

## DRONES: PONTOS FORTES E FRACOS DA ARTILHARIA

---

Por Olivier Dujardin\*



*Militares ucranianos com um drone turco Bayraktar TB2 no aeródromo de Kulbakyne durante o Exercício Sea Breeze 2021 em Mykolayiv, sul da Ucrânia (Yulii Zozulia/Ukrinform/Future Publishing/Getty Images).*

---

*Mesmo sendo a “grande revelação” da guerra na Ucrânia, ainda assim os drones impõem seus limites e vulnerabilidades.*

---

**D**urante a guerra na Ucrânia, os drones provaram ser um elemento indispensável da cadeia de inteligência e seleção de alvos. Eles permitiram tornar a artilharia praticamente autônoma para lidar com alvos de oportunidade e, acima de tudo, dar-lhe uma reatividade nunca antes alcançada graças à miniaturização e ao número de vetores colocados à disposição das forças. Esta utilização, em benefício da artilharia, não é em si nova, mas a proliferação dos drones tem permitido complementar vantajosamente os meios tradicionais de inteligência tática, como reconhecimento aéreo, infiltração de forças especiais ou o recurso de *partisans* atrás linhas inimigas.

No entanto, os protagonistas adaptaram-se à ameaça e os drones, por suas características técnicas, também impõem certos limites. Esses elementos são os que tornam muito difícil hoje no teatro ucraniano usar todo o potencial do alcance da artilharia.

### QUATRO CATEGORIAS DE DRONES

Os drones geralmente são definidos por seu peso. A classificação dos drones é feita apenas com base neste critério. No entanto, também podemos classificar os drones pelo tipo de *link* rádio que utilizam, pois, as características físicas que esta

impõe conferem gamas de alongamentos muito diferentes, o que naturalmente tem influência na configuração aerodinâmica e no tamanho dos drones.

**Drones com telecomando portátil:** esta categoria é representada pela maioria dos drones para o público em geral que são controlados por um simples celular ou por um telecomando semelhante aos utilizados no modelismo por rádio. Graças a seu baixo preço e facilidade de uso, estes são os drones mais utilizados na Ucrânia pelos dois beligerantes da linha de frente.

São implementados por um único operador, não requerem logística pesada e praticamente qualquer pessoa pode utilizá-los. Sejam drones civis ou militares, as capacidades são semelhantes (ANAFI, MAVIC, NX-70, QUANTIX RECON, etc.). A sua utilização é geralmente possível até um máximo de cinco quilômetros de distância em (muito) boas condições (visibilidade). Eles devem representar mais de 80% dos drones em campo.



**Drones com estação de comunicação de luz:** esta categoria é representada por drones profissionais (civis ou militares) que exigem um pouco mais de logística, pois o *link* de rádio é fornecido por uma antena montada em um mastro de luz de alguns metros de altura. Graças à visibilidade obtida pela altura das antenas e uma maior potência de transmissão, permite a comunicação entre 10 km e 50 km de distância ou até 100 km se for utilizado um controle remoto de baixa frequência. Essa configuração não permite *feedback* de vídeo em tempo real. A implementação continua fácil, pois não requer mais de duas pessoas para instalação e uso.

Os drones geralmente são um pouco maiores do que os da categoria anterior porque têm mais bateria. Ainda podem ser lançados à mão no caso dos mais leves, mas vemos regularmente a instalação de catapultas de lançamento para os com asas fixas. Sua pegada logística maior proíbe seu uso em movimento, ao contrário da categoria anterior. Para serem implementados com relativa segurança, devem, portanto, ser movidos vários quilômetros para longe da linha de frente, a fim de evitar detecção com muita facilidade pelos sistemas de guerra eletrônica inimigos. Nesta categoria, encontramos drones como SMDR, ORLAN-10, RQ-20 PUMA,

BAYRAKTAR MINI etc. Esses drones representam a segunda categoria de drones mais usada na Ucrânia. Seu preço mais alto e sua maior pegada logística os tornam um pouco mais complicados de usar. Representam quase todos os 20% restantes dos drones usados na Ucrânia.



