



**Texto para Discussão 025 | 2019**

***Discussion Paper 025 | 2019***

## **Projeções sobre o Futuro da Guerra: Tecnologias disruptivas e mudanças paradigmáticas (2020 – 2060)**

**Daniel Barreiros**

*Professor Associado, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro*

*Programa de Pós-Graduação em Economia Política Internacional*

This paper can be downloaded without charge from

<http://www.ie.ufrj.br/index.php/index-publicacoes/textos-para-discussao>

# **Projeções sobre o Futuro da Guerra: Tecnologias disruptivas e mudanças paradigmáticas (2020 – 2060)**

Novembro, 2019

**Daniel Barreiros**

*Professor Associado, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro*

*Programa de Pós-Graduação em Economia Política Internacional*

## Introdução

A ficção científica é laboratório de antecipações históricas, não exatamente através de uma competência preditiva de qualquer natureza, mas principalmente pela criação de uma agenda, de expectativas, de horizontes de possibilidade, de campos de experimentação hipotéticos para cenários alternativos. Em termos de história das ciências e da tecnologia, a despeito de toda licença narrativa que não raro torna fluida a fronteira com o fantástico, invocando a terceira lei de Clarke (1962) - uma tecnologia suficientemente avançada não será diferenciável de magia -, muito do que de melhor já se produziu no gênero abriria caminho, mais adiante, para inovações que efetivamente viriam a transformar - de forma desigual e mesmo contraditória - sociedades industriais e periféricas. Mas, aproximando-se a terceira década do século XXI, assim como o “fim da História”, a supremacia da democracia ocidental e o globalismo de mercado parecem imagens longínquas diante do retorno da velha geopolítica, de certa estratégia econômica, por assim dizer, “neomercantilista” (Fiori, 2014; Mead, 2014) e do recrudescimento de práticas políticas autoritárias, outros tantos sinais sugerem, igualmente, que há pouca plausibilidade para um cenário de futuro tecnoliberal, otimista e continuísta, em que as promessas de Fukuyama (1992) se somem a um progresso tecnológico ilimitado, com narrativas utópicas nas quais o domínio da técnica une a humanidade por meio de incorporá-la - em totalidade - a padrões de consumo e bem-estar inimagináveis. Assim, com todos os seus corolários, é a disputa militar, econômica, tecnológica e territorial entre Estados nacionais (e certos atores não estatais) aquilo que parece fornecer os insumos básicos para uma “evolução extrapolativa” a respeito dos principais desafios de natureza global a serem enfrentados pela espécie humana nessa primeira metade do século. Isso significa dizer que distopias a respeito do tema deste estudo - a guerra - devem ser consideradas com particular atenção, menos pelos caminhos especulativos que são usualmente traçados para levar nossa imaginação à guerra futura, e mais pela prudência de manter as lides de Marte (do deus, não do planeta) em nosso horizonte de antecipações; se, como provocou Husserl, o tempo é uma teia de intencionalidades, e o presente é a instância não só do tempo vivido, mas da rememoração e da realização das antecipações passadas (Husserl, 1991; Dosse, 2012), que então a reflexão futuroológica de hoje instrua consciências mais adiante, para que, através da historicidade, ao menos compreendam, se não puderem transformar.

## A Guerra na Nona Fronteira

A utopia tecnoliberal de uma sociedade planetária pacificada pela universalização da tecnologia, do mercado livre, da democracia burguesa e de padrões “elevados” de bem-estar e consumo esbarra em limites físico-naturais claros num horizonte de curto-médio prazo, que vão além das contradições sociais internas embutidas num modelo dessa natureza. Esses mesmos limites produzem também restrições em termos de escolhas estratégicas futuras na circunstância de um provável cenário distópico de acrescida preparação permanente para a guerra, de exclusivismos econômicos, de fronteiras e divisões redivivas.

No século XIX da Era Comum, alcançada a “Oitava Fronteira” da *Big History*<sup>1</sup>, as sociedades que compunham o núcleo do Sistema Mundo capitalista, em sua dinâmica competitiva, passaram a não mais depender exclusivamente do uso de energia solar transformada quimicamente em força muscular por animais humanos e não humanos (nem de recursos renováveis como a energia eólica e hidráulica), e passaram progressivamente a estruturar seus padrões de acumulação na exploração de outras formas de energia solar, dessa vez estocadas e altamente concentradas em resíduos orgânicos fossilizados (Spier, 2005: 123-124). No século seguinte esse padrão de uso de energia alcançaria de forma consistente, ainda que desigual, a periferia do sistema, ganhando uma dimensão paradigmática: a altíssima densidade de energia (por unidade de massa) contida nos combustíveis fósseis, bem como sua concentração no espaço e abundância (Voros, 2013: 123), tornariam a sua exploração algo não facultativo em um contexto sistêmico, e, sobretudo, conflitivo. Não tardaria para que a guerra também adentrasse o paradigma

---

<sup>1</sup> A concepção de “fronteiras” na *Big History* considera como pontos de inflexão as radicais mudanças nas formas de complexidade de organização da matéria no Cosmos, com cada uma delas demonstrando propriedades emergentes distintas. As quatro primeiras fronteiras dizem respeito à história pré-biótica (origem do Universo, surgimento das primeiras estrelas e galáxias, nucleossíntese de elementos químicos mais pesados que hidrogênio/hélio e sua difusão pelo Cosmos através de eventos nova e supernova, formação de planetas e sistemas estelares). A quinta fronteira é definida pelo surgimento da vida na Terra, por volta de 3,8 bilhões de anos atrás. A fronteira 6 se define pelo surgimento de *Homo sapiens*, entre 250 e 200 mil anos atrás, organismo capaz de adaptação ecológica sem precedentes. A fronteira 7 é definida pela emergência da agricultura e das macrossociedades no início do Holoceno, por volta de 11 mil anos atrás (Christian, 2004).

fóssil-industrial da Oitava Fronteira, principalmente a partir do último quartel do século XIX, o que veio a significar o surgimento de um círculo vicioso: a guerra seria *industrial* no sentido de ser conduzida por meio de produtos fabris, tornando nevrálgico o problema do controle sobre tecnologias que geram esses produtos e, principalmente, sobre as fontes de combustíveis fósseis que movem não só a indústria, mas as próprias máquinas de guerra por ela produzidas (Maurer, 1981; Yergin, 1992). Sobre a geopolítica do petróleo muito já se disse, e a bem da verdade, o século XXI foi inaugurado em meio às suas tensões: intervenções militares no então chamado “Grande Oriente Médio”, previsões de aumento de consumo chinês e indiano em 150% e 100% respectivamente, entre 2005 e 2020, ofensivas diplomático-militares por parte de todos os maiores competidores pelo controle ou influência sobre fontes na Ásia Central, na África e na América do Sul, a fundamental presença do Irã nesse jogo, a perigosa relação entre as taxas de crescimento econômico na zona do Euro e o indispensável fornecimento de gás russo (Fiori, 2005; Fiori, 2007, Torres Filho, 2004). Somado a isso, experiências de industrialização acelerada em economias periféricas desde a segunda metade do século XX (Amsden, 2009), além do vertiginoso crescimento chinês e indiano, sugerem uma continuada disposição de algumas elites políticas em defender a soberania econômica de seus coletivos nacionais contra os movimentos estratégicos de seus oponentes.

Somadas, essas tendências parecem conformar um cenário futuro tendencialmente continuísta, em que, a despeito do desenvolvimento tecnológico e científico, os marcos da Oitava Fronteira parecerão suficientemente prolongáveis, de modo a comportar mais crescimento (de um mesmo tipo) para o maior número de nações dispostas a usar suas unhas e garras geopolíticas para defendê-lo, mais inclusão em padrões de bem-estar cada vez mais custosos (em termos de recursos naturais), e mais guerras industriais feitas com armas maiores, em maior número e *quantitativamente* mais avançadas - a exemplo da GBU-43/B *Massive Ordnance Air Burst*, MOAB, ou “Mãe de todas as bombas”, a arma de destruição em massa convencional mais poderosa já empregada em combate, lançada pela USAF sobre o Afeganistão em abril de 2017 (Kaushik; Hanmaiahgari, 2017). Robôs

gigantes, supernavios, supermísseis, superaviões, *mechas*<sup>2</sup>, espaçonaves de ataque tripuladas, bases militares no espaço e canhões laser, embora sempre na pauta de temas da ficção científica e – alguns desses - objeto de prototipagem eventual já nesse início de século, partem do princípio de que o ano de 2050 poderá ser o ano 2000, só que com armas *mais* destrutivas, com uma base industrial *mais* energia-intensiva (hegemonizada pelos combustíveis fósseis), e com *mais* bens industriais produzidos com *mais* recursos naturais. A questão é que, exceto por uma reviravolta do tempo curto que nos tire radicalmente do rumo (dificilmente para melhor), a humanidade e o Planeta acumulam fenômenos que sinalizam para a proximidade da Nona Fronteira, algo que deverá alterar significativamente os horizontes da guerra até o fim da primeira metade do século XXI.

Advertências incisivas sobre os riscos estratégicos representados pelo esgotamento de recursos naturais datavam dos anos 1950, quando M. King Hubbert, grande expoente da geologia com passagem pela Shell e pelo Serviço Geológico Norte-Americano, sugerira que o mundo se aproximava hipoteticamente de um ponto ótimo nas curvas de produção de petróleo e que, ultrapassado esse limite, o custo de extração por barril deveria aumentar até o momento em que a depleção completa ocorresse. Pouco mais de uma década depois, a primeira advertência global a respeito dos riscos colossais corridos pela economia industrial fóssil-dependente não partiria, igualmente, de qualquer seção do movimento comunista mundial, nem do Instituto para Pesquisa Social de Frankfurt; seria fruto de estudo financiado pela Fundação Volkswagen, comissionado pelo Clube de Roma e conduzido por cientistas do M.I.T., resultando no relatório *The Limits to Growth*, publicado em 1972. Em meio à crise do petróleo árabe e do sistema de Bretton Woods, e do fracassado *rollback* no Vietnã, o relatório ressaltava a impossibilidade geológica e ambiental de manutenção do crescimento econômico acelerado do pós-guerra em decorrência da insustentável pressão sobre o estoque de recursos não renováveis <sup>3</sup>,

---

<sup>2</sup> O termo *mecha* se refere a um tema importante na ficção científica e na cultura popular japonesa, em que seres humanos literalmente “vestem-se” com robôs gigantes (ou seja, comandam esses robôs a partir de seu interior), na forma de exoesqueletos antropomórficos ou teriomórficos totalmente automatizados, e feitos para o combate. A ideia não é originalmente japonesa, e tem seus primórdios em “A casa a vapor” (1880) de Julio Verne, e em “A Guerra dos Mundos” (1897) de W. G. Wells.

