicas, que os britânicos revidaram com falsos faróis que eles chamaram de “Aspirina”. Para dar suporte aos aviões de guerra britânicos que atacaram a Alemanha em 1942, a Royal Air Force (RAF) lançou o sistema de radionavegação hiperbólico GEE que permitiu que suas equipes de bombardeiros usassem transmissões de estações terrestres britânicas para determinar suas posições em voo. A Alemanha respondeu com bloqueadores que abafavam as transmissões GEE.

A competição EW da Segunda Guerra Mundial se estendeu às redes de detecção e comunicação. Os bombardeiros da RAF e dos EUA dispensaram nuvens de *chaff* metálico chamadas “Window” que confundiram os radares de defesa aérea alemães ao criar milhares de alvos de radar falsos. E eles usaram bloqueadores de comunicação VHF, que os britânicos chamavam de “Jostle”, para interferir com controladores terrestres alemães tentando direcionar caças em direção a bombardeiros aliados.

O ciclo de movimento-contramovimento se acelerou em resposta às agressões e avanços militares soviéticos na década de 1950. Contramedidas ativas, como bloqueadores ou chamarizes, proliferaram, graças aos avanços tecnológicos que permitiram sistemas EW com maior potência, faixas de frequência mais amplas e formas de onda mais complexas, e que eram pequenos o suficiente para caber em aeronaves e navios.

Mais tarde, à medida em que os sensores militares soviéticos, mísseis terra-ar e mísseis de cruzeiro antinavio cresceram em sofisticação e números, o Departamento de Defesa dos EUA procurou sair da competição radar versus ataque eletrônico alavancando materiais emergentes, simulação de computador e outras tecnologias. Nos anos seguintes, os militares dos EUA desenvolveram várias gerações de aeronaves e navios furtivos com assinaturas de radiofrequência, infravermelho, acústica e visual severamente reduzidas. A Rússia seguiu com suas próprias plataformas furtivas, embora mais lentamente após o colapso da União Soviética.

Mas hoje, anos de treinamento e manutenção de aviação subfinanciados e a rápida introdução pela OTAN de mísseis terra-ar Stinger lançados do ombro aterraram em grande parte jatos e helicópteros russos durante a invasão da Ucrânia. Então, quando as tropas russas cruzaram a fronteira, elas enfrentaram uma situação não muito diferente dos exércitos da Primeira Guerra Mundial.

Sem poder aéreo, o ataque russo se arrastou na velocidade de seus caminhões e tanques. E embora tenham se mostrado eficazes no Donbass durante a última década, os drones russos são controlados por rádios de linha de visão operando nas bandas Ka e Ku, o que os impediu de se afastar muito de seus operadores no solo. Com colunas russas se movendo ao longo de vários eixos para a Ucrânia e incapazes de enviar drones EW bem além do horizonte, qualquer interferência de forças ucranianas, algumas das quais estavam intercaladas entre formações russas, também teria eliminado os rádios russos.

Unidades EW russas usaram unidades Leer-3 para encontrar caças ucranianos por meio de suas transmissões de rádio e celular, como fizeram no Donbass. Mas, diferentemente do leste rural da Ucrânia, as áreas ao redor de Kiev são relativamente densamente povoadas. Com transmissões de celular civis misturadas com comunicações militares, os sistemas ES russos não conseguiram localizar transmissores militares e usar essas informações para atingir tropas ucranianas. Para piorar a situação para os russos, as forças ucranianas também começaram a usar o Sistema de Rádio Terrestre e Aéreo de Canal Único da OTAN, ou SINCGARS (*Single-Channel Ground and Airborne Radio System*).

As tropas ucranianas treinaram por uma década com SINCGARS, mas os rádios de combate VHF portáteis eram escassos até a preparação para a invasão russa, quando a enxurrada de apoio da OTAN enviou rádios SINCGARS para quase todas as unidades terrestres ucranianas. Diferentemente dos rádios anteriores da Ucrânia, que eram construídos na Rússia e incluíam *backdoors* para a conveniência da inteligência russa, os SINCGARS têm criptografia integrada. Para proteger contra interferência e interceptação, o SINCGARS salta automaticamente entre frequências até 100 vezes por segundo em sua cobertura geral de 30 a 88 megahertz. Como o SINCGARS pode controlar sinais dentro de bandas de 25 quilohertz, o usuário pode selecionar entre mais de 2.000 canais.

