

# Impacto das novas tecnologias no Campo de Batalha

Major-general  
João Jorge Botelho Vieira Borges



## 1. Introdução

Esta feliz iniciativa, que junta a “juventude” do Instituto Universitário Militar (IUM) nos seus 10 anos e a “antiguidade” da Revista Militar como a revista militar mais antiga do Mundo publicada ininterruptamente, trata muito especialmente de pensar o futuro da guerra em função da evolução tecnológica, impulsionada fundamentalmente pela Guerra na Ucrânia, que vai a caminho do seu quarto ano de destruição e morte.

Devido às limitações impostas pelo tempo, pretendo desenvolver o essencial do “Impacto das novas tecnologias no Campo de Batalha” na vertente das Forças Terrestres, tendo em atenção que os restantes oradores desenvolverão o impacto na Marinha e na Força Aérea.

Por falar em novas tecnologias, entendi testar o ChatGPT quanto ao tema da minha intervenção, de modo a poder ser mais analítico do que o conjunto das “bases de dados” de cariz digital. Assim, a resposta informática à minha questão foi a seguinte:

“O impacto das novas tecnologias no Campo de Batalha tem sido profundo e transformador, alterando radicalmente a forma como os conflitos são conduzidos. Aqui estão alguns dos principais efeitos:

1. Automação e Robótica (drones e robots de combate);
2. Guerra Cibernética;
3. Inteligência Artificial;
4. Comunicações Avançadas;
5. Armas de Precisão e Letalidade Avançada;
6. Realidade Virtual e Aumentada;
7. Sensores e Big Data”.

Como podemos constatar, a Inteligência Artificial (IA) identifica o essencial, apesar de elencar do mesmo modo os sistemas de armas e as tecnologias como efeitos das novas tecnologias.

Assim, irei começar por identificar os principais avanços da tecnologia e suas aplicações ao fenómeno da guerra, tendo como referência a guerra na Ucrânia, para depois analisar os impactos diretos e indiretos no campo de batalha, com especial destaque para as forças terrestres.

Infelizmente, a Guerra (em especial no caso da Ucrânia) continua a ser o grande acelerador da História, com disrupções políticas, sociais, económicas e tecnológicas. De acordo com o General Mark Milley, antigo chefe do Estado-Maior-General das Forças Armadas dos EUA (conferência a 11 de julho de 2024, na Academia Militar de West Point - <https://www.axios.com/2024/07/11/military-robots-technology>), “O Mundo está atualmente a viver a maior mudança fundamental da história da humanidade com o surgimento da inteligência artificial e da robótica” e “Nos próximos 10 a 15 anos, um terço das Forças Armadas dos EUA será composto por tropas robotizadas...”. Concordando com a primeira afirmação, não o posso fazer relativamente à segunda, pois considero que a questão das tropas robotizadas, para além das questões tecnológicas engloba questões morais, éticas e mesmo jurídicas que adiarão a sua implementação nos próximos 20 a 25 anos. Começamos então pela Guerra e Tecnologia...

## **2. Guerra e Tecnologia**

Nos últimos anos, acentuou-se a tendência que já vinha do final da guerra fria no que concerne à mudança de paradigma da indústria de defesa, ou seja, a investigação e desenvolvimento e a indústria de cariz civil são líderes e transferem tecnologia para a própria indústria militar, gradualmente condicionada pela redução de apoios, em especial nos regimes democráticos.

Apesar da história nos ter ensinado que as novas tecnologias criam “assimetria bélica”,

compensam desequilíbrios quantitativos, mitigam riscos, ampliam a letalidade e integram civis às atividades militares, as decisões políticas em democracia são orientadas no sentido dos interesses imediatos, deixando as questões estruturais para conjunturas mais desfavoráveis, como as situações de crise e de guerra.

Entretanto, como as novas tecnologias presentes no Teatro de Operações da Ucrânia, já alteraram táticas, doutrinas, formação e treino, logística e organização para o combate, as democracias ocidentais encontraram maior sustentação para a tomada de decisão no sentido do rearmamento com novas tecnologias, apesar dos custos associados serem maiores do que seriam caso fosse feito um investimento gradual.

