



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

BRUNO LUIZ SANTANA DE ARAUJO, Maj Av

PREPARO DO PILOTO DE DEFESA AÉREA DA FAB

Rio de Janeiro
2021

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

BRUNO LUIZ SANTANA DE ARAUJO, Maj Av

PREPARO DO PILOTO DE DEFESA AÉREA DA FAB

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso Avançado de
Comando e Estado-Maior da Escola de
Comando e Estado-Maior da Aeronáutica.
Linha de Pesquisa: Poder Aeroespacial.
Orientador: Cel Av Eduardo Utzig Silva.

Rio de Janeiro
2021

RESUMO

A Força Aérea Brasileira é responsável pelo treinamento de seus pilotos no preparo para a guerra. Com a aquisição de novas aeronaves Gripen, surge a inquietação sobre o treinamento dos pilotos de Defesa Aérea do Brasil. Dessa forma, o objetivo geral deste trabalho foi comparar os parâmetros ideais de treinamento das missões de Defesa Aérea do Brasil com os parâmetros ideais de treinamento das missões de Defesa Aérea dos Estados Unidos da América. Foi utilizada a teoria da aprendizagem de Robert Gagné (1985), que afirma ser preciso praticar constantemente uma capacidade para se mantê-la, seja ela intelectual, seja ela psicomotora. Como estudo base da comparação, utilizou-se a pesquisa de Mark *et al.* (2007), realizada com pilotos de F-15 para levantar os parâmetros de treinamento ideais relacionados às missões de Defesa Aérea. Assim, utilizando a metodologia de pesquisa bibliográfica e estudo de caso, o trabalho iniciou-se buscando os parâmetros ideais de treinamento de Defesa Aérea do piloto brasileiro e, depois, esses mesmos parâmetros relacionados ao piloto norte-americano. Por fim, fez-se uma análise comparando os parâmetros das duas nações. Os resultados obtidos – 104 missões por ano para o piloto brasileiro contra 228 missões por ano para o piloto norte-americano – permitiu concluir que os parâmetros ideais brasileiros correspondem a 46% dos parâmetros ideais norte-americanos.

Palavras-chave: Aviação de Caça; Defesa Aérea; Poder Aeroespacial; Treinamento militar.

ABSTRACT

Brazilian Air Force is responsible for training its pilots in preparation for war. With the acquisition of new Gripen aircraft, concerns arise about the training of Air Defense pilots in Brazil. Thus, the general objective of this work was to compare the ideal training parameters for Air Defense missions in Brazil with the ideal training parameters for Air Defense missions in the United States of America. It was used Robert Gagné's theory of learning (1985), which states that it is necessary to constantly practice a capacity to maintain it, whether intellectual or psychomotor. As a base study for comparison, it was used the research by Mark et al. (2007), carried out with F-15 pilots to raise the ideal training parameters related to Air Defense missions. Thus, using the methodology of bibliographic research and case study, this work began by looking for the ideal parameters of Air Defense training for the Brazilian pilot and, later, these same parameters related to the North American pilot. Finally, an analysis was made comparing the parameters of the two nations. The results obtained – 104 missions per year for the Brazilian pilot against 228 missions per year for the North American pilot – allowed us to conclude that the ideal Brazilian parameters correspond to 46% of the ideal North American parameters.

Keywords: *Fighter Aviation; Air Defense; Air-Space Power; Military training.*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	7
3 METODOLOGIA	10
4 PRIMEIRO OBJETIVO ESPECÍFICO: PARÂMETROS BRASILEIROS.....	12
5 SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO: PARÂMETROS NORTE-AMERICANOS	15
6 ANÁLISE DOS DADOS.....	17
7 APRESENTAÇÃO FINAL DOS RESULTADOS.....	20
8 CONCLUSÃO.....	23
REFERÊNCIAS.....	26

1 INTRODUÇÃO

A Força Aérea Brasileira (FAB) é responsável por manter a soberania do espaço aéreo brasileiro (BRASIL, 2020c). Para isso, novas aeronaves Gripen NG foram adquiridas em contrato firmado com a SAAB, empresa sueca fabricante (FAB, 2015). Os novos jatos, batizados pela Aeronáutica como F-39E (MALTCHICK, 2020), operarão no cumprimento da mesma missão dos atuais A-29 e F-5M da frota brasileira, no controle do espaço aéreo nacional. O primeiro exemplar, inclusive, já se encontra no Brasil (FAB, 2020).

Com a aquisição de um equipamento de última geração como o Gripen, é fundamental que os pilotos brasileiros tenham o treinamento adequado para explorar e empregar as capacidades disponíveis com a melhor eficiência e eficácia.

O Brasil vive tempos de paz e não há indicadores ou ferramentas que apontem que os pilotos brasileiros estão realmente preparados para o combate real. A definição do tipo e quantidade de missões realizadas anualmente é descrita na Instrução de Preparo do Comando de Preparo da FAB (INPREP). Este documento, que rege também o treinamento das demais aeronaves militares, é gerenciado pelo Comando de Preparo (COMPREP), órgão da FAB responsável pelo adestramento de todas as tripulações de combate.

Assim, considerando a importância do treinamento dos pilotos de Defesa Aérea, principalmente com foco na operação eficiente dos novos jatos F-39E, este artigo tem como problema de pesquisa: qual o nível de preparo nas missões de Defesa Aérea do piloto da FAB se comparado ao piloto da USAF?

Dessa forma, como resposta ao problema de pesquisa apresentado, este trabalho tem a hipótese de que o nível de preparo do piloto brasileiro nas missões de Defesa Aérea é 50% inferior ao do piloto de Defesa Aérea norte-americano. Para esta hipótese, o autor baseia-se nas missões realizadas durante a sua vivência de 10 anos voando F-5M. Neste período, o autor participou de exercícios operacionais nacionais e internacionais, de missões de combate em simulador no exterior e de reuniões formais e informais entre pilotos brasileiros e estrangeiros.

De forma a validar a hipótese, o estudo em questão tem por objetivo geral comparar os parâmetros ideais de treinamento das missões de Defesa Aérea do piloto da FAB com os parâmetros ideais de treinamento das missões de Defesa

Aérea do piloto norte-americano. Para balizar o passo a passo a fim de se atingir o objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Identificar os parâmetros de treinamento de Defesa Aérea ideais para o piloto brasileiro; e
- b) Identificar os parâmetros de treinamento de Defesa Aérea ideais para o piloto norte-americano.

O cumprimento dos objetivos apresentados acima permitirá a análise e comparação entre os parâmetros ideais para os pilotos das duas nações, qual seja, o objetivo geral deste estudo.

Para poder efetivar a sua missão de manter a soberania do espaço aéreo nacional, a Força Aérea Brasileira deve prover o treinamento adequado para os seus pilotos. Esse ponto torna-se mais destacado com a implantação de aeronaves modernas e com novos recursos, como o F-39E. Dessa forma, a relevância deste trabalho está na análise comparativa do treinamento das missões de Defesa Aérea realizado pelos pilotos do Brasil, visando contribuir para a definição dessas missões para os pilotos de Gripen.

