



ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA
COORDENADORIA ACADÊMICA
CURSO DE COMANDO E ESTADO-MAIOR

LEONARDO SOUZA **VON DOLLINGER** MOURA, Maj Av

**Aeronave Remotamente Pilotada: O Poder Aeroespacial nas Guerras de Quarta
Geração.**

Rio de Janeiro

2024

ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA
COORDENADORIA ACADÊMICA
CURSO DE COMANDO E ESTADO-MAIOR

LEONARDO SOUZA VON DOLLINGER MOURA, Maj Av

**Aeronave Remotamente Pilotada: O Poder Aeroespacial nas Guerras de Quarta
Geração.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Escola de Comando e Estado-Maior da
Aeronáutica como requisito parcial para
aprovação no Curso de Comando e Estado-
Maior.

Linha de Pesquisa: Poder Aeroespacial.

Orientador: Mariel Santos de Aguiar, Ten Cel Av

Rio de Janeiro

2024

RESUMO

As Guerras de Quarta Geração (G4G) se mostraram um desafio para as Forças Armadas profissionais dos Estados modernos, principalmente em relação à exploração do Poder Aeroespacial. Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) passaram a ser cada vez mais empregadas nos conflitos do século XXI, como uma alternativa eficiente frente às novas peculiaridades desses conflitos. Nessa perspectiva, este estudo teve como objetivo geral analisar a contribuição das ARP para o emprego do Poder Aeroespacial nas Guerras de Quarta Geração do século XXI até a Guerra da Ucrânia, limitado ao final do ano de 2023, e apontar possíveis aprendizados para Força Aérea Brasileira. Para isso, foi realizada pesquisa bibliográfica e documental buscando identificar as principais características da G4G, bem como a definição de ARP e como foram empregadas na Guerra ao Terror e na Guerra da Ucrânia. Essa geração de guerra apresentou aspectos de baixa intensidade, longa duração e difícil distinção entre combatentes e não-combatentes. Na Guerra ao Terror, as ARP foram utilizadas sem restrições para ações de Ataque e Inteligência, Vigilância e Reconhecimento. Na Ucrânia, ARP *loitering munition* e *drones* recreativos adaptados, de menor custo, foram utilizadas para ações militares. Na sequência, essas ações foram analisadas sob a ótica da Teoria dos Cinco Anéis, de Warden, identificando que foi possível atingir os anéis de liderança, processos essenciais, infraestrutura e tropas no terreno. Concluiu-se que o emprego de ARP contribuiu para o emprego do Poder Aeroespacial nas G4G e se mostrou uma alternativa viável para a FAB em possíveis conflitos futuros.

Palavras-chave: Aeronave Remotamente Pilotada; Guerra de Quarta Geração; Poder Aeroespacial; drone.

ABSTRACT

Fourth Generation Warfare (4GW) has posed a challenge to the professional Armed Forces of modern States, particularly in relation to the exploitation of Aerospace Power. Remotely Piloted Aircraft (RPA) have increasingly been employed in 21st-century conflicts as an efficient alternative in the face of the new peculiarities of these conflicts. In this perspective, the general objective of this study was to analyze the contribution of RPA to the employment of Aerospace Power in Fourth Generation Warfare in the 21st century up to the Ukraine War, limited to the end of 2023, and to point out possible lessons for the Brazilian Air Force. To this end, bibliographic and documentary research was conducted to identify the main characteristics of 4GW, as well as the definition of RPA and how they were employed in the War on Terror and the Ukraine War. This generation of warfare presented aspects of low intensity, long duration, and difficulty in distinguishing between combatants and non-combatants. In the War on Terror, RPA were used without restrictions for Attack and Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance actions. In Ukraine, loitering munition RPA and adapted recreational drones, of lower cost, were used for military actions. Subsequently, these actions were analyzed from the perspective of Warden's Five Rings Theory, identifying that it was possible to reach the rings of leadership, essential processes, infrastructure, and troops on the ground. It was concluded that the use of RPA contributed to the employment of Aerospace Power in 4GW and proved to be a viable alternative for the FAB in possible future conflicts.

Keywords: *Remotely Piloted Aircraft; Fourth Generation Warfare; Aerospace Power; drone.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Os Cinco Anéis de Warden.....	12
Figura 2 – MQ-1 <i>Predator</i>	22
Figura 3 – MQ-9 <i>Reaper</i>	22
Figura 4 – Shahed-136 iraniano utilizado pela Rússia.	24
Figura 5 – Lançamento do Switchblade 600.	25
Figura 6 – Switchblade 600.	25
Figura 7 – ARP Grupo 1 usado pela Ucrânia.	26

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Grupos de ARP	20
Quadro 2 – Capacidades do <i>Predator</i> e <i>Reaper</i>	22
Quadro 3 – principais ARP <i>loitering munition</i> utilizados pela Rússia.....	24
Quadro 4 – principais ARP <i>loitering munition</i> utilizados pela Ucrânia.....	24

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

1ª GM – Primeira Guerra Mundial

2ª GM – Segunda Guerra Mundial

AGL – *Above Ground Level*

ARP – Aeronave Remotamente Pilotada

CG – Centro de Gravidade

DCA – Diretriz do Comando da Aeronáutica

DECEA – Departamento de Controle do Espaço Aéreo

EUA – Estados Unidos da América

FAB – Força Aérea Brasileira

FM – *Field Manual*

G1G – Guerra de Primeira Geração

G2G – Guerra de Segunda Geração

G3G – Guerra de Terceira Geração

G4G – Guerra de Quarta Geração

ICA – Instrução do Comando da Aeronáutica

IVR – Inteligência, Vigilância e Reconhecimento

MSL – *Mean Sea Level*

OE – Objetivo Específico

OG – Objetivo Geral

RPA – *Remotely Piloted Aircraft*

TO – Teatro de Operações

URSS – União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

USD – Dólares americanos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
3	METODOLOGIA	14
4	APRESENTAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS	166
4.1	AS GEREÇÕES DE GUERRA	16
4.1.1	Da Primeira a Terceira Geração	16
4.1.2	Guerra de Quarta Geração	17
4.2	AS AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS	19
4.3	AS ARP NOS CONFLITOS DO SÉCULO XXI.....	20
4.3.1	Na Guerra ao Terror	20
4.3.2	Na Ucrânia	23
4.4	O PODER AEROESPACIAL NAS G4G.....	26
4.4.1	Os Cinco Anéis na G4G	28
5	CONCLUSÃO	29
	REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

As inovações tecnológicas ao longo da história trouxeram vantagens para os seus detentores, seja na área comercial ou bélica. Aqueles que conseguiam aplicar inovações inesperadas tendiam a superar seus adversários, como pode-se observar no surgimento da pólvora, das máquinas a vapor, das aeronaves, entre outras.

A aviação foi rapidamente incorporada às estratégias militares após Alberto Santos Dumont conseguir decolar e pousar com seu invento disruptivo, o 14-Bis. Apenas três anos foram necessários desde o seu primeiro voo para que franceses e alemães considerassem o uso militar dos aviões, após o francês Henri Ferman conseguir decolar e pousar em um circuito fechado de voo, percorrendo cerca de 27 a 30 quilômetros. E, já em 1911, durante a crise marroquina, a França fez uso de aeronaves para ações de reconhecimento, conforme aponta John Olsen (2010) em seu livro “*A History of Air Warfare*”.

No início da Primeira Guerra Mundial (1ª GM), as principais missões da aviação residiam em Reconhecimento, Comunicação e Direcionamento de Artilharia, que foram essenciais tanto para franceses e ingleses, quanto para os alemães, em um contexto de Guerra de Segunda Geração (G2G). No decorrer da guerra, as ações de bombardeio também ganharam notoriedade bem como foram desenvolvidos aviões de perseguição para se contrapor às ameaças dos bombardeiros e negar informações para as aeronaves de reconhecimento.

Morrow (2010) relatou que o Poder Aéreo nasceu na 1ª GM mas, apesar de todo o avanço da aviação no campo militar e do seu significativo apoio às forças de superfície, a tecnologia da época não permitiu que a aviação determinasse o resultado da primeira grande guerra, diferente do que ocorreu na Segunda Guerra Mundial (2ª GM).

