

# **ASPECTOS PRESENTES NA AVIAÇÃO MILITAR DA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL QUE ORIGINARAM OS MEIOS E SISTEMAS AÉREOS DO SÉCULO XXI**

## ***ASPECTS PRESENT IN MILITARY AVIATION DURING WORLD WAR II THAT ORIGINATED THE AERIAL MEANS AND SYSTEMS OF THE 21ST CENTURY***

**Daniel Venâncio Larrubia<sup>1</sup>**  
Pedro Ernesto Miranda Rampazo\*

### **RESUMO**

O estudo da história militar faz parte do cotidiano do meio castrense, sendo necessário a fim de proporcionar aprendizados. Tendo isso em vista, vale ressaltar que a Segunda Guerra Mundial é um tema com diversos ensinamentos a serem transmitidos. A aviação militar desempenhou papel essencial no embate, estando presente em batalhas, transportando tropas, fornecendo apoio logístico e resgate de feridos, além de diversas outras funções. Por conta de tamanha importância, tanto os Aliados como o Eixo buscaram aprimorar e desenvolver tecnologias nessa área, com o objetivo de propiciar vantagens no teatro de operações. Tais inovações proporcionaram grandes evoluções no setor aeronáutico, que vieram a ser a base do que é considerado fundamental na aviação do século XXI. Portanto, o presente trabalho tem a proposta de apontar os fatores do passado que originaram a contemporaneidade do cenário da aviação militar. Para tanto, é realizada uma pesquisa de caráter bibliográfico, contando com referencial específico da área, no intuito de comparar algumas realidades do setor aéreo da Segunda Grande Guerra e do século XXI.

**Palavras-chave:** Aviação militar; História militar; Segunda Guerra Mundial; Evolução da aviação.

---

<sup>1</sup> Cadete Aviador do 4º Esquadrão (Turma Orthrus, 2023)

\* 2º Ten QOCon Magistério História Superior. Graduado em História pela Universidade do Sagrado Coração. Academia da Força Aérea. E-mail: [rampazopemr@fab.mil.br](mailto:rampazopemr@fab.mil.br)

## ABSTRACT

The study of military history is part of the daily routine of the military environment, being necessary in order to absorb lessons learned. With that in mind, it is worth noting that World War II is a topic with several valuable lessons to be conveyed. Military aviation played an essential role in the conflict, being present in battles, transporting troops, providing logistical support and rescue of the wounded, among many other functions. Due to such importance, both the Allies and the Axis powers sought to improve and develop technologies in this area, with the goal of gaining advantages in the theater of operations. Such innovations provided significant advancements in the aeronautical sector, which would become the basis of what is considered fundamental in 21st-century aviation. Therefore, this paper aims to identify the factors from the past that originated the contemporary scenario of military aviation. To this end, a bibliographical research is carried out, relying on specific references from the area, in order to compare some of the realities of the aerial sector during World War II and the 21st century.

**Keywords:** Military aviation; Military history; World War II; Evolution of aviation.

## INTRODUÇÃO

A presente pesquisa busca produzir um apontamento sobre o legado deixado pela aviação militar no contexto da Segunda Guerra Mundial (1939-1945) e seus reflexos no século XXI. É de caráter bibliográfico, contando com livros, artigos e periódicos como referencial teórico.

O campo da História Militar abrange uma enorme quantidade de conteúdo, contando com séculos de material a serem explorados. A fim de realizar um recorte de acordo com as especificidades da Força Aérea Brasileira (FAB) e da Academia da Força Aérea (AFA), o tema de Aviação Militar foi escolhido. Entretanto, ainda existem diversos acontecimentos dentro de tal assunto passíveis de serem analisados, fato que requereu uma maior especificação dentro do assunto culminando na escolha da Segunda Guerra Mundial. Tal confronto contou com a participação de diversos países ao redor do globo, sendo marcante no campo histórico militar mundial (BEAL; ANDRADE; MONTEIRO, 2019).

A Segunda Grande Guerra foi palco de algumas das maiores batalhas aéreas da história, como a Batalha da Grã-Bretanha (1940), na qual algumas centenas de pilotos da *Royal Air Force* (RAF) garantiram a segurança de milhões de cidadãos britânicos (ROSA, 2014). O confronto entre os Aliados e o Eixo contou também com uma série de avanços tecnológicos no ramo aeronáutico que influenciaram diretamente as capacidades operacionais das aviações militares na conjectura atual.

O trabalho apresenta uma breve visão da aviação militar durante a Segunda Guerra Mundial a fim de que seja possível conhecer de que forma o passado moldou as condições vividas nas Forças Aéreas no século XXI. Existem diversos sistemas e modelos utilizados na aeronáutica que são de uso rotineiro no cenário mundial, mas que tiveram a sua origem perdida durante as muitas décadas desde sua criação (CUNHA, 2019). Tendo isso em vista, este estudo busca trazer à tona alguns dos muitos fatores que possibilitaram a evolução do setor aéreo.

Durante a pesquisa, foram abordados alguns dos mais ativos vetores, armamentos e sistemas de guerra eletrônica presentes no conflito, bem como táticas e doutrinas envolvidas no desenrolar da Guerra. É apresentada também a maneira através da qual tais elementos se encaixaram nas dinâmicas das principais batalhas aéreas e seu uso em geral nesse período (LEMOS, 2012).

Em seguida, são apresentadas as aeronaves e sistemas que estão presentes no âmbito da aviação militar do século XXI (GERTLER, 2013). Assim, são abordadas as evoluções que as capacidades do campo aeronáutico sofreram desde 1945 em relação às capacidades atuais.

Uma vez que as mais significativas tecnologias do ar são conhecidas, é estabelecida uma associação que relaciona a aviação da Segunda Grande Guerra aos sistemas de poder aéreo do século XXI, formando uma conexão que aponta as origens do que é conhecido e difundido no meio aeronáutico contemporâneo.