Entre os vários “instrumentos tecnológicos”, destacam-se nos últimos anos a IA (generativa - novos conteúdos; e de previsão - aquisição de alvos), a computação quântica e a nanotecnologia. E todas elas têm estado a ser testadas e aplicadas à indústria militar com consequências nos sistemas de armas em termos de alcance, precisão, velocidade e letalidade.

Neste sentido, está em curso uma “batalha” entre os EUA e a China pelo acesso a semicondutores, energia e minerais críticos e raros necessários para a revolução da IA (a China importa mais de 400 Mil Milhões de dólares em semicondutores - mais do que energia).

É mais uma prova de que a IA está a remodelar a Política Global e de que a corrida pelos recursos de IA e a capacidade de os negar aos rivais, estão a determinar o equilíbrio de poder no século XXI, em que o recurso estratégico são os semicondutores (chips de silício) e já nem tanto o petróleo, que dominou o século XX e início do século XXI. A TSMC (Taiwan) detém 60% da produção mundial por contrato e 90% da produção dos chips mais avançados (determinante para a IA aplicável aos novos sistemas de armas) e daí a luta entre os EUA e a China pela sua “conquista” com diferentes formas de coação (esperemos que não a militar). Mas para além da IA, enquanto instrumento tecnológico que contribui para a maior “autonomia” dos drones e robots, para uma mais eficiente e eficaz aquisição de alvos, para uma mais rápida tomada de decisão e para a busca de dados mais célere, os sistemas de armas associados são:

1. Drones e Robots; com economia de tempo, de dinheiro, maior preservação de vidas e eficácia na destruição de alvos, cumprindo missões várias, desde reconhecimento a combate (no entanto, com problemas éticos, morais e jurídicos no detetar, decidir e agir);
2. Inteligência Open Source e Big Data; com recolha de informações disponíveis online para apoio às operações militares;
3. Internet por satélite Starlink; com uso de tecnologia civil;
4. Mísseis hipersónicos; tal como o Kinzhal de origem russa (até 12.000 km/h), que dificulta o seu combate pelas defesas aéreas;

5. Defesa Aérea; com os novos sistemas laser, mas também com a Guerra Eletrônica e a defesa integrada de aeronaves, mísseis, drones, sensores e satélites.

Os novos sistemas de armas (de terra, mar, ar, espaço e cyber), “alimentados” pelas novas tecnologias em tempos cada vez mais reduzidos, têm relação direta com alterações profundas nos sistemas de forças, na organização, na doutrina, na tática e no combate.

No entanto, concorrentemente ao desenvolvimento das novas tecnologias são trabalhadas e discutidas:

- \* questões sociais (nas próprias empresas - como a recusa de colaboração com a indústria militar, por parte da Google);
- \* questões éticas (em função da maior autonomia e da menor decisão humana - mas também da menor segurança das nossas tropas; e ainda da possível utilização das novas armas por parte de organizações terroristas e do crescendo do seu uso por Estados com maior capacidade tecnológica para compensar o emprego cada vez mais reduzido de militares);
- \* questões jurídicas (direito internacional humanitário - Convenções de Genebra e protocolos adicionais...).

Em suma, a rápida evolução tecnológica a que temos assistido nos últimos quatro anos, pressionada pela guerra na Ucrânia e pela disputa de poder entre as grandes potências, tem tido repercussões diretas nos sistemas de armas. Vejamos agora as repercussões nos teatros de operações...

### **3. Impactos no Campo de Batalha**

Os Drones (de vários tipos e missões) alteraram profundamente o Campo de Batalha e em especial a linha da frente. Com a evolução do conflito na Ucrânia, passaram a ser detentores de maior alcance, a serem utilizados mais frequentemente no combate, e a terem maior precisão e capacidade de destruição, chegando a atingir os 80% das baixas na linha da frente, valor que antes estava normalmente associado à artilharia.

