



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

MARCIO RASSY TEIXEIRA, Maj Av

Interdição: a capacidade de bombardeio estratégico da Força Aérea Brasileira

Rio de Janeiro
2021

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

MARCIO RASSY TEIXEIRA, Maj Av

Interdição: a capacidade de bombardeio estratégico da Força Aérea Brasileira

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: Heráclito Moreira de Souza

Rio de Janeiro
2021

RESUMO

O processo de modernização do A-1 se arrastou por dezoito anos e, nesse percurso, a frota foi reduzida de 54 para quatorze aeronaves. Sabendo-se que essa plataforma aérea é a única do acervo brasileiro que realiza bombardeio estratégico, considerou-se importante compreender em que medida a redução de aeronaves, após a modernização, impactou na capacidade de Interdição da FAB. Diante disso, o artigo analisou a influência da modernização com a diminuição da frota de A-1 para a manutenção da capacidade de interdição da FAB. Tal investigação seguiu o método descritivo, considerando como variável independente a frota de aeronaves (A-1/2003 e A-1M/2021) e como variável dependente a quantidade média de alvos atacados com sucesso. Para determinar esta última, foi realizada uma pesquisa bibliográfica para estabelecer os fatores que influenciam o dimensionamento de força, e para mensurá-los utilizou-se os resultados obtidos na Operação Tempestade no Deserto. O resultado apresentado é que, em média, a frota de A-1, com armamento não guiado, ataca com sucesso 2,2 alvos estratégicos contra dois alvos da frota modernizada, carregando armas guiadas. Esse resultado foi comparado em dois cenários distintos, sendo o primeiro limitando o número de surtidas por aeronave e, o segundo, igualando-se os ataques das frotas analisadas. Na primeira comparação, as plataformas não modernizadas lograram uma pequena vantagem de seis alvos. Já na outra cena, a frota de A-1M conseguiu uma diferença expressiva de 208 alvos de ganho. Com o exposto, identificou-se que a utilização de armamento inteligente influenciou diretamente nos parâmetros atingidos após a modernização.

Palavras-chave: bombardeio; estratégico; interdição; modernização.

ABSTRACT

The A-1 modernization process dragged on for eighteen years and, in that way, the fleet was reduced from 54 to fourteen aircraft. Knowing that this aerial platform is the only one in the Brazilian collection that performs strategic bombing, it was considered important to understand to what extent the reduction of aircraft, after modernization, impacted the FAB's Interdiction capacity. Therefore, the article analyzed the influence of modernization with the reduction of the A-1 fleet to maintain the FAB's interdiction capacity. This investigation followed the descriptive method, considering as an independent variable the aircraft fleet (A-1/2003 and A-1M/2021) and as a dependent variable the average number of targets successfully attacked. To determine the latter, a bibliographic research was carried out to establish the factors that influence the dimensioning of force, and to measure them, the results obtained in Operation Desert Storm were used. The result presented is that, on average, the A-1 fleet, with unguided weaponry, successfully attacks 2.2 strategic targets against two targets of the modernized fleet, carrying guided weapons. This result was compared in two different scenarios, the first limiting the number of sorties per aircraft and the second equaling the attacks of the analyzed fleets. In the first comparison, the unmodernized platforms achieved a small six-target advantage. In the other scene, the A-1M fleet achieved a significant difference of 208 gain targets. With the above, it was identified that the use of intelligent weapons directly influenced the parameters achieved after the modernization.

Keywords: *bombing; interdiction; modernization; strategic.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Comparação direta entre as frotas.....	27
Figura 2 - Cenários comparativos.	29

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Precisão redefine o conceito de massa.....	16
Quadro 2 - Probabilidade de 90%.	17
Quadro 3 - Bomba vs Aeronave.	17
Quadro 4 - Início de operação.....	20
Quadro 5 - Similaridade de armamento.....	20
Quadro 6 - Categorias de alvos estratégicos.	20
Quadro 7 - Armamento empregado.....	21
Quadro 8 - Exemplos de efeito desejado.	22
Quadro 9 - Tonelagem por tipo de armamento e por categoria de alvo.	23
Quadro 10 - Média de tonelagem por categoria de alvo.	24
Quadro 11 - Capacidades A-1 vs A-1M.....	25
Quadro 12 - Configurações adotadas.	26
Quadro 13 - Frota A-1 por categoria de alvo.	26
Quadro 14 - Frota A-1M por categoria de alvo.	27
Quadro 15 - Média de surtidas.	28
Quadro 16 - Cenário 1: 37 surtidas por aeronave.	28
Quadro 17 - Cenário 2: 1998 surtidas por frota.	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMX - Aeritalia, Macchi *and experimental*