Ao conhecer o passado da aviação, é possível estimular o interesse em conteúdos ligados à Aeronáutica, bem como uma maior base teórica possibilita um avanço na capacidade de análise crítica relacionada à temática apresentada.

Dessa maneira, este estudo tem como objetivo apontar aspectos da aviação militar da Segunda Guerra Mundial que influenciaram diretamente os meios e sistemas aeronáuticos do século XXI, a fim de conhecer os vetores, armamentos e sistemas aeronáuticos do período da Segunda Guerra Mundial, apresentar tecnologias aeronáuticas presentes no século XXI e estabelecer uma relação entre os dois períodos.

Por fim, através das relações estabelecidas durante a pesquisa, busca-se responder à pergunta “Quais foram alguns dos aspectos presentes na aviação militar da Segunda Guerra Mundial que originaram os meios e sistemas aéreos do século XXI?”.

## 1 REFERENCIAL TEÓRICO

A Segunda Guerra Mundial foi determinante para o desenvolvimento da aviação. Projetadas inicialmente para fins militares com a intenção de facilitar o transporte de armamento e os longos bombardeiros, as aeronaves revolucionaram o setor aéreo. Mais tarde, com o advento das turbinas a jato, a possibilidade de alcance a longas distâncias com potência elevada foi decisivo para o sucesso dos países vencedores do conflito (PEREIRA; HAUENSTEIN; FRIEDRICH, 2018).

Rosa (2017) destaca em seu estudo que o Poder Aéreo desempenhou um papel fundamental ao possibilitar que as forças de superfície dos Estados Unidos e seus aliados alcançassem a vitória na Europa durante a Segunda Guerra Mundial. Ao analisar essa contribuição, é evidente que as aeronaves desempenharam um papel de destaque como meio de emprego e foram essenciais para o sucesso das operações militares. O avanço tecnológico e a eficácia dessas máquinas voadoras permitiram a supremacia aérea, proporcionando suporte estratégico, superioridade tática e capacidade de ataque de longo alcance.

Beal, Andrade e Monteiro (2019) afirmam que as aeronaves militares também desempenharam papel fundamental no esforço de guerra alemão, sendo essenciais para a *Blitzkrieg* (ou, simplesmente, “guerra relâmpago”). A *Luftwaffe* (Força Aérea Alemã) necessitava da disponibilidade de aeronaves capazes de realizar suporte aéreo, como os Junkers Ju-52 e os Heinkel He-111. Além disso, durante os ataques, os nazistas faziam uso dos bombardeiros Junkers Ju-87, popularmente conhecidos como “*Stuka*”, para o que era essencial: adquirir e manter a supremacia do ar.

A Segunda Grande Guerra contou ainda com outros avanços no meio aeronáutico, como o uso do sistema de radar para a detecção de aeronaves (LEMOS, 2012). Desenvolvido pelo inglês Robert Watson-Watt, superintendente do Ministério da Aeronáutica britânico, o radar foi essencial para a vitória na Batalha da Grã-Bretanha (1940). A defesa inglesa era integrada por uma linha de radares instalados na costa, que interceptava a aproximação das aeronaves alemãs e transmitia as informações para um centro de coordenação do Comando de Caças, gerenciado pela *Home Guard* – Guarda Territorial.

Lemos (2012) ainda destaca a importância dos caças ingleses na batalha, sendo fundamentais para a vitória dos Aliados. Os caças Supermarine *Spitfire* e Hawker *Hurricane* deveriam decolar poucos minutos após serem acionados pela *Home Guard*, que identificava o tipo, o número e a direção das esquadrilhas inimigas e passavam estas informações, via telefone, para os

controles de área. A tática inglesa básica consistia em lançar os *Spitfire* contra os caças Messerschmitt Bf 109 e 110 de escolta, enquanto, mais abaixo, os *Hurricane* atacavam os bombardeiros alemães.

Martins (2016) aponta a posição de destaque das aeronaves alemãs durante a Segunda Guerra Mundial, em especial o Messerschmitt Me 262, primeiro caça com motor a jato a entrar em serviço. O Me 262 foi uma inovação representativa da tecnologia de ponta alemã. De todas as suas características revolucionárias, o seu método de propulsão, o motor a jato, foi a mais notória, relegando os motores a hélice, convencionais propulsores desde a criação do primeiro avião, para um plano secundário em termos de aviação militar e, posteriormente, civil.

No decorrer da Guerra, também ocorreram avanços na área da navegação, como comentaram Portilho e Bukzem (2015). Durante a Segunda Guerra Mundial foram desenvolvidos sistemas de navegação que utilizavam ondas de rádio VHF (*Very High Frequency*). Com esta nova faixa de espectro de ondas de rádio, diminuíram consideravelmente os problemas relacionados à qualidade de transmissão e possíveis interferências causadas por fenômenos atmosféricos.

De acordo com Rosa (2014), um fator que exemplifica os avanços das capacidades do poder aéreo é o bombardeio estratégico. Uma comparação entre as campanhas de tal operação militar durante a Segunda Guerra Mundial e a Guerra do Golfo (1990-1991) revela quão eficaz essa função vem se tornando. Na Europa, eram necessários centenas de bombardeiros para se obter, muitas vezes, escassos resultados contra os alvos elencados como estratégicos. Durante a Guerra do Golfo, o efeito obtido com o emprego de um F-117 *Nighthawk*, com armamento de precisão ou um míssil *Tomahawk* contra alvos estratégicos, teve distinto nível de eficácia.

Rosa (2014) ainda determina que o poder aéreo do futuro claramente necessitará de um alto grau de flexibilidade para atender requisitos de operação tão voláteis quanto os presentes no século XXI. Afirma também que é provável que em um futuro próximo a capacidade de se integrar as funções e características desempenhadas pelas diferentes aeronaves em um único sistema venha a definir a real capacidade do poder aéreo. Para tanto, aeronaves produzidas por nações como Estados Unidos, China e Rússia mostram-se as mais eficazes nesse quesito.