Mais recentemente, foi criada uma “Força de Sistemas não Tripulados” por parte dos ucranianos logo seguida de uma unidade russa semelhante. A nova unidade, com uma nova organização e novas missões, passou a ter missões semelhantes às da artilharia e a ser ator fundamental não só no combate como na coordenação de apoio de fogos.

Vejamos um exemplo ucraniano, caso do 414.º Regimento de Sistemas Não-Tripulados, ao qual foram atribuídas as seguintes missões:

- Desenvolver e testar novos sistemas;

- Realizar o treino de operadores;
- Fabricar equipamentos e desenvolver softwares;
- Realizar a incorporação das munições aos sistemas.

No entanto, as unidades de emprego são as brigadas e os batalhões. No caso das brigadas, a sua orgânica passou a incluir as seguintes subunidades:

- unidade de interceção e destruição de drones;
- unidade experimental de sistemas não tripulados;
- unidade de reparação eletrónica;
- unidade de guerra eletrónica;
- unidades de sistemas robóticos autónomos (aéreos na 383.<sup>a</sup> Bda e terrestres na 385.<sup>a</sup> Bda).

Para além dos drones, também foram desenvolvidos os robots, inicialmente com missões de apoio logístico e sanitário, mas mais recentemente com missões de combate. Foi o caso do primeiro combate da história com drones e robots em simultâneo, a 20Dez24, em Lyptsin (Kharkiv), onde robots ucranianos equipados com metralhadoras, apoiados por drones FPV atacaram posições russas entrancheiradas, com sucesso total. A sua utilização intensiva na frente de combate tem limitado o emprego de viaturas blindadas e de carros de combate (os quais já usam uma espécie de “redes faraday” como proteção), por parte dos dois contendores, em detrimento do aumento de deslocamentos apeados em unidades de escalão secção ou mesmo inferior. Uma imagem da linha da frente é hoje dominada por drones, sejam eles de combate ou reconhecimento.

Outras aplicações no Campo de Batalha dizem respeito à utilização crescente de ataques sequenciais com drones (enxames que ultrapassam já os 500 em simultâneo – alguns deles falsos, sem qualquer carga explosiva), mísseis de cruzeiro e mísseis balísticos (alguns deles hipersónicos), para “saturarem” as Defesas Aéreas e a Artilharia Antiaérea.

Em oposição foram sendo desenvolvidas novas armas de defesa antiaérea, utilizando as novas tecnologias, nomeadamente jamming, drones anti drone, uso de fibra ótica e armas a laser, que irão, em breve, alterar a relação de forças.

Ao nível de sistemas de deteção e de apoio à tomada de decisão, os avanços também têm sido significativos, com utilização de sistemas como o Lavenger (por parte de Israel em Gaza), que funcionam como instrumentos de morte através de reconhecimento facial, na maioria dos casos com erro superior a 10% e efeitos colaterais previamente assumidos pelos comandantes aos diferentes escalões.

Outros impactos dizem respeito à utilização crescente da guerra eletrónica (jamming e decepção) e conseqüente saturação do espaço aéreo e digital.

Em suma, o impacto das novas tecnologias no campo de Batalha é uma realidade, tanto na Ucrânia como em Gaza, o que já levou à alteração da estratégia, da tática, da logística, da doutrina, mas também da instrução e treino das forças em confronto e de todas aquelas que acompanham estes conflitos.

## 4. Considerações Finais

O Mundo mudou consideravelmente nos últimos dez anos, em especial após a tomada da Crimeia pela Rússia. Mudou o geopolítico, o geoestratégico, o geoeconómico, as relações de poder, mas também a tecnologia, e por consequência a “arte militar”.

A tecnologia, como importante fator de poder, com destaque para os seus instrumentos (Inteligência Artificial, Nuvem Quântica, Computação Quântica), tem tido uma influência enorme na construção e utilização de novos sistemas de armas (drones, robots, C4I, Artilharia Antiaérea a Laser, Guerra Eletrónica, mísseis hipersónicos...).

A utilização destes novos sistemas de armas, mais avançados tecnologicamente, tem tido impactos enormes no Campo de Batalha, seja a nível estratégico, operacional, tático, logístico, doutrinário, formativo e organizativo, mas também ético e jurídico.