Figura 1 - Aeronave Gripen NG (F-39E) adquirida pelo Brasil.



Fonte: Sgt Johnson Barros / FAB.

Além de auxiliar na definição do treinamento com os novos caças brasileiros, o alto comando da FAB possuirá base para uma melhor análise da revisão dos parâmetros de treinamento das Unidades Aéreas e/ou na distribuição anual de horas

de voo / suporte logístico, de forma que o treinamento atual dos pilotos brasileiros também se aproxime do ideal americano, obtendo melhores resultados de eficiência no preparo para a guerra.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Richey (2000), Robert Mills Gagné (1916-2002) foi um psicólogo educacional americano. Participou da Segunda Guerra Mundial como psicólogo da aviação e, após a guerra, desenvolveu estudos na área do aprendizado, no Laboratório Aeromédico de *Wright Field*, em Ohio.

Figura 2 - Robert Mills Gagné.



Fonte: emaze.com.

Gagné (1985) classifica a aprendizagem como resultado de 5 (cinco) categorias: habilidade intelectual (saber como fazer), informação verbal (ser capaz de expor ideias, ter conhecimento declarativo), estratégia cognitiva (ser capaz de analisar e resolver problemas), habilidades motoras (executar movimentos em uma sequência de atos motores, como praticar esporte ou dirigir um carro) e atitude (estado mental que influencia a escolha de ações pessoais). Na categoria de habilidades motoras, também chamada de habilidades psicomotoras, o autor defende que o aprendizado é mais bem cumprido através da prática repetitiva (WEBER STATE UNIVERSITY, 2021).

Para obter sucesso nas 5 categorias do aprendizado, Gagné (1985) definiu 9 (nove) níveis de aprendizado:

- a) obter atenção (recepção);
- b) informar o objetivo para os alunos (expectativa);
- c) estimular lembranças de aprendizados anteriores (recuperação);

- d) apresentar o estímulo (percepção seletiva);
- e) fornecer orientação de aprendizado (código semântico);
- f) obter performance (resposta);
- g) fornecer feedback (reforço);
- h) avaliar o desempenho (recuperação); e
- i) aumentar a retenção e a transferência (generalização).

Neste conceito, o último nível corresponde a reter a capacidade aprendida por um longo período e transferi-la para novas situações, permitindo ainda a evolução do conhecimento. “A prática repetitiva é a melhor maneira de garantir que as pessoas retenham a informação e a utilizem de forma eficaz” (MINDTOOLS, 2021).

Em outras palavras, não basta apenas aprender, o que corresponde aos 8 primeiros níveis. É preciso praticar constantemente para manter e evoluir a capacidade, seja ela intelectual, seja ela psicomotora.

O aprendizado e a evolução das habilidades psicomotoras são uma preocupação constante de uma Força Aérea, responsável por manter suas tripulações eficientes e prontas para emprego. Dessa forma, pilotos recém-formados numa nova aeronave não estão necessariamente prontos para o combate: apesar de possuírem o conhecimento e as competências técnicas necessárias, falta-lhes a experiência da atividade aérea, responsável pela eficiência no combate. Giulio Douhet (1921), um dos primeiros teóricos do Poder Aéreo, já se atentava para a prontidão de uma Força Aérea, afirmando que 90% de sua efetividade seria perdida caso ela não estivesse pronta para ação a qualquer tempo.

John Boyd (1986, apud FADOK, 1995), idealizador do ciclo OODA (Observar, Orientar, Decidir e Agir), defende que para se atingir sucesso na guerra, devemos fazer o ciclo amigo girar mais rápido e de forma mais eficiente que o inimigo. Ele destaca que a fase da Orientação é a mais importante para se atingir a velocidade e a precisão adequadas no ciclo. Fadok (1995), ao descrever o ciclo OODA de Boyd, relembra suas palavras: “a orientação é o processo de examinar o mundo de um número de perspectivas que nos permita gerar imagens mentais ou impressões que correspondam a esse mundo” (BOYD, 1986, apud FADOK, 1995, tradução nossa)¹. E complementa que “as imagens mentais que construímos são modeladas por nossa experiência pessoal, herança genética e tradições culturais” (FADOK, 1995,

¹ No original: *It is, in Boyd's words, the process of “examining the world from a number of perspectives so that we can generate mental images or impressions that correspond to that world”.* (FADOK, 1995, p. 17)

p. 17, tradução nossa)², reforçando a importância da experiência pessoal no sucesso da guerra.

A Força Aérea Americana (USAF) qualifica os seus pilotos como experientes quando eles atingem a marca de 500 horas de voo no tipo de aeronave (EUA, 2005a). John Venable (2016, tradução nossa)³ afirma: “Voe três surtidas por semana, e os pilotos serão capazes de manter suas faculdades básicas. Voe quatro saídas por semana - pelo menos 200 horas por ano - e eles ficam melhores em tudo”.

A definição da eficiência de um piloto baseada na quantidade de experiência em horas de voo é coerente e fruto de um raciocínio lógico. Entretanto, embora o parâmetro de 500 horas de voo seja facilmente mensurável, ele pode não precisar a real habilidade e o verdadeiro nível de qualificação do piloto, afirma Marken *et al.* (2007).

É difícil medir a habilidade do piloto em manobras de combate, por serem de características bastante dinâmicas e complexas. Para DeLeon (1977, p. 48, tradução nossa)⁴, “o treinamento específico e a experiência em combate real parecem ser os melhores indicadores para uma perspectiva de sucesso”. Foi baseado nisso que a USAF criou, a partir de 1975, o exercício *Red Flag*, o qual expõe pilotos inexperientes às suas dez primeiras missões simuladas de guerra, num cenário controlado e seguro. O objetivo é aumentar a confiança e a eficiência do piloto ao ser engajado posteriormente em combate real (NELLS, 2021).

Marken *et al.* (2007) realizaram, entre outubro de 2002 e outubro de 2003, um estudo com pilotos de F-15, um dos principais vetores de Defesa Aérea norte-americano, para avaliar a quantidade de surtidas por piloto necessária para se manter a eficiência em combate, ou a *combat readiness*. A pesquisa com os pilotos de F-15 foi realizada após pesquisa semelhante com pilotos de F-16, aeronave que cumpre missões de Defesa Aérea e Ataque Ar-Solo. A experiência adquirida na pesquisa com os pilotos de F-16 permitiu que os autores desenvolvessem a segunda pesquisa de forma a melhor interpretar a base informacional do julgamento dos seus especialistas, os pilotos de F-15. Como resultado, foram definidos os

² No original: *The mental images we construct are shaped by our personal experience, genetic heritage, and cultural traditions.* (FADOK, 1995, p. 17)

³ No original: *Fly three sorties a week, and pilots are just able to sustain their baseline faculties. Fly four sorties a week – at least 200 hours a year—and they get better at everything.* (VENABLE, 2016)

⁴ No original: *Air combat training and combat experience seem to be the two best indicators of a pilot's prospective success.* (DELEON, 1977, p. 48)

parâmetros mínimos e ideais responsáveis por permitir afirmar que o piloto americano está bem treinado, ou seja, *combat ready*.