<sup>3</sup> Voros nos lembra de que, na perspectiva da *Big History*, o petróleo pode ser um recurso renovável se considerarmos um enquadramento temporal de muitos milhões de anos, de hoje para o futuro. Entretanto,

principalmente o petróleo (na forma de fertilizantes agrícolas e combustíveis). Destacava, através de modelagem e simulação computacional, o mecanismo de *feedback* entre o crescimento populacional exponencial e as taxas de crescimento industriais, e a necessidade de uma estratégia capaz de dar conta da expansão demográfica através de um novo paradigma, diferente do mero aumento quantitativo da produção por métodos, técnicas e parâmetros herdados do fim do século XIX. O relatório desacreditava a sustentabilidade da economia fóssil-dependente mediante a eventual descoberta de novas fontes de petróleo e gás, ou de novas técnicas de prospecção e extração, em decorrência dos irreversíveis impactos climáticos decorrentes da emissão de gases de efeito estufa. Fosse pela poluição ou pela depleção de recursos não renováveis (não só o petróleo), o relatório estimava que por volta de 2050-2070 um ponto crítico e irreversível seria alcançado (Meadows *et al.*, 1978).

É evidente que, do ponto de vista da oferta de recursos, muita controvérsia ainda ocorre a respeito do momento em que o *peak oil* será ultrapassado, e a descoberta de novas fontes (como o pré-sal na costa brasileira, por exemplo) tem postergado esse horizonte regularmente; isso dá munção para que futuristas tecnoliberais (posição compatível com o conservadorismo norte-americano e tendências análogas) argumentem que o planeta fornecerá petróleo suficiente até que se desenvolvam, de forma segura, eficiente e lucrativa, novas formas de energia renovável <sup>4</sup>. Esse cenário continuísta, além de pouco parcimonioso, supõe que não se deva acelerar agora a transição para uma sociedade pós-fóssil dada a possibilidade de ganhos maximizáveis ainda no presente paradigma (Voros, 2013: 127). Uma demonstração como essa, de miopia estratégica, faz com que a aposta em um cenário continuísta e inconsequente para 2019-2050 não conte, hoje, com o apoio unânime dos formuladores de estratégia para a guerra futura. Desse modo, é bastante

---

tal conclusão não produz qualquer consequência para a discussão sobre as fronteiras da *Big History* considerando a história humana (Voros, 2013: 124).

<sup>4</sup> Não discutirei aqui o problema da abismal mudança climática em curso, alimentada pela economia fóssil-industrial, visto que esse não é um assunto privilegiado nas especulações sobre o problema da guerra futura, ainda que o seja no tema da geopolítica do futuro. De todo modo, em ambos os casos, quando a mudança climática é considerada, o é somente na forma de uma “mudança de cenário”, na qual novos desafios logísticos e operacionais em campo de combate serão enfrentados, e em que conflitos por recursos naturais passarão por rearranjos geográficos. Para mais sobre a discussão sobre a corrente (e futura) crise climática ver Steffen *et al* (2011).

plausível que o problema das novas formas de energia, e de como lutar no mundo da Nona Fronteira (da sociedade pós-fóssil), entre de forma cada vez mais determinante na pauta até o fim da primeira metade do século.

Um cenário alternativo rejeita a perspectiva continuísta e invoca em boa medida a noção de “disciplina” diante da incerteza do futuro energético (Voros, 2013: 129). Assume, hipotética e preventivamente, que fontes de energia barata, de fácil extração e processamento, já não estão mais disponíveis para uso irrestrito (Nygren; Massie; Kern, 2006: 5-6), e que os custos materiais e geopolíticos para o acesso a essas fontes já se tornaram proibitivos, de modo que ações militares de longo prazo para garantia de segurança energética a partir da investida territorial contra nações estrangeiras passem a compor um portfólio de ações apenas excepcional. Nesse cenário de disciplina, parte-se ainda do desenvolvimento de uma visão estratégica metaforicamente “catabólica”, capaz de desmontar processos e procedimentos antigos, e transformá-los em outros tantos adequados ao novo estado de coisas; e o mesmo vale para equipamentos militares correntes, para os quais todo o cuidado deve ser devotado não só para que seu funcionamento seja adequado à turbulenta transição pela Nona Fronteira, como também para que suas funções sejam “desconstruídas” e remontadas a partir do novo paradigma, no qual novos usos, funções e capacidades possam ser descobertos. Ou seja, esse enquadramento renovado que lida com a segurança energética operacional significará a necessidade de priorizar o uso dos derivados de petróleo em plataformas militares de alto impacto ou multipropósito (instância em que o “gigantismo” poderá continuar se desenvolvendo), combinadas com múltiplas plataformas movidas por meios alternativos e propósito-específicas, o que dará ensejo a novas doutrinas e conceitos operacionais (Closson, 2013: 314-315), alguns dos quais discutiremos mais adiante. Parte-se então da noção de que a transição para a guerra na Nona Fronteira será lenta e complexa, e de que as tecnologias que comporão a espinha dorsal do novo paradigma no futuro já se encontram, em 2019, em fase de prospecção ou de desenvolvimento embrionário. Assim, especula-se que até 2050 o horizonte mais parcimonioso não seja o de uma ruptura repentina em termos tecnológicos, mas o de uma adaptação de doutrinas e equipamentos existentes, de modo a se transformarem em campo de teste para tecnologias disruptivas futuras, essas sim gerando uma cisão paradigmática na segunda metade do século XXI.



Algumas iniciativas em curso sinalizam para essa tendência nos próximos trinta anos. Com um uso diário médio de mais de 300 mil barris, o Departamento de Defesa aparece como o maior consumidor atual de petróleo nos Estados Unidos, o que tem provocado crescente preocupação a respeito da vulnerabilidade energética de suas forças militares, acirrada por uma postura diplomática e geopolítica agressiva por parte da China a respeito do acesso a recursos petrolíferos (Zweig; Jianhai, 2005). Essa vulnerabilidade envolve ainda a dispendiosa logística para a operação de plataformas de armas fóssil-dependentes (transporte, defesa, perdas), que significa, por exemplo, um custo de 5 a 50 vezes maior que os custos de mercado para cada galão de combustível distribuído a belonaves em alto mar, por exemplo. A aposta na eletricidade gerada por processos renováveis e de alta mobilidade (ou seja, energia que possa ser produzida no próprio campo de batalha) vai se tornando cada vez mais alta, considerando-se as exigências crescentes representadas pelos sistemas eletrônicos nas operações militares – tais como designadores laser, sensores químico-biológicos e exoesqueletos (Burmaoglu; Santas, 2017: 159; Lele, 2019: 117-119). Ao longo de 2019-2050, com a aproximação da Nona Fronteira, sugere-se que a própria concepção de geração de energia vá se afastar razoavelmente do modelo “coletor” da economia fóssil-dependente, em que a geografia dos recursos é dada pela natureza, em direção a um modelo “agricultor”, no qual a energia seja efetivamente gerada do começo ao fim em espaços predeterminados pelas estratégias políticas e econômicas em questão (Voros, 2013: 133-134) <sup>5</sup>. No limite da “colheita de energia plantada” estariam os microgeradores portáteis e pessoais, capazes de garantir autonomia operacional a um soldado com seus equipamentos.

A título de exemplo, essa aposta fundamenta a concepção da *Great Green Fleet*, composta por porta-aviões nucleares, por vasos de superfície híbridos (eletricidade/bicombustível), aeronaves movidas a bicombustível e instalações de suporte em terra fundamentalmente baseadas em energia elétrica de fontes renováveis. O conceito começou a ser posto em prática em outubro de 2009, com o comissionamento do USS *Makin Island*, navio de ataque anfíbio da classe *Wasp* equipado com propulsores

---

<sup>5</sup> Essa transição recapitula duas experiências prévias na Big History, a da Sexta Fronteira, em que *H. sapiens* vive em grupos sociais de caçadores-coletores no Pleistoceno, e a da Sétima Fronteira, em que alguns grupos sociais de nossa espécie desenvolvem a agricultura sedentária.

híbridos (turbina a gás/diesel-elétrica), e maquinário auxiliar inteiramente elétrico. Em abril de 2010, a marinha dos Estados Unidos demonstrou pela primeira vez o emprego do *Green Hornet*, um F/A-18 *flex*, adaptado para o uso complementar (50%) de biocombustíveis (Chambers; Yetiv, 2011: 61-64). Após contínuos desenvolvimentos e testes, a *Great Green Fleet* (tendo o USS *Nimitz* CVN-68 como navio principal) atuou no RIMPAC (*Rim of the Pacific Exercise*) em 2012; e em 2016, foi designada para o teatro Indo-Ásia-Pacífico, tendo a frente o porta-aviões USS *John C. Stennis* (CVN-74). Outras iniciativas de redução da dependência do petróleo por parte do governo norte-americano, que incluem também as forças de terra e a força aérea, têm sido alvo de acompanhamento e aconselhamento por parte da RAND Corporation, com especial destaque para a produção de hidrocarbonetos líquidos (Processo Fischer-Tropsch) a partir de monóxido de carbono e hidrogênio (Bartis; Van Bibber, 2011). Também o governo chinês, a despeito de sua “corrida pelo petróleo” na primeira década do século XXI, reconheceu a vulnerabilidade decorrente da dependência de fontes externas de energia no 12<sup>o</sup> Plano Quinquenal (concluído em 2015), especialmente após certa desconfiança a respeito de alguns dos parceiros conquistados no Sul Global, em termos de prontidão da oferta, e dos riscos representados pelas disputas geopolíticas envolvendo as rotas marítimas mais importantes para o transporte de óleo bruto em direção ao território chinês. Desde 2012 o Partido Comunista Chinês assumiu como estratégia central a transição para energias renováveis de uso civil <sup>6</sup>, com a expectativa de dominar o mercado de exportação dessas fontes renováveis. O setor de veículos elétricos vem recebendo pesados subsídios estatais, o que posiciona as empresas chinesas entre as vinte mais importantes do ramo no mundo, inclusive ocupando a primeira posição entre os maiores produtores. Há expectativa de que a expertise obtida no campo da energia limpa venha a repercutir em futuro próximo

---

<sup>6</sup> No ano de 2018 os Estados Unidos, pela primeira vez em setenta e cinco anos, se tornaram exportadores líquidos de petróleo. O movimento vem se tornando consistente, e sinaliza para uma flexibilização na dependência externa, mas ainda requer muito para se consolidar. A orientação da administração Trump é a de que a economia norte-americana alcance esse patamar estável até 2030, mas definitivamente muita coisa pode ocorrer até lá. É interessante que, a despeito desse movimento, haja relativa estabilidade no objetivo estratégico do Departamento de Defesa de desacoplar a autonomia operacional das forças armadas da oferta de combustíveis fósseis no médio-longo prazo. No caso chinês, a estratégia parece, a grosso modo, seguir uma direção inversa, de priorizar as capacidades nacionais no controle de energias limpas para uso civil, com potencial de conversão para uso militar.

sobre sistemas de armas autônomos, como drones, de que trataremos mais adiante (Jaffe, 2018).