BAFG - Bomba Aérea de Fins Gerais

CBU - *Cluster Bomb Unit*

C³ - *Command, Control, and Communication facilities*

CG - Centro de Gravidade

ECP - Erro Circular Provável

ELE - *Electrical facilities*

FAB - Força Aérea Brasileira

ft - pé

GAO - *General Accounting Office*

GBU - *Guided Bomb Unit*

GVC - *Government centers*

IR - *infrared*

kg - quilograma

lb - libra

LDP - *Laser Designation Pod*

LOC - *Lines of Communication*

M - *Army designation for munitions*

MIB - *Military Industrial Base facilities*

Mk - *Navy designation for bombs*

NAV - *Naval facilities*

NBC - *Nuclear, Biological, and Chemical facilities*

NSIAD - *National Security and International Affairs Division*

OCA - *Offensive Counterair installations*

OE - Objetivo Específico

OIL - *Oil refining, storage, and distribution facilities*

SAM - *Surface-to-Air Missile installations*

SCU - *Scud missile facilities*

vs - *versus*

LISTA DE SÍMBOLOS

Ps - Probabilidade de sucesso

Pd - Probabilidade de dano

Pa - Probabilidade de chegada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Tema e Problema.....	10
1.2	Hipótese.....	10
1.3	Objetivos (Geral e Específicos)	11
1.4	Justificativa do Estudo.....	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
3	METODOLOGIA.....	15
4	ANÁLISES.....	16
5	CONCLUSÃO.....	29
	REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

1.1 Tema e Problema

Em todos os níveis de planejamento para uma guerra e/ou conflito armado, um dos métodos utilizados para ter maior efetividade durante a ofensiva é identificar as redes de forças, de poderes e de resistências do adversário e, conseqüentemente, determinar os Centros de Gravidade a serem atingidos pelas expressões do Poder Nacional.

Nesse sentido, o Poder Aeroespacial, por suas características, é a expressão com maior capacidade para inferir pressão cinética nos CG estratégicos, os quais estarão em profundidade e protegidos no terreno.

Assim, a Força Aérea Brasileira, como uma ferramenta de projeção dentro do Poder Aeroespacial, utiliza-se de bombardeios estratégicos para interditar os pontos focais do inimigo.

Para demonstrar essa capacidade estratégica, em 2003, um elemento composto por duas aeronaves A-1 realizou um voo com duração de dez horas e cinco minutos, sem escalas, percorrendo cerca de 6.800 Km.

Nesse mesmo ano, foi dado início ao projeto de modernização da frota de aeronaves A-1 com o objetivo de aprimorar a capacidade estratégica do vetor. Tal aprimoramento, de início, reduziria a frota de 54 para 43 aviões (LEITE, 2012). Contudo, com as restrições orçamentárias impostas ao longo dos anos, o projeto passou por diversas paralisações e reduções de escopo, o que culminou em diminuição de itens modernizados e de número de aeronaves. Isso refletiu em uma modernização de apenas quatorze aeronaves (GALANTE, 2019).

Com esse cenário, sendo a aeronave A-1 a única plataforma para realizar bombardeio estratégico do acervo brasileiro, considera-se importante compreender em que medida a redução de aeronaves, após a modernização, impacta na capacidade de Interdição da FAB?

1.2 Hipótese

Durante a evolução tecnológica do Poder Aeroespacial, Deptula (2001) afirma que, em alguns casos, uma única aeronave, durante a 1ª Guerra do Golfo,

conseguia alcançar o mesmo resultado que um ataque com mil aeronaves da Segunda Guerra Mundial.

Destarte, a hipótese a ser analisada neste estudo é que a diminuição do escopo do projeto A-1M reduz a capacidade de realizar bombardeio estratégico previsto na Tarefa de Interdição. Apesar de, inicialmente, a modernização contribuir para a redução da frota, pois melhoram algumas variáveis para o dimensionamento de força, tal modificação não foi suficiente para contrabalançar a quantidade numérica degradada.

1.3 Objetivos (Geral e Específicos)

O objetivo geral deste artigo será analisar a influência da modernização com a diminuição da frota de A-1 para a manutenção da capacidade de interdição da FAB. Sendo assim, para verificar alteração nessa capacidade, o estudo considerou como variável independente a frota de aeronaves (A-1/2003 e A-1M/2021) e como variável dependente a quantidade média de alvos atacados com sucesso.