Assim como na Primeira Guerra Mundial, a falta de poder aéreo também afetou a velocidade do conflito. Os vídeos amplamente divulgados de comboios blindados russos presos nas estradas ao redor de Kiev foram um lembrete claro de que as operações terrestres só podem se mover tão rápido quanto seu suprimento de

combustível. Na Segunda Guerra Mundial e na Guerra Fria, missões de bombardeio e outras operações aéreas aconteciam tão rapidamente que, mesmo que o bloqueio impactasse forças amigas, o efeito seria temporário, pois as posições dos bloqueadores, alvos de bloqueio e espectadores mudariam rapidamente. Mas quando as forças russas estavam avançando em direção às áreas urbanas do norte da Ucrânia, elas estavam indo tão lentamente que não conseguiam explorar as mudanças geométricas para colocar seus bloqueadores em posições das quais pudessem ter efeitos substanciais. Ao mesmo tempo, as tropas russas não estavam paradas, o que as impedia de montar um grande sistema como o Krasukha-4 para cegar os radares da OTAN no ar e no espaço.

Então, o que vem a seguir? A sorte do Kremlin melhorou agora que seus soldados estão lutando em território controlado pela Rússia no leste da Ucrânia. Não mais espalhadas ao longo de várias linhas em áreas suburbanas, as tropas invasoras agora podem usar EW para apoiar uma estratégia de ganhar território incrementalmente, encontrando posições ucranianas e sobrepujando-as com a vantagem de aproximadamente 10 para 1 da Rússia em artilharia.



FIGURA 2: As tropas russas estão empregando drones Orlan-10 (em primeiro plano) em conjunto com o sistema de guerra eletrônica Leer-3 (que inclui o caminhão em segundo plano) para identificar e atacar unidades ucranianas (iStockPhoto).

No momento em que este artigo foi escrito, pelo menos três das cinco brigadas EW da Rússia estavam envolvidas na Ucrânia. E com mais exposição aos rádios fornecidos pela OTAN, operadores experientes de EW russos que iniciaram na última década de guerra na Síria estão começando a detectar e degradar as comunicações ucranianas. As brigadas EW estão usando os drones Orlan-10 do Leer-3 para detectar posições de artilharia ucranianas com base em suas emissões de rádio, embora a criptografia e o salto de frequência dos rádios SINCGARS os tornem difíceis de interceptar e explorar. Como as linhas de frente agora estão

melhor definidas em comparação com a guerra inicial em torno de Kiev, as forças russas podem presumir que as detecções são de unidades militares ucranianas e direcionar artilharia e fogo de foguetes contra esses locais.

O Krasukha-4, que era muito poderoso e difícil de manejar para ser útil durante o ataque a Kiev, também está reaparecendo. Explorando o controle territorial da Rússia no Donbass, as brigadas EW estão usando o Krasukha-4 para bloquear os radares de drones ucranianos como o Bayraktar TB2 e interferir em seus *links* de comunicação, impedindo que as forças ucranianas localizem posições de artilharia russas.

Para ganhar flexibilidade e mobilidade antes da invasão, o Exército russo dividiu suas brigadas de manobra de 2.000 soldados em grupos táticos de batalhão (BTG) menores de 300 a 800 pessoas de tal forma que cada um incluía uma parte da companhia EW da brigada de manobra original. Hoje, os BTG que operam no sul e leste da Ucrânia estão empregando sistemas de ataque eletrônico VHF-UHF de menor alcance, como o R-330Zh Zhitel, para desabilitar drones ucranianos que variam do Bayraktar TB2s a pequenos DJI Mavic, bloqueando seus sinais de GPS. Os BTG também estão atacando as comunicações ucranianas usando bloqueadores R-934B VHF e SPR-2 VHF/UHF, com algum sucesso. Embora os soldados ucranianos tenham rádios SINCGARS, eles ainda dependem de celulares e rádios vulneráveis sem criptografia ou salto de frequência quando o SINCGARS está inativo ou indisponível.