Então, inspirado na análise de Hornitschek (2006), a partir de três horizontes projetados pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos para uma política em reação ao *peak oil*, com implicações militares, proponho uma cronologia de desenvolvimentos que considere: 1) um horizonte de curto prazo, esgotando-se ao longo da década de 2020, em que o foco esteja na conservação e no aumento da eficiência do consumo de combustíveis fósseis, e em que esforços de pesquisa e desenvolvimento apontem para uma fonte de energia viável, estável e alternativa, provavelmente combinando uma proporção variável de eletricidade, hidrogênio (em células de combustível) e biocombustíveis (Grover *et al.*, 2019; Nygren; Massie; Kern, 2006: 6); 2) um horizonte de médio prazo, esgotando-se ao longo da década de 2030, em que sistemas emergentes de energias renováveis alcancem sua maturidade (eólico, solar, maremotriz, biocombustíveis), que fontes subutilizadas de hidrocarbonetos (areias betuminosas, hidrato de metano) ganhem destaque, e em que aspectos doutrinários, operacionais e técnicos sejam adequados a essa transição. Conceitos inovadores de geração de energia elétrica poderão se encontrar operacionais nesse horizonte tais como o *space-based solar power* (SBSP): um grande satélite ou de uma constelação de satélites em órbita colhendo luz solar permanentemente, transformando-a em eletricidade e a irradiando para receptores na superfície terrestre (Lele, 2019: 121); 3) um horizonte de longo prazo, até 2050, em que a conversão seja concluída, em que as fontes de energia alternativa e renovável se tornem densas como o são os combustíveis fósseis hoje (Voros, 2013: 131), e que esforços de pesquisa e desenvolvimento comecem a avançar sobre fontes de energia teoricamente possíveis, mas para as quais ainda existem problemas quanto à sua evidência empírica ou acerca de suas técnicas de manejo (matéria/antimatéria, antigravidade, fusão nuclear).

## Um paradigma evolucionário e catabólico

Admite-se então que a guerra na primeira metade do século XXI seguirá sendo energia-intensiva e fóssil-dependente, com grau de exposição ao risco resultante da razão entre o ritmo de consolidação das tecnologias substitutivas ao petróleo e a taxa de depleção das reservas petrolíferas; essa compreensão aponta, ainda, para a reversão (provisória) da tendência geral ao “gigantismo” na aparelhagem militar, em prol de equipamentos com dimensões e consumo energético otimizados, que garantam vantagem tática por expor o adversário a ameaças para as quais os paradigmas convencionais não oferecem pronta resposta. Subjacente a essa tendência de longo prazo está a chamada “16<sup>a</sup> Lei de Augustine”<sup>7</sup>, sob a qual os custos da guerra convencional no paradigma corrente deverão escalonar (exponencialmente) a níveis economicamente insustentáveis no curto prazo (diante de orçamentos de defesa evoluindo linearmente), o que, na circunstância de crescente atrito geopolítico, produzirá inevitável tensão social e problemas de gerenciamento (Scharre, 2014: 16). Os custos crescentes de pesquisa e produção de novas gerações de aeronaves de ataque no paradigma atual traduzem os avanços tecnológicos embutidos em cada novo equipamento – *stealth*, *supercruiser*, aviônica integrada, sensores de alta performance (Bongers; Torres, 2014: 1577-1578; Cancian, 2010: 394-396), que em boa medida são fruto de pressões de demanda por parte da comunidade de defesa cuja mentalidade opera em “padrão Guerra Fria”, buscando degraus cada vez mais elevados numa escala tradicional de performance e capacidade<sup>8</sup>. Esse enquadramento

---

<sup>7</sup> Norm Ralph Augustine é um engenheiro aeronáutico e empreendedor norte-americano, nascido em 1935. Foi engenheiro pesquisador da *Douglas Aircraft Company* (1958) e Diretor-Assistente de Pesquisa em Defesa e Engenharia do Departamento de Defesa dos Estados Unidos. Foi Sub-Secretário do Exército entre 1975 e 1977, Vice-Presidente de Operações Técnicas e CEO da *Martin Marietta Corporation*, e participou do *Advisory Committee on the Future of the U.S. Space Program* (conhecido como "Comitê Augustine"). Presidiu a *Lockheed Corporation* após sua fusão com a *Martin Marietta Corporation* (resultando na *Lockheed Martin Co.*). Fundou em 1999 a In-Q-Tel, empresa de investimentos em tecnologia avançada com suporte da CIA. As chamadas “Leis de Augustine” são um conjunto de aforismos de caráter jocoso, publicados em livro no ano de 1984. O décimo sexto deles gerou razoável repercussão na comunidade de defesa, na medida em que se provou bastante convergente com a curva de custos crescentes no setor aeroespacial, e desde então se tornou tema de debate.

<sup>8</sup> Essa escala de medidas de performance é tida por “tradicional” na medida em que é facilmente capaz de hierarquizar, a partir de categorias comuns, equipamentos militares desde pelo menos a Segunda Grande Guerra.

tem levado, até aqui, à ênfase na ampliação do poder dos “equipamentos de grosso trato” – aviões, porta-aviões, submarinos, tanques – dependentes de cadeias logísticas cada vez mais longas e complexas. Diante de uma escolha que contrapõe “muitos F-18” a “poucos F-22”, ou o equivalente disso para as forças de terra e mar, um novo paradigma nessa projeção de meio século parece se direcionar para nem uma coisa, nem outra. Mísseis hipersônicos totalmente operacionais estão no horizonte de curtíssimo prazo, mas é improvável que *wonder weapons* como essa venham a compor a espinha dorsal das forças engajadas na guerra futura; elas são fruto de uma visão “transformacional” dos assuntos militares, na qual a medida do poder relativo é dada por um incremento tecnológico das capacidades operacionais que considera constantes os parâmetros que estabelecem o modo pelo qual o sucesso militar deve ser alcançado (Muczyk, 2007: 455-458). A guerra futura, sem abandonar por completo a perspectiva transformacional corrente, deverá repousar muito mais em uma visão “evolucionária”, na qual “espécies” de armamentos, táticas e doutrinas existentes sejam submetidas à pressão do “ambiente”, adaptem-se de forma radical de modo a responder a desafios concretos, e transformem os próprios parâmetros que estabelecem o cânone tático-estratégico. Durante a Segunda Grande Guerra, a substituição dos caças P-47 *Thunderbolt* pelos mais modernos P-51 *Mustang* não levou ao descomissionamento das aeronaves mais antigas: elas foram convertidas em aeronaves de ataque ao solo, com grande sucesso. Ainda que a adaptação esperada para a guerra futura vá ser mais radical, o uso renovado dos P-47 é um antecedente importante de uma visão claramente evolucionária, abraçando a ideia de que a vitória militar exige frequentemente que se pense fora da caixa.

Em suma, estima-se que a alavancagem estratégica até 2050 deverá envolver: 1) crescente domínio de energias renováveis, com possibilidade de geração em pequena escala por meios locais ou móveis; 2) respostas efetivas ao crescimento exponencial dos custos da tecnologia militar, buscando sobrepujar as capacidades tecnológicas inimigas por meios mais simples, baratos, que explorem caminhos inovadores na arte da guerra, capazes de neutralizar respostas estereotipadas do oponente. E esse cenário adaptativo e evolucionário para o ambiente da guerra futura funda-se na possibilidade de que, até meados do século XXI, as sociedades humanas venham a se deparar com um fenômeno sem precedentes históricos, que será o cruzar um ponto de *singularidade* no ritmo de transformações tecnológicas estruturais. O tema da singularidade vem suscitando um bom