Na segunda grande guerra, o Poder Aéreo atingiu sua maturidade, vindo a ser determinante para o resultado positivo dos aliados. Com o avanço das ciências e tecnologias, as aeronaves ganharam mais capacidades de navegação, aumentaram sua autonomia e velocidade, bem como a carga útil disponível, o que elevou sobremaneira a importância e a utilização da arma aérea durante todo o período da guerra.

Esse período foi o marco do início da Guerra de Terceira Geração (G3G), quando as missões de interdição e apoio aéreo aproximado ganharam vulto na tática de *blitzkrieg* (Lind e Thiele, 2015). O uso de bombardeiros diurno e noturno foi amplo, os navios porta-aviões passaram a ser as embarcações mais importantes para as marinhas e surgiram os mísseis de cruzeiro e balísticos bem como as primeiras aeronaves com propulsão a jato, consolidando assim, o Poder Aéreo como essencial para o sucesso nos conflitos.

Após o término da 2ª GM, a corrida tecnológica da Guerra Fria avançou sobre o Poder Aéreo trazendo novas capacidades e desafios, destacando-se a guerra eletrônica, armamento guiados de precisão, reabastecimento em voo, características furtivas (aeronaves *stealth*) e o surgimento das, inicialmente chamadas, aeronaves não tripuladas, porém o emprego deste Poder continuou visando as características da G3G.

De acordo com Visacro (2020), nas guerras após a 2ª GM houve uma redução de conflitos convencionais, com forças armadas regulares em disputas entre Estados, e um aumento de conflitos de baixa intensidade, como a Guerra do Vietnã. Após o fim da Guerra Fria, marcado pela queda do muro de Berlim, o fim da União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), e após a vitória da Coalisão liderada pelos Estados Unidos da América (EUA) na Primeira Guerra do Golfo, ficou claro para os adversários do Ocidente que um confronto bélico direto contra este bloco, especialmente os EUA, levaria à derrota militar e consequente perda dos objetivos estratégicos.

A Guerra do Golfo contra o Iraque coroou o Poder Aeroespacial como protagonista em uma campanha militar. O período após esse conflito apresentou um novo desafio para as Forças Armadas dos países ocidentais: o conflito irregular contra atores não-estatais em um ambiente de Guerra de Quarta Geração (G4G), onde os adversários não se diferenciam da população civil (Lind *et al.*, 1989). Esse cenário e o surgimento de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) gerou o questionamento: como o uso de ARP contribuiu para o emprego do Poder Aeroespacial nas Guerras de Quarta Geração do século XXI?

Para responder o problema de pesquisa identificado por este autor, estabeleceram-se objetivos, geral e específicos, que nortearam este trabalho. Dessa forma, o objetivo geral (OG) desta pesquisa é analisar a contribuição das ARP para o emprego do Poder Aeroespacial nas Guerras de Quarta Geração do século XXI até a Guerra da Ucrânia, limitado ao final do ano de 2023, e apontar possíveis aprendizados para Força Aérea Brasileira.

Para nortear a pesquisa e facilitar o entendimento do assunto, foram definidos três objetivos específicos: OE1- Descrever as Gerações de Guerra, enfatizando as características da Guerra de Quarta Geração; OE2- Definir o conceito de Aeronave Remotamente Pilotada no contexto deste trabalho; e OE3- Descrever o emprego das Aeronaves Remotamente Pilotadas nos conflitos armados do século XXI até a Guerra na Ucrânia iniciada em 2022.

O mundo está em constante mudança e os avanços tecnológicos no século XXI estão cada vez mais acelerados. No campo militar não é diferente, novas tecnologias possibilitam novos vetores de combate ou novas maneiras de se combater. A importância desta pesquisa reside na necessidade de se identificar como as Forças Armadas têm utilizado as ARP em

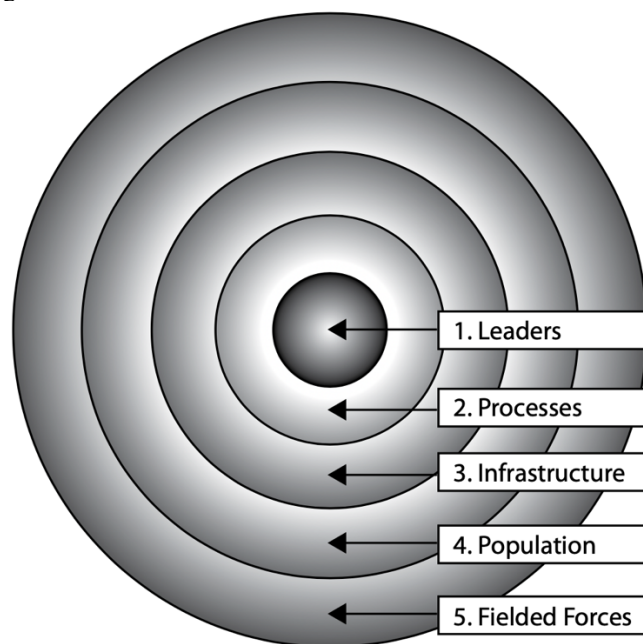
contexto de Guerra de Quarta Geração para alcançar os objetivos militares, e na possibilidade de emprego desse vetor pelas Forças Armadas brasileiras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para embasar o presente trabalho, optou-se pela análise das missões realizadas pelos ARP na Guerra ao Terror e da Ucrânia, na ótica da Teoria dos Cinco Anéis, do Coronel John Warden (1995), da Força Aérea estadunidense. A aplicação desta teoria na operação *Desert Storm*, na Primeira Guerra do Golfo, possibilitou que o Poder Aeroespacial se tornasse o fator decisivo da vitoriosa campanha militar no Iraque (Warden, 2011). Sua teoria consiste em analisar o adversário como um sistema, onde seus elementos ficam separados em cinco anéis distintos, de forma que os mais importantes e difíceis de se atingir estão no anel central e os demais ficam mais externos à medida que perdem importância estratégica.

No anel um, central, encontram-se as lideranças da nação ou grupo que mantém a direção a ser seguida. No segundo, estão os processos essenciais ao funcionamento das atividades do inimigo, como sistemas de energia, fábricas de armamentos etc. O terceiro anel abarca a infraestrutura do adversário, como estradas, portos, aeródromos etc. O quarto é direcionado à população e no quinto, mais externo e menos importante, residem as tropas desdobradas no terreno.

Figura 1 – Os Cinco Anéis de Warden



Fonte: Warden (p. 67, 2011)

O teórico defendeu a mudança de ações em série para ações em paralelo aos pontos de maior vulnerabilidade e mais decisivos - Centros de Gravidade (CG) – do inimigo, de forma a causar uma paralisia estratégica no oponente e abreviar a duração das hostilidades (Warden, 1995).

Por vezes, os elementos dos anéis mais centrais não estarão disponíveis para sofrer um ataque ou os custos seriam inaceitáveis, porém ataques nos anéis exteriores devem visar influenciar a liderança inimiga. Warden (1995, p.51, tradução nossa) ressalta que “todas as ações são direcionadas contra a mente do comandante inimigo ou contra o sistema como um todo”.

Após a Guerra do Golfo, os conflitos convencionais de Estado contra Estado perderam espaço para as Guerras de Quarta Geração. Willian S. Lind (1989) já alertava para a possibilidade de conflitos contra atores não-estatais antes mesmo do conflito no Iraque. Ele reportou que as G4G são conflitos envolvendo atores estatais e não-estatais, cuja distinção da população civil é prejudicada. Nessa geração, as lideranças e ações são descentralizadas e há grande ênfase no campo informacional, com uso dos diversos canais de comunicação disponíveis como as mídias digitais (Linde *et al.*, 1989).

Nesse cenário, em que a definição dos CG não é muito clara, a atuação do Poder Aeroespacial, como foi observado nas guerras do século XX, se mostrou desafiadora. Para superar esse desafio, as Aeronaves Remotamente Pilotadas foram a alternativa para o emprego do Poder Aeroespacial. “Drones se mostraram particularmente valiosos nas conturbadas guerras de contra insurgência no Iraque e no Afeganistão” (Scharrer, 2018, pg.13, tradução nossa). Scharrer (2018) explica como a utilização dos drones foi essencial para a condução da guerra contra um inimigo não-estatal camuflado na população.