De acordo com o dicionário de termos militares do Departamento de Defesa dos EUA em vigor na data do estudo (EUA, 2005b, p. 391, tradução nossa)⁵, *combat readiness* é o sinônimo de *operational readiness*, que por sua vez significa a “capacidade de uma unidade / formação, navio, sistema d’arma, ou equipamento de cumprir as missões ou funções para as quais foi designada”. A Estratégia Militar Nacional norte-americana (EUA, 2011, p. 20, tradução nossa)⁶ reforça essa importância, afirmando que o termo “deve ser prioridade máxima. [...] A sua degradação nas operações militares afetaria a nossa habilidade para cumprir os objetivos nacionais de defesa - um risco inaceitável”. Herrera (2020) aponta, em seu relatório sobre os fundamentos da prontidão militar, que os militares precisam manter o seu treinamento operacional (*sustaining readiness*) para poderem ser designados em missões de guerra.

Como confirmação da importância do treinamento, o capitão norte-americano Brock McGehee, piloto de F-15, afirma que “um piloto que entende muito bem seu avião e é muito habilidoso é bastante letal, não importa qual avião ele esteja voando” (apud RINALDI, 2018). Para entender bem o seu avião e ser muito habilidoso, não basta concluir o curso técnico e operacional da aeronave, sem que haja uma prática repetitiva no treinamento dos anos seguintes. Gagné (1985) recomenda essa prática repetitiva para reter o aprendizado e Marken *et al* (2007) pesquisaram junto aos especialistas qual seria o número ideal de missões a serem cumpridas para que o piloto de Defesa Aérea possa melhorar a sua eficiência, ou seja, tornar-se letal no combate aéreo.

3 METODOLOGIA

Utilizando as definições propostas por Gil (2019), este trabalho é classificado como pesquisa aplicada, segundo a sua finalidade, por se tratar de uma situação bastante específica: o treinamento de missões de Defesa Aérea de pilotos de caça; e como pesquisa descritiva, segundo os propósitos mais gerais, pois tem por objetivo estudar e descrever as características do preparo para o combate aéreo.

⁵ No original: *Operational readiness – The capability of a unit/formation, ship, weapon system, or equipment to perform the missions or functions for which it is organized or designed.* (EUA, 2005b, p. 391)

⁶ No original: *A further degradation of readiness for the full range of military operations would undermine our ability to fulfill our national defense objectives – an unacceptable risk.* (EUA, 2011, p. 20)

Segundo os métodos a serem empregados, ainda conforme Gil (2019), esta pesquisa é classificada como pesquisa bibliográfica e estudo de caso. Bibliográfica porque baseia-se em material já publicado, tomando por base o país com o maior contingente de Forças Armadas do mundo: os Estados Unidos da América (EUA) (LEVIN, 2018).

A Força Aérea Norte-Americana (USAF) preocupa-se seriamente com o treinamento de seus pilotos. Prova disso é a existência de vários estudos acadêmicos deste país, frutos de constantes pesquisas em busca de melhor eficiência no uso de equipamentos aéreos. Muitos desses estudos são disponibilizados ostensivamente, o que nos permite aproveitar os seus ensinamentos.

A *RAND Corporation*, por exemplo, é uma organização sem fins lucrativos que tem como missão ajudar a tomada de decisões através de pesquisa e análise (RAND, 2021). Esses estudos têm gerado frutos, tais como os constantes exercícios operacionais realizados ao longo do ano, visando propor uma experiência de combate num conflito simulado e seguro. É estudo de caso porque consiste no estudo do treinamento de pilotos norte-americanos e a sua comparação com o treinamento de pilotos brasileiros. A classificação de Gil (2019) identifica esse estudo como estudo de caso único (a modalidade mais tradicional de estudo de caso), do tipo caso típico, pois tem o propósito de “descrever objetos que [...] pareçam ser a melhor expressão do tipo ideal da categoria”.

A teoria de Gagné (1985) foi escolhida porque a pilotagem de um avião de caça compreende uma tarefa complexa, que requer constante treinamento após o aprendizado inicial, buscando o aperfeiçoamento e a eficácia da atividade. Segundo o último nível de instrução da teoria, a prática constante é essencial para a retenção do conhecimento e evolução do aprendizado, principalmente considerando uma habilidade psicomotora. O ciclo OODA de Boyd (1986) complementa o referencial teórico, reforçando a importância da experiência pessoal para uma fase de Orientação mais eficiente e, conseqüentemente, um giro mais rápido do ciclo.

E, como base de comparação para a repetição das missões de Defesa Aérea por pilotos operacionais, foi utilizado o trabalho de Marken *et al.*, de 2007, que pesquisou junto a pilotos de F-15, especialistas em Defesa Aérea, sobre a experiência das tripulações em termos de prontidão para o combate, resultando na quantidade mínima e ideal de surtidas de Defesa Aérea por mês. Este estudo foi

escolhido por se tratar de pilotos de Defesa Aérea de um país com alta eficiência no emprego do poder aéreo. Na primeira Guerra do Golfo, por exemplo, “nenhum F-15 foi perdido em combate com outro avião ou mísseis lançados do solo, em mais de 2.200 missões que duraram 7.700 horas de voo” (JORGE, 2018).

Para atingir o objetivo geral proposto, foram criados dois objetivos específicos. Inicialmente, a pesquisa identificará, dentre todas as missões existentes, os parâmetros previstos para a manutenção operacional dos pilotos brasileiros relativos às missões de Defesa Aérea, de forma a atingir o primeiro objetivo específico. Identificados esses parâmetros, serão buscados os parâmetros equivalentes norte-americanos, fruto do estudo de Marken *et al.* (2007), como segundo objetivo específico. Naturalmente, os parâmetros das duas nações são diferentes nos seus detalhes. Para que seja possível a comparação, este autor fará uma adaptação aos parâmetros brasileiros, mantendo a equivalência das missões conforme as definições norte-americanas. Com isso, será possível atingir o objetivo geral, validando ou refutando a hipótese proposta.

Para permitir um trabalho objetivo e proporcionar uma análise inicial dos parâmetros de treinamento definidos para os pilotos brasileiros, esta pesquisa limita-se ao estudo das missões de Defesa Aérea atualmente realizadas pelos pilotos de F-5M da FAB, comparado ao estudo com pilotos de F-15 da USAF, realizado por Marken *et al.* (2007).