volume de fantasia futuroológica, a começar pela popular interpretação de Ray Kurzweil em seu *The singularity is near* (2005). Kurzweil prevê que o crescimento da capacidade tecnológica envolvendo computadores, robótica e biotecnologia alcançará um ponto “tendente ao infinito” entre 2029 e 2045, o que significaria que as inteligências artificiais teriam superado as capacidades de todos os humanos combinados; a partir daí, a biologia humana e a máquina fariam parte de um mesmo complexo, sem que se pudesse distinguir onde uma começa e a outra termina. Uma aceleração hiperbólica no ritmo das mudanças de paradigmas organizacionais e tecnológicos também foi prevista de forma independente pelo físico russo Alexander Panov, que estabeleceu 2027 como um possível ponto de inflexão (Korotayev, 2018). A sofisticação da integração homem-máquina (e seu reverso) certamente faz parte do conjunto de desenvolvimentos de altíssima probabilidade de ocorrência neste século, e também não se deve descartar a sugestão de que a singularidade indique o desenvolvimento de algum *software* polimórfico que conduza a uma superinteligência artificial senciente, que altere radicalmente o modo pelo qual entendemos nossa existência na Terra. Entretanto, estamos diante de apenas possibilidades, que avivam o problema da interpretação das tendências matemáticas. É justamente nessa zona cinzenta hermenêutica que o desenho de uma estratégia parcimoniosa, evolucionária e adaptativa para a guerra futura parece se alinhar com o problema. Em última instância, ou uma superinteligência artificial tornará inócua nossa discussão sobre a guerra futura – já que seu impacto sobre formas de sociabilidade humana desenvolvidas há milhões de anos pode ser mais profundo do que qualquer previsão que possamos fazer aqui -, ou a singularidade representará alguma outra coisa que não eliminará o problema da violência interssocietária no século XXI. Nesse caso, tal como se pode dizer de extrapolações sobre a taxa de crescimento populacional global, uma previsão matemática de evolução hiperbólica não significa que um ritmo de crescimento “infinito” (com suas consequências) vá de fato ser alcançado. A indicação de uma singularidade matemática seria então algo a se levar em conta não pelas suas consequências teóricas, mas pela possibilidade de que represente o *fim de um padrão de evolução* coerente e previsível por milhares (ou mesmo milhões), de anos. Tomando o exemplo da demografia, estima-se que desde os anos 1970 as curvas de crescimento populacional globais venham perdendo seu formato hiperbólico, indicando desaceleração sustentada, e o mesmo deve se aplicar as taxas de aceleração na mudança de paradigmas. Em suma, a singularidade tecnológica prevista matematicamente não deve representar,

nos horizontes de 2019-2050/2050-2100, transições paradigmáticas em velocidade “infinita” (representada pela noção de *transcendência* – o fim da sociedade humana e a “absorção” de toda a vida na *matrix* gerada por um supercomputador), e sim uma desaceleração nas transformações paradigmáticas, o que absolutamente não descarta o amplo desenvolvimento das BCIs (*brain-computer interfaces*), da nanotecnologia, da biotecnologia e da própria inteligência artificial (Korotayev, 2018: 73; 102-103). Em suma, a identificação de uma singularidade em futuro próximo pode significar que a carga cognitiva, política, social e econômica decorrente da mudança de paradigma tecnológico e organizacional será insustentável. Assim, ainda que se espere uma aceleração da transformação tecnológica no século XXI (em comparação com os séculos passados), ela provavelmente será muito menos veloz do que hipoteticamente previsto, o que reforça a plausibilidade de que o horizonte de mudanças que serão parte da Nona Fronteira da *Big History* já esteja visível, embora os meios para alcançá-lo não estejam necessariamente disponíveis. Uma perspectiva como essa significa que a guerra futura seria fundada em inovações já em curso, e que curvas ascendentes como as representadas pelos custos militares segundo Augustine serão de fato insustentáveis, e deverão ser substituídas por um padrão de evolução diferente.

Paralelamente às inúmeras *wonder weapons* que hão de surgir até meados do século, e que continuarão respondendo por um padrão de dissuasão e projeção de poder já conhecido (mas com graus maiores de intensidade e desafio), minha sugestão é a de que atentemos para o desenvolvimento de três categorias de inovações que se retroalimentam, e que, hierarquizadas pelo seu grau de maturidade desde o presente, seriam representadas pela sequência a) drones; b) *swarming*; c) inteligência artificial. Acredito que este será o “triângulo” que, até 2050, comporá o conjunto de transformações disruptivas incidentes sobre forças armadas estatais e não estatais do futuro.

## Dronificação da guerra

Por drones devemos entender não apenas os já tradicionais VANTs (veículos aéreos não tripulados), mas todo tipo de plataforma terrestre, aérea ou naval operada a distância, com graus variados de autopilotagem e capacidade decisória tática. Hoje a fronteira que os separa das munições guiadas e/ou inteligentes (G-RAMMs, *guided rockets, artillery, mortars and missiles*) já vem ganhando ares de arbitrariedade, de modo que no futuro é provável que venhamos a tratá-los a partir de um ponto de vista comum. A proliferação da produção e do uso de munições inteligentes (bem como os VANTs) já representa um sério desafio ao equilíbrio estratégico convencional e, a tirar pelas forças armadas chinesas, poderão constituir nessa primeira metade do século XXI uma “quarta força” em adição às já tradicionais aviação, marinha e exército<sup>9</sup>. Analistas preveem que durante a década de 2020, caso contramedidas efetivas não sejam desenvolvidas, regiões como o Pacífico ocidental e o Golfo Pérsico (em função dos avanços chineses e iranianos nesse campo, respectivamente) poderão se configurar como “áreas de não acesso”, dados os proibitivos riscos operacionais naqueles cenários (Bhonsle, 2013: 214; Krepinevich, 2011), e tal prospecto pode se replicar em outros cenários geopolíticos até 2050.

Na fronteira atual da tecnologia dos VANTs estão os *stealth drones*, produzidos e operados apenas pelos Estados Unidos (Lockheed Martin RQ-170 *Sentinel*, Northrop Grumman RQ-180), mas já seguidos por programas de desenvolvimento em países como Rússia (Mikoyan *Skat* e Sukhoi S-70 *Okhotnik*), Israel, China (CH-7), Índia (DRDO *Aura*), Inglaterra (BAE *Taranis*), e pelo consórcio liderado pela Dassault francesa, reunindo Itália, Suécia, Espanha, Grécia e Suíça (Dassault nEUROn). Com sofisticação e tecnologia compatíveis com aeronaves de caça de quinta geração tais como o Lockheed Martin F-22 *Raptor*, são atualmente o supressumo do mundo dos drones. Capazes de reduzir significativamente sua visibilidade aos radares, têm alto poder de empreender ataques, missões de ISR (*Intelligence, Surveillance and Reconnaissance*) e de lançar

---

<sup>9</sup> As forças armadas chinesas vêm ganhando rapidamente terreno nas tecnologias G-RAMM, contando desde 2015 com uma quarta arma, a Força de Mísseis do Exército Popular de Libertação.



contramedidas eletrônicas (ECM)<sup>10</sup> em ambientes contestados ou negados por sistemas avançados de defesa antiaérea (Sayler, 2015: 25).

Num escalão inferior de sofisticação tecnológica, mas igualmente inacessíveis a agentes não estatais e a muitas forças armadas do mundo (em função de seu custo de aquisição e operação), estão os drones militares convencionais de grande porte, desprovidos de capacidade *stealth*. Dentre eles, o General Atomics MQ-1 *Predator* talvez seja o mais conhecido. O MQ-1 foi consagrado em campo de combate em 1995 durante a Guerra da Bósnia, quando empreendeu longas missões de ISR<sup>11</sup> (sinalização de alvos para aviões de ataque e caças em voo, informações sobre fluxos de refugiados, avaliação de danos de batalha, etc.), e em novembro de 2001 sobre o Afeganistão, tanto em missões de inteligência e reconhecimento quanto de ataque a alvos em solo (com mísseis AGM-114 *Hellfire*). O *Predator* e variantes (MQ-9 *Reaper*, *Avenger*) têm autonomia de voo de 18 a 40 horas, e são operados hoje por vários países da OTAN, e (no caso do MQ-1) por Marrocos, Emirados Árabes e Turquia. Israel é hoje o maior exportador de drones militares de grande e médio porte, em sua maior parte não armados, contando com um importante modelo operado por vinte países, e com autonomia de voo de 45 horas (o IAI *Heron*). A China vem ganhando espaço como fornecedora de modelos “populares” de VANTs militares, com pronta entrega e preços acessíveis, o que garante ao Egito, Iraque, Cazaquistão, Myanmar, Nigéria, Paquistão, Arábia Saudita e Turquemenistão integrarem o nem tão seletivo clube de nações operadoras de plataformas militares remotamente controladas (Ewers *et al.*, 2017: 6-11). Num cenário claro de proliferação, em 2015, dez das nações usuárias de drones nessa categoria reportaram a capacidade de empreender missões de ataque, e vinte outras informaram o desenvolvimento de projetos voltados

---

<sup>10</sup> Contramedidas eletrônicas constituem uma categoria de ataques não letais por meio de dispositivos específicos, normalmente embarcados em plataformas móveis, que tem por objetivo neutralizar eletronicamente a operação de radares, sensores, sonares, e outros dispositivos de detecção utilizados pelo inimigo. Pode englobar ainda a iniciativa de negar ao inimigo a operação de seus dispositivos de telecomunicação por meio do embaralhamento de sinais e outros meios com o mesmo resultado.

<sup>11</sup> Em funções de ISR, o MQ-1 e suas variantes parecem não rivalizar com o Northrop Grumman RQ-4 *Global Hawk*, com seus aviônicos de altíssima capacidade e resolução. O RQ-4 vem se destacando desde 2001 por sua função de relê de comunicações entre aeronaves no ar ou entre aeronaves e forças de terra (Sayler, 2015: 20). É operado atualmente pelos Estados Unidos, pela Coreia do Sul e pelo Japão.

para esse fim (Sayler, 2015: 22). E aquelas nações sem a capacidade corrente de obter e/ou operar equipamentos militares dessa natureza vêm recorrendo ainda a um expediente alternativo, que é o de entrar no jogo da “guerra remota” abrigoando em seus territórios bases voltadas para o uso por forças armadas estrangeiras. A presença de drones armados pertencentes a uma potência aliada estrangeira tem promovido ganhos em termos de *status* político regional (a despeito do inquestionável risco de soberania) para determinados estados como o Níger, onde a França e os Estados Unidos (AFRICOM) atuam com VANTs paralelamente (Rogers, 2018).