Um exemplo é o F-22 *Raptor*, aeronave estadunidense, que incorpora um alto grau de furtividade, bem como possui *supercruise* - capacidade de atingir velocidades supersônicas sem a utilização de pós-combustão - vetorização de empuxo para alta manobrabilidade e aviônicos integrados, que fundem informações de sensores *on-board* e *off-board* (GERTLER, 2013). Tais

características tornam o *Raptor* o caça de superioridade aérea com maior capacidade multimissão no mundo.

Nessa nova era da guerra, as inovações tecnológicas, os aperfeiçoamentos operacionais ou a combinação dos dois conduzem a uma “mudança fundamental” na maneira de planejar e conduzir as operações militares. Alguns elementos são nítidos nessa mudança: a capacidade de ataque profundo com precisão; a guerra da informação; a guerra espacial; o ciberespaço; comando e controle; os inimigos não convencionais, dentre outros (ROSA, 2014).

## **2 MÉTODO DE ANÁLISE**

O método de análise utilizado neste artigo científico é de pesquisa bibliográfica, que consiste em uma abordagem sistemática de coleta, seleção e análise de fontes relativas ao tema. O primeiro passo foi identificar os temas relacionados à aviação militar, incluindo a Segunda Guerra Mundial, as origens das aeronaves, sistemas de navegação e doutrinas. Em seguida, foram utilizadas bases de dados acadêmicas, bibliotecas digitais e motores de busca para encontrar publicações científicas, livros, teses e artigos que abordassem esses tópicos.

A seleção das fontes foi baseada em critérios de relevância, qualidade e atualidade. Foram priorizadas obras de especialistas no campo da aviação militar, como os autores citados nos textos de referência. Essas fontes foram lidas e analisadas, buscando extrair informações sobre os aspectos abordados no artigo.

A análise dos textos foi realizada de forma comparativa, buscando identificar padrões, tendências e relações entre os diferentes temas abordados. Foram levados em consideração os contextos históricos, as contribuições tecnológicas e as implicações no desenvolvimento da aviação militar ao longo do tempo.

O referencial foi baseado em livros, teses, artigos e periódicos específicos da área. A partir da leitura de tais materiais, é apresentada uma base de conhecimento, possibilitando a realização de uma síntese que aponta alguns dos mais ativos vetores, armamentos e sistemas de guerra eletrônica, bem como táticas e doutrinas envolvidas no desenrolar da Segunda Guerra Mundial. Posteriormente, é apresentado um compêndio das aeronaves e sistemas do século XXI que tiveram suas origens e surgiram por conta dos fatores desenvolvidos na Guerra. Por fim, é denotada a ligação entre os meios aeronáuticos dos períodos comentados previamente através de uma

comparação que revela as similaridades e diferenças das duas épocas. Por meio de tais apresentações estabelecidas, os objetivos da pesquisa são alcançados.

A fim de construir uma fundamentação teórica, são utilizados alguns livros e teses, como: Lemos (2012), Rosa (2014), Cullen (2011) e Martins (2016). Ainda são usados artigos publicados em diversas revistas e periódicos, como a revista da UNIFA, Revista Marítima Brasileira, Conjuntura Austral e Boletim Meridiano 47, entre outros.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Inicialmente, apresentam-se os meios e sistemas utilizados na aviação militar durante a Segunda Guerra Mundial, buscando destacar suas características e contribuições para o conflito. Realiza-se uma análise das aeronaves, sistemas de navegação, armamentos e táticas empregadas na época, evidenciando sua importância e impacto nas operações militares. Em seguida, é demonstrado como as bases estabelecidas durante o conflito são as origens do que existe na aviação militar do século XXI, destacando as evoluções tecnológicas e as influências históricas que moldaram a aviação militar até os dias atuais.

#### **3.1 A SEGUNDA GUERRA MUNDIAL**

É importante destacar e ressaltar o impacto e a evolução do poder aéreo durante a Segunda Guerra Mundial, sendo essencial o domínio do ar para a vitória dos Aliados, principalmente na Europa. A produção em massa de aviões por parte dos Estados Unidos e a influência da Guerra Aérea Estratégica na derrota do Eixo são dois pontos que contribuíram em larga escala.

Schramm (2019) ressalta a evolução das técnicas e táticas aéreas ao longo da Guerra, como a introdução dos aviões a jato e dos mísseis balísticos, bem como a importância do controle do espaço aéreo para o sucesso não somente das operações aéreas, mas também das terrestres e navais.

A Segunda Guerra Mundial teve como característica marcante a utilização de bombardeios em massa e o uso de armas nucleares como marcos importantes no desenvolvimento do poder aéreo e sua influência na geopolítica global. Essas ações militares representaram um momento decisivo na história do poder aéreo, consolidando-o como uma força militar de grande importância em conflitos armados.

Durante a Segunda Guerra Mundial, os Estados Unidos tiveram um papel importante na fabricação de aeronaves de caça, que foram cruciais para a vitória dos Aliados. Rosa (2014) apresenta informações importantes sobre o tema, trazendo alguns dos principais vetores bem como algumas das missões realizadas por estes.

Uma das principais aeronaves de caça usadas pelos EUA foi o P-51 *Mustang* (LEMOS, 2012, p. 150). Esta aeronave foi desenvolvida em 1940 e entrou em serviço em 1942, sendo utilizada principalmente como escolta de bombardeiros. O *Mustang* tinha um comprimento de 9,83 m, uma envergadura de 11,28 m e um peso máximo de decolagem de 5490 kg. O motor Allison V-1710 de 12 cilindros e 1490 hp permitia que alcançasse uma velocidade máxima de 700 km/h. O P-51 era equipado com seis metralhadoras Browning M2 calibre .50, sendo quatro montadas nas asas e duas na fuselagem.