Outra limitação deste estudo refere-se ao real cumprimento das missões. O acesso às quantidades e aos tipos de voos realizados é restrito, por se tratar da representação do nível de preparo dos pilotos e, conseqüentemente, da Força Aérea do respectivo país. Dessa forma, este trabalho assume como premissa a afirmação de que o número de missões realizadas equivale à quantidade prevista como ideal, e não o mínimo.

4 PRIMEIRO OBJETIVO ESPECÍFICO: PARÂMETROS BRASILEIROS

O COMPREP, órgão responsável pelo treinamento de todas as equipagens da FAB, determina a quantidade de missões a ser treinada por tipo de avião através das suas Instruções de Preparo (INPREP). Dentre elas, a INPREP PEVOP 13B é relacionada à formação e ao treinamento na aeronave F-5M e, dentre as suas

divisões, o Subprograma de Manutenção Operacional 1 (SPMO-1) é o responsável por todos os parâmetros de preparo do piloto operacional da aeronave F-5M.

Este trabalho dedicou-se exclusivamente à Tarefa de Força Aérea de Controle Aeroespacial (CAepc), que, conforme o volume 2 da Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira (DCA 1-1) (BRASIL, 2020b, p. 14), “é a capacidade de maior prioridade em qualquer operação militar”, pois o “adequado CAepc fornece às forças amigas a liberdade de conduzir operações no momento e local de sua escolha, sem interferência aérea inimiga”. O Controle do Ar garante a utilização do espaço aéreo apenas por aeronaves de interesse, impedindo a entrada de aeronaves inimigas e, conseqüentemente, enfraquecendo o apoio a forças militares inimigas.

Dentre as Ações de Força Aérea contidas na Tarefa de Controle Aeroespacial, destacam-se:

Alerta em Voo [...] consiste em empregar Meios Aeroespaciais para prover proteção à determinada Área de Interesse ou Ponto Sensível, seja operando a partir de uma Área de Responsabilidade da Caça (ARCA) ou ponto pré-estabelecido para a Patrulha Aérea de Combate (PAC), utilizando-se de meios cinéticos para neutralizar aeronaves inimigas. [...] Escolta [...] consiste em empregar Meios Aeroespaciais para prover proteção dedicada às surtidas amigas ou proteção às aeronaves de alto valor. [...] Varredura [...] consiste em empregar Meios Aeroespaciais para detectar e neutralizar aeronaves inimigas e alvos de oportunidade. (BRASIL, 2020b, p. 27 a 37)

Essas três principais Ações da Tarefa de CAepc estão contempladas na INPREP PEVOP 13B como missões de Combate BVR (*Beyond Visual Range*) e Combate WVR (*Within Visual Range*). As primeiras referem-se ao combate de aeronaves durante a aproximação com o oponente, ainda fora do alcance visual, capacidade oferecida com a chegada da tecnologia dos mísseis de médio e longo alcance; as últimas dizem respeito ao combate já dentro do alcance visual, ainda passíveis de ocorrer.

Dessa forma, o quadro 1 lista as missões de Combate BVR e WVR do SPMO-1 da INPREP 13B, ou seja, o treinamento previsto anualmente para que os pilotos operacionais de F-5M no Brasil mantenham o seu treinamento e a sua eficiência.

Esta legislação afirma que “o número de voos visa a fornecer todo o conhecimento e preparo básico para que o piloto em manutenção operacional seja capaz de cumprir as principais Ações destinadas às UAe operadoras de F-5M com êxito e segurança” (BRASIL, 2020a, p. 8 a 9). Sendo assim, é possível afirmar que o piloto é considerado bem treinado ao cumprir anualmente a quantidade ideal de missões por fase. Uma parte dessas missões é realizada em operações e exercícios

de grande vulto, como por exemplo o Exercício Operacional Tínia, uma vez ao ano, e a CRUZEX, sem frequência definida e que engloba a participação de países amigos.

Quadro 1 - Missões BVR e WVR previstas por ano para o piloto brasileiro de F-5M.

FASE	Nº DE MISSÕES POR PILOTO		OBSERVAÇÕES
	MÍNIMO	IDEAL	
Simulador	6	6	WVR
	6	6	BVR – CAP
	2	2	BVR – <i>Sweep</i>
Combate WVR	6	8	Combate 1x1
	4	6	Combate 1x1x1
	8	12	Combate 2x1
	4	6	Combate 2x2 pré-merge
Escolta	1	2	BVR – 2x1
	2	2	BVR – 2x2
	1	2	BVR – 4xN
	1	2	BVR – 4xN – Pacote
Defesa Aérea	8	10	BVR – 2x1
	8	10	BVR – 2x2
	2	3	BVR – 4xN
	2	3	BVR – 4xN – Pacote
Varredura	8	10	BVR – 2x1
	8	10	BVR – 2x2
	2	4	BVR – 4xN
	2	4	BVR – 4xN – Pacote
Total Simulador	10	10	----
Total Voo Real	62	86	----
Total	72	96	----

Fonte: BRASIL (2020a).

No quadro 1, a fase de Defesa Aérea refere-se à Ação de Alerta em Voo, nome modificado com a última edição da DCA 1-1, do final de 2020. Na coluna “observações”, o termo BVR - CAP na fase de simulador refere-se às missões de Alerta em Voo; o termo BVR - *Sweep*, às missões de Varredura; os números referem-se à quantidade de aeronaves, em que 1x1 representa um contra um, 2x1

representa dois contra um e 4xN representa quatro contra duas ou mais aeronaves; o termo “Pacote” refere-se às missões realizadas no contexto de Missão Aérea Composta, no qual “dezenas de aeronaves decolam em um curto espaço de tempo para cumprir ações de Força Aérea complementares, visando a um objetivo comum” (FAB, 2020).

Figura 3 - Aeronave F-5M da FAB.



Fonte: Cb V. Santos / FAB.

Com isso, atinge-se o primeiro objetivo específico deste artigo, qual seja identificar os parâmetros de treinamento de Defesa Aérea ideais para o piloto brasileiro.

5 SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO: PARÂMETROS NORTE-AMERICANOS

A USAF, maior e mais poderosa Força Aérea do mundo (LEVIN, 2018), qualifica os seus pilotos como experientes quando eles atingem a marca de 500 horas de voo no tipo de aeronave (EUA, 2005a), marca atingida pelo piloto americano num período de 3 anos, de acordo com Robbert *et al.* (2015). John Venable (2016, tradução nossa)⁷ afirma: “Voe três surtidas por semana, e os pilotos serão capazes de manter suas faculdades básicas. Voe quatro saídas por semana - pelo menos 200 horas por ano - e eles ficam melhores em tudo”.

⁷ No original: *Fly three sorties a week, and pilots are just able to sustain their baseline faculties. Fly four sorties a week – at least 200 hours a year—and they get better at everything.* (VENABLE, 2016)

Entretanto, embora o parâmetro de 500 horas de voo seja mensurável, ele pode não precisar a real habilidade e o nível de qualificação do piloto, afirma Marken *et al.* (2007).