Benjamin (2012) apresentou em seu livro *Drone Warfare: Killing by Remote Control* como o uso das ARP *Predator* e *Reaper* foi decisivo para que os objetivos militares da coalisão, Liderada pelos EUA, fossem atingidos na Guerra ao Terror.

A guerra na Ucrânia exigiu uma outra abordagem do uso do drones em combate. Dominika Kunertova (2022, 2023), pesquisadora de assuntos militares e tecnológicos, redigiu artigos sobre a atuação dos drones no conflito Russo-Ucraniano de 2022, ressaltando a importância das ARP *loitering munition* durante as ações.

Don Shift (2023) também analisou o uso de drones no combate em sua obra *Poor Man's Air Force*, com a particularidade do uso de drones recreativos adaptados para uso militar, seja para atividades de inteligência ou para ataque à tropa inimiga.

3 METODOLOGIA

As características das Guerras de Quarta Geração despertaram a dúvida sobre como o Poder Aeroespacial poderia ser empregado neste tipo de conflito. O processo para responder essa dúvida foi desenvolvido por meio de pesquisa bibliográfica, utilizando livros, trabalhos acadêmicos, artigos científicos e sítios eletrônicos. Desta forma, a pesquisa científica classifica-se como bibliográfica e documental.

O objetivo geral deste trabalho foi de analisar como que as ARP contribuíram para o emprego do Poder Aeroespacial nas Guerras de Quarta Geração. Devido ao surgimento recente dessas plataformas, o estudo ficou limitado ao século XXI, mais especificamente à Guerra ao Terror e à Guerra da Ucrânia. Restringiu-se a Guerra da Ucrânia até o final do ano de 2023, para que fosse possível obter fontes críveis de pesquisa.

De maneira a buscar o OG, foram definidos três objetivos específicos. Para atingir o OE1 que consiste em descrever as Gerações de Guerra, enfatizando as características da Guerra de Quarta Geração, foi feita uma pesquisa bibliográfica em livros e artigos de autores especializados em poder militar e buscou-se a compreensão das quatro gerações, na ótica de Willian S. Lind por meio das obras *The Changing Face of War: Into the Forth Generation* (1989) e *The Forth Generation Warfare Handbook* (2015).

Inicialmente, a pesquisa sobre o OE2, que visou definir o conceito de Aeronave Remotamente Pilotada no contexto deste trabalho, foi realizada na internet com o termo *drone* para tratar de veículo aéreo, porém este se mostrou muito amplo, pois engloba inúmeros veículos de controle remoto, seja para uso aéreo, terrestre ou aquático. Logo, foi necessário limitar qual o tipo de equipamento que seria avaliado neste trabalho.

Durante a pesquisa sobre *drone*, foram encontrados livros como o *Drone Warfare: Killing by Remote Control*, de Medea Benjamin (2012). Nesta obra, foi observada a definição de Aeronave Remotamente Pilotada que se mostrou mais adequada para o escopo do trabalho. Para ratificar a definição, buscou-se o conceito de ARP na legislação brasileira, do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), além da definição nos manuais militares do Departamento de Defesa dos EUA. Assim, foi atingido o OE2.

O OE3 buscou descrever o emprego das Aeronaves Remotamente Pilotadas nos conflitos armados do século XXI até a Guerra na Ucrânia iniciada em 2022. Para isso, pesquisou-se o emprego no contexto de conflito irregular como na Guerra ao Terror, majoritariamente no Afeganistão, somado à forma de utilização seu emprego no atual conflito, de caráter híbrido, deflagrado pela invasão russa ao território ucraniano em 2022.

Para atingir o OE3, A Guerra ao Terror foi estudada por meio do livro de Medea Benjamin, onde a autora retrata as características das principais ARP utilizadas no conflito, bem como suas capacidades, missões cumpridas e estimativas de custos de operação. Adicionalmente, o livro *Predator: The Secret Evolution of the Drone Revolution*, de Richard Whittle (2014), também foi consultado para entender como foi o processo de desenvolvimento do MQ-1 *Predator*, o “*drone*” pioneiro em emprego armado no conflito contra os insurgentes do Al Qaeda.

O livro *Army of None: Autonomus Weapons and the Future of War*, de Paul Scharre (2018), foi utilizado para complementar o estudo da obra de Benjamin e buscar os pontos fortes desses equipamentos e suas vulnerabilidades.

O estudo da Guerra da Ucrânia teve como limitação a escassez de obras literárias, devido ao assunto ser muito recente. Dessa forma, tomou-se o Trabalho de Conclusão de Curso do Tenente-Coronel Perez em 2023, da Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica, sobre o uso das ARP *loitering munition* no conflito em tela, como ponto de partida para a pesquisa. Posteriormente, buscou-se artigos em sítios eletrônicos especializados em atividades militares e tecnologia, para melhor compreensão do emprego desses vetores e demais ARP utilizados até o final do ano de 2023 nas operações.

Nessa busca, as análises de Dominika Kunertova (2022, 2023) nos artigos publicados no sítio da *Rand Corporation* se mostraram de suma importância para a compreensão da contribuição das ARP nas ações cinéticas e não-cinéticas do conflito. Sítios como RUSI e outros autores também contribuíram para a percepção da inovação do uso de ARP não militares em ações bélicas.

Diante dessa inovação, procurou-se entender como que esses equipamentos foram empregados. Para isso, o livro *Poor Man's Air Force*, de Don Shift (2023), elucida as adaptações realizadas em “drones” recreativos, comercializados em diversas plataformas de venda, em prol das atividades militares.

Por fim, as missões realizadas com as ARP no Afeganistão e na Ucrânia, até o final do ano de 2023, foram analisadas sob a luz da Doutrina Básica da Força Aérea (DCA 1-1, vol.I e vol. II), para identificar como afetaram os elementos da Teoria dos Cinco Anéis, de Warden, nos inimigos. E dessa forma, o OE3 foi alcançado.

4 APRESENTAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os conflitos do novo século mudaram a forma de combate, As guerras não eram mais travadas exclusivamente entre nações. A presença de atores não-estatais nos conflitos irregulares deixou evidente a perda do monopólio da violência pelo Estado (Lind *et al.*, 1989).

Os avanços no campo técnico-científico, por sua vez, possibilitaram novas formas de exploração do espaço aéreo, tanto para aplicações civis quanto para ações bélicas. Neste cenário novo de combate e de avanço tecnológico, os popularmente chamados *drones* tem se mostrado um diferencial nas guerras do século XXI, a partir da evolução dos sistemas de controle e navegação remotos.

4.1 AS GERAÇÕES DE GUERRA

Os conflitos fazem parte da história, desde o início das civilizações, os combates são travados para resolver questões de interesses divergentes entre grupos ou indivíduos, porém somente após a Paz de Vestefália, em 1648, que os Estados detiveram o monopólio do uso da violência e passaram a organizar exércitos regulares (Veiga, 2022). Dessa forma, iniciou-se a classificação das guerras por geração, de acordo com suas características.

4.1.1 Da Primeira a Terceira Geração

As três primeiras gerações de guerra foram marcadas pela presença de exércitos profissionais de suas nações, segundo Lind *et al.* (1989) mudanças significativas na forma de combater foram os marcos para as mudanças de geração.

A Guerra de Primeira Geração (G1G) teve início junto do Estado vestifaliano e se estendeu até a metade do século XIX. O exército nacional e regular, no qual a estratégia era baseada em formações de linhas e colunas para maximizar o poder de fogo e a ordem e disciplina eram valorizadas. Seu principal exemplo foram as guerras napoleônicas.

A segunda metade do século XIX foi marcada pelos grandes avanços nos meios de produção. Esses avanços se estenderam também para os artefatos bélicos, criando armas mais precisas, de rápido recarregamento e de maior poder de fogo. Essas mudanças mudaram a forma de combater, tornando as táticas de linha e coluna suicidas (Lind e Thiele, 2015).

Tal mudança deu origem à Guerra de Segunda Geração, quando o foco deixou de ser as formações de linhas e colunas e passou-se a dar ênfase no poder de fogo, especialmente na

artilharia, buscando aumentar o atrito. “Os franceses resumiram a Guerra de Segunda Geração com a frase: a artilharia conquista, a infantaria ocupa” (Lind e Thiele, Ap. A, 2015). A aviação também nasceu nesse período e seu uso para fins bélicos teve grande evolução durante a 1ª GM, porém ainda como ferramenta do exército. Desta forma, o Poder Aéreo se limitou a um papel coadjuvante nesse conflito.