Lemos (2012) ainda comenta que, por contar com desempenho superior em relação aos caças inimigos, o P-51 *Mustang* foi capaz de escoltar os bombardeiros americanos em missões de longa distância e, assim, protegê-los dos ataques inimigos. O *Mustang* também foi usado para patrulhas de interceptação, bombardeio e reconhecimento. O P-51 também participou de importantes operações militares, como o desembarque da Normandia (1944) e a Batalha das Ardenas (1944-1945).

Outra aeronave de caça importante foi o P-47 *Thunderbolt* (LEMOS, 2012, p. 150), tendo sido desenvolvida em 1941 e colocada em serviço em 1942. Sua principal função era atuar como escolta de bombardeiros e realizar ataques terrestres. Possuía um comprimento de 11,02 m, envergadura de 12,43 m e peso máximo de decolagem de 8.560 kg. Graças a seu motor radial Pratt & Whitney R-2800-59 de 18 cilindros e 2.535 hp, o *Thunderbolt* podia atingir uma velocidade máxima de 684 km/h. O P-47 possuía oito metralhadoras Browning M2 calibre .50, estando seis nas asas e duas na fuselagem. Durante o seu uso, obteve muitas vitórias, tendo sido responsável por destruir diversos alvos estratégicos em missões de bombardeio, atacando alvos terrestres, como linhas ferroviárias e bases inimigas, bem como proteger as tropas terrestres aliadas. Uma das vitórias mais notáveis ocorreu no “Dia D”, quando os pilotos de *Thunderbolt* se destacaram na missão de apoio aos desembarques na Normandia.

Dessa forma, as aeronaves de caça utilizadas pelos EUA durante a Segunda Guerra Mundial eram equipadas com armamentos pesados, incluindo metralhadoras e canhões automáticos, e tinham motores potentes que lhes permitiam alcançar altas velocidades. Essas aeronaves foram

cruciais para o sucesso dos Aliados na Guerra e representaram um grande avanço tecnológico na época.

Já a *Royal Air Force* (RAF), Força Aérea Britânica, contava com dois principais caças: o Supermarine *Spitfire* e o Hawker *Hurricane*. O *Spitfire* foi desenvolvido em resposta às necessidades de defesa da Inglaterra contra a ameaça alemã (LEMOS, 2012, p. 144), e entrou em serviço em 1938.

Com uma velocidade máxima de 595 km/h e alcance de 660 km, o *Spitfire* era equipado com o motor Rolls-Royce *Merlin* e armamento composto por oito metralhadoras de 7,7 mm (PRATLEY, 2017). Já o Hawker *Hurricane*, embora menos conhecido, foi o caça mais produzido pela RAF durante a guerra. Com uma velocidade máxima de 547 km/h e alcance de 1.100 km, o *Hurricane* foi desenvolvido com o objetivo de ser um caça robusto e fácil de produzir em massa. Seu armamento era composto por doze metralhadoras de 7,7 mm ou quatro canhões de 20 mm (CHROLTON, 2013).

Durante a Batalha da Grã-Bretanha (1940), o *Spitfire* foi responsável por proteger o espaço aéreo britânico contra os ataques da *Luftwaffe* alemã. Ele também foi utilizado em missões de reconhecimento, interceptação de bombardeiros inimigos, escolta de aviões aliados e ataque ao solo. O *Spitfire* foi utilizado em diversas frentes de batalha, incluindo a África do Norte, Itália e Normandia, onde desempenhou um papel fundamental no desembarque em 1944 (PRATLEY, 2017).

Durante a Segunda Guerra Mundial, o Hawker *Hurricane* se destacou por seu desempenho em diversas missões aéreas (LEMOS, 2012, p. 146). Uma de suas principais funções era a defesa aérea dos mares ingleses durante a Batalha da Grã-Bretanha, onde teve um papel fundamental na defesa do país contra os bombardeios alemães. Além disso, a aeronave também foi utilizada em missões de escolta de comboios navais, ataques a alvos terrestres e até mesmo em missões de reconhecimento. O *Hurricane* provou ser um avião confiável e versátil, capaz de operar em diferentes condições climáticas e se adaptar a diversas situações de combate (CHROLTON, 2013).

Já as forças nazistas contavam com o Messerschmitt Bf 109, avião de combate alemão usado amplamente durante a Segunda Guerra Mundial. Foi projetado em 1935 e tornou-se o principal avião de combate da Alemanha durante a Guerra (LEMOS, 2012, p. 143).

Foram desenvolvidas diferentes versões do Bf 109, começando com as séries A e B, que foram usadas na Guerra Civil Espanhola (1936-1939), até as últimas versões G e K, que tiveram destaque em todo o *front* europeu. Cada variante continha suas próprias melhorias e

desenvolvimentos que variavam desde especificações técnicas até detalhes de armamento. Henn (2012) afirma que a aeronave teve grande importância na estratégia de guerra alemã, sendo usada em diversas missões, desde interceptação de bombardeiros até patrulhas de reconhecimento e escolta de bombardeiros.

Além do Bf 109, o Eixo contava com o Junkers Ju 87, mais conhecido como "*Stuka*". Foi uma aeronave tática de ataque ao solo utilizada pela Alemanha durante a Segunda Guerra Mundial. Ele foi projetado especificamente para a função de ataque a alvos terrestres, como tanques, veículos e posições fortificadas (WEAL, 2012). O *Stuka* foi utilizado pela primeira vez na Guerra Civil Espanhola (1936-1939) e se tornou amplamente conhecido pelo seu mergulho de bombardeio, acompanhado pelo característico som das sirenes instaladas em suas asas. Durante a Segunda Guerra Mundial, o *Stuka* foi utilizado em várias campanhas, incluindo a Operação Barbarossa (1941) e a Batalha de Stalingrado (1942-1943). Era parte essencial da *Blitzkrieg*, sendo responsável por disseminar o pânico nas tropas inimigas. O Ju 87 foi uma das principais aeronaves utilizadas pela *Luftwaffe* na primeira fase da Guerra, mas a partir de 1943 começou a enfrentar dificuldades devido à superioridade aérea aliada e à melhoria das defesas terrestres.