Dessa forma, para pormenorizar e detalhar as ações do trabalho, foram traçados quatro objetivos específicos.

Inicialmente, será necessário identificar as variáveis para o dimensionamento da força (OE 1) para trazer à consciência este conhecimento. Com esta etapa finalizada, será praticável reconhecer as capacidades do A-1 e do A-1M que influenciam no dimensionamento de força (OE 2) de maneira a compreender as mudanças devido ao avanço tecnológico.

A posteriori, com as interrelações das variáveis do OE 1 com as capacidades do OE 2, será viável apontar a eficácia das frotas de A-1 e A-1M (OE 3) em termos de quantidades de alvos atacados com sucesso.

Por fim, checando tais eficácias em cenários envolvendo o fator tempo, será exequível comparar a capacidade de bombardeio estratégico antes e após a modernização da aeronave A-1 (OE 4).

1.4 Justificativa do Estudo

A capacidade de interditar os CG do oponente em seus diversos níveis, e principalmente no nível estratégico, corrobora diretamente a duração do conflito e a

ocupação pela força de superfície. Representativamente, a Guerra do Golfo (1990 – 1991) demonstrou tal capacidade com uma campanha aérea de aproximadamente quarenta dias e uma ocupação terrestre de cem horas.

Assim, esta proposta de estudo torna-se importante, pois poderá apontar a capacidade de interdição do Poder Aeroespacial que poderá contribuir com a estratégia de Projeção de Poder, atuando nas dimensões de tempo, espaço e níveis de guerra, conforme estabelece Deptula (2001).

Além disso, servirá para identificar e mensurar quais itens da modernização influenciam diretamente na interdição dos pontos decisivos do adversário e, com isso, ter uma melhor visão para futuras aquisição/modernização. Com essa visibilidade, ficará mais fácil definir o quê e em qual quantidade deve ser alterado um escopo, compensando restrições financeiras e mitigando quaisquer perdas de capacidades de emprego da FAB.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A Doutrina Militar de Defesa (BRASIL, 2007) informa que, para atender aos anseios constitucionais, as Forças Armadas Brasileiras utilizam de estratégias militares para orientarem o seu emprego em um conflito armado. Nesse sentido, a Projeção de Poder é uma das principais estratégias, seguida pela Doutrina de Operações Conjuntas (BRASIL, 2020a), com o objetivo de identificar e atingir os CG do inimigo.

A construção dessa doutrina deve grande influência do General Carl Phillip Gottlieb von Clausewitz, considerado um grande estrategista militar e teórico de guerra. Clausewitz (2010), afirmou que, para sobrepujar o seu inimigo, deve-se combinar os esforços contra o seu poder de resistência, o qual pode ser expresso por um produto de dois fatores inseparáveis: a totalidade de meios à sua disposição e a força da sua determinação. Ou seja, matematicamente se um desses fatores tenderem ao nulo, o resultado (a resistência) também tenderá. Com isso, é necessário atuar de forma sinérgica nos fatores supramencionados.

Inicialmente, focando no fator meios, pode-se simplesmente destruí-lo ou incapacitá-lo atuando no suporte logístico. Nesse aspecto, Slessor (2009) inseriu o conceito de paralisia do inimigo, ou seja, sufocá-lo de modo que ele seja incapaz de agir. Para isso, não seria obrigatória a destruição total do inimigo, mas sim, a

interdição das linhas de suprimento e comunicação.

Ademais, deve-se atuar também no outro fator da operação, a determinação. Warden III (2000) destaca que a liderança é o anel essencial, já que é ela quem tem a capacidade de decidir sobre a relação custo e benefício do prosseguimento da guerra. Ou seja, atacando os líderes condutores da guerra, a vontade de combater reduzirá.

Assim, a Tarefa de Interdição do Poder Aeroespacial, prevista na Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira (BRASIL, 2020b), é capaz de destruir ou neutralizar as fontes do poder inimigo, afetando a logística, a mobilidade, infraestruturas críticas e alvos militares. Além disso, inclui operações de projeção do poder, utilizando caças A-1 para o emprego de bombardeios estratégicos nos centros de gravidade do inimigo.

Durante a evolução do Poder Aéreo, o bombardeio estratégico tornou-se a principal modalidade de emprego defendida por teóricos na tentativa de encerrar rapidamente o conflito. Uma das teorias mais influentes é a de que o Poder Aéreo, através de um cuidadoso bombardeio de longo alcance nos centros vitais do inimigo, poderia quebrar a resistência ao devastar uma nação, tornando a guerra terrestre irrelevante (DOUHET, 1988).