*Drone SMDR em sua plataforma de lançamento com o mastro de rádio.*

**Drones com estação de comunicação direcional de alta potência:** esses drones exigem uma certa logística, pois precisam de uma infraestrutura substancial para *cockpits*, *links* de rádio (mastros com mais de cinco metros de altura). São também máquinas muito maiores, com grande autonomia que podem exigir uma pista de decolagem. Geralmente, esse tipo de *link* de rádio permite manter o controle do dispositivo em distâncias que variam de 150 a 300 km e na condição de que os drones voem relativamente alto para permanecer em visibilidade com a estação de controle. Nesta categoria encontramos drones como o TB-2, S-100, FLYEYE, ORION, PATROLLER, etc.

O peso da instalação e a falta de critério visual e eletromagnético exigem que sejam implementados relativamente longe da linha de frente (várias dezenas de quilômetros atrás). Além do TB-2, que foi amplamente utilizado nas primeiras semanas da guerra na Ucrânia, mas à custa de forte desgaste, esse tipo de drone é usado apenas marginalmente hoje. Essas máquinas são muito vulneráveis à defesa terrestre/aérea e continuam muito caras para correr o risco de perdê-las muito rapidamente.





*Estação de controle de drone Schiebel S-100.*

**Drones controlados por satélite:** nesta última categoria, encontramos os drones mais imponentes e também os mais caros. Já o *link* de satélite de alta velocidade exige um módulo de comunicação de pelo menos cinco quilos para ser transportado no drone, o que de fato reserva essa capacidade para máquinas de grande porte. A vantagem é que não há mais limites reais para o alcance do *link* de dados, sendo o alcance limitado apenas pela resistência do drone.

As estações de controle podem estar do outro lado do mundo e ainda estar completamente protegidas. Nesta categoria, estão todos os grandes drones como o REAPER, RQ-4 GLOBAL HAWK, SIRIUS, WING LOONG, etc. Esses drones de alto valor, de vários milhões a várias dezenas de milhões de dólares cada, não são usados na Ucrânia, seu tamanho os torna máquinas pouco discretas e alvos muito (demasiado) fáceis para defesa terrestre/aérea ou mesmo caças inimigos.

**Caso particular de drones pilotados por GSM:** alguns drones podem hoje ser pilotados diretamente usando a rede telefônica 4G ou 5G, o que oferece a possibilidade teórica de romper com as restrições ligadas à distância e à visibilidade, desde que o piloto e o drone permaneçam dentro do alcance das antenas do relé. No entanto, a utilização da rede GSM impõe algumas restrições, a começar pelo da disponibilidade da rede ao longo de todo o percurso, que pode ser muito incerto em zonas de guerra ou em zonas de baixa densidade

populacional. Além disso, o retorno de vídeo por este meio sofre de um período de latência, reconhecidamente baixo (cerca de 40 ms, se tudo correr bem em 4G contra menos de 30 ms para drones em ligação direta de rádio digital a comparar com o tempo de latência marginal, de alguns microssegundos, para um *link* de rádio analógico), mas ainda assim não garantido e muito restritivo para certas aplicações, como o lançamento de munição ou drones suicidas.

Além disso, o *throughput* associado é muito variável dependendo do nível de congestionamento da rede, o que pode se tornar rapidamente problemático mesmo para reconhecimento com risco descontrolado de ver a definição das imagens colapsar ou mesmo ser interrompida. Em suma, a utilização do GSM continua a revelar-se pouco confiável e raramente concretizada na prática, ainda que no papel as suas vantagens sejam inegáveis, quer pela abrangência teórica, quer pela relativa discricção eletromagnética (impossível distinguir o *link* rádio de um drone do de um telefone).