O período entre guerras foi marcado por mais avanços nos campos tecnológico e de materiais. O surgimento dos carros de combate e a evolução das aeronaves permitiu que a enfraquecida Alemanha, limitada industrialmente e militarmente pela derrota na 1ª GM, desenvolvesse uma tática disruptiva, focada em manobra e envolvimento no lugar do atrito.

A Guerra de Terceira Geração teve início com a tática alemã de guerra relâmpago, conhecida como *blitzkrieg*, que buscava “adentrar nas áreas de retaguarda do inimigo, provocando o colapso da retaguarda para a frente” (Veiga, p. 13, 2022) ao invés de confrontar os exércitos de forma direta.

Esta forma de combate perdurou desde a 2ª GM até o seu auge, na Primeira Guerra do Golfo. Durante este período, marcado pela bipolaridade entre EUA e URSS (Guerra Fria), foram realizados grandes desenvolvimentos de teorias, técnicas, aeronaves, sistemas de navegação e armamentos.

A Operação Tempestade no Deserto, realizada na Primeira Guerra do Golfo, foi o estado da arte para o Poder Aéreo. “Foi a totalidade da campanha aérea que garantiu a vitória da coalisão” (Olsen, pg. 198, 2010.). O alinhamento dos objetivos políticos, estratégicos e operacionais garantiram o sucesso da operação em tempo reduzido. A vitória da coalisão no Iraque deixou claro para os adversários do Ocidente que era necessário encontrar outras formas de enfrentar esta aliança.

4.1.2 Guerra de Quarta Geração

"O Coronel da Força Aérea americana John Boyd, costumava dizer: Quando eu era um jovem oficial, fui ensinado que se você tem superioridade aérea, superioridade terrestre e superioridade marítima, você vence. Bem, no Vietnã nós tínhamos superioridade aérea, superioridade terrestre e superioridade marítima, mas perdemos. Então percebi que há algo mais nisso." (Lind e Thiele, p. 6, 2015).

A Quarta Geração se aplica nesse algo mais, é a guerra que era lutada antes da Paz de Vestefália. Então, a G4G não é algo exatamente novo na história, mas é uma novidade para os

exércitos profissionais formados pelos Estados soberanos após aquele tratado. Atores não-estatais passaram a travar suas batalhas contra Estados, de acordo com suas ideologias.

Na Segunda Guerra do Golfo, de 2003, o conflito regular de caráter convencional, entre os exércitos, durou pouco tempo, porém os insurgentes iraquianos, leais a elementos não-estatais, combateram de forma eficiente com suas táticas de guerrilha (Lind e Thiele, 2015).

A grande mudança na G4G não é sobre a maneira de lutar como foram as mudanças das gerações anteriores, mas sim sobre quem estava lutando e por quem. Os entes não-estatais, como organizações não-estatais armadas, grupos terroristas e organizações criminosas, utilizam táticas de guerra irregular que não respeita o direito internacional aplicado aos conflitos armados (Pinheiro, 2007).

Pinheiro (2007) ainda relatou que, dentro dessa percepção, as forças do Estado precisam demonstrar com alto valor moral, para conquistar o respeito e apoio da população. A distinção entre combatentes e não-combatentes deve ser sempre observada e os danos colaterais devem ser mitigados ao máximo, ao ponto de, dependendo da vantagem a ser obtida, interromper uma ação. Deve-se tomar cuidado para uma vitória tática não se tornar uma derrota estratégica.

Os conflitos irregulares normalmente são conflitos de baixa intensidade e longa duração, onde os combatentes não são fáceis de se identificar e se misturam na população, normalmente utilizam ambientes densamente povoados, como cidades, e locais de difícil acesso com possibilidades de esconderijo como selvas e regiões de montanha (Pinheiro, 2007), como no caso do Afeganistão. Da mesma forma, seus sistemas essenciais são de difícil acesso e suas cadeias logísticas não são de fácil identificação devido à baixa complexidade dos suprimentos.

A dificuldade de identificar claramente os centros de gravidade inimigo, deixa a seleção de alvos extremamente complexa. Nas guerras convencionais, essa seleção de alvos mais clara beneficiava a atuação da Força Aérea que utilizava suas características de velocidade, alcance e penetração para atingir os centros de gravidade inimigo dentro de seu próprio território (BRASIL, 2020b).

Uma característica negativa de Força Aérea é explorada pela G4G. A permanência, relacionada “à incapacidade de as aeronaves voarem indefinidamente, pois necessitam reabastecer, rearmar ou trocar tripulações, o que resulta em restrições no cumprimento de atividades continuadas, portanto demandando rodízio de vetores ou repetição de surtidas para obter os efeitos desejados” (BRASIL, p. 37, 2020b).

A baixa permanência do Poder Aeroespacial aliado às restrições na seleção de alvo e a grande preocupação com baixas civis nas ações militares têm se mostrado um desafio para atuação desse Poder. Nesse contexto, uma plataforma mostrou ser a alternativa ideal para

diversas tarefas e ações: a Aeronave Remotamente Pilotada, e por isso a G4G foi escolhida para ser objeto deste estudo.

4.2 AS AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS

Os chamados *drones* têm diversas aplicações de uso na vida da sociedade do século XXI. No campo militar, é observado o desenvolvimento de veículos não-tripulados presencialmente para ambientes de terra, água ou ar.

Para o entendimento deste trabalho, buscou-se a melhor definição de aeronaves não-tripuladas, dentro do escopo estudado. Nessa ótica, Benjamin (2012) citou o descontentamento dos oficiais da Força Aérea norte-americana com o termo não-tripulado, uma vez que todas as ações da aeronave eram comandadas por pilotos ou operadores remotamente posicionados.

Com isso, o termo aeronave remotamente pilotada exemplifica melhor esses equipamentos, termo que foi ratificado nos manuais estadunidenses, como o FM 3-01.44, do exército norte-americano (2022), e pela legislação brasileira como “Subconjunto de Aeronaves Não Tripuladas, pilotadas a partir de uma estação de pilotagem remota” (BRASIL, p.11, 2020a), conforme ICA 100-40 “AERONAVES NÃO TRIPULADAS E O ACESSO AO ESPAÇO AÉREO BRASILEIRO”.

Os sistemas de aeronaves remotamente pilotadas tiveram seu desenvolvimento ainda no século XX (Whittle, 2014) e foram empregados na Primeira Guerra do Golfo, ainda que de forma mais coadjuvante. No conflito dos Balcãs, no final dos anos 1990, *drones* “foram utilizados para obter informações sobre fluxo de refugiados e sobre as defesas antiaéreas sérvias” (Benjamin, p. 14, 2012, tradução nossa).

Estes novos equipamentos apresentam diversas vantagens e desvantagens em relação às aeronaves tripuladas. Por não haver um ser humano a bordo, não está sujeito às limitações do corpo humano, ganhando significativamente em autonomia e permanência, além de poder aplicar manobras que o corpo humano não sustentaria. Contudo, a grande vantagem de se utilizar ARP reside na redução da exposição dos custos humanos na guerra (Benjamin, 2012).

Em contrapartida, os equipamentos geralmente são mais frágeis do que as aeronaves tripuladas, apresentam menor performance e carga útil e ainda são muito vulneráveis a interferências eletrônicas, seja para seus controle ou tramitação de dados. Por isso, é necessário avaliar bem em que tipo de ambiente se pretende utilizar esse vetor.