Na parte final da Guerra, a Alemanha apresentou ao mundo o Messerschmitt Me 262, que viria a ser o primeiro avião a jato funcional. Martins (2016) afirma que embora tenha entrado em serviço tardiamente e em pequenas quantidades, o Me 262 foi responsável por missões importantes na Guerra. Ele foi usado principalmente como um caça-bombardeiro para atacar comboios e alvos terrestres em toda a Europa. Também era capaz de interceptar e derrubar bombardeiros aliados, o que foi particularmente eficaz em sua versão de caça noturno, o Me 262B-1a/U1. Além disso, foi utilizado para ataques aéreos contra tropas aliadas em solo, a fim de causar danos significativos à infraestrutura e interromper o avanço das forças aliadas. Embora tenha sido produzido em pequena escala, o Me 262 demonstrou o potencial das aeronaves a jato e estabeleceu o caminho para o desenvolvimento de tecnologia a jato na aviação civil e militar após a Guerra (LEMOS, 2012, p. 210).

Martins (2016) ainda afirma que o Messerschmitt Me 262 foi um marco na história da aviação militar, representando um avanço significativo no desenvolvimento de tecnologias aéreas e um novo paradigma na guerra aérea, o motor a jato. Sua análise sobre o Me 262 e seu papel na Segunda Guerra Mundial oferece *insights* valiosos para estudiosos e entusiastas da história militar e da aviação.

Durante a Segunda Guerra Mundial, os caças foram cruciais no teatro de operações aéreas, possibilitando a supremacia do ar para as forças militares. No entanto, o desenvolvimento de sistemas de navegação aérea e de localização por rádio também teve um papel importante nesse conflito. A capacidade de navegar com precisão pelo ar permitiu que as forças aliadas atacassem alvos com maior eficácia e, ao mesmo tempo, evitassem áreas de defesa inimigas.

O uso de sistemas de navegação foi um aspecto fundamental para o sucesso das operações aéreas na Segunda Guerra Mundial. Nesse contexto, Portilho e Bukzem (2015) abordam a evolução da navegação aérea baseada em instrumentos, apresentando seus precedentes históricos e seu surgimento.

A necessidade de se voar em condições climáticas desfavoráveis impulsionou a busca por tecnologias que permitissem a navegação por instrumentos. A evolução dessa tecnologia foi marcada por diversos marcos históricos, como a introdução do giroscópio, o desenvolvimento dos primeiros rádios e a utilização de radar. A partir disso, surgiram os primeiros sistemas de navegação baseados em instrumentos, como os sistemas NDB (*Non-Directional Beacon*) e VOR (*VHF Omnidirectional Range*) que permitiram aos pilotos voarem em condições de pouca visibilidade. Os sistemas de mira como o *Norden*, utilizado pelos bombardeiros B-17 e B-24 da Força Aérea Americana, e o *Knickebein*, utilizado pela *Luftwaffe* alemã para navegação de seus bombardeiros, permitiram o bombardeio preciso de alvos estratégicos.

Com a progressão de ambos os lados no campo, houve uma necessidade de elaborar um sistema de navegação mais avançado, em conformidade com o que escrevem Portilho e Bukzem (2015). Isso levou à criação do sistema LORAN (*Long Range Navigation*), que utilizava sinais de rádio de várias estações para determinar a posição da aeronave. Além disso, o uso de radares permitiu detectar a presença de aviões inimigos e localizar alvos no solo. Também destaca-se a evolução desses sistemas ao longo da Guerra, com o desenvolvimento de modelos mais precisos e sofisticados, como o radar de bordo e o sistema de navegação inercial. Esses avanços foram fundamentais para o sucesso de muitas missões militares, como o desembarque na Normandia.

Durante a Segunda Guerra Mundial, a doutrina de guerra aérea e a teoria do poder aéreo também evoluíram significativamente, tendo em vista as inovações tecnológicas e a complexidade das operações aéreas. De acordo com os estudos de Schramm (2019), a teoria do poder aéreo, fundamentada por Giulio Douhet e Billy Mitchell, teóricos da aviação, defendia a utilização da Força Aérea como meio principal de guerra, argumentando que ela poderia atingir objetivos estratégicos com pouca ou nenhuma intervenção terrestre ou naval. Os fundamentos apresentados

na época foram aplicados com grande êxito pelas Forças Aéreas dos países beligerantes. A Alemanha nazista, por exemplo, utilizou táticas inovadoras de bombardeio estratégico e de ataque de precisão, como a *Blitzkrieg* e o *Stuka*, que permitiram a rápida conquista de grande parte da Europa (ROSA, 2014). Já os Aliados, liderados pela Inglaterra e EUA nesse ponto, desenvolveram estratégias de defesa aérea, como o sistema de radar, que permitiu detectar e interceptar as aeronaves inimigas antes mesmo que elas chegassem ao seu alvo. Além disso, a teoria do poder aéreo também foi utilizada em operações de apoio terrestre, como nos casos do desembarque na Normandia (1944) e da Batalha de Stalingrado (1942-1943). Nesses casos, a Força Aérea desempenhou um papel fundamental na neutralização das defesas inimigas, na destruição de alvos estratégicos e no transporte de tropas e suprimentos (ROSA, 2014).

Dessa forma, em concordância com Mendes (2013), é possível afirmar que a doutrina de guerra aérea e a teoria do poder aéreo foram fundamentais para o sucesso das operações aéreas na Segunda Guerra Mundial. A utilização de táticas inovadoras, sistemas de navegação e radares permitiram às Forças Aéreas controlar os céus e contribuírem significativamente para a vitória final dos Aliados.

### 3.2 O SÉCULO XXI

A Segunda Guerra Mundial representou um período intenso de evolução tecnológica e doutrinária na aviação militar. As lições aprendidas naquele conflito tiveram um impacto profundo e duradouro na aviação militar do século XXI (ROSA, 2017).