## ESCOPO RESTRITO

Os drones de categoria 1, agora a principal fonte de inteligência para artilharia na Ucrânia, de fato limitam os alcances de tiro. Se considerarmos que as peças de artilharia e os lançadores de foguetes são geralmente colocados entre 5 e 10 km atrás da linha de frente, percebemos que, na grande maioria dos casos, os ataques são executados a uma distância inferior a 15 km. Apenas a segunda categoria de drones pode explorar um pouco mais de profundidade, mas embora a distância teórica máxima de pilotagem seja de cerca de 50 km (muitas vezes menos na prática), os drones são enviados por trás da frente (onde está localizada a estação de controle), o que reduz o alcance de uns bons 10 km.

Na prática, os drones utilizados em campo dificilmente conseguem fazer a designação de alvos em benefício da artilharia a mais de 30 km atrás da linha de frente em território inimigo, o que não permite explorar os alcances máximos das peças artilharia ou foguete múltiplo lançadores.

No entanto, outro elemento importante limita os campos de tiro. A dispersão de projéteis de artilharia e foguetes não guiados aumenta com a distância de forma não linear e exponencial. Assim, por exemplo, se uma peça de artilharia tem um ECP<sup>1</sup> de 100 metros com um tiro a 20 quilômetros, seu ECP será em torno de 50 metros para um tiro a 15 quilômetros e menor que 20 metros para um tiro a 10 quilômetros. Portanto, não é muito vantajoso tentar atirar na distância máxima e é preferível obter melhor precisão atirando em distâncias mais curtas para limitar o consumo de munição.

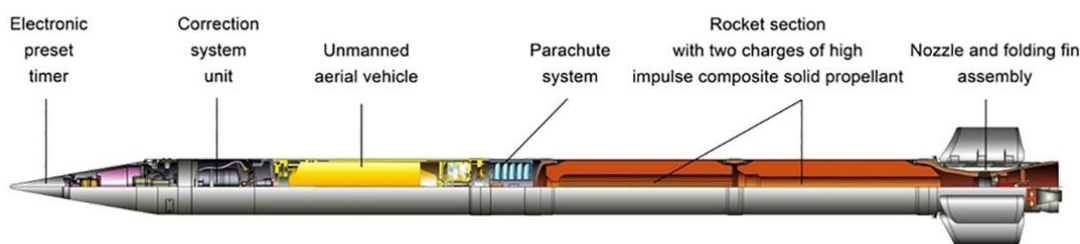
Embora a precisão dos projéteis e foguetes guiados fornecidos às forças ucranianas seja frequentemente destacada, deve-se notar que dos mais de 1,5 milhão de projéteis de origem ocidental que foram entregues à Ucrânia, menos de cinco mil são projéteis guiados, o que é menos de 0,3 %, o que faz sentido quando

---

<sup>1</sup> CPE (Circular Error Provable, em português, ECP, Erro Circular Provável) é, de acordo com a definição da OTAN (AAP-21): "O erro circular provável é definido como o raio do círculo dentro do qual cairiam 50% dos projéteis ou mísseis."

you know that the price of a guided missile is 10 to 20 times higher than that of a standard missile. However, the real number for the use of precision missiles is actually much lower, because more than 2/3 of the Ukrainian artillery fire is still carried out by its Soviet-made parts. In practice, it can be estimated that less than one in every thousand missiles fired by the Ukrainians is a guided missile. The report is substantially identical for rockets. The vast majority of rocket launches is carried out by BM-21s, BM-27s and BM-30s with unguided rockets. In quantity, the use of guided HIMARS or BM-30 rockets is marginal. Long-range rockets are also used at a higher strategic level to reach command posts, ammunition depots or infrastructure (bridges, roads, railways) which are by nature fixed targets whose direction was carried out from satellite or human intelligence images, but rarely by drones.

It should be noted that the problem on the Russian side is exactly the same and they also make very little use of the maximum range of their artillery. However, Russia has, for these BM-30 rockets, 9M534 capable of sending a suicidal T90 drone that can communicate its images in real time up to 70 km away. In this phase, it is not known if this model of rocket was used in Ukraine.