Mais simples que os drones de grande porte, aparelhos de perfil médio reafirmam tendência que deverá marcar fortemente toda a guerra futura, que está na tecnologia de uso dual (civil/militar). Os mesmos modelos de VANTs com esse perfil têm sido usados para fotografia aérea, pulverização de defensivos agrícolas, operações de resgate civil e de conservação da vida selvagem, e também para operações militares de ISR e de comunicações. Além disso, podem carregar rastreadores laser capazes de adquirir e transmitir informação sobre alvos estacionários e móveis, bem como portar sistemas de ECM (como é o caso do israelense Hermes 450, da Elbit Systems, operado pelo Brasil e por outros onze países). O potencial de portarem cargas explosivas, demonstrado por aparelhos desse porte, associado ao seu custo moderado, apresenta um prospecto relevante que relativiza a fronteira com os explosivos autopropulsados inteligentes. O uso de drones médios em missões de ataque é potencializado pela menor vulnerabilidade desses aparelhos a sistemas de rastreamento e mira, devido ao fato de serem capazes de seguir trajetória de baixa altitude e não balística (ao contrário do que é comum aos mísseis); e, mesmo quando não são usados em missões sem retorno (*kamikase*), podem atuar como vetores de combate através do uso de micromunições, como a Raytheon Pyros. Os modelos de médio porte estão, assim, no bojo da proliferação de drones na atualidade, sendo utilizados por mais de oitenta estados nacionais; custo e condições de operação os vêm tornando acessíveis a forças armadas de pequeno porte e a agentes não estatais, como ocorre com o uso de variantes do HESA Ababil iraniano pelo Hamas e pelo Hizbullah (Sayler, 2015: 15-18).

Mas a verdadeira fronteira da proliferação é representada pelos drones recreativos, vendidos em estabelecimentos comerciais por todo o mundo. Com tecnologia básica

muito simples e acessível, projetam a imagem do que representará o uso massivo de VANTs na guerra futura. Ainda de forma mais intensa do que acontece com os modelos de tipo médio, os drones recreativos vêm radicalizando a noção de tecnologia de uso dual civil/militar. Muitos modelos de prateleira (ou seja, vendidos amplamente em lojas comerciais) já contam hoje com sistema de navegação automático por GPS, que permitem ao drone alcançar com precisão uma dada posição geográfica (informada via *smartphone*) e mantê-la, mesmo estando fora do alcance de visão do operador. Operações de ISR podem ser satisfatoriamente empreendidas por esses modelos, com câmeras de alta definição (e sensores de infravermelho) disponíveis ao público civil, capazes de transmitir dados em tempo real. Vendas crescentes desde o início da década de 2010 vêm alimentando a receita dos principais fabricantes globais (como a chinesa DJI, com aumento de 3000% na primeira metade da década). Tal fato tem levado a uma redução expressiva do custo unitário, bem como à sofisticação de suas capacidades através de investimentos em P&D, tornando-os compatíveis com modelos exclusivamente militares (Ewers et al., 2017: 8; Saylor, 2015: 11-12). Em suma, os drones de pequeno porte projetam um caminho para a guerra futura que, através de uma mudança de paradigma, venha a ultrapassar os limites atuais descritos pela Lei de Augustine: nesse caso, mais aparelhos produzidos já implicam menor custo e capacidades crescentes. Mesmo estando longe do pináculo hoje representado pela tecnologia *stealth*, os materiais com os quais drones recreativos são feitos, seu pequeno porte e a altitude mínima na qual podem navegar os tornam raramente detectáveis por radares, fazendo com que seu rastreamento por uma força inimiga dependa de identificação visual. Contramedidas eletrônicas, tais como embaralhamento de sinal voltado para romper a conexão entre o operador em terra e o VANT, deixarão de ser efetivas contra esses aparelhos no momento em que sistemas de navegação autônoma por GPS se tornarem a regra. Atualmente, o chinês DJI Mavic (por um custo de cerca de US\$ 1000 em lojas *online*) já é capaz de decolagem e de navegação pré-programadas (com uso de GPS), de rastreamento de objetos sinalizados e de evitar obstáculos autonomamente. Esse é um grau de operação autônoma (sem intervenção humana) que supera em muito as capacidades de modelos militares como o MQ-9 *Reaper* (Ewers et al., 2017: 14), e ao passo em que essas tecnologias avançarem e se tornarem a norma para drones de pequeno porte, seu potencial de infiltração em território inimigo será ainda mais expressivo. No futuro, o aumento da capacidade de carga média portada por modelos comerciais poderá transformá-los em vetores de

combate tão perigosos quanto drones militares de grande e médio porte (com cargas químicas, bacteriológicas ou explosivas). Assim, o barateamento de modelos cada vez mais sofisticados leva a proliferação a níveis não previstos no início do século XXI, o que já garante a agentes não estatais (e mesmo a indivíduos) acesso a capacidades outrora restritas às forças armadas nacionais (Bhonsle, 2013: 213). Não temos motivos, até o momento, para crer que a armamentização (*weaponization*) de tecnologias civis como essa deva sofrer alguma reversão até 2050 (Kaspersen; Eide; Shetler-Jones, 2016; Saylor, 2015: 12-13).

O que esperar então do papel dos drones na guerra futura? Em primeiro lugar, a tecnologia de VANTs deverá incorporar com cada vez mais intensidade as alternativas aos combustíveis fósseis. É significativa a experiência atual do projeto *Zephyr*, VANT de grande porte em desenvolvimento desde 2003 pelo Ministério da Defesa do Reino Unido em conjunto com a Marinha e o Exército dos Estados Unidos. Os seis modelos já produzidos são aparelhos movidos a energia solar e recordistas em tempo de voo ininterrupto em extremas altitudes. *Zephyr 8*, uma de suas encarnações mais recentes, foi capaz de permanecer em operação por quase 630 horas na estratosfera (a 70 mil pés), acima do teto máximo operacional de quaisquer outros aparelhos congêneres em operação (e similar ao alcançado pelo antigo Lockheed U-2, aeronave de reconhecimento tripulada, famosa pelo incidente em Cuba de maio de 1960). Produzindo pouco ruído, sendo dificilmente rastreável por radar, e com requerimentos em termos de logística e serviço comparativamente baixos (dada a longa autonomia de voo), vem desafiando a Lei de Augustine com seu imenso potencial de ISR a um custo de cerca de 10% do necessário para a produção e operação de outros drones do mesmo porte e função (e 1% do custo de um satélite capaz de empreender missões de ISR compatíveis com as que virão a ser conduzidas pelo *Zephyr* ou similares em futuro próximo). O *Zephyr* sinaliza então para uma tendência no que diz respeito aos drones de ISR de grande porte baseada no tripé energia solar-alta altitude-operação remota, que vem sendo acompanhada de perto e com grande interesse também pelas forças armadas chinesas (com o Caihong T-4) e russas (com o seu LA-252) (Westbrook; Rostvik, 2018: 67-72).

Em segundo lugar, talvez devamos considerar a possibilidade de que, em termos de drones armados, somente as tendências tecnológicas representadas pelos dois polos nesse

contínuo, ou seja, aquela representada hoje pelos *stealth drones* e aquela impulsionada pela proliferação acelerada dos modelos recreativos, sigam sendo determinantes até meados do século XXI. É bem verdade que os primeiros, em alguma medida, ainda se conformam ao molde das *wonder weapons*, com custos de produção e operação crescentes, oferecendo níveis mais elevados de ameaça com um portfólio de táticas e estratégicas já conhecidas. Não devemos imaginar que a guerra futura deverá testemunhar o desaparecimento dessas supermáquinas, e nem que elas ficarão imunes à transformação paradigmática. Na verdade, o desenvolvimento de *stealth drones* parece hoje sinalizar para a tendência futura de *dronificação* de veículos militares de quaisquer tamanhos e formatos. Por *dronificação* devemos entender não a completa autonomização das máquinas de guerra (os “robôs assassinos” de que trataremos mais adiante), mas sim uma revolução na interface entre homem e veículo em campo de batalha. O próprio conceito de pilotagem militar está hoje sendo posto à prova, e todo o galantismo e ideal cavaleiresco que cerca o piloto (arriscando-se em meio ao fogo inimigo) pode ser matizado pela supremacia do “operador” de VANTs num futuro próximo. Ou, com muito maior probabilidade, a fronteira entre o piloto e o operador virá a se diluir por meio de formas “aumentadas” de manejo dos veículos militares de terra, mar e ar, que poderão indistintamente ser comandados por tripulantes embarcados, por meio de operadores em centros de comando à distância, ou por uma combinação dessas duas modalidades, dependendo do perfil da missão e dos objetivos a serem alcançados. Essa tecnologia já se encontra em emprego comercial, representada pelo Aurora *Centaur*, monomotor de pilotagem aumentada (OPA, *optionally piloted aircraft*); o Northrop Grumman B-21 *Raider*, em desenvolvimento, e com previsão de entrada em serviço em 2025, é um bombardeiro estratégico *stealth* com capacidade convencional e termonuclear, e que muito provavelmente contará com pilotagem aumentada. Também os russos têm planos de desenvolver um bombardeiro nuclear drone ou de pilotagem aumentada até 2040, seguindo o caminho trilhado pelo Status-6 *Poseidon*, submarino não tripulado movido a energia nuclear e armado com ogivas termonucleares, anunciado pelo presidente Vladimir Putin em março de 2018 (Ewers *et al.*, 2017: 14-15; Tass, 2019).