Para facilitar a delimitação do uso das ARP, bem como quais possíveis ameaças que possam ser enfrentadas quando o adversário faz uso desses equipamentos, o exército norte-americano separou as ARP por grupos, de acordo com suas características conforme o quadro:

Quadro – 1 – Grupos de ARP

	Velocidade / Altitude	Características
Grupo 1 Micro/Mini	Opera normalmente abaixo de 1.200 pés AGL e abaixo de 100 nós	Geralmente com lançamento manual Controle e vídeo em tempo real Cargas pequenas; foco em operações IVR Operação com linha de visada do operador (alcance limitado)
Grupo 2 Tático Pequeno	Opera normalmente abaixo de 3.500 pés AGL e abaixo de 250 nós	Lançado em áreas improvisadas por um pequeno grupo de pessoas Alcance e autonomia medianos Foco em operações IVR; pode adicionar armamento Necessita de linha de visada com estação de controle em solo
Grupo 3 Tático	Opera normalmente abaixo de 18.000 pés MSL e abaixo de 250 nós	Lançado em áreas improvisadas por um pequeno grupo de pessoas Alcance e autonomia variável Foco em operações IVR; pode adicionar armamento Requer maior cadeia logística que os Grupos 1 e 2
Grupo 4 Persistente	Opera normalmente abaixo de 18.000 pés MSL a qualquer velocidade	Pode ser usado estrategicamente ou taticamente Necessita de pista para decolagem e pouso Alcance e autonomia estendidos Operações IVR e armamento ar-superfície
Grupo 5 Penetrante	Opera normalmente acima de 18.000 pés MSL a qualquer velocidade	Equipamento de nível estratégico Requer pista preparada para decolagem e pouso Grande alcance, autonomia e velocidade Compatível com sensores ópticos e armamento para engajar alvos Opera em altitude média a alta Cadeia logística semelhante a de aeronaves tripuladas
AGL = acima do solo; MSL = acima do nível do mar		

Fonte: Adaptado de FM 3-01.44 (USA, 2022, p. 3-2, tradução nossa).

Apesar do seu uso embrionário ainda no século XX, com referências na 1ª Guerra do Golfo e na Guerra dos Balcãs, somente na Guerra ao Terror, no Afeganistão, Paquistão e Iraque, que estes sistemas passaram a ter armamento embarcado e ter um protagonismo perceptível.

4.3 AS ARP NOS CONFLITOS DO SÉCULO XXI.

4.3.1 Na Guerra ao Terror

No Afeganistão, a primeira fase da Operação *Enduring Freedom* apresentou características típicas de um conflito convencional e assimétrico, onde o poder militar da coalisão, liderada pelos EUA, era exponencialmente superior ao das forças afegãs e, em pouco

tempo, a coalisão conquistou a superioridade aérea necessária para operar livremente no espaço aéreo afegão.

Após a conquista da superioridade aérea plena, os desafios de se combater as forças irregulares do Al Qaeda se apresentaram. Neste cenário de guerra irregular e assimétrica onde a coalisão obteve também a segurança na utilização do espectro eletromagnético, a utilização dos sistemas não tripulados mostraram-se mais eficazes que as aeronaves de combate tripuladas.

Com características de relevo montanhoso, de difícil acesso e progressão no terreno pelas tropas terrestres, bem como a complexidade para fazer a distinção dos insurgentes entre a população civil (Scharrer, 2018), os *drones* americanos desempenharam papel importante na Tarefa de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (IVR), além de contribuírem nas ações de ataque.

Estas ARP com grande autonomia, podendo voar mais de vinte e quatro horas ininterruptas, com sensores modernos e armamento de precisão embarcado possibilitaram engajar alvos inimigos assim que identificados. Isto proporcionou uma vantagem estratégica na G4G, pois as oportunidades de alvejar alvos de grande interesse, como os líderes da organização, muitas vezes têm intervalos curtos de tempo para serem aproveitadas.

Em 2020, um dos principais generais iranianos fosse eliminado no Iraque. O General Soleimani era um dos homens mais poderosos do Irã, como Chefe das Forças al-Quds da Guarda Revolucionária. Sua tropa era responsável pela atuação no exterior, fornecendo treinamento e apoio financeiro aos grupos terroristas como Hezbollah do Líbano, Houthis do Iêmen e Hamas da Palestina (Globo, 2024).

“Soleimani foi morto em um ataque dos Estados Unidos com drone na saída do Aeroporto Internacional da capital iraquiana, em janeiro de 2020” (Globo, 2024), sua morte representou um duro golpe para os iranianos, tanto para as autoridades políticas do regime quanto para a população comum.

O domínio do espectro eletromagnético se mostrou é essencial para operações com ARP com enlace satelital para que o não haja perda de controle ou das informações, devido a sua vulnerabilidade à interferência eletrônica. “Eles dependem de um frágil enlace de comunicação que pode sofrer interferência ou perda devido às condições do ambiente” (Scharrer, p.13, 2018, tradução nossa).

A superioridade no campo da guerra eletrônica, na Guerra ao Terror, garantiu o bom desempenho das ARP. Os insurgentes do Al Qaeda não possuíam a tecnologia para tentar se contrapor à superioridade norte-americana (Benjamin, 2012). Dessa forma, ARP de grande

porte, do grupo 4 e 5 na classificação do Exército norte-americano, como o MQ-1 *Predator* e MQ-9 *Reaper*, operaram praticamente sem ameaças. Com autonomia superior a um dia, sensores óptico e infravermelho, essas plataformas conseguiam detectar movimentos em regiões de difícil acesso, bem como captar imagens e vídeos e repassar em tempo real para os oficiais de inteligência ou tropas no terreno.

Essas ARP ainda tinham a capacidade de ataque, sendo armadas com mísseis *Hellfire*, guiados por GPS, a um custo de USD 68.000,00 por disparo (Benjamin, 2012). O MQ-1 carrega 2 mísseis enquanto o MQ-9 pode operar com até 4 unidades deste armamento mais 2 bombas com guiamento laser/GPS.

Figura 2 - MQ-1 Predator



Fonte: Lt. Col. Leslie Pratt

Figura 3 - MQ-9 Reaper



Fonte: Airman 1st Class Victoria Nuzzi.

Quadro - 2 – Capacidades do *Predator* e *Reaper*

ARP	Autonomia	Velocidade	Armamento
MQ-1 <i>Predator</i>	40 horas	240 kts	2 Hellfire
MQ-9 <i>Reaper</i>	27 horas	240 kts	4 Hellfire + 2 GBU-12

Fonte: adaptado de airforcetecnology.com

Além das ARP de grande porte *Predator* e *Reaper*, as tropas terrestres recorreram aos *drones* do grupo 2, RQ-11 *Raven*, portáteis de lançamento manual, para reconhecimento do terreno com baixa exposição ao inimigo (Benjamin, 2012). Estas pequenas ARP permitiram a progressão no terreno pelas unidades americanas, reduzindo a possibilidade de emboscadas e possíveis baixas. Esta classe de *drone* gerou mudanças no conflito entre Rússia e Ucrânia que ocorreria anos depois.

4.3.2 Na Ucrânia

A Guerra na Ucrânia apresentou características de guerra híbrida, onde atores estatais e não-estatais atuam no conflito. A Rússia iniciou sua operação militar especial na Ucrânia com superioridade militar incontestável, porém não obteve a superioridade aérea necessária para operar livremente no espaço aéreo ucraniano. Segundo Bronk (2022), a Rússia não conseguiu obter a superioridade aérea na Ucrânia por uma série de fatores, mesmo tendo superioridade numérica e de capacidades.

As Forças Armadas ucranianas utilizaram a ARP TB2 Bayraktar turco no início do conflito, uma plataforma de grande porte adquirida antes do início das hostilidades, para reconhecimento, direcionamento de artilharia e ataque (Kunertova, 2022). Estas ARP, ainda que mais baratas de adquirir e de operar que aeronaves tripuladas com a mesma capacidade, tem um custo alto de reposição quando comparado aos equipamentos de pequeno e médio portes que podem custar USD 20.000,00 ou menos, frente aos USD 2.000.000,00 do TB2 (Kunertova, 2022) ou aos USD 5.000.000,00 de um MQ-1 *Predator* (Benjamin, 2012).

Neste cenário, a utilização de ARP de maior porte e com capacidades superiores de autonomia e carga útil ficou pouco atrativo devido aos riscos de perdas. Kunertova (2023, p.95, tradução nossa) analisou que “o uso desses drones em operações aéreas é mais efetivo em espaços aéreos incontestáveis durante conflitos assimétricos”.

Em um Teatro de Operações (TO) sem superioridade aérea para nenhuma das partes beligerantes, ambos os lados passaram a utilizar ARP de médio e pequeno porte para ataques, inclusive os drones recreativos, comercialmente negociados, adaptados para carregar granadas (Kunertova, 2022). No conflito da Ucrânia, os *drones kamikazes* e recreativos adaptados passaram a ter maior relevância no TO, tornando-se o ponto de virada na resistência ucraniana ao “democratizar o poder aéreo” (Shift, p.33, 2023).