*Foguete de 300 mm 9M534.*



*Drone "suicida" T-90 a bordo do foguete 9M534.*

Since the *datalinks* of drones, due to their technical characteristics, limit the effective range of artillery, this remains, despite everything, completely coherent with the use of unguided munitions and is without doubt here where drones are more useful.



## VULNERABILIDADE À GUERRA ELETRÔNICA

De acordo com um relatório da RUSI publicado no final de novembro, os meios de guerra eletrônica russos são terrivelmente eficazes contra os drones ucranianos. A vida útil dos drones seria, em média, limitada a três voos para multicópteros e seis para drones de asa fixa. No total, 90% de todos os drones ucranianos usados nos primeiros quatro meses da guerra teriam sido destruídos.

De acordo com este documento, os drones ucranianos estão caindo em um ritmo alarmante e isso dificulta o controle do fogo de artilharia, removendo qualquer vantagem de precisão. Os autores estão preocupados que as baterias de artilharia ucraniana possam ser reduzidas a disparar indiscriminadamente, exacerbando os problemas de abastecimento de munição de artilharia e sobrecarregando ainda mais as capacidades do Estado Unidos e a OTAN de abastecer a Ucrânia para mantê-la na luta.

No entanto, é bastante improvável que os ucranianos sejam realmente reduzidos ao tiro às cegas, por dois motivos principais:

- A primeira é que a maioria dos drones usados são baratos e fáceis de obter. Portanto, é improvável que as entregas parem repentinamente, o mercado de drones hoje está suficientemente desenvolvido para evitar a escassez. Perdas, mesmo grandes, não são realmente um problema, apenas devem ser esperadas;
- A segunda é que os ucranianos também estão se equipando com sistemas de observação terrestre. Em particular, eles desenvolveram um sistema que consiste em uma câmera montada em um mastro de 18 metros instalado em uma pick-up que pode ver até cinco quilômetros de distância. Este sistema, que custava cerca de dois mil euros, permitiria compensar o fogo de artilharia até dois ou três quilômetros além da linha de frente. Claro, o desempenho está abaixo do que os drones podem fornecer e isso restringe ainda mais o alcance da artilharia, mas ainda oferece certas capacidades de observação, especialmente porque não devemos esquecer que na guerra posicional, a maioria dos alvos potenciais está na linha de frente, onde se concentram as forças opostas, ou seja, a uma profundidade reduzida de algumas centenas de metros a alguns quilômetros.

O desempenho operacional de um equipamento raramente é reduzido ao seu desempenho teórico conforme fornecido em folhetos comerciais <sup>2</sup>. Eles dependentes de todo um ecossistema. Porém, em uma cadeia de valor, é sempre o elemento mais fraco que impõe os limites. Ter uma arma que pode disparar a 30 km ou outra que pode disparar no máximo a 25 km não muda muito quando na prática raramente se dispara além dos 15 km.

Hoje, o alcance do fogo de artilharia é limitado não pelo alcance máximo teórico de canhões ou lançadores de foguetes, mas pela inteligência e pela dispersão (precisão) da munição. Deve-se notar que esta capacidade também pode ser

---

<sup>2</sup> <https://velhogeneral.com.br/2022/11/14/o-que-significa-ter-armas-melhores/>

limitada pela vulnerabilidade dos meios empregados. O caso dos drones ilustra isso perfeitamente, pois são particularmente vulneráveis a sistemas de guerra eletrônica que podem neutralizá-los a um custo menor.

Os drones podem ser a revelação desta guerra, mas ainda assim impõem seus limites e vulnerabilidades. É por serem máquinas baratas que podem ser colocadas em campo em massa que são de grande interesse no campo de batalha.

---

*\*Olivier Dujardin tem 20 anos de experiência em guerra eletrônica e processamento de sinais de radar. Exerceu sucessivamente funções operacionais em guerra eletrônica, no estudo de sistemas de radar e guerra eletrônica, e na análise e coleta de sinais. Também atuou como especialista técnico em sistemas de coleta de dados.*

---