Inúmeros estudos norte-americanos foram realizados, principalmente após as guerras da Coreia e do Vietnã, para avaliar o nível de eficiência de um piloto de combate em tempos de paz - a maioria deles realizados com suporte da RAND Corporation (<https://www.rand.org/>), uma instituição sem fins lucrativos que desenvolve pesquisas e análises para o Departamento de Defesa dos Estados Unidos. Apesar disso, é difícil medir a habilidade do piloto em manobras de combate. Para DeLeon (1977, p. 48, tradução nossa)⁸, “o treinamento específico e a experiência em combate real parecem ser os melhores indicadores para uma perspectiva de sucesso”.

Foi baseado nisso que a Força Aérea Americana (USAF) criou, a partir de 1975, o exercício *Red Flag*, ativado mais de uma vez ao ano e realizado na Base Aérea de Nellis, no estado de Nevada - exercício esse que serviu de base para a CRUZEX, organizada pelo Brasil e mencionada acima. Observou-se que a chance de sobrevivência de um piloto na guerra aumenta significativamente após a sua décima missão de combate (NELLIS, 2021). Dessa forma, o exercício *Red Flag* expõe pilotos inexperientes às suas dez primeiras missões simuladas de guerra, num cenário controlado e seguro, com objetivo de aumentar a confiança e a eficiência do piloto ao ser engajado posteriormente em combate real (NELLIS, 2021).

Marken *et al.* (2007) realizaram, entre outubro de 2002 e outubro de 2003, uma pesquisa com pilotos de F-15 - um dos principais vetores de Defesa Aérea norte-americano - para estudar a quantidade de surtidas por piloto necessárias para se manter a eficiência em combate. Como resultado, foi possível gerar os dados representados no quadro 2, os quais permitem afirmar que o piloto americano é considerado bem treinado ao cumprir anualmente a quantidade de missões apresentada na coluna IDEAL, por fase.

No quadro 2, o termo LFE (*Large Force Employment*) na coluna “observações” refere-se às missões de pacote, com o mesmo significado descrito

⁸ No original: *Air combat training and combat experience seem to be the two best indicators of a pilot's prospective success.* (DELEON, 1977, p. 48)

anteriormente para o quadro 1; os números 1x1, 2xN, etc. também se referem à quantidade de aeronaves envolvidas no combate.

Quadro 2 - Missões necessárias para o piloto norte-americano de F-15.

TIPO DE MISSÃO	Nº DE MISSÕES POR PILOTO		OBSERVAÇÕES
	MÍNIMO	IDEAL	
Simulador	0	0	ACM (<i>Air Combat Maneuvering</i>)
	12	24	ACT (<i>Air Combat Tactics</i>) 2xN
	12	24	ACT (<i>Air Combat Tactics</i>) 4xN
	12	12	LFE (<i>Large Force Employment</i>)
BFM (<i>Basic Flight Maneuvers</i>)	24	36	Combate 1x1
ACM (<i>Air Combat Maneuvering</i>)	12	24	Combate 2x1
ACT (<i>Air Combat Tactics</i>)	24	24	Combate 2xN
	24	36	Combate 4xN
LFE (<i>Large Force Employment</i>)	24	24	Pacote
<i>Red Air</i>	12	24	Força Inimiga
Total Simulador	36	60	----
Total Voo Real	120	168	----
Total	156	228	----

Fonte: Adaptado de Marken *et al.* (2007).

Atinge-se, assim, o segundo objetivo específico, definido como identificar os parâmetros de treinamento de Defesa Aérea ideais para o piloto norte-americano.

6 ANÁLISE DOS DADOS

Naturalmente, os parâmetros brasileiros e americanos são diferentes. Por isso, é necessária uma adaptação aos parâmetros brasileiros para possibilitar a comparação com os parâmetros norte-americanos.

Esta adaptação é possível de ser obtida seguindo a descrição de Marken *et al.* (2007), assim detalhado:

- a) as missões BFM (*Basic Flight Maneuvers*) correspondem ao combate 1x1 - missões básicas de combate de uma aeronave contra outra, ambas isoladas no

cenário (são as missões mais básicas de treinamento e servem para o piloto aprimorar o conhecimento das características de performance da aeronave);

b) as missões ACM (*Air Combat Maneuvering*) correspondem ao combate 2x1 - missões para treinamento do apoio mútuo durante o combate em duplas contra uma aeronave isolada;

c) as missões ACT (*Air Combat Tactics*) são divididas em missões 2xN e 4xN - missões com um nível de complexidade maior, que exige a gerência do líder de elemento ou do líder de esquadrilha para se manter o apoio mútuo entre as aeronaves e se obter o sucesso na missão;

d) as missões LFE (*Large Force Employment*) representam os voos em pacote - missões de máxima complexidade, por envolver um número grande de aeronaves e normalmente executadas nos exercícios operacionais, como *Red Flag* e CRUZEX;

e) e as missões *Red Air* correspondem a missões em que o piloto simula a performance e o armamento de aeronaves inimigas, de forma a prover treinamento para os outros tipos de missão - voos realizados também no contexto de missões de pacote. As missões de *Red Air* representam o lado inimigo nos exercícios operacionais, de forma a prover um cenário adequado ao treinamento realizado, simulando um conflito entre duas nações oponentes;

f) apesar de diferenciar a quantidade de aeronaves envolvidas (1x1, 2x1, pacote, etc), os autores não diferenciaram o tipo de combate: se visual (WVR) ou além do alcance visual (BVR).

Com as considerações acima, é possível fazer uma correspondência dos parâmetros brasileiros, seguindo a descrição da coluna “observações” do quadro 1 e adaptando-os ao padrão norte-americano. Entretanto, é importante destacar duas observações. Primeiro, a INPREP PEVOP 13/B não detalha a quantidade de aeronaves envolvidas nas missões de simulador, como o faz o estudo de Marken *et al.* (2007). Dessa forma, as missões de simulador foram unidas em um único parâmetro. Em complemento, cabe destacar que o padrão considerado para o simulador norte-americano é o de “sistema de simulação de alta fidelidade, que incorpora componentes eletrônicos do estado da arte, incluindo gráficos visuais de alta resolução e componentes de *cockpit* realísticos” (MARKEN *et al*, 2007, p. 21,

tradução nossa)⁹, característica diferente do simulador do F-5M, classificado como HAST (*HOTAS and System Trainer*), ou seja, treinador de sistemas e HOTAS (*Hands On Throttle And Stick* - mãos na manete e no manche). Para efeito deste trabalho, as diferenças técnicas dos simuladores não serão consideradas. A segunda observação diz respeito ao combate 1x1x1, previsto no treinamento brasileiro e não abordado explicitamente no norte-americano. Assim, este autor considerou esse tipo de voo similar ao combate 2x1, pelo nível de complexidade na prática da missão.