Dessa forma, abriu-se espaço para a utilização em larga escala das ARP *loitering munition*, popularmente denominadas drones kamikazes, em referência aos guerreiros japoneses que sacrificavam a própria vida. Deveraux (2022, tradução nossa) definiu estes artefatos como “armas de uso único projetadas para encontrar um alvo e colidir contra ele”.

Perez (2023) reuniu as três principais ARP *loitering munition* utilizados pela Rússia e os três principais operados pela Ucrânia e suas respectivas características, sendo pelo lado russo a ARP Shahed-136 iraniano, a Kub-Bla da própria Rússia e a Lancet-3 também russo.

Quadro - 2 – Principais ARP *loitering munition* utilizados pela Rússia

ARP	Autonomia	Alcance	Velocidade
Shahed-136	10 a 12 horas	2.000 km	200 km/h
Kub-Bla	30 min	40 km	80 a 130 km/h
Lancet-3	40 min	40 km	80 a 110 km/h

Fonte: O autor.

Figura – 4 - Shahed-136 iraniano utilizado pela Rússia

Fonte: Роман Мартинюк

Já pelo lado ucraniano, foram citados a ARP Switchblade 600 americano, a Phoenix Ghost também americano e o RAM II de fabricação ucraniana. Todos podem ser classificados como Grupo 2 ou 3.

Quadro - 3 – Principais ARP *loitering munition* utilizados pela Ucrânia

ARP	Autonomia	Alcance	Velocidade
Switchblade 600	40 min	40 km	185 km/h
Phoenix Ghost	6 horas	Não Disponível	Não Disponível
RAM II	55 min	40 km	70 km/h

Fonte: O autor.

Figura – 5 - Lançamento do Swichtblade 600.

Fonte: edrmagazine.eu

Figura – 6 – Swichtblade 600

Fonte: edrmagazine.eu

Esse tipo de equipamento foi amplamente utilizado na Guerra Rússia-Ucrânia até o final do ano de 2023, período estudado neste trabalho. Possuem sensores e armamento que possibilitam cumprir diversas Ações de Força Aérea, como Reconhecimento Aeroespacial, Reconhecimento Armado, Ataque, Posto de Comunicação Aeroespacial, Supressão de Defesa Antiaérea Inimiga (Perez, 2023).

A autonomia e alcance desses vetores aumentou ao longo do conflito, permitindo que alvos distantes, que não estavam disponíveis para ofensivas, passassem a ser alvejados. “Há quase um ano já são registrados ataques de drones, principalmente contra instalações militares e de infraestrutura energética” (Globo, 2023). Notícias como essa passaram a ser vinculadas por jornais e sítios eletrônicos voltados para assuntos militares.

As ARP *loitering munition* ainda são equipamentos projetados para ações bélicas, mesmo tendo um custo de aquisição mais atrativo que outros tipos de armamento, porém a Guerra da Ucrânia chamou a atenção do mundo para o emprego de ARP recreativos adaptados para ações bélicas (Shift, 2023).

As ARP recreativos “são em sua grande maioria quadricópteros. Estes são mais baratos, onipresentes e mais fáceis de voar” (Shift, 2023, p. 10, tradução nossa). Esse tipo de equipamento é fácil de adquirir e normalmente atingem uma altitude de 1500 pés, tem autonomia inferior a 30 minutos, alcance de até 8 quilômetros e velocidades de até 25 nós. Eles ainda podem ser equipados com câmeras de alta definição e essas imagens serem transmitidas em tempo real ao operador ou transportarem pequenos artefatos explosivos, como granadas, para serem lançadas sobre tropas inimigas (Shift, 2023).

Os ucranianos passaram a chamar esse tipo de ARP de “mosquito”, devido ao seu tamanho reduzido e o zumbido característico dos rotores. Apesar de disso, eles apresentam baixo nível de ruído, principalmente nas regiões de conflito ou quando voando em altitude

maiores, tornando-os muito difíceis de se detectar. Dessa forma, se tornaram um vetor importante para a campanha contraofensiva ucraniana.

Figura 7 – ARP Grupo 1 usado pela Ucrânia.



Fonte: Sean Gallup

Shift (2023) também relata que as tropas ucranianas utilizaram ARP ainda menores, sem capacidade de ataque, em ações de operação psicológica contra os russos, fazendo-os pensar que estavam sob o ataque dos “mosquitos”.

O ambiente onde a exploração do espaço aéreo era contestado, foi necessários utilizar volumes inferiores para ação do Poder Aeroespacial. Estes volumes ficaram conhecidos como litoral aéreo. Bremer e Grieco (2021) definiram litoral aéreo como o espaço aéreo compreendido entre as forças de superfície e as altitudes que as aeronaves de caça e bombardeiros voam, geralmente localizado abaixo de 10.000 pés.

O litoral aéreo se mostrou o ideal para as ARP dos Grupo 1, 2 e 3, seja pela restrição técnica dos equipamentos, seja para evitar medidas dos adversários. Porém, a coordenação do uso desse espaço aéreo tem se mostrado um desafio devido a dificuldade de detecção das ARP e a necessidade de suporte às forças de superfície e sua defesa.

4.4 O PODER AEROESPACIAL NAS G4G.

O Poder Aeroespacial obteve seu ápice de emprego na Primeira Guerra do Golfo, quando desempenhou o papel de protagonista na campanha vitoriosa da coalisão ocidental as forças do Iraque. O Poder Aeroespacial foi capaz de atacar em pouco tempo e de forma

coordenada os principais órgãos vitais de poder iraquianos. A Teoria dos Cinco Anéis, de Warden (1995), teve sua eficiência comprovada neste conflito.

O anel central, da liderança, foi atingido ao se destruir os sistemas de comando e controle, isolando Saddam Hussein das suas tropas, assim como o segundo anel, de sistemas essenciais, ao infligir danos no fornecimento de energia no país. “Ataques aéreos simultaneamente desabilitaram nós de comunicação e a energia elétrica em todo país” (Olsen, p. 188, 2010).

Ficou evidente que a diferença militar e tecnológica do bloco ocidental seria muito difícil de superar para os adversários dos EUA e seus aliados, em um combate direto nos moldes das G3G. Isso fez que novas formas de contrapor ao ocidente surgissem. Atores não-estatais passaram a entrar em conflito com os Estados por diversos motivos ideológicos e acabando com o monopólio estatal do uso da força, do modelo vestifaliano, dando origem as Guerras de Quarta Geração (Lind *et al.*, 1989). Estados soberanos passaram a enfrentar conflitos irregulares.

O surgimento das G4G foi desafiador para o Poder Aeroespacial. As características de conflito irregular, com lideranças dispersas, suporte logístico simplificado, baixa intensidade, longa duração e uso das estruturas civis para benefício dos insurgentes, reduziram as possibilidades de emprego das aeronaves modernas e de grande performance.

Na Guerra ao Terror, as Aeronaves Remotamente Pilotas se tornaram a alternativa viável. A possibilidade de permanecer no Teatro de Operações por muitas horas, sem necessidade de substituição da aeronave e os pilotos podendo ser substituídos sem interromper o voo, aliada aos sensores modernos e armamentos de precisão, permitiu o monitoramento de alvos de interesse de forma contínua (Benjamin, 2012).

As ARP possibilitaram que o Poder Aeroespacial pudesse vigiar as regiões montanhosas do Afeganistão por períodos prolongados, fazendo buscas de membros da Al Qaeda com os sensores infravermelho ou óptico e, se fosse do interesse a sua eliminação, atacá-los com seus mísseis *Hellfire*.

As ações de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento foram as principais contribuições das ARP no Afeganistão e Iraque, porém estas plataformas possibilitaram infligir danos diretos em algumas lideranças. Devido suas características furtivas, de baixa assinatura RADAR, sonora e térmica, as ARP foram a forma que os EUA encontraram para eliminar o General Qassem Soleimani, tido o principal articulador entre o governo de Teerã e os grupos terroristas fundamentalistas islâmicos (Globo, 2024).

As ARP também desempenharam o papel de proteção das forças terrestre, nas ações de Apoio Aéreo Aproximando, devido às mesmas características de baixa detecção pelos adversários com capacidades tecnológicas inferiores e à possibilidade de emprego de seus armamentos de precisão.