Por tudo isto, consideramos que em termos do fenómeno da guerra, nada será como dantes.

## Bibliografia

Borges, João Vieira, A Strategic Vision of the Robots and Ethics, Springer, in A World with Robots: International Conference on Robot Ethics: ICRE 2015, 2017, pp. 199-206.

Borges, João Vieira, O jus in bello em face dos novos meios da guerra: Ucrânia e Gaza, in Ventura, Margarida Garcez & Lima, Douglas Mora Xavier de (org.), Diários sobre Guerra, Moral e Religião, Brasil, Milfontes, 2025, pp. 83-97.

Colin Demarest, “One-third of U.S. military could be robotic”, Milley predicts, Jul 11, 2024. <https://www.axios.com/2024/07/11/military-robots-technology>

Cruz, Alfredo, Os UAV nas Guerras do Século XXI, in Revista Militar n.º 11, novembro 2020, pp. 941-959. [https://www.revistamilitar.pt/recursos/files/2020/Revista\\_Militar\\_Nov\\_2020.pdf](https://www.revistamilitar.pt/recursos/files/2020/Revista_Militar_Nov_2020.pdf)

Galeotti, Mark, The Weaponisation of Everything, Yale University Press, New Haven and London, 2022.

Marques, João Amílcar Rodrigues, A Robotização da Guerra, in Revista Militar n.º 2667 -

abril de 2024, pp. 327-345.

Mick Ryan, "The Battle of Lyptsi: Robotic Land Combat", Dec 22, 2024. [https://mickryan.substack.com/p/the-battle-of-lyptsi-robotic-land?utm\\_source=post-email-title&publication\\_id=1198399&post\\_id=153469979&utm\\_campaign=email-post-title&isFreemail=true&r=2dti5d&triedRedirect=true&utm\\_medium=email](https://mickryan.substack.com/p/the-battle-of-lyptsi-robotic-land?utm_source=post-email-title&publication_id=1198399&post_id=153469979&utm_campaign=email-post-title&isFreemail=true&r=2dti5d&triedRedirect=true&utm_medium=email)

Mick Ryan, *The War for Ukraine: Strategy and adaptation under fire*, Naval Institute Press, 2024,

Mick Ryan, "Ukraine Drives Next Gen Robotic Warfare", Jan 22, 2025. <https://mickryan.substack.com/p/ukraine-drives-next-gen-robotic-warfare>

Mick Ryan, *Military trends to watch in 2025*, Jan 24, 2025. <https://www.lowyinstitute.org/the-interpreter/military-trends-watch-2025>

Natalia Kushnir, *As Ukraine focuses on drone warfare, its military creates new Unmanned Systems Forces Branch*. ABC News, 12 de junho de 2024. Disponível em: <https://abrir.link/MBIQP>

Patil, S., "The Future of War in the Age of Disruptive Technologies". April 26, 2022. <https://www.orfonline.org/expert-speak/the-future-of-war-in-the-age-of-disruptive-technologies>

Santos, General Loureiro dos, *O Futuro da Guerra*, Nova Vega, 2014.

Sloan, E. (2015). *Robotics at War*. *Survival, Global Politics and Strategy*, 57(5), 107-120. doi: 10.1080/00396338.2015.1090133

Telo, António & Borges, João Vieira, *A Guerra que aí vem: A Ucrânia num Mundo em Mudança*, Tribuna da História, Lisboa, 2024.

Ulrike Franke, "Drones in Ukraine: Four lessons for the West", Jan 10, 2025. [https://ecfr.eu/article/drones-in-ukraine-four-lessons-for-the-west/?utm\\_source=substack&utm\\_medium=email](https://ecfr.eu/article/drones-in-ukraine-four-lessons-for-the-west/?utm_source=substack&utm_medium=email)

Zap, "A NATO está a criar um exército de robots autónomos para a guerra do futuro", Jul 12, 2024. <https://zap.aeiou.pt/nato-vai-criar-exercito-de-robos-autonomos-para-a-guerra-do-futuro-607959>