Rosa (2017) escreve que, desde o final da Guerra, ocorreram avanços notáveis nas áreas de aeronáutica, sistemas de navegação aérea e radares, resultando em uma série de novas doutrinas e táticas de guerra. Além disso, houve um aprimoramento das teorias relacionadas ao poder aéreo, possibilitando uma maior eficácia no combate. As inovações tecnológicas permitiram que a aviação militar se tornasse cada vez mais precisa e eficiente, com a introdução de aeronaves mais velozes, resistentes e com capacidade de ataque à longa distância.

A Segunda Guerra Mundial também teve um impacto profundo no treinamento e na organização da aviação militar. As lições aprendidas naquele conflito levaram ao desenvolvimento de escolas de aviação mais avançadas, com currículos mais rigorosos e exigentes. Além disso, a introdução de novas tecnologias e de aeronaves mais complexas exigiu uma reorganização das Forças Aéreas para garantir a integração efetiva entre as diversas especialidades (ROSA, 2017).

Uma área que sofreu grande impacto foi o uso de sistemas eletrônicos e de comunicação na aviação militar. Durante a Segunda Guerra Mundial, os radares se mostraram essenciais para detectar aeronaves inimigas a longa distância. A partir desse momento, houve um investimento crescente em sistemas de navegação por satélite, sistemas de comunicação seguros e sistemas de defesa eletrônica para evitar interferências inimigas (PORTILHO; BUKZEM, 2015).

O uso de sistemas de navegação e radares na aviação também evoluiu significativamente desde a Segunda Guerra Mundial, conforme escrevem Portilho e Bukzem (2015). Atualmente, a navegação aérea é realizada com o auxílio de sistemas como o GNSS (*Global Navigation Satellite System*), ILS (*Instrument Landing System*), RNP (*Required Navigation Performance*) e PBN (*Performance Based Navigation*).

Portilho e Bukzem (2015) também comentam que o GNSS é um sistema global de navegação por satélite que permite a aquisição de posição, velocidade e tempo em qualquer parte do mundo. O sistema é composto por uma rede de satélites em órbita que emitem sinais de rádio que são recebidos por receptores a bordo da aeronave, possibilitando a determinação precisa da posição da aeronave.

O ILS é um sistema de pouso por instrumentos que utiliza sinais de rádio para guiar a aeronave durante a aproximação final e o pouso. O sistema consiste em dois componentes principais: o localizador (LLZ) e o sistema de orientação de altitude (GP) (PORTILHO; BUKZEM, 2015).

RNP e RNAV são tipos de PBN, que constituem-se em sistemas avançados de navegação que permitem que as aeronaves voem em rotas mais eficientes e precisas. Eles utilizam informações sobre a posição, velocidade e altitude da aeronave para determinar a trajetória ideal de voo. Esses sistemas são especialmente úteis em áreas onde a navegação por rádio é limitada ou inexistente, permitindo uma maior flexibilidade nas rotas de voo e aumentando a segurança da navegação aérea (PORTILHO; BUKZEM, 2015).

Sendo assim, Portilho e Bukzem (2015) concluem que a evolução dos sistemas de navegação e radares desde a Segunda Guerra Mundial revolucionou a navegação aérea e contribuiu significativamente para a segurança e eficiência do transporte aéreo atual. O uso dos sistemas modernos permitem voos mais precisos, eficientes e seguros, melhorando a experiência de viagem para tripulantes e passageiros de aeronaves.

Outros fatores tiveram seu uso difundido durante a Guerra, como o conceito de bombardeio estratégico, que se baseava na destruição em massa de alvos inimigos, como cidades inteiras e

infraestruturas. Uma aeronave emblemática nessa estratégia era o bombardeiro B-17 *Flying Fortress*, usado principalmente pelos Estados Unidos e Inglaterra. No entanto, a taxa de acerto desses bombardeios era relativamente baixa, e muitas vezes as bombas atingiam áreas civis, causando mortes de não combatentes (ROSA, 2014).

Já na década de 90 e no século XXI, com a evolução tecnológica, novas aeronaves e sistemas de armas foram desenvolvidos para aprimorar a precisão do bombardeio estratégico. O F-117 *Nighthawk*, por exemplo, foi uma aeronave desenvolvida pela empresa estadunidense Lockheed Martin para operações *stealth* e precisas, sendo utilizada na Guerra do Golfo (1990-1991). Ele foi capaz de atingir alvos específicos com maior precisão e reduzir significativamente a taxa de acerto em áreas civis (CRICKMORE, 2014). Com sua capacidade de voar a baixas e altas altitudes, bem como operar em condições noturnas, o F-117 é uma plataforma altamente eficaz para realizar ataques surpresa e que exijam capacidades *stealth*. Sua combinação de furtividade, velocidade e capacidade de carga útil tornam o *Nighthawk* uma ferramenta valiosa para a supremacia aérea e projeção de força em operações militares modernas.

Rosa (2014) escreve que, atualmente, o bombardeio estratégico conta com a utilização de sistemas de navegação de alta precisão, como GPS e sistemas de orientação inercial, e também com o uso de sistemas de armas guiadas a laser e GPS, como o sistema de bombas JDAM (*Joint Direct Attack Munition*). Essas tecnologias permitiram um aumento significativo na precisão dos ataques, reduzindo a taxa de acerto em áreas civis e tornando a estratégia mais eficiente.

Enquanto na Segunda Guerra Mundial o bombardeio estratégico era baseado em ataques em massa com baixa precisão, atualmente, com a evolução tecnológica e o desenvolvimento de novas aeronaves e sistemas de armas, a precisão dos bombardeios aumentou significativamente, resultando em uma redução da taxa de acerto em áreas civis. Em uma comparação, durante as campanhas de bombardeio estratégico feitas pelos Aliados, apenas 20% das bombas caíam na área dos alvos para os quais eram direcionadas. Em contrapartida, na primeira noite de ataque a Bagdá na Guerra do Golfo (1990-1991), os F-117 estadunidenses foram responsáveis por 31% dos alvos atingidos, apesar de representarem apenas 2,5% do número de surtidas (ROSA, 2014, p. 279). Tais resultados demonstram as capacidades de aeronaves que contam com armamentos inteligentes e sistemas mais avançados.