Todavia, a aplicação desse conceito, de início, demonstrou-se ineficiente principalmente no que se diz respeito à palavra “cuidadoso”. Exemplo disso é que, na Primeira Guerra Mundial, os alemães lançaram mais de oito mil bombas na Grã-Bretanha, resultando em pouco menos de cinco mil mortos/feridos e com pouco impacto na economia ou capacidade militar (MORRIS, 1993). Isto é, a precisão de emprego do armamento aéreo era o principal obstáculo para operacionalizar a teoria.

Na Segunda Guerra Mundial, a utilização maciça de bombardeiros estratégicos foi aplicada para atingir os alvos designados e mitigar o erro circular provável¹ de 3.300 ft. Meilinger (2011) ilustra que, nesse período, foram realizadas com 1,4 milhões de surtidas e 2,7 milhões de toneladas de bombas lançadas contra os nazistas. Nesse conflito, foram executadas algumas tentativas para melhorar a precisão, como bombardeio em baixas altitudes, bombardeio picado e utilização de novas tecnologias (radar e mira Norden), porém ainda ineficientes para dar celeridade ao conflito.

Durante a Guerra da Coreia, com o objetivo de reduzir os danos colaterais, foi

¹O erro circular provável indica um limite com probabilidade de 50% de impactos das bombas lançadas na área definida pelo ECP. Ou seja, é o círculo onde caem metade das armas em uma série de lançamentos. O conceito de ECP é usado para comparar armas e para estatísticas de precisão.

intensificado o bombardeio de precisão e o emprego de novas tecnologias, como os novos caças-bombardeiros F-84. Essa investida reduziu o ECP para 1.000 ft. Mesmo assim, foram executados 315 mil surtidas com 290 mil toneladas de bombas lançadas nessa atividade.

Na Guerra do Vietnã, o desenvolvimento para melhores acertos continuou e se obteve um ECP de 447 ft, apesar de terem sido lançadas oito milhões de toneladas de bombas (principalmente pelas características políticas do conflito). Nesse entrave, além da evolução em táticas, técnicas e procedimentos, foi inserida, em 1968, a tecnologia das bombas guiadas por *laser* e, assim, com esse armamento, diminuiu-se para 23 ft o ECP (BOOT, 2006).

Com esses dados de armamento não guiado, Hallion (1995) demonstra que para ter a probabilidade de 90% para acertar um alvo medindo 60 ft x 100 ft com bombas de duas mil libras eram necessárias aproximadamente três mil aeronaves com nove mil bombas na Segunda Guerra Mundial, 550 aeronaves com 1.100 bombas na Guerra da Coreia e 44 aeronaves com 176 bombas no Vietnã. Desse modo, é percebido que, para ter a mesma capacidade para interditar um alvo, era necessária uma quantidade maior de bombardeiros e de armamentos na 2ª Guerra Mundial do que na Guerra do Vietnã, isso devido ao erro menor nesse último conflito.

Então, o obstáculo da precisão foi superado com a tecnologia, o que possibilitou tornar mais célere uma guerra ao realizar ataques com maior acurácia no oponente. Tal afirmação foi constatada na Primeira Guerra do Golfo quando as forças de coalizão, em pouco mais de um mês, derrotaram as forças iraquianas com uma intensa campanha aérea. Deptula (2001) afirma que o sucesso alcançado pelos EUA e seus aliados na Operação Tempestade no Deserto é corretamente atribuído a avanços na tecnologia, sendo um desses a precisão alcançada pelas bombas guiadas. Ele ainda corrobora dizendo que uma única bomba guiada utilizada contra o Iraque, em 1991, em determinados casos, tem a mesma capacidade para interditar um alvo que nove mil bombas não guiadas empregadas na Segunda Guerra Mundial.

Assim sendo, com uma menor quantidade de aeronaves para destruir/neutralizar um objetivo, foi possível aperfeiçoar a teoria de Douhet com ataques simultâneos nos CG do adversário, causando-lhe uma grande ruptura no poder de resistência. Esse constructo de guerra foi um importante fator para a celeridade do conflito. Tal sistemática ficou conhecida como Guerra Paralela (DEPTULA, 2001).

Dessa forma, o Poder Aeroespacial deve ser capaz de abater vários alvos, em níveis de guerra e em centros de gravidade, de forma concomitante. Essa capacidade, como relatado anteriormente, envolve quantidade de armamento, número de aeronaves e, principalmente, precisão. E está diretamente ligada aos avanços tecnológicos.