A adaptação e a comparação dos parâmetros são representadas no quadro 3, com a coluna “observações” mostrando a descrição da missão e a coluna “correspondência ao parâmetro americano” mostrando o tipo de missão apresentado por Marken *et al.* (2007).

Quadro 3 - Equivalência de missões do padrão brasileiro com o padrão norte-americano.

FASE	Nº DE MISSÕES POR PILOTO		OBSERVAÇÕES	CORRESPONDÊNCIA AO PARÂMETRO AMERICANO
	MÍNIMO	IDEAL		
Simulador	10	10	Missões de simulador	Missões de simulador
Combate WVR	6	8	Combate 1x1	BFM
	4	6	Combate 1x1x1	ACM
	8	12	Combate 2x1	ACM
	4	6	Combate 2x2 pré-merge	ACT 2xN
Escolta	1	2	BVR – 2x1	ACM
	2	2	BVR – 2x2	ACT 2xN
	1	2	BVR – 4xN	ACT 4xN
	1	2	BVR – 4xN – Pacote	LFE
Defesa Aérea	8	10	BVR – 2x1	ACM
	8	10	BVR – 2x2	ACT 2xN
	2	3	BVR – 4xN	ACT 4xN
	2	3	BVR – 4xN – Pacote	LFE
Varredura	8	10	BVR – 2x1	ACM
	8	10	BVR – 2x2	ACT 2xN
	2	4	BVR – 4xN	ACT 4xN
	2	4	BVR – 4xN – Pacote	LFE

Fonte: O autor.

A respeito dos parâmetros norte-americanos, é possível unificar as missões de LFE com *Red Air*, pois essas últimas são realizadas em contexto de Pacote, seja

⁹ No original: *High-fidelity simulation systems coupled with MTCs incorporate state-of-the-art electronic components, including high-resolution visual graphics and compellingly realistic cockpit components.* (MARKEN *et al.*, 2007, p. 21)

na *Red Flag*, seja na CRUZEX ou outros exercícios semelhantes. Os pilotos que cumprem missões de *Red Air* simulam a força inimiga (performance da aeronave e armamento) no cenário, de modo a prover um treinamento mais realístico.

Dessa forma, a comparação dos dois padrões analisados e equiparados é exibida no quadro 4. Este quadro contém os tipos e as quantidades de missões de Defesa Aérea consideradas mínimas e ideais, a serem voadas no período de um ano.

Quadro 4 - Parâmetros de F-5M e de F-15 comparados.

TIPO DE MISSÃO	BRASIL		EUA		OBSERVAÇÕES
	Nº DE MISSÕES / PILOTO		Nº DE MISSÕES / PILOTO		
	MÍNIMO	IDEAL	MÍNIMO	IDEAL	
Simulador	10	10	36	60	Simulador
BFM	6	8	24	36	Combate 1x1
ACM	29	40	12	24	Combate 1x1x1 e 2x1
ACT 2xN	22	28	24	24	Combate 2xN
ACT 4xN	5	9	24	36	Combate 4xN
LFE	5	9	36	48	Pacote
Total	77	104	156	228	----

Fonte: O autor.

7 APRESENTAÇÃO FINAL DOS RESULTADOS

Gil (2019) recomenda a elaboração de instrumentos analíticos para apresentação dos dados de um estudo de caso, indicando os diagramas, ou representações gráficas, como um dos mais utilizados.

Sendo assim, após o cumprimento dos dois objetivos específicos e feita a análise dos dados levantados, o gráfico 1 apresenta uma visualização mais clara de todo o estudo realizado.

No gráfico 1, a linha verde representa os parâmetros ideais para o piloto brasileiro ser considerado bem treinado, conforme definido na INPREP PEVOP 13/B, de 2020; e a linha azul representa os parâmetros ideais para o piloto norte-americano estar *combat ready*, conforme o estudo base utilizado neste artigo.

Os parâmetros brasileiros diferem dos parâmetros americanos praticamente nas missões de Simulador, BFM, ACT 4xN e LFE, estando próximos nas missões de ACT 2xN e superiores nas missões de ACM.

Gráfico 1 - Comparativo dos parâmetros ideais brasileiros e norte-americanos.



Fonte: O autor.

Como comentado anteriormente, o estudo abordou missões de simulador de voo, essencial para manter a eficiência do treinamento. Porém o simulador norte-americano é de alta fidelidade, com componentes eletrônicos do estado da arte e gráficos visuais de alta resolução, enquanto o simulador do F-5M brasileiro é apenas um treinador de sistemas e HOTAS (mãos na manete e no manche). Apesar deste estudo não ter considerado essas diferenças para a análise da quantidade de voos previstos para os pilotos das duas nações no treinamento das missões de Defesa Aérea, uma visualização apenas com os parâmetros das missões de voos reais é apresentada no gráfico 2, para uma comparação nítida da diferença exclusiva da atividade de voo real.

Considerando as missões em separado, o quadro 4 e o gráfico 2 permitem calcular a relação do treinamento brasileiro em relação ao treinamento norte-americano em cada tipo de missão, descrita abaixo:

a) o número ideal de missões de simulador apontado no estudo norte-americano é de 60 (sessenta), enquanto que o número ideal brasileiro é de 10 (dez).

Isso resulta que o preparo do piloto brasileiro corresponde a **17%** (10/60) do preparo do piloto norte-americano nas missões de simulador;

b) nas missões mais básicas de treinamento, o combate 1x1 (BFM), o ideal norte-americano é de 36 (trinta e seis) enquanto que o ideal brasileiro é de 8 (oito). Isso representa que o preparo brasileiro corresponde a **22%** (8/36) do preparo norte-americano nas missões de BFM;

c) nas missões ACM, combate 2x1 para treinamento de apoio mútuo no combate em duplas contra uma aeronave, o piloto brasileiro voa 40 (quarenta) missões, enquanto que o piloto norte-americano voa 24 (vinte e quatro) ao longo de 1 ano, um resultado de **167%** (40/24) - uma diferença a favor do treinamento nacional;

d) nas missões ACT 2xN, o piloto brasileiro também treina mais que o piloto norte-americano, representado pelos valores 28 (vinte e oito) e 24 (vinte e quatro) respectivamente. Isso resulta no valor de **117%** (28/24) para as missões de ACT 2xN;

e) nas missões ACT 4xN, mais complexas e que exigem a gerência do líder de esquadrilha para o sucesso do combate, o preparo do piloto brasileiro representa **25%** (9/36) do preparo do piloto norte-americano, com o número ideal de 9 (nove) e 36 (trinta e seis) respectivamente;