As aeronaves também sofreram grandes evoluções e modificações desde a década de 1940, contando atualmente com caças de quinta geração, sendo tais vetores considerados o ápice da aviação militar moderna, caracterizados por sua alta tecnologia e capacidade de realizar operações

em ambientes hostis. Essas aeronaves são resultado de décadas de pesquisas e desenvolvimento em tecnologia aeroespacial, e tiveram suas origens em avanços ocorridos durante a Segunda Guerra Mundial, quando o uso de aviões de caça começou a ganhar mais importância estratégica.

As aeronaves de quinta geração são projetadas para terem baixa observabilidade radar, alta mobilidade, alcance estendido, capacidade de comunicação e sensoriamento avançado, além de recursos de autoproteção (GERTLER, 2013). O seu desenvolvimento é uma resposta aos novos desafios de segurança e defesa do século XXI, como a necessidade de atuar em ambientes fortemente protegidos, onde o acesso ao espaço aéreo é restrito e ameaças de mísseis superfície-ar são uma realidade. As tecnologias empregadas nas aeronaves de quinta geração, tais como a furtividade, a fusão de sensores, a automação de sistemas e a conectividade são resultado de anos de pesquisa e desenvolvimento. Elas são uma evolução das tecnologias que surgiram durante a Segunda Guerra Mundial, incluindo o radar, o sistema de armas guiadas e o controle de voo eletrônico.

Portanto, as aeronaves de caça de quinta geração representam a culminação da evolução da tecnologia aeroespacial militar, incorporando avanços que remontam da Segunda Guerra Mundial até os dias de hoje. Elas são uma ferramenta vital para manter a superioridade aérea em conflitos modernos, garantindo a defesa dos países e a segurança global (GERTLER, 2013).

Um exemplo de aeronave desse tipo é o F-22 *Raptor*, o primeiro caça de quinta geração a ser produzido no mundo (GERTLER, 2013). Tal avião é um dos vetores mais avançados do mundo, desenvolvido pela Lockheed Martin para a Força Aérea dos Estados Unidos (USAF). A busca por aeronaves a jato que não fossem detectadas teve suas origens na Segunda Guerra Mundial, quando a necessidade de aeronaves de caça com tal capacidade levou ao desenvolvimento de projetos inovadores que se tornaram a base para as aeronaves modernas.

Gertler (2013) comenta que o F-22 *Raptor* é uma aeronave de caça desenvolvida em um projeto iniciado em meados da década de 1980 e envolveu a participação de diversas empresas aeroespaciais estadunidenses. O primeiro voo aconteceu em 1997 e a aeronave entrou em serviço em 2005. Possui também um avançado sistema de armas e sensores que permitem ao piloto ter grande consciência situacional no campo de batalha. Apresenta a tecnologia *stealth*, que permite que a aeronave seja menos detectável pelos radares inimigos, tornando-se virtualmente invisível ao radar. Para atingir esse objetivo, possui um *design* aerodinâmico e utiliza materiais absorventes de radar em sua fuselagem e em suas asas (GERTLER, 2013). Além disso, o caça tem um sistema de supressão de calor e um sistema de gerenciamento dedicado a reduzir sua assinatura térmica e

eletrônica. Por conta dessa vantagem, o *Raptor* pode realizar missões de combate avançadas com maior segurança e eficácia, tornando-se um dos aviões mais avançados do mundo.

A aeronave é movida por dois motores turbofan Pratt & Whitney F119-PW-100, capazes de impulsioná-la a velocidades supersônicas sem a necessidade de utilizar pós-combustão. O F-22 possui um perfil aerodinâmico altamente avançado, com grande ênfase na sua capacidade de manobra em altas velocidades e altitudes. É equipada com diversos sistemas de armas, incluindo mísseis ar-ar, mísseis ar-solo e um canhão *Vulcan* de 20mm (GERTLER, 2013).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diferentes aspectos relacionados à aviação militar são abordados na presente pesquisa, como a evolução das aeronaves, o desenvolvimento de sistemas de navegação e radares, as doutrinas e táticas de guerra, além do aprimoramento das teorias do poder aéreo. Foi possível observar que, ao longo do tempo, desde a Segunda Guerra Mundial até os dias atuais, ocorreram avanços significativos nesses campos, impulsionados pela necessidade de maior eficiência e precisão nas operações militares.

Durante a Segunda Guerra Mundial, ocorreu o surgimento de aeronaves como o *Spitfire*, o *Hurricane*, o P-47 *Thunderbolt* e o Me 262, que desempenharam diversos papéis nas batalhas aéreas. Essas aeronaves pioneiras contribuíram para a obtenção de vitórias estratégicas, demonstrando a importância da supremacia aérea para o sucesso em conflitos militares.

No campo da navegação aérea, presenciamos a transição dos sistemas baseados em instrumentos para os modernos sistemas de posicionamento global (GNSS), *Instrument Landing System* (ILS), *Required Navigation Performance* (RNP) e *Performance Based Navigation* (PBN). Esses avanços revolucionaram a precisão e a segurança das operações aéreas, permitindo voos mais precisos e eficientes.

Os sistemas de radar também tiveram uma evolução notável, proporcionando uma capacidade de detecção e rastreamento mais avançada, permitindo identificar ameaças com maior antecedência e efetividade. Isso contribuiu para aprimorar as estratégias de combate e defesa aérea. Além disso, as doutrinas e táticas de guerra aérea passaram por transformações significativas, com o desenvolvimento de novas abordagens e estratégias. As lições aprendidas durante os conflitos anteriores e os avanços tecnológicos influenciaram a forma como as Forças Aéreas planejam e executam suas missões atualmente.

