

COMO CONTRAPOR ARMAS LASER?

Por Olivier Dujardin*



Northrop Grumman.

Armas laser farão parte do equipamento dos exércitos, juntamente com os demais armamentos existentes, e encontrarão seu lugar como mais uma arma entre outras.

O Dragon Fire, um programa britânico de energia dirigida (laser)¹, ganhou as manchetes há algumas semanas². O que esse laser traz de novo em comparação com os diversos programas equivalentes existentes no mundo? Absolutamente nada, exceto que supera todos em termos de comunicação da qual se beneficia. Já se passaram mais de 10 anos desde que os primeiros lasers potentes foram testados. Os Estados Unidos, Israel, China, Rússia, França, Alemanha, Índia... já possuem, pelo menos em testes, tais armas, cuja potência varia de alguns quilowatts para os menos poderosos, a 300 quilowatts para o laser *High Energy Laser Scaling Initiative* da Lockheed Martin.

É preciso dizer que as armas laser apresentam, pelo menos no papel, algumas vantagens interessantes:

- O custo de cada tiro é ridículamente baixo, equivalente ao valor de uma bala de fuzil, ou pouco superior;
- A elevada diretividade de um laser permite disparos muito precisos, limitando de fato os riscos de danos colaterais e permitindo grande seletividade de alvos;

¹ Acrônimo para Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, se tornou um nome comum.

² <https://www.defensenews.com/industry/techwatch/2024/01/19/in-first-uk-downs-aerial-drone-with-test-shot-from-dragonfire-laser/>.

- Com o laser, não há necessidade de garantir o fornecimento de munições, a logística limita-se à produção de energia. Enquanto estiver disponível, não há risco de ficar sem munição;
- É possível modular a potência do laser de acordo com os efeitos desejados, a distância de atuação ou o ambiente;
- Lasers potentes permitem casos de aplicação muito variados e não são específicos para um tipo específico de alvo.

O lado futurista dessas armas, que remete à ficção científica, tenderia a fazer as pessoas pensarem que são equipamentos definitivos e imparáveis. No entanto, se conhecermos bem seus limites e restrições, é possível encontrar contramedidas que permitam, se não afastar completamente um laser, mitigar seus efeitos.

LIMITES FÍSICOS E RESTRIÇÕES DE LASERS

O princípio de funcionamento das armas laser é bastante simples. Um feixe concentrado de luz atinge uma superfície. Isto provoca um aquecimento que provoca, após um tempo mais ou menos longo dependendo do material e da potência do laser, uma fusão ou combustão do material, que acaba sendo perfurado.

Um feixe de laser, para manter sua densidade de potência tanto quanto possível (número de watts por cm^2) ao longo da distância, deve divergir o menos possível, o que requer um direcionamento particularmente rigoroso do feixe. Estamos falando de menos de um centímetro por 1.000 m. Este nível de precisão de apontamento requer, portanto, ter, antecipadamente e no mínimo, a posição do alvo em elevação e azimute com extrema precisão.

No entanto, existem relativamente poucos sensores capazes de fornecer tal nível de medição. Isto envolve o uso de vários dispositivos complementares. Por exemplo, a posição dada por um radar é então refinada por um LiDAR³; mas também podemos utilizar um sistema ótico de alta resolução (o nível de precisão será determinado pelo número de pixels da câmera). É claro que entendemos então que o alcance efetivo de tiro dependerá da distância na qual os sensores conseguem manter o nível de precisão exigido, dependendo do tamanho do alvo: o requisito não será o mesmo se envolver atingir um drone ou um aeronaves com envergadura de várias dezenas de metros. Portanto, quanto maior o alvo, mais ele pode ser atingido por um laser localizado a grande distância.

Este requisito de precisão também requer uma capacidade de resposta de estabilização muito alta do ponteiro laser. Os efeitos do vento, das vibrações ou de qualquer outro movimento devem ser compensados com muito cuidado ao longo do tempo em que o alvo estiver apontado, que por si só pode se mover. Isto torna este tipo de sistema particularmente difícil de utilizar em uma plataforma móvel (veículo, navio, aeronave), exigindo dispositivos de apontamento e estabilização

³ Acrônimo para Laser Imaging Detection and Ranging, é uma técnica de medição remota baseada na análise das propriedades de um feixe de luz retornado ao seu emissor.

muito sofisticados. Mesmo em um alvo grande, o feixe de laser deve sempre apontar para o mesmo local para criar aquecimento suficiente e ser eficaz.

Um ponto muito importante é também a capacidade do sistema laser em compensar os efeitos de refração do feixe que, dependendo da passagem por camadas de ar de diferentes temperaturas e higrometrias, deixará então de ter trajetória retilínea. Quanto maior a distância entre a fonte e o alvo, mais significativo será o fenômeno.