Na Guerra da Ucrânia, a impossibilidade de se dominar o espaço aéreo de forma completa, impediu o uso de ARP como visto na Guerra ao Terror (Kunertova, 2023). As ARP tiveram papel importante no emprego contra tropas, inicialmente. A utilização dos *loitering munition* possibilitou que a Ucrânia impedisse, ou pelo menos freasse, o avanço das tropas russas e devolveu a capacidade dos ucranianos explorar o espaço aéreo, mesmo que no volume reduzido do litoral aéreo.

Ao longo do conflito, as capacidades das ARP evoluíram e estes equipamentos passaram a ser empregados para objetivos mais distantes, dentro do território inimigo, e de maior importância como instalações militares e infraestrutura energética (Globo, 2023).

Por meio da análise dos dados da Guerra ao Terror e da Guerra da Ucrânia, foi possível observar a contribuição das ARP para emprego do Poder Aeroespacial na Tarefa de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento, definida na Doutrina Básica da FAB (DCA 1-1, vol. II) como “a Tarefa que tem por objetivo prover consciência situacional para as forças amigas sobre o ambiente, fatores e condições em áreas de interesse” (BRASIL, p.18, 2020c).

Além da contribuição destacada na Tarefa de IVR, as ARP colaboraram na Ação de Ataque, definida na DCA 1-1 como “consiste em empregar Meios Aeroespaciais utilizando-se de meios cinéticos para neutralizar ou destruir alvos oponentes fixos, estacionários e móveis na superfície, previamente localizados e identificados” (BRASIL, p.28, 2020c), Apoio Aéreo Aproximado: “consiste em empregar Meios Aeroespaciais, utilizando-se de meios cinéticos contra alvos fixos, estacionários e móveis na superfície, para detectar, identificar e neutralizar forças oponentes que estejam em contato direto com forças amigas” (BRASIL, p.27, 2020c).

4.4.1 Os Cinco Anéis na G4G

A Teoria de Warden continua efetiva nas G4G, porém não como aconteceu na Primeira Guerra do Golfo. A maior dificuldade, nesta modalidade de beligerância, é conseguir identificar claramente os alvos a serem atacados. O inimigo não se expõe sem necessidade, logo é necessário um grande esforço de inteligência para identificar o objetivo correto. Uma vez identificado, pode-se empregar o Poder Aeroespacial com a ressalva de reduzir os danos

colaterais na população local para não transformar uma vitória tática em uma derrota estratégica.

Dentro da Teoria dos Cinco Anéis, o mais importante é o anel da liderança. Por ser o mais difícil de se atingir, com muitas defesas e janelas de oportunidade reduzidas, o emprego de ARP para este objetivo se mostrou viável. É salutar dizer que em ambientes de contestação de espaço aéreo seria muito improvável que esse tipo de ação fosse possível, porém no cenário onde há superioridade aérea inquestionável existe a possibilidade, conforme no exemplo do General Soleimani.

O Segundo e Terceiro Anéis, de sistemas essenciais e infraestrutura respectivamente, mostraram-se vulneráveis para as ações das ARP, tanto em conflitos irregulares quanto em condições de guerra híbrida. No primeiro caso, a dificuldade está em identificar os elementos que compõem os anéis, porém após a identificação pode-se utilizar de aeronaves tripuladas ou ARP para cumprir a missão. No segundo caso, porém, a dificuldade reside na parcela convencional do conflito híbrido, na qual a força militar tem maior capacidade de se opor a uma ofensiva aérea, contudo os *loitering munition* têm se mostrado efetivos ao navegar pelo litoral aéreo para atingir os seus alvos.

O Quarto Anel trata da população. Neste anel, as ações cinéticas não se mostraram atrativas, podendo causar derrota estratégica. Os ataques nesta camada devem ser de carácter não cinético, como operações de propaganda e informacional. Kunertova (2023) relatou que essas ações têm sido exploradas na Guerra da Ucrânia por ambas as partes, utilizando imagens e vídeos obtidos pelas ARP em ataques e divulgando-os em mídias digitais.

O Quinto Anel, e último, visa atingir as tropas no terreno. Para esse fim, as ARP foram o ponto de virada para os ucranianos que utilizaram os *loitering munition* em grande quantidade, além da inovação de se usar drones comerciais, do grupo 1, adaptados para atacar tropas russas com explosivos. Já no caso da guerra ao terror, as ARP do grupo 4, com grande capacidade de armamentos, se mostraram muito eficientes para a missão.

5 CONCLUSÃO

No último século as formas de combate evoluíram rapidamente, acompanhando o desenvolvimento tecnológico observado durante o mesmo período. O Poder Aéreo nasceu na Primeira Guerra Mundial e atingiu seu auge de emprego na Primeira Guerra do Golfo. Após esse conflito, atores não-estatais passaram empregar novas formas de combate que deram origem às Guerras de Quarta Geração. Dentro dessa percepção, surgiu o problema de pesquisa

deste trabalho: como o uso de ARP contribuiu para o emprego do Poder Aeroespacial nas Guerras de Quarta Geração do século XXI?

Frente ao problema citado, buscando a responder a indagação, foi formulado o objetivo geral da pesquisa para analisar a contribuição das ARP para o emprego do Poder Aeroespacial nas Guerras de Quarta Geração do século XXI até a Guerra da Ucrânia, limitado ao final do ano de 2023, e apontar possíveis aprendizados para Força Aérea Brasileira.

De forma a nortear o presente trabalho, foram definidos três objetivos específicos: OE1- Descrever as Gerações de Guerra, enfatizando as características da Guerra de Quarta Geração; OE2- Definir o conceito de Aeronave Remotamente Pilotada no contexto deste trabalho; e OE3- Descrever o emprego das Aeronaves Remotamente Pilotadas nos conflitos armados do século XXI até a Guerra na Ucrânia iniciada em 2022.

O embasamento teórico levou em consideração a Teoria dos Cinco Anéis, de Warden (1995), que consiste em analisar o adversário como um sistema, no qual os elementos são classificados de acordo com a sua importância e separados em cinco anéis, sendo o anel central onde ficam os elementos mais importantes.

A metodologia adotada se baseou em pesquisa bibliográfica e documental. Com o objetivo de verificar as gerações de guerra e entender as características da Guerra de Quarta Geração, buscou-se as obras Lind (1989, 2015).

Na sequência foram apresentados os dados das pesquisas realizadas para atingir os três objetivos específicos. Assim, para alcançar o OE1 e descrever as características das gerações de guerra, com ênfase na G4G, foram adotadas as definições do trabalho de Lind *et al.* (1989) que indicou as características da G1G, G2G e da G3G. A obra ainda apresentou a G4G como um desafio novo para os Estados, com a presença de atores não-estatais confrontando-os em conflitos irregulares. Neste cenário, as ARP se mostraram a alternativa eficiente e, por isso, foram escolhidas como objeto deste estudo.

Para atingir o OE2 e definir o conceito de Aeronave Remotamente Pilotada no contexto deste trabalho, foi identificado na obra de Benjamin (2012) que o termo “aeronave não-tripulada” foi rejeitado pelos oficiais da Força Aérea norte-americana que adotaram a definição de Aeronave Remotamente Pilotada. Tal definição foi ratificada no manual FM 3-01.44 do Exército dos EUA (2022) e pela ICA 100-40 do DECEA, Órgão regulador da aviação no Brasil.

Tendo em vista alcançar o OE3, que objetivava descrever o emprego das Aeronaves Remotamente Pilotadas nos conflitos armados do século XXI até a Guerra na Ucrânia iniciada em 2022, foi analisado o emprego de ARP na Guerra ao Terror e na Ucrânia por meio de livros, artigos e sítios eletrônicos.

Na Guerra ao Terror, as ARP se mostraram eficientes na Tarefa de IVR, devido sua alta autonomia, e sensores óptico e infravermelho. Além da sua contribuição em IVR, as ARP foram empregadas com armamento pela primeira vez no Afeganistão e Iraque, contribuindo para a eliminação de alvos de difícil acesso.