## Enxameamento (*swarming*)

A tendência à dronificação de plataformas multipropósito deverá ensejar ainda mais o aprofundamento dos debates a respeito do *swarming* como doutrina militar. O *swarming* (ou enxameamento) consiste em um paradigma diferenciado de organização das forças militares principalmente em nível tático (mas com implicações estratégicas), através do qual se busca garantir supremacia em termos qualitativos através da expansão massiva da vantagem quantitativa sobre o inimigo. Nesse sentido a “vantagem numérica” voltaria a ganhar a iniciativa (Muczyk, 2007: 455), limitando a relevância da durabilidade das plataformas de armas em proveito da atritabilidade e da resiliência do coletivo (Colombi *et al.*, 2017). Em outras palavras, o conceito de *swarming* repousa, primeiramente, no uso massivo de equipamentos com possível emprego único (eventualmente descartáveis) que garanta como saldo final a aniquilação do adversário; a sobrevivência de cada unidade perde relevância, uma vez que todas elas devem ser empregadas de modo a garantir que o enxame se mantenha otimamente funcional. Nesse sentido, como em um jogo de xadrez, torna-se perfeitamente lógico e regular o sacrifício de um número determinado de peças em benefício estratégico do coletivo (Scharre, 2014: 5-10); um enxame tomaria a decisão, por exemplo, de deslocar parte de seus integrantes para a interceptação suicida de um inimigo em aproximação, caso esse curso de ação viesse a produzir um resultado ótimo em termos de resiliência do conjunto. Como em um organismo, a capacidade de ação de um enxame é dada pelo funcionamento do todo, e não pela performance individual de cada uma das partes; torna-se crucial, nesse sentido, o chamado *poder de recomposição*, no qual cada um dos componentes de um enxame se mostra pronto a sacrificar sua sobrevivência individual e a fechar as arestas resultantes do atrito contra plataformas inimigas, tudo em prol de otimizar a “saúde” do coletivo. É evidente que o poder de recomposição de um enxame aumentará quanto maior for o número de plataformas autônomas ou remotamente pilotadas, e nesse sentido, toda a doutrina de *swarming* aplicada à guerra futura depende intensamente da maior dronificação possível. Em aspecto doutrinário, o *swarming* na guerra futura consistirá em mais um desdobramento da corrente noção de “guerra centrada em redes” (GCR ou NCW): neste cenário, um volume restrito de plataformas multipropósito tripuladas e centenas (ou mesmo milhares) de plataformas não tripuladas propósito-específicas de baixo custo trocam informações em tempo real, identificando e designando alvos a serem destruídos com munições

inteligentes, alertando para ameaças e condições situacionais, e traçando estratégias de ataque e defesa coletivas de acordo com as circunstâncias. Certamente os enxames serão, em termos qualitativos, um passo adiante nas formas correntes de GCR, permitindo um verdadeiro comportamento cooperativo entre enormes massas de ativos militares autônomos, semiautônomos e automáticos que, atuando em conjunto, passarão a demonstrar uma “inteligência emergente” provinda da integração de dispositivos sensoriais e decisórios por meio de uma verdadeira “internet das coisas militares” (Lele, 2019: 192). Desse modo, os componentes de um enxame estarão conectados não somente entre si, mas com outros enxames, com veículos, sensores, robôs e dispositivos pessoais empregados por soldados humanos, e com redes de logística (munições, provisões, medicamentos, etc.) gerando, de forma emergente, uma verdadeira consciência interoceptiva<sup>12</sup> nesse imenso organismo formado por entes biológicos e eletrônicos.

Através das propriedades que emergem da conexão de seus instrumentos sensoriais e decisórios, um enxame resultará na dilatação de uma mesma “mente combatente” sobre um vastíssimo território no qual uma miríade de pontos de contato com o inimigo e de alvos de oportunidade se manifestam simultaneamente, em nível de complexidade e de apreensibilidade para além das capacidades cognitivas de um agente de comando humano. A difusão no espaço de sensores eletrônicos e órgãos sensoriais interconectados, escaneando o ambiente, dotará os enxames de níveis elevados de consciência situacional. Idealmente, o enxame funciona como um superorganismo análogo aos grupamentos de insetos sociais, mas nesse caso, um superorganismo ciborgue, formado pela transmissão

---

<sup>12</sup> Interocepção é aspecto da cognição animal que leva à compreensão e à interpretação de sinais que indicam o *status* de funcionamento de partes internas de um organismo. Em suma, é a capacidade de uma mente compreender que há algo “errado” no funcionamento do próprio corpo decorrente de fatores anômalos ou de necessidades regulares como fome, sede, cansaço. Aplicada à internet das coisas militares, significa que a inteligência que emerge da interconexão entre ativos militares em campo de batalha e na retaguarda pode ser capaz de acompanhar, em tempo real, o *status* corrente do “organismo” que resulta de todas essas partes combinadas, no que tange a disponibilidade física e espacial de insumos, provisões, munições, ao nível de atrito sofrido por partes desse corpo em choque com o inimigo, aos riscos decorrentes desse atrito em face dos objetivos táticos e estratégicos almejados, etc. Em suma, enxames serão parte de um corpo maior, e participantes de uma grande rede de informações que levará o problema da consciência situacional em nível de C4ISR (*Comando, Controle, Comunicações, Inteligência, Vigilância e Reconhecimento*) a um novo patamar.

de informação e decisão entre entes orgânicos e robóticos. Tal como ocorre entre suas contrapartes no mundo animal, a inteligência coletiva que emerge da cooperação entre os entes em um enxame humano-robótico é qualitativamente mais sofisticada do que a soma das capacidades cognitivas individuais. Dispersos pelo território, por terra, ar e mar, os entes coordenam seu comportamento em tempo real para atacar o inimigo a partir de todas as direções possíveis, explorando pontos frágeis em suas defesas e reagindo coletiva e instantaneamente a decisões do oponente. Um enxame poderá persistir em ação ininterrupta por tempo tão maior quanto menor for a presença humana tripulando plataformas de armas, e quanto maior for a capacidade das fontes de energia embarcadas (ou, a facilidade de reabastecimento). Um enxame será capaz ainda de aumentar o volume de fontes de dano cinético provenientes de múltiplas direções, além de desafiar os sistemas de mira inimigos através da dispersão de seus componentes no espaço. Atritando-se contra o oponente, sua capacidade ofensiva e defensiva diminuirá na forma de “degradação graciosa”, o que significa que o conjunto perde performance linearmente ao passo que seus ativos vão sendo inutilizados (Scharre, 2014: 14; 24). Nesse sentido, a rigor, não haverá “dano crítico” a ser infligido contra um enxame, algo que conduza a uma brusca e desproporcional perda de capacidade, como aconteceria, por exemplo, a uma formação convencional na qual uma plataforma de altíssimo valor estratégico fosse inutilizada (um porta-aviões, por exemplo).

Enxames poderão tomar muitas formas. Por exemplo, munições inteligentes disparadas simultaneamente poderão se comportar de maneira coordenada, alterando suas trajetórias para buscar pontos de impacto que otimizem danos, identificar alvos já neutralizados de modo a evitar redundância (redirecionando-se, desse modo, para outro alvo) ou concentrar massivamente seu impacto contra um mesmo ativo de alta relevância, de modo a sobrepujar qualquer chance de defesa. Nuvens de VANTs simples, de baixo custo e propósito-específicos poderão saturar uma área, protegendo embarcações ou forças de terra em deslocamento; ou literalmente “minar” (portando cargas explosivas) um trecho do espaço aéreo de maneira dinâmica, deslocando-se em alta velocidade para evadir-se de projéteis e reposicionar-se de modo a manter a cobertura intacta. *Pods* aéreos semiautônomos *stealth* e seus mísseis inteligentes poderão formar um enxame sob comando de um caça F-22 e seu piloto humano, aumentando significativamente a capacidade ofensiva convencionalmente oferecida por essa aeronave. Dispositivos hoje



existentes, como o MALD (*miniature air-launched decoy*) ou MALD-J (*jammer*), lançados de aeronaves e capazes de fornecer informações falsas a radares ou mesmo embaralhar seus sinais eletromagnéticos, podem no futuro compor gigantescas massas de entes cooperativos capazes de negar o uso de sensores e dispositivos de comunicação ao inimigo em vastas áreas. Expressando uma visão catabólica, “kits de dronificação” – pacotes padronizados de equipamentos de fácil instalação – podem tornar úteis veículos militares antigos, já desprovidos de funcionalidades compatíveis com as exigências de blindagem e segurança para o transporte de combatentes humanos. Esses veículos, uma vez dronificados, podem vir a compor enxames capazes de serem lançados em missões de altíssimo risco. Minidrones ou “drones-inseto” poderão ser produzidos por meio de manufatura aditiva (impressão 3D) em campo de batalha a preços muito baixos e, formando nuvens de bilhões de entes capazes de saturar uma área (uma construção, uma caverna, etc.), poderão identificar e reportar alvos para plataformas com munições inteligentes na área ou na retaguarda, alvos estes que estariam ocultos caso outros mecanismos de reconhecimento e identificação fossem empregados (drones aéreos, satélites) (Grimal, Sundaram, 2018: 113-114; Lele, 2019: 105-106; Scharre, 2014: 19-20; 30; Wood, 2017: 2-3).

## Inteligência artificial

Uma estratégia baseada no enxameamento de plataformas militares de pilotagem aumentada irá requerer desenvolvimento massivo no campo da inteligência artificial, e esta é, sem dúvida, a terceira macrotendência da guerra futura. Mesmo que imaginemos a possibilidade de um controle humano centralizado sobre uma vasta massa de ativos militares, e ainda que tecnologias médico-farmacológicas venham a ser empregadas para aprimorar o tempo de reação, a atenção e o processamento de informações (Ritalina, Adderall, tDCS<sup>13</sup>, interface cérebro-máquina) (Dando, 2015: 1793-1797), um enxame só se tornará realmente viável no momento em que o controle humano for o mais circunscrito possível a fornecer objetivos e orientações gerais às plataformas armadas. Mesmo sob o efeito de drogas e estimulação elétrica, o cérebro de um operador humano no controle de um enxame provavelmente sucumbirá diante de uma excessiva demanda cognitiva, o que tornaria ineficaz a própria estratégia (Burmaoglu; Santas: 2017: 157; Horowitz, 2018: 41-42; Scharre, 2014: 34). Assim, será prioritário que as plataformas militares reunidas em um enxame venham a contar com um grau suficiente de autonomia a ponto de realizarem tarefas básicas e de decidirem acerca de cursos de ação orientados por protocolos táticos gerais, de modo a aliviar a carga cognitiva sobre o controlador humano e permitir que este exerça competentemente a função de comando na retaguarda.