É claro que um laser também permanece vulnerável às condições aerológicas e climáticas. Para limitar esses efeitos, a maioria dos lasers potentes usa comprimentos de onda de banda SWIR (*Short Wave Infra-Red*) que são menos sensíveis a esses efeitos. Na verdade, o comprimento de onda utilizado costuma ser em torno de 1.064 nanômetros (nm). No entanto, a chuva pode tornar o laser completamente ineficaz, pois o nível de difração pode ser significativo.

Não esqueçamos, ainda que pareça lógico, que o disparo do laser exige a manutenção da intervisibilidade com seu alvo, ao contrário de um míssil que, dependendo do seu modo de orientação, pode ser autônomo na perseguição do alvo, mesmo que este se esconda do atirador (modo “disparar e esquecer”).

Por fim, a cadência de disparo de um laser também está condicionada pela potência emitida: de toda a energia fornecida, o feixe não utiliza mais de 50%; o restante é dissipado em forma de calor; portanto, quanto mais potente for o laser, maiores serão os requisitos de resfriamento. Consequentemente, quanto mais poderoso for um laser, maior será a probabilidade de que sua taxa de disparo e tempo de iluminação sejam baixos.

QUAIS AS CONTRAMEDIDAS CONTRA LASERS?

Esta questão ainda não se coloca, mas, a partir do momento em que este tipo de arma se generalizar, seja na defesa terrestre/aérea, seja contra navios ou veículos, se tornará crucial. Porém, quando estudamos as restrições e limites desta tecnologia, é possível determinar pelo menos quatro áreas de trabalho para desenvolver contramedidas.

O primeiro eixo é o mais simples e óbvio. Envolve bloquear o radar responsável pela detecção e aquisição do alvo. Tal como acontece com qualquer outro sistema de armas, evitar esta etapa significa proteger-se contra ataques. Esta solução só é acessível a grandes plataformas, como aviões armados ou navios de combate, que possuem um conjunto de contramedidas. Isto também significa que os sistemas existentes já podem oferecer proteção contra lasers de alta potência.

O segundo eixo consiste em jogar com o albedo, ou seja, o poder reflexivo da matéria. Existem tintas (com óxido de titânio, por exemplo) que oferecem um albedo muito bom e resistem bem ao calor sem sobrecarregar significativamente o usuário. Da mesma forma, existem polímeros e cerâmicas com excelentes propriedades de reflexão da luz e resistência à temperatura. Isto permite devolver uma parte significativa da energia luminosa e, portanto, limitar o aquecimento gerado. Desta forma, é possível retardar o efeito *cliff*, momento em que o material perde suas propriedades refletoras sob efeito do calor, e tornar o tempo de sua

destruição muito mais prolongado. Esta abordagem limita os efeitos do laser e permite atrasar a destruição o suficiente para que o objeto visado (projéteis, foguetes, mísseis ou drones) atinja o seu objetivo, ou, no caso de uma aeronave ou veículo, permitir-lhe escapar. Atrasar os efeitos também impede que o laser seja capaz de lidar com outras ameaças durante esse período, tornando os ataques de saturação ainda mais eficazes.

O terceiro eixo pode ser combinado com o anterior. Envolve variar as exposições do alvo para que não seja o mesmo local apontado, permitindo assim que sua superfície esfrie. Isto pode assumir diversas formas: autorrotação para projéteis, foguetes ou certos mísseis, trajetória errática com mudança de direção para drones ou aeronaves, por exemplo.

O quarto e último eixo propõe a utilização de bombas de fumaça gerando nuvens opacas de carbono ao redor do alvo pretendido. Estas terão o efeito de absorver e desviar uma grande parte da energia do laser. Esses tipos de bombas de fumaça já existem e são utilizadas pela Marinha russa para mascarar seus navios, aqueles equipados com detector de laser Spektr-F (Meia Copa), a partir de uma designação de feixe de laser. Eles são lançados a partir dos lançadores de chamariz (PK-2, PK-10 e PK-16) do navio e permitem que ele fique totalmente oculto. É claro que este equipamento só é adequado para plataformas lentas e grandes o suficiente para permitir seu transporte, como navios, veículos terrestres, mas também helicópteros que possam puxar este tipo de fumígeno em uma manobra para se afastar do laser. No domínio naval também seria possível, por um processo de regagem, criar difração do feixe fazendo com que este perdesse toda a eficácia.

* * * * *

As armas a laser apresentam um certo número de vantagens que explicam por que estão chegando gradativamente aos arsenais; sua entrada em serviço não deverá demorar muito em certos países como Israel, por exemplo, na luta contra drones. À medida que seu poder aumenta, também aumenta seu leque de alvos potenciais. No entanto, os lasers apresentam certos defeitos ou certas limitações, o que significa que provavelmente não substituirão canhões ou mísseis, mas os complementarão.

Os lasers também não são invencíveis; À medida que estas armas entrarem em uso, contramedidas serão naturalmente postas em prática. Em última análise, as armas laser farão parte do equipamento dos exércitos, juntamente com as armas existentes, e encontrarão seu lugar como uma arma entre outras.

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.*