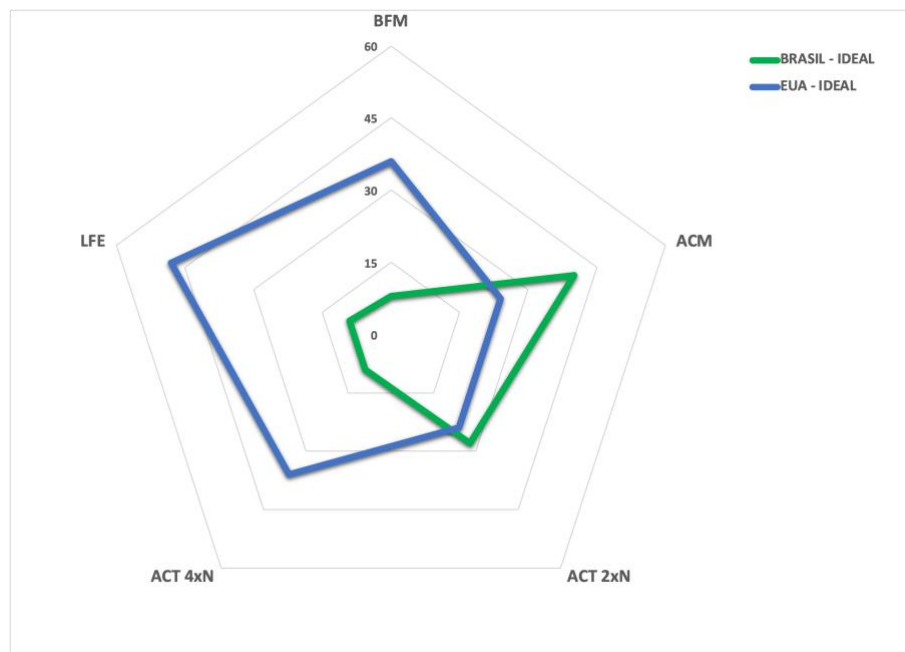
f) em relação aos voos de pacote, missões de máxima complexidade e normalmente executadas nos exercícios operacionais, os brasileiros cumprem 9 (nove) surtidas enquanto que os norte-americanos cumprem 48 (quarenta e oito) surtidas. Isso representa que o preparo brasileiro corresponde a **19%** (9/48) do preparo norte-americano nas missões de LFE.

Por fim, é possível verificar a validação da hipótese proposta neste artigo, qual seja a de que o nível de preparo do piloto brasileiro nas missões de Defesa Aérea é inferior a 50% do preparo do piloto norte-americano.

Considerando todas as missões previstas para as duas nações (inclusive simulador), os parâmetros de preparo ideais brasileiros somam 104 (cento e quatro) missões de Defesa Aérea ao longo do período de um ano, enquanto os parâmetros ideais norte-americanos somam 228 (duzentos e vinte e oito) missões de Defesa Aérea no mesmo período. Esses valores representam a quantidade ideal de missões de Defesa Aérea que o piloto deve cumprir continuamente a cada período de um ano para ser considerado pronto para o combate. Isso significa que os parâmetros

de preparo ideais brasileiros correspondem a **46%** (104/228) dos parâmetros de preparo ideais norte-americanos - parâmetros esses relacionados ao preparo para o combate, representando o último nível de aprendizado proposto por Gagné. Essa análise permite validar a hipótese proposta por este autor, comprovando a preocupação com o preparo da equipagem de combate da Força Aérea Brasileira.

Gráfico 2 - Comparativo dos parâmetros ideais brasileiros e norte-americanos (sem simulador).



Fonte: O autor.

8 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou a preocupação do autor referente ao treinamento das missões de Defesa Aérea realizado pelos pilotos de F-5M e futuramente realizado pelos pilotos de Gripen da Força Aérea Brasileira. Como problema de pesquisa, foi proposta a interrogação “qual o nível de preparo nas missões de Defesa Aérea do piloto da FAB se comparado ao piloto da USAF?”, tomando-se como resposta a hipótese de que o nível de preparo do piloto brasileiro nas missões de Defesa Aérea é inferior a 50% do nível de preparo do piloto norte-americano. Para isso, foi definido como objetivo geral “comparar os parâmetros ideais de treinamento das missões de Defesa Aérea do piloto da FAB com os parâmetros ideais de treinamento das missões de Defesa Aérea do piloto norte-americano”. A

Força Aérea Norte-Americana foi escolhida como comparação por se tratar da maior Força Aérea do mundo (LEVIN, 2018).

Este autor baseou-se na teoria da aprendizagem de Robert Gagné (1985), que define 9 níveis de aprendizado, sendo o último classificado de “generalização”. Segundo o autor, é preciso praticar constantemente para manter e evoluir a capacidade, seja ela intelectual, seja ela psicomotora.

John Boyd (1986), ao idealizar o ciclo OODA, destacou a fase da Orientação como a mais importante para fazer o ciclo girar mais veloz e de forma mais eficiente. Fadok (1995), ao escrever sobre Boyd, complementou o referencial teórico adotado, informando que a experiência pessoal é um dos itens mais significativos que afetam a fase da Orientação do ciclo OODA.

O autor deste trabalho pesquisou sobre a classificação do termo *combat ready* norte-americano, que significa a capacidade de uma unidade ou formação cumprir as missões para as quais foi designada. Baseado nisso, foi utilizado o estudo de Marken *et al.* (2007) que define a quantidade de surtidas por piloto necessária para se manter a eficiência em combate – a *combat readiness*.

Segundo as definições de Gil (2019), este trabalho foi classificado como pesquisa aplicada, segundo a sua finalidade, e como pesquisa descritiva, segundo os propósitos mais gerais. Pelos métodos empregados, a pesquisa foi classificada como pesquisa bibliográfica, por tratar-se de material já publicado, e estudo de caso, porque consiste no estudo do treinamento de pilotos norte-americanos e a sua comparação com o treinamento de pilotos brasileiros.

Para se atingir o objetivo geral proposto, foram criados dois objetivos específicos. No primeiro, a pesquisa identificou os parâmetros de treinamento de Defesa Aérea ideais para o piloto brasileiro. No segundo, foram buscados os parâmetros equivalentes norte-americanos. Por fim, o autor fez as adaptações necessárias para possibilitar a comparação entre os parâmetros das duas nações.

Ao final, a hipótese proposta foi validada, tendo o trabalho concluído que o preparo do piloto brasileiro corresponde a 46% do ideal do preparo do piloto norte-americano.

Este trabalho fornece base para o Alto Comando da FAB poder optar por fazer alterações nos parâmetros de treinamento das Unidades Aéreas ou na distribuição de horas de voo / suporte logístico, de forma a se obter melhor eficiência no preparo para a guerra.

A pesquisa limitou-se ao estudo das missões de Defesa atualmente realizadas pelos pilotos de F-5M da FAB, comparado ao estudo com pilotos de F-15 da USAF, realizado por Marken *et al* (2007). Outra limitação deste estudo refere-se ao real cumprimento das missões. O acesso às quantidades e aos tipos de voos realizados é restrito, por se tratar da representação do nível de preparo dos pilotos e, conseqüentemente, da Força Aérea do respectivo país. Dessa forma, este trabalho assumiu como premissa a afirmação de que o número de missões realizadas equivale à quantidade prevista como ideal, e não o mínimo.