Nesse sentido, um *modelo de controle centralizado* (MCC) se tornaria uma possibilidade menos complexa e mais acessível para a formação de enxames militares: enquanto as plataformas mantêm comunicação constante entre si, compartilhando informações e gerando certo grau de consciência situacional autonomizada, operadores humanos em uma instalação militar fixa ou em veículos tripulados, coordenam o coletivo fornecendo objetivos operacionais e informando sobre mudanças de prioridade em tempo real. Entretanto, deve-se considerar que o grau de centralização ensejado pelo MCC, embora mais próximo do horizonte de viabilidade tecnológica corrente, deverá provocar fragilidades que advêm de mudanças drásticas e repentinas no cenário de batalha, bem como de falhas na comunicação remota com a estrutura de C4ISR provocadas por ataque

---

<sup>13</sup> Estimulação transcraniana por corrente contínua.

cinético contra o centro de comando, mau funcionamento, fenômenos naturais ou contramedidas eletrônicas por parte do inimigo (*jamming*, *spoofing*, etc). Em um modelo baseado em *controle hierárquico* (MCH), o volume do tráfego de informações entre a estrutura de C4ISR e os ativos militares é restrito, dada a estruturação de uma “cadeia de comando” na qual o operador humano instrui um número de seletor de drones de alta capacidade que, por sua vez, comandam outros drones. Nesse caso, as oportunidades de interferência na transmissão de dados são menos frequentes, mas qualitativamente as mesmas fragilidades de um enxame operado a partir de MCC se manifestam. Uma transformação com impactos disruptivos em larga escala passaria a ser possível na circunstância de desenvolvimentos em inteligência artificial que permitissem a formação de enxames organizados a partir de *coordenação por consenso* (CPC). Nesse modelo, os ativos militares recebem previamente seus objetivos e metas de controladores humanos e, uma vez em ação, passam a se coordenar sem uma estrutura de comando estabelecida; as decisões táticas seriam tomadas a partir do voto de cada um dos componentes do enxame, com base em conclusões alcançadas por cada inteligência artificial, a partir de informações captadas por seus sensores. A comunicação com centros de comando em solo ou embarcados seria bastante limitada nesse caso, reduzindo o volume de carga cognitiva imposto aos cérebros humanos envolvidos, mas persistindo nesse caso a fragilidade representada pela troca de informações remotas entre os componentes do enxame. E, por fim, a última barreira hipotética seria rompida pela *coordenação emergente* (COE), na qual enxames se comportam como verdadeiros organismos sencientes: objetivos gerais são fornecidos por controladores humanos, e após isso, decisões táticas passam a ser tomadas individualmente por cada drone, sempre reagindo às iniciativas dos demais (por exemplo: três drones decidem cada qual atacar um alvo; um quarto drone, após analisar a situação, entende que juntar-se ao ataque seria redundante, e decide por conta própria defender a retaguarda de seus três “companheiros”, a despeito da orientação geral de concentrar fogo sobre o inimigo). Drones desse tipo exigiriam um tipo de inteligência artificial para além dos comportamentos estereotipados, o que muito provavelmente virá no esteio do potencial disruptivo a ser representado pela computação quântica (Guy, 2018: 8-10). Drones em um enxame com coordenação emergente não podem funcionar apenas com base em comportamentos determinados por regras, procedimentos, rotinas e sub-rotinas; um coletivo desse tipo deverá ser formado por plataformas dotadas de domínios mentais capazes de formular hipóteses sobre o

ambiente e sobre o comportamento de terceiros, com base na coleta e interpretação de informação colhida no ambiente, e com poder de decidir rapidamente acerca de determinado curso de ação diante de um universo sensorial pleno de ambiguidades. Sob um modelo de coordenação emergente, não há instruções operacionais a serem dadas: os ativos militares coordenam-se a partir de coobservação e de estigmergia (leitura e interpretação das evidências em campo de batalha, sem comunicação eletrônica entre as plataformas). Essa seria, no limite, a forma de enxame mais resistente a contramedidas inimigas (Cummings, 2017: 6-7; Haas, M; Fischer, S., 2017: 287; Grimal; Sundaram, 2018: 117-119; 132; Scharre, 2014: 35-45).

O enxameamento enquanto doutrina na operação de plataformas dronificadas, logo que tecnicamente possível, deverá ser capaz de alternar entre os quatro modelos descritos segundo as exigências operacionais específicas, visto que cada qual conta com potencialidades e dificuldades. Em linhas gerais, quanto mais centralizado for o comando de um enxame de ativos militares, maior será a dependência em relação à estrutura de C4ISR; tal fato, se por um lado aumentaria a aderência do comportamento das forças em campo de batalha às decisões táticas e estratégicas tomadas pelo comando humano, por outro, retardaria o tempo de resposta operacional, reduziria a eficiência tática dos enxames e aumentaria a exposição a contramedidas inimigas. No caminho inverso, quanto mais autônomas são as plataformas em um enxame, maior será a eficiência e resistência do coletivo contra *spoofers* e *jammers*, mas também maior será o risco do enxame recusar a decisão humana (*go rogue*) e se comportar como um genuíno sistema de armas letais autônomas (LAWS, *lethal autonomous weapon system*) (Leys, 2018: 54-57). Os riscos éticos a serem enfrentados pelo uso de LAWS serão compensados pelo ganho de eficiência? ou uma inteligência artificial altamente desenvolvida poderá representar uma “garantia ética” ao retirar seres humanos tomados de emoções viscerais do controle de dispositivos letais (Umbrello; Torres; DeBellis, 2019)? Uma vez que uma potência na luta pelo poder global se utiliza de sistemas autônomos, os ganhos de eficiência advindos dessa decisão criarão um contexto sistêmico no qual todas as demais potências, tendo a capacidade de desenvolver a mesma tecnologia, inevitavelmente o farão? Haverá a possibilidade de criação de um regime internacional que previna o desenvolvimento de “robôs assassinos”? (Bode, Huelss, 2018: 397-398; 410; Grimal, Sundaram, 2018: 132) Se plataformas enxameadas por coordenação emergente forem

dotadas de programação ética que imponha limites ao uso da força letal mesmo diante de riscos à sobrevivência do enxame (algo como as *Leis da Robótica*, de Isaac Asimov), essa programação não deverá ser justamente o alvo prioritário de ciberataques adversários? Essas são perguntas que já permeiam a literatura corrente, e deverão nortear o debate pelas próximas décadas.

## Considerações finais

Muitos são os desafios que virão no esteio das mudanças de paradigma que acompanharão a guerra futura, mas, a título de considerações finais, enumero apenas alguns dos que aparecem como os mais verossímeis diante de desenvolvimentos recentes, ainda que limitados ao âmbito de um ensaio especulativo. Em primeiro lugar, as forças armadas ao redor do mundo contarão com número cada vez mais reduzido de combatentes humanos, e isso talvez valha não só para grandes potências capazes do emprego de plataformas autônomas e semiautônomas, mas também para estados com menor poder, que deverão, ainda que com certo atraso, acompanhar a tendência já visível de enxugamento das dimensões de suas forças armadas no que tange a quantidade de combatentes, intensificando treinamento e capacitação de forças especiais.

Em segundo lugar, no que diz respeito aos principais players na geopolítica global dos próximos cinquenta anos (o que equivale aos Estados Unidos, Rússia, China e Índia, se mantida a evolução do quadro atual), a presença de humanos na forma de supersoldados será um desdobramento provável; se “um soldado atual tecnologicamente equipado é mais poderoso que um batalhão dos tempos napoleônicos” (Burmaoglu; Santas, 2017: 152), um guerreiro intensamente treinado, com metabolismo e cognição manipulados pelo uso de drogas e técnicas médicas, com implantes cerebrais e modificações cirúrgicas, neurologicamente integrado a um enxame de plataformas militares que com ele formam um só “corpo ampliado”, um ciborgue descentralizado e com consciência situacional além da compreensão corrente, poderá subjugar um pequeno exército “de tipo antigo”. Nessas circunstâncias, não haverá mais separação entre o supersoldado transhumano e suas armas porque, em última instância, eles serão um só organismo, que tomará decisões a partir de uma “nuvem cognitiva” composta pelas múltiplas inteligências artificiais e um ou mais cérebros de carbono. Mais do que nunca, transparece a imagem do “poder de um”, esse tema frequente na ficção científica, no qual a tecnologia e a ciência dotam certos indivíduos de capacidade de intervenção que suplanta a força combinada dos coletivos humanos. Esse poderá ser o campo dos heróis míticos, dos semideuses, da *areté* aristocrática dos guerreiros homéricos, revivido em novas ligas metálicas, plástico e *qubits*.

Há de se atentar ainda para a desconexão entre a psicologia de massas, o funcionamento das sociedades e a imposição de violência letal em nível interssocietário. Os impactos da guerra hão de se tornar cada vez mais assimétricos; sociedades desprovidas de capacidade política, tecnológica, educacional, científica e econômica suficientes para conter uma agressão com base em um paradigma futuro arcarão com a parte do leão do sofrimento humano e material. O conceito de “Guerra de Quarta Geração”, na acepção de William Lind, paleoconservador e inventor da teoria conspiratória acerca do “marxismo cultural”, ao admitir a condição normal do confronto entre um Estado nacional e “atores não estatais”, oculta à plena vista o fato de que o ator estatal combaterá seus adversários no território de algum outro Estado nacional, caso não estejamos falando de operações de contrainsurgência interna (Fiori, 2019: 32-33; Lind; Thiele, 2015). A noção de Guerra de Quarta Geração enseja, assim, a violação explícita e despuerada da soberania territorial de qualquer outro Estado nacional que abrigue em suas fronteiras forças consideradas “inimigas”. Não seria esse o espírito da guerra futura, no qual diatribes juristas que denunciam a violação de princípios sacrossantos do direito internacional serão sumariamente atropeladas pelas potências, com seus drones, enxames e ciborgues? Aos agressores, a guerra deverá cada vez mais submergir em um campo de “opacidade ética”, na medida em que nem seus jovens, nem suas redes de dados, nem suas fazendas hidropônicas verticais e nem suas oficinas de manufatura aditiva estarão ao alcance de adversários lutando com o equivalente a lanças e bordunas. Os dias podem estar contados para as poucas oportunidades que surgem na guerra moderna, em que algoritmos cognitivos prossociais acabam sendo contextualmente ativados em massa no front doméstico e aplicados ao “inimigo” (resultando em crescente movimento de opinião pública pacifista). A bomba cognitiva detonada em 1968 por Walter Cronkite em rede nacional na CBS, tornando público o impasse no Vietnã e frustrando a narrativa do governo Johnson a respeito da guerra, teria tido ela qualquer maior efeito sem aquelas centenas de jovens retornando ao seu país em caixas metálicas? Concretizadas algumas das tendências aqui sugeridas, a absoluta assimetria no exercício da violência interssocietária deverá facilitar em muito a suspensão dos limites éticos da guerra; a opacidade cognitiva que recairá sobre a agressão letal de sociedades ultratecnológicas contra “primitivas” deverá reproduzir comportamento análogo ao da ideologia carnista, na qual a brutalidade e o sofrimento impostos a animais não humanos na cadeia de produção industrial de alimentos são obscurecidos pela propaganda, pela distância, pelo

hábito e pela ausência de contexto sensorial. “Os cidadãos não poderiam dormir tranquilos se soubessem como são feitas as salsichas e as leis”, teria dito o velho Bismarck, com quem hei de concordar a respeito dos dois objetos. Até meados desse século deveremos talvez acrescentar a esses dois a guerra, caso seja você um cidadão (ou o termo que o valha) de alguma das potências futuras. Caso não o seja, o alerta de Einstein sobre a Quarta Guerra Mundial ser lutada com “paus e pedras” deverá valer assimetricamente, e decerto não faltarão oportunidades sensoriais e cognitivas para que se sinta a guerra à moda antiga.