Mas a Ucrânia está lutando contra o ataque de espectro da Rússia. Usando sistemas antidrones fornecidos pelos Estados Unidos antes da invasão, as tropas ucranianas derrubaram centenas de drones russos ao bloquear seus sinais de GPS ou possivelmente danificando seus eletrônicos com feixes de microondas de alta potência, um tipo específico de EA onde a energia eletromagnética é usada para gerar altas tensões em microeletrônicos sensíveis que danificam transistores e circuitos integrados.

As forças ucranianas também estão aproveitando o treinamento e sistemas EW fornecidos pelos EUA para bloquear as comunicações russas. Ao contrário de seus colegas ucranianos, as tropas russas não têm um sistema como o SINCGARS e frequentemente dependem de celulares ou rádios não criptografados para coordenar as operações, tornando-as suscetíveis à geolocalização e ao bloqueio ucranianos. Dessa forma, a estabilização das linhas de frente também ajuda os esforços de EW da Ucrânia porque permite uma rápida correlação de transmissões com os locais. Os defensores da Ucrânia também exploraram uma fraqueza dos grandes e poderosos sistemas de EW russos – eles são fáceis de encontrar. Usando equipamentos de ES fornecidos pelos EUA, as tropas ucranianas conseguiram detectar transmissões de sistemas como o Leer-3 ou Krasukha-4 e direcionar contra-ataques de foguetes, artilharia e drones contra os sistemas russos transportados por caminhões.

A invasão da Ucrânia mostra que a EW pode mudar o curso de uma guerra, mas também está mostrando que os fundamentos ainda importam. Sem poder aéreo ou drones guiados por satélite, o Exército russo não conseguiria colocar bloqueadores no horizonte para degradar as comunicações e radares ucranianos

antes que as tropas se movessem para Kiev. Forçadas a usar aeronaves não tripuladas de curto alcance e sistemas terrestres, as brigadas de EW russas operando com BTG tiveram que se preocupar em não interferir em operações amigas e não conseguiram distinguir as tropas ucranianas dos civis. Elas também tiveram que permanecer em movimento, reduzindo a utilidade de seus grandes sistemas EW multiveículos. A EW russa está ganhando vantagem somente agora porque a estratégia de Moscou de tomar Kiev rapidamente falhou, e mudou para uma guerra de atrito no sul da Ucrânia¹.

Então, por enquanto, incapazes de alcançar o horizonte, as unidades terrestres EW russas podem bloquear as tropas ucranianas somente quando elas estão separadas por linhas de batalha claramente definidas. Eles estão contando com sistemas como o Leer-3 para encontrar emissões ucranianas para que a artilharia russa possa então sobrecarregar os defensores com rajadas de granadas e foguetes. Os sistemas EW russos como o Krasukha-4 e o R-330Zh Zhitel podem desabilitar GPS ou radares em drones ucranianos, mas não é substancialmente diferente de abater aeronaves com armas. E embora os sistemas ES como o Moskva-4 pudessem ouvir sinais no horizonte, a Rússia está ficando sem mísseis de longo alcance que poderiam explorar tais detecções.

Talvez a maior lição da Ucrânia para a EW seja que vencer as ondas de rádio não é igual a vencer a guerra. A Rússia está no topo da guerra EW agora apenas porque seu ataque relâmpago se tornou um trabalho árduo e pulverizador. A situação pode mudar rapidamente se as tropas de Kiev, com apoio ocidental, retomarem o controle dos céus da Ucrânia, onde poderiam interromper eletrônica e fisicamente o gerenciamento e a logística que mantêm a frágil máquina de guerra da Rússia funcionando.

Publicado no [IEEE Spectrum](#).

***Bryan Clark** é membro do Hudson Institute, onde dirige o Center for Defense Concepts and Technology. É especialista em guerra eletrônica, operações navais, sistemas autônomos, competições militares e jogos de guerra. No início da carreira, foi assistente especial do Chefe de Operações Navais da Marinha dos EUA e diretor do grupo de ação do comandante, onde liderou o desenvolvimento da estratégia da Marinha dos EUA e implementou iniciativas em operações de espectro eletromagnético, guerra submarina, operações expedicionárias e em gerenciamento de pessoal e prontidão.

¹ Nota da tradução: "agora" refere-se a 30 de julho de 2022, data em que este artigo foi escrito.