Figura 4 - Aeronave F-15 da USAF.



Fonte: aero.jor.br.

Ademais, a pesquisa não encerra o assunto em questão, deixando margem para futuros estudos relacionados às demais operações da aviação militar, como Ataque, Apoio Aéreo Aproximado, Supressão de Defesa Antiaérea Inimiga, etc. Além disso, novas pesquisas podem ser realizadas com o intuito de definir que tipo de missões devem ser priorizadas, conforme a sua importância, para que a eficiência da manutenção operacional esteja adequada a parâmetros cientificamente reconhecidos.

REFERÊNCIAS

414th Combat Training Squadron "Red Flag". Nellis Air Force Base, 2021.

Disponível em: <https://www.nellis.af.mil/About/Fact-Sheets/Display/Article/2605882/414th-combat-training-squadron-red-flag/>. Acesso em: 25 jul. 2021.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando de Preparo. Portaria nº 174/COMPREP, de 17 de agosto de 2020. Aprova a modificação da Coletânea de Instruções do COMPREP sobre o Programa de Elevação Operacional (INPREP/PEVOP). INPREP/PEVOP/13B Programa de Elevação Operacional – PEVOP F-5M. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 149, f. 10324, 20 ago. 2020a.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Gabinete do Comandante 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 II. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 205, f. 14971, 12 nov. 2020b.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa e Estratégia Nacional de Defesa (minuta)**. Brasília, DF, 2020c. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/pnd_end_congresso_.pdf. Acesso em: 25 jul. 2021.

DELEON, Peter. **The Peacetime Evaluation of the Pilot Skill Factor in Air-to-Air Combat**. RAND Corporation, 1977. Disponível em: <https://www.rand.org/pubs/reports/R2070.html>. Acesso em: 13 mar. 2021.

DOUHET, Giulio. **Command Of The Air**. 2019 Air University Press Edition. Alabama: Air University Press, 2019.

Estados Unidos da América. *Department of the Air Force*. **AFI 11-412 – Aircrew Management**. Washington, DC, 2005a.

Estados Unidos da América. *Office of the Chairman of the Joint Chiefs of Staff*. **JP 1-02 DOD Dictionary of Military and Associated Terms**. Washington, DC, 2005b.

Estados Unidos da América. *Office of the Chairman of the Joint Chiefs of Staff*. **The National Military Strategy of the United States of America**. Washington, DC, 2011.

Exercício Operacional Tápio 2020 realiza a primeira missão aérea composta. **FAB**, Brasília, 23 de ago. de 2020. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/36206/>. Acesso em: 15 maio 2021.

F-39E Gripen realiza primeiro voo em espaço aéreo brasileiro. **FAB**, Brasília, 24 de set. de 2020. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/36312/>. Acesso em: 17 abr. 2021.

FADOK, David S. **John Boyd and John Warden: Air Power's Quest for Strategic Paralysis**. Alabama: Air University Press, 1995.

Gagne's Learning Outcomes. **Weber State University**, 2021 Disponível em: <https://weber.instructure.com/courses/351142/pages/gagnes-learning-outcomes>. Acesso em: 01 maio 2021.

Gagne's Nine Levels of Learning. **Mindtools**, 2021. Disponível em: <https://www.mindtools.com/pages/article/gagne.htm>. Acesso em: 01 maio 2021.

GAGNÉ, R. M. ***The conditions of Learning and Theory of Instruction***. 4th ed. New York: CBS College Publishing, 1985.

GALANTE, Fernando. **Força Aérea dos EUA encomenda super computador para o caça F-15**. Poder Aéreo, 2019. Disponível em: <https://www.aereo.jor.br/2019/04/11/forca-aerea-dos-eua-encomenda-super-computador-para-o-caca-f-15/>. Acesso em: 24 jul. 2021.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GRANT, Frederica. Robert Mills Gagné. **Emaze**, 2021. Disponível em: <https://www.emaze.com/@AOFRFLIWW>. Acesso em: 24 jul. 2021.

HERRERA, James G. ***The Fundamentals of Military Readiness***. Congressional Research Service, 2020. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R46559>. Acesso em: 10 abr. 2021.

JORGE, Juvenal. F-15 EAGLE, para superar recordes. **Autoentusiastas**, 2018. Disponível em: <https://www.autoentusiastas.com.br/2018/01/f-15-eagle-para-superar-recordes/>. Acesso em: 17 abr. 2021.

LEVIN, Nancy. *10 Largest Air Forces in the World*. **Largest**, 2018. Disponível em: <https://largest.org/technology/air-forces/>. Acesso em: 14 mar. 2021.

MALTCHICK, Roberto. Caça Gripen voa duas vezes mais rápido que o som: conheça os detalhes. **DefesaNet**, Brasília, 25 de set. de 2020. Disponível em: <https://www.defesenet.com.br/gripenbrazil/noticia/38243/Caca-Gripen-voa-duas-vezes-mais-rapido-que-o-som--conheca-os-detalhes/>. Acesso em: 17 abr. 2021.

MARKEN, R. S. *et al. Absorbing and Developing Qualified Fighter Pilots: The Role of the Advanced Simulator*. RAND Corporation, 2007. Disponível em: <https://www.rand.org/pubs/monographs/MG597.html>. Acesso em: 13 mar. 2021.

Na Inglaterra, Brasil e Suécia assinam contrato de financiamento dos novos caças da FAB. **FAB**, Brasília, 25 de ago. de 2015. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/22785/>. Acesso em: 17 abr. 2021.

RAND Corporation. **Rand at a Glance**. Disponível em: <https://www.rand.org/about/glance.html>. Acesso em: 14 mar. 2021.

RICHEY, Rita. **The Legacy of Robert M. Gagne**. Estados Unidos: Eric Clearinghouse on Information, 2000.

RINALDI, Rafael. F-15 da USAF derrotam F-35 em *dogfights*. **Editora Rota Cultural**, 2018. Disponível em: <https://www.edrotacultural.com.br/f-15-da-usaf-derrotam-f-35-em-dofights/>. Acesso em: 17 abr. 2021.

ROBBERT, A. A. *et al.* **Reducing Air Force Fighter Pilot Shortages**. RAND Corporation, 2015. Disponível em: https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR1113.html. Acesso em: 26 abr. 2021.

TAYLOR, W. W. *et al.* **Absorbing Air Force Fighter Pilots: Parameters, Problems, and Policy Options**. RAND Corporation, 2002. Disponível em: https://www.rand.org/pubs/monograph_reports/MR1550.html. Acesso em: 26 abr. 2021.

VENABLE, John. **Fighter Pilots Aren't Flying Enough to Hone the Skills of Full-Spectrum War**. 2016. Disponível em: <https://www.defenseone.com/ideas/2016/11/fighter-pilots-arent-flying-enough-hone-skills-full-spectrum-war/133328/>. Acesso em: 13 mar. 2021.