## Bibliografia

AMSDEN, A. **A ascensão do ‘resto’**: os desafios ao Ocidente de economias com industrialização tardia. São Paulo: UNESP, 2009.

BARTIS, J.; Van BIBBER, L. **Alternative fuels for military applications**. Santa Monica: National Defense Research Institute/RAND Corporation, 130p, 2011.

BODE, I.; HUELSS, H. Autonomous weapons systems and changing norms in international relations. **Review of International Studies**, v. 44, n. 3, p. 393-413, 2018.

BONGERS, A.; TORRES, J. Technological change in U.S. jet fighter aircraft. **Research Policy**, v. 43, n. 9, p. 1570-1581, 2014.

BHONSLE, R. Future warfare: men and machines at war. **Global Policy**, v. 4, n. 2, p. 213-215, 2013.

BURMAOGLU, S.; SANTAS, O. Changing characteristics of warfare and the future of military R&D. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 116, p. 151-161, 2017.

CANCIAN, M. Cost growth: perception and reality. **Defense Acquisitions Research Journal**, v. 17, n. 3, p. 389-403, 2010.

CHAMBERS, A.; YETIV, S. The Great Green Fleet: the U.S. Navy and fossil-fuel alternatives. **Naval War College Review**, v. 64, n. 3, p. 61-77, 2011.

CHRISTIAN, D. **Maps of time**: an introduction to Big History. Berkeley: University of California Press, 2004.

CLARKE, A. C. **Profiles of the Future**: an inquiry into the limits of the possible. Nova Iorque: Harper & Row, 1962.

CLOSSON, S. The military and energy: moving the United States beyond oil. **Energy Policy**, v. 61, p. 306-316, 2013.

COLOMBI, J. *et al.* Attributable design trades: reliability and cost implications for unmanned aircraft. **Annual IEEE International Systems Conference, SysCon**, Montreal, 9p., 2017.

CUMMINGS, M. **Artificial intelligence and the future of warfare**. Research Paper of the Royal Institute of International Affairs, n. 208223, 18p., 2017.

DANDO, M. Neuroscience advances and future warfare. In: CLAUSEN, J.; LEVY, N. (orgs). **Handbook of Neuroethics**. Dordrecht, Springer, p. 1786-1798, 2015.

DOSSE, F. **A História**. São Paulo: UNESP, 2012.

EWERS, E. *et al.* **Drone proliferation: policy choices for the Trump administration**. Washington: Center for a New American Security, 25p., 2017.

FIORI, J. L. Mudanças estruturais e crise de liderança no sistema mundial. **Economia Política Internacional: análise estratégica**, n. 7, p. 5-11, 2005.

FIORI, J. L. A nova geopolítica das nações e o lugar da Rússia, China, Índia, Brasil e África do Sul. **Oikos**, v. 6, n. 8, p. 77-106, 2007.

FIORI, J. L. **História, estratégia e desenvolvimento**. São Paulo: Boitempo, 2014.

FIORI, M. C. V. **A mente: o sexto domínio da guerra**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Economia Política Internacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019.

FOSTER, J. B. Trump and climate catastrophe. **Monthly Review**, v. 68, n. 9, p. 1-17, 2017.

FUKUYAMA, F. **The end of History and the last man**. Nova Iorque: Free Press, 1992.

HOROWITZ, M. Artificial intelligence, international competition and the balance of power. **Texas National Security Review**, v. 1, n. 3, p. 36-57, 2018.

GRIMAL, F.; SUNDARAM, J. Combat Drones: hives, swarms and autonomous action? **Journal of Conflict & Security Law**, v. 23, n. 1, p. 105-135, 2018.

GROVER, A. *et al.* Biofuels for defence use: past, present and future. **Defense Life Sciences Journal**, v.4, n. 1, p. 3-11, 2019.

GUY, D. **The weaponization of quantum physics**: how technology is transforming warfare. Faculty of the Naval War College – Gravelly Group Advanced Research Program, 30p., 2018.

HAAS, M.; FISCHER, S. The evolution of targeted killing practices: autonomous weapons, future conflict and international order. **Contemporary Security Policy**, v. 38, n. 2, p. 281-306, 2017.

HORNITSCHKEK, M. **War without oil**: a catalyst for true transformation. Center for Strategy and Technology of the Air War College Occasional Paper, n. 56, 96p., 2006.

HUSSERL, E. **On the phenomenology of the consciousness of internal time**. Boston: Kluwer, 1991.

JAFFE, A. Green giant: renewable energy and chinese power. **Foreign Affairs**, v. 97, n. 2, p. 83-93, 2018.

KASPERSEN, A.; EIDE, E.; SHETLER-JONES, P. **10 trends for the future of warfare**. 2016. Disponível em <<https://www.weforum.org/agenda/2016/11/the-4th-industrial-revolution-and-international-security/>>. Acesso em 26 fev. 2019.

KAUSHIK, M.; HANMAIAHGARI, P. **Essentials of aircraft armaments**. Singapura: Springer, 2017.

KOROTAYEV, A. The 21<sup>th</sup> century singularity and its Big History implications: a re-analysis. **Journal of Big History**, v. 2, n. 3, p. 73-119, 2018.

KREPINEVICH, A. Get ready for the democratization of destruction. **Foreign Policy**, n. 188, 2011. Disponível em <<https://foreignpolicy.com/2011/08/15/get-ready-for-the-democratization-of-destruction/>>. Acesso em 05 nov. 2019.

KREPS, S. **Paying for war: how to afford a future of strategic competition**. The Centre of Gravity Series, n. 47, 12 p., 2019.

KURZWEIL, R. **The Singularity is near**. Nova Iorque: Viking Books, 2005.

LELE, A. **Disruptive technologies for the militaries and security**. Singapura, Springer, 2019.

LEYS, N. Autonomous weapons systems and international crises. **Strategic Studies Quarterly**, v. 12, n. 1, p. 48-73, 2018.

LIND, W.; THIELE, G. **4th Generation Warfare Handbook**. Kouvola: Castalia House, 2015.

MAURER, J. Fuel and the battle fleet: coal, oil, and American naval strategy, 1898-1925. **Naval War College Review**, v. 34, n. 6, p. 60-77, 1981.

MEAD, W. R. The return of geopolitics: The revenge of the revisionist powers. **Foreign Affairs**, v. 93, n. 3, p. 69-79, 2014.

MEADOWS, D. *et al.* **Limites do crescimento: um relatório para o projeto do Clube de Roma sobre o Dilema da Humanidade**. 2ª ed. São Paulo: Perspectiva, 1978.

MUCZYK, J. On the road toward confirming Augustine's predictions and how to reverse course. **Defense Acquisitions Research Journal**, v. 14, n. 3, p. 455-468, 2007.

NYGREN, K.; MASSIE, D.; KERN, P. **Army energy strategy for the end of cheap oil**. 25th Army Science Conference, Flórida, 27-30 de novembro de 2006.

ROGERS, J. **Smalls states and armed drones**. SSANSE Research Project Policy Briefs, n. 6, 10p., 2018.

SAYLER, K. A. **World of proliferated drones: a technology primer**. Washington: Center for a New American Security, 36p., 2015.

SCHARRE, P. **Robotics on the battlefield, part II: the coming swarm**. Washington: Center for a New American Security, 61p., 2014.

SPIER, F. How Big History works: energy flows and the rise and demise of complexity. **Social Evolution & History**, v. 4, n. 1, p. 85-135, 2005.

STEFFEN, W.. *et al.* The Anthropocene: conceptual and historical perspectives. **Philosophical Transactions of the Royal Society A**, v. 369, n. 1938, p. 842-867, 2011.

TASS. **Key stage of Poseidon underwater drone trials completed, says Putin**. 02 fev. 2019. Disponível em <<http://tass.com/defense/1042975>>. Acesso em 07 mar. 2019.

TORRES Filho, E. O papel do petróleo na geopolítica americana. In: FIORI, J. L. **O poder americano**. Petrópolis: Vozes, p. 309-346, 2004.

UMBRELLO, S; TORRES, P.; DeBELLIS, A. The future of war: could lethal autonomous weapons make conflict more ethical? **AI & Society**, 2019. Disponível em <<https://doi.org/10.1007/s00146-019-00879-x>>. Acesso em 20 mai. 2019.

VOROS, J. Profiling ‘Threshold 9’: using Big History as a framework for thinking about the contours of the coming global future. In: GRININ, L. e KOROTAYEV, A. (orgs). **Evolution: development within Big History, evolutionary and World-System paradigms**. Volgograd: Uchitel, p. 119-142, 2013.

WESTBROOK, T.; ROSTVIK, H. Solar energy and battery development for unmanned aerial vehicles: leading to increased proliferation? **Salus Journal**, v. 6, n. 2, p. 59-77, 2018.

WOOD, Colin. **The human domain and the future of army warfare: present as a prelude do 2050**. U.S. Army Engineer Research and Development Center Report, ERDC/CERL, MP-17-2, 23p., 2017.

YERGIN, D. **O petróleo: uma história de ganância, dinheiro e poder**. São Paulo: Scritta, 1992.

ZEGART, A. Cheap fights, credible threats: the future of armed drones and coercion. **The Journal of Strategic Studies**. 2018. Disponível em <<http://10.1080/01402390.2018.1439747>>. Acesso em 21 mai. 2019.

ZWEIG, D.; JIANGHAI, B. China's global hunt for energy. **Foreign Affairs**, v. 84, n. 5, p. 25-38, 2005.