Em suma, ao final do trabalho, podemos concluir que a aviação militar teve uma evolução constante ao longo dos anos, tendo diversos sistemas suas origens no período da Segunda Guerra Mundial, sendo impulsionada pela necessidade de melhorar o desempenho, a segurança e a eficácia das operações. As inovações tecnológicas, aliadas à experiência adquirida em conflitos passados, moldaram a aviação militar do século XXI, tornando-a mais eficiente, precisa e segura.

Através da análise da aviação militar durante a Segunda Guerra Mundial e da comparação com os meios e sistemas aéreos do século XXI, buscou-se atingir os objetivos propostos neste trabalho. Primeiramente, apresentamos a realidade da aviação militar durante o conflito, destacando alguns de seus aspectos, desafios e conquistas. Em seguida, exploramos os meios e sistemas aéreos do século XXI, demonstrando como eles se desenvolveram a partir das bases estabelecidas na Segunda Guerra Mundial. Por fim, apontamos as origens e influências que moldaram a aviação militar do século XXI, destacando a importância dos avanços e lições aprendidas ao longo desse período histórico. Dessa maneira, podemos concluir que os objetivos foram alcançados, proporcionando uma visão abrangente e embasada sobre as origens da aviação militar desde a Segunda Guerra Mundial até os dias atuais.

Dessa forma, é possível afirmar que a pergunta "Quais foram alguns dos aspectos presentes na aviação militar da Segunda Guerra Mundial que originaram os meios e sistemas aéreos do século XXI?" foi devidamente respondida ao longo deste trabalho. Ao explorar os diversos aspectos da aviação militar durante esse período histórico, abrangendo desde as aeronaves utilizadas até os sistemas de navegação e doutrinas de guerra, foi possível identificar claramente as influências e os legados deixados pela Segunda Guerra Mundial na aviação do século XXI. As evoluções tecnológicas, os avanços nas táticas e estratégias de combate, bem como a necessidade de adaptação às novas realidades e desafios, foram fatores determinantes para moldar os meios e sistemas aéreos modernos. Assim, ao analisar o desenvolvimento da aviação militar ao longo do tempo, torna-se evidente a relevância dos aspectos da Segunda Guerra Mundial na formação e evolução dos meios aéreos do século XXI.

## REFERÊNCIAS

- BEAL, Luana Isabelle; ANDRADE, Débora Sulzbach de; MONTEIRO, Valeska Ferrazza. Blitzkrieg e armas combinadas: análise da importância do transporte aéreo. **Conjuntura Austral**, Porto Alegre, v. 10, n. 51, p. 46-60, 2019.
- CHORLTON, Martyn. **Hawker Hurricane Mk I–V**. Londres: Bloomsbury Publishing, 2013.
- CONNOR, Gary. Messerschmitt Bf 109. **Air Power History**, v. 66, n. 4, p. 56-57, 2019.
- CRICKMORE, Paul Frances. **Lockheed F-117 Nighthawk Stealth Fighter**. Oxford: Osprey Publishing, 2014.
- CUNHA, Marcílio Boavista da. As funções tecnológicas do combate. **Revista Marítima Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 139, n. 10/12, p. 7-19, out./dez. 2019.
- FERREIRA, Marcos José Barbieri; NERIS JR, Celso Pereira. Uma avaliação dos impactos da Indústria 4.0 sobre o setor aeronáutico. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 19, p. 1-31, 2021.
- GERTLER, Jeremiah. **Air force F-22 Fighter program**. 2013. Library of Congress Washington, D.C., Congressional Research Service, 2013.
- HENN, Bill. The Messerschmitt Bf-109H for the WWII event. **Tailspin**, v.1, n. 1, p. 12-14, jan. 2012.
- LEMOS, Valmir. **História da aviação: livro didático**. Tubarão: Universidade do Sul de Santa Catarina, 2012.
- MARTINS, Norberto António Bigares de Melo Alves. **O Messerschmitt Me 262: um novo paradigma na guerra aérea (1944-1945)**. 2016. 178 f. Tese (Doutorado) - Curso de Letras, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2016.
- MENDES, Flávio Pedroso. O poder aéreo no século XXI. **Boletim Meridiano 47**, Brasília, vol. 14, n. 138, p. 17-22, jul./ago. 2013.
- PEREIRA, Marina Aimi. HAUENSTEIN, Natalia Eckert. FRIEDRICH, Adriana. **Um relato sobre a evolução histórica da aviação**. In: SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 23., Cruz Alta, 2018.
- PORTILHO, Frederico de Araújo. BUKZEM, Salmen Chaquip. Os precedentes históricos da navegação aérea baseada em instrumentos: necessidade, surgimento e evolução. **Aviation in Focus-Journal of Aeronautical Sciences**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 17-27, jan./jun. 2015.
- PRATLEY, Tony. **The Supermarine Spitfire: Palimpsest, Performance, and Myth**. 2017. 269 f. Tese (Doutorado) - Curso de História, Universidade de Kent, Kent, 2017.

RICCO, Maria Filomena Fontes. ALMEIDA, Madison Coelho. A aviação e a segurança de voo em um contexto evolutivo da ciência. **Revista da UNIFA**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 1, p. 36-42, jan./jun. 2020.

ROSA, Carlos Eduardo Valle. **Lições aprendidas e a relevância da participação da Força Aérea Brasileira na Segunda Guerra Mundial**. In: EVENTO DE INTEGRAÇÃO DO CENTRO DE DOCUMENTAÇÃO DA AERONÁUTICA E O AIR WAR COLLEGE, 2017, Rio de Janeiro.

ROSA, Carlos Eduardo Valle. **Poder Aéreo: guia de estudos**. Rio de Janeiro: Luzes, 2014.

SCHRAMM, João Francisco. O domínio do ar: surgimento, impacto e evolução do poder aéreo nas duas grandes guerras mundiais. **Revista da UNIFA**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 2, p. 37-46, jul./dez. 2019.

WEAL, John. **Junkers Ju 87 Stukageschwader 1937–41**. Londres: Bloomsbury Publishing, 2012.