Na Ucrânia, o uso de ARP com maior capacidade não foi atrativo, devido a incapacidade mútua de conquistar a superioridade aérea, desta forma, o emprego de ARP *loitering munition* e recreativos adaptados foi priorizado para busca e ataque a tropas, carros de combate, usinas de energia e infraestrutura, explorando a vulnerabilidade de detecção no litoral aéreo. Estes equipamentos possuem menor capacidade, porém possibilitaram a democratização do Poder Aeroespacial, por terem menor custo de aquisição e operação.

Diante dos dados obtidos, concluiu-se que as ARP foram capazes de atingir objetivos nos diversos anéis da Teoria dos Cinco Anéis, de Warden (1995), durante uma G4G, dependendo do ambiente em que se desenrola o conflito.

Em um ambiente de superioridade aérea incontestável, como no Afeganistão, a grande autonomia permite aproveitar as poucas oportunidades de atingir as lideranças de grupos insurgentes, bem como suas estruturas de suporte em lugares de difícil acesso, além da grande capacidade de obter informações de inteligência.

Nos ambientes sem superioridade aérea, como na Ucrânia, as ARP ainda se mostraram eficazes contra tropas em campo, infraestruturas e sistemas essenciais, porém o anel mais central, da liderança, não foi ameaçado. No quarto anel, referente a população, só foram observados efeitos positivos em operações de propaganda e informacionais.

A análise dos dados levaram a conclusão que as ARP contribuíram para o emprego do Poder Aeroespacial nos conflitos com características de G4G, ao infringirem danos, com efeitos positivos, em objetivos classificados em quatro dos cinco anéis da teoria de Warden (1995). Assim, o objetivo geral do trabalho foi atingido.

Este trabalho contribui para a Força Aérea Brasileira (FAB) ao demonstrar as capacidades de diferentes tipos de ARP utilizados nos últimos conflitos de relevância internacional, em contexto de Guerra de Quarta Geração, para que a FAB esteja preparada tanto para operar estes equipamentos quanto para se contrapor a um inimigo que os utilize.

A falta de obras literárias sobre Guerra na Ucrânia, por esta ainda estar ocorrendo e ter início relativamente recente, foi considerado uma limitação para a pesquisa, bem como a reduzida quantidade de estudos em português sobre o emprego de ARP em conflitos.

Por fim, este trabalho não esgotou o assunto e possibilita novas abordagens e que outras pesquisas continuem a explorar o emprego militar das ARP e como se defender delas, ao

explorar métodos para se contrapor aos *loitering munition* e às ARP recreativas adaptadas à utilização militar.

REFERÊNCIAS

- BENJAMIN, M. Drone Warfare: Killing by Remote Control. New York: OR Books, 2012.
- BRONK, J. The Mysterious Case of the Missing Russian Air Force. **RUSI**. 28 fev. 2022. Disponível em: <https://rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/mysterious-case-missing-russian-air-force> Acesso em: 15 mai. 2024.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Portaria DECEA nº 112/DGCEA, de 22 de maio de 2020. Aprova a reedição da Instrução sobre “Aeronaves não tripuladas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro” (ICA 100-40). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, nº 95, f. 6396, 2 jun. 2020a.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria nº 1.224/GC3, de 10 de novembro de 2020. Aprova a reedição da Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira - Volume 1 (DCA-1-1). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 205, f.14971, 12 nov. 2020b.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria nº 1.225/GC3, de 10 de novembro de 2020. Aprova a edição da Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira (DCA 1-1) - Volume 2. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 205, f. 14971, 12 nov. 2020c.
- BREMMER, M.K.; GRIECO, K.A. The Air Litoral: Another Look. **The US Army College**. v.51, n. 4, pg. 67 - 80, Nova York, DOI: 67-80, doi:10.55540/0031-1723.3092. dez./mar. 2021. Disponível em: <https://press.armywarcollege.edu/parameters/vol51/iss4/7/> Acesso em: 29 mai. 2024.
- O que a Ucrânia arrisca com ataques de drones na Rússia?. **G1 Mundo**. Rio de Janeiro, 03 jun. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/mundo/ucrania-russia/noticia/2023/06/03/o-que-a-ucrania-arrisca-com-ataques-de-drone-na-russia.ghtml> Acesso em: 15 jun. 2024.
- DEVERAUX, B. Loitering Munition in Ukraine and Beyond. **War on the Rocks**. Disponível em: <https://warontherocks.com/2022/04/loitering-munitions-in-ukraine-and-beyond/> Acesso em: 07 jun. 2024.
- EXPLOSÕES de bombas no Irã: Saiba quem foi o general iraniano Qassem Soleimani, morto pelos EUA há 4 anos. **O Globo**. Rio de Janeiro, 03 jan. 2024. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/mundo/noticia/2024/01/03/ataques-a-bomba-no-ira-saiba-quem-foi-o-general-iraniano-qassem-soleimani-morto-pelos-eua-ha-4-anos.ghtml> Acesso em: 15 jun. 2024.
- KUNERTOVA, D. The war in Ukraine shows the game-changing effect of drones depends on the game. **Bulletin of the Atomic Scientists**, Chicago, v. 79, no 2, p. 95-102, DOI: 10.1080/00963402.2023.2178180, mar. 2023. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00963402.2023.2178180> Acesso em: 03 mai. 2024.

LIND, W. S.; NIGHTENGALE, K.; SCHMITT, J. F.; SUTTON, J.; WILSON, G. I. “**The Changing Face of War: Into the Fourth Generation**”. Disponível em: <https://globalguerrillas.typepad.com/lind/> Acesso em: 01 jun. 2024.

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

MORROW, J.H.J. The First World War, 1914 – 1919. *In*: OLSEN, J.A. **A History of Air Warfare**. Dulles: Potomac Books, Inc. 2010.

OLSEN, J.A Operation Desert Storm, 1991. *In*: OLSEN, J.A. **A History of Air Warfare**. Dulles: Potomac Books, Inc. 2010.

PEREZ, V.M. **O emprego de SARP *Loitering Munition* durante a Guerra da Ucrânia e aprendizados para aplicações futuras no Brasil**. 2023. TCC (Curso Avançado de Comando e Estado-Maior) – Escola de Comando e Estado Maior da Aeronáutica, Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2023.

PINHEIRO, A. DE S. O Conflito de 4ª Geração e a Evolução da Guerra Irregular. **Coleção Meira Mattos: revista das ciências militares**, n. 16, 1 dez. 2007. Disponível em: <http://ebrevistas.eb.mil.br/RMM/article/view/258> Acesso em: 03 mai. 2024.

SCHARRER, P. **Army of None: Autonomous Weapons and the Future of War**. New York: W. W. Norton & Company, 2018.

SCHIFT, D. **Poor Man’s Air Force: A guide to how small drones might be used in domestic unrest or low intensity conflicts**. ISBN: 9798392156870, Independently published, 2023. *E-book*

USA. Headquarter, Department of the Army. **Short Range Air Defense Operations**. Field Manual nº 3-01.44. Washington, DC, 21 jul. 2022.

VEIGA, M.M.C. **A Guerra Informacional em guerras de quarta geração**. 2022. TCC (Curso Avançado de Comando e Estado-Maior) – Escola de Comando e Estado Maior da Aeronáutica, Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2022.

VISACRO, A. O modelo brasileiro de Defesa Nacional em face dos atuais desafios estratégicos . **Centro de Estudos Estratégicos do Exército : Análise Estratégica**, v. 16, n. 2, p. 49-65, 10 jun. 2020. Disponível em: <http://www.ebrevistas.eb.mil.br/CEEEExAE/article/view/4839> Acesso em: 20 jun. 2024.

WARDEN III, J.A. Strategy and AirPower. **Air Power Journal**, Maxwell AFB, v.25, n.1, p. 64-76, mar./jun. 2011. Disponível em: <https://discover.dtic.mil/results/?q=five-ring#gsc.tab=0&gsc.q=five-ring&gsc.page=1> Acesso em: 22 jun. 2024.

WARDEN III, J.A. The Enemy as a System. **Air Power Journal**, Maxwell AFB, v.9, n.1, p. 40-55, mar./jun. 1995. Disponível em: https://www.airuniversity.af.edu/Portals/10/ASPJ/journals/Volume-09_Issue-1-Se/1995_Vol9_No1.pdf Acesso em: 20 jun. 2024.

WHITTLE, R. **Predator**. New York: Henry Holt, 2014.