3 METODOLOGIA

Como transcrito no referencial teórico, a evolução tecnológica influenciou diretamente no aprimoramento dos acertos em bombardeios estratégicos e, conseqüentemente, na redução de aeronaves empregadas para esse fim. Desse jeito, o desenvolvimento do trabalho pode ser caracterizado com o objetivo descritivo, pois verificará se a redução da frota de aeronaves A-1 foi compensada com a modernização. De acordo com Gil (2008), as pesquisas descritivas têm como uma finalidade principal o estabelecimento de relações entre variáveis.

Inicialmente, por meio de uma pesquisa bibliográfica relativas à evolução tecnológica do emprego de bombardeios estratégicos, foi possível identificar as variáveis para o dimensionamento de força (OE 1), trazendo à consciência situacional do assunto. Com esse conhecimento e continuando tal pesquisa, foi praticável reconhecer as capacidades do A-1 e do A-1M que influenciam no dimensionamento de força (OE 2) compreendendo as mudanças dessas devido ao processo de modernização. Segundo Vergara (2007), a investigação bibliográfica pode ser realizada por meio de material já publicado em livros, revistas, jornais, meio eletrônico acessível ao público geral. Como referência foram adotadas as capacidades da aeronave A-1, em 2003, e as do A-1M em 2021.

Posteriormente, interrelacionando as variáveis do OE 1 com as capacidades do OE 2, foi viável apontar a eficácia das frotas de A-1 e A-1M (OE 3) em quantidade média de alvos atacados com sucesso. Conforme Knechtel (2014), a pesquisa quantitativa atua sobre um problema humano ou social, é baseada no teste de uma teoria e composta por variáveis quantificadas em números, as quais são analisadas de modo estatístico, com o objetivo de determinar se as generalizações previstas na teoria se sustentam ou não. Esta etapa, considerou que todas as aeronaves das frotas atacariam os alvos, ou seja, fatores relacionados com missões abortivas e sobrevivência no combate não foram metrificadas. Nesse sentido, foi reconhecida

uma frota de 54 aeronaves, em 2003, do A-1 e de quatorze aeronaves em 2021 do A-1M

Finalmente, avaliou-se os dados obtidos no OE 3 em dois cenários envolvendo a quantidade de surtidas atreladas ao fator tempo. Isso permitiu comparar a capacidade de bombardeio estratégico antes e após a modernização da aeronave A-1 (OE 4). Segundo Fachin (2008), o método comparativo consiste em investigar coisas ou fatos e explicá-los segundo suas semelhanças e suas diferenças. Permite a análise de dados concretos e a dedução de semelhanças e de divergências de elementos constantes, abstratos e gerais, propiciando investigações de caráter indireto. Dessarte, analisando a dispersão em amplitude das variáveis dependentes, foi possível indicar se a capacidade de interdição da FAB ficou deficitária ou superavitária após a modernização do projeto.

4 ANÁLISES

Durante a pesquisa bibliográfica, conforme Davis (1983), no decorrer da 2ª Guerra Mundial, muitos comandantes aéreos foram compelidos a substituir a precisão pela tonelagem de armamento empregado para destruir o alvo. Nesse aspecto, Deptula (2001) afirma que a evolução na precisão dos armamentos redefiniu o conceito de massa, demonstrando, em sua obra, alguns fatores para realizar um comparativo entre a quantidade necessária de aeronaves/armamento para alcançar o mesmo resultado em diferentes conflitos. Tais dados são representados no Quadro 1.

Quadro 1 - Precisão redefine o conceito de massa.

Conflito	Surtidas	Aeronave	Quantidade de Bomba	ECP (ft)	Alvos
Segunda Guerra Mundial - 1943	1000	B-17	9.000 (250 lb)	3.300	1
Guerra do Vietnã - 1970	30	F-4	176 (500 lb)	400	1
Primeira Guerra do Golfo - 1991	01	F-117	2 (2000 lb)	10	2
Guerra Aérea na Sérvia - 1999	01	B-2	16 (2000 lb)	20	16

Fonte: O autor.

Assim, é possível identificar algumas variáveis para o dimensionamento da força feito por Deptula:

- a) surtidas – representando quantas investidas devem ser realizadas;
- b) aeronave – representa o tipo de aeronaves com suas características para emprego de armamento como, performance, pontaria e capacidade de

carga;

- c) quantidade de bombas – representa o número de bombas necessário para atingir o alvo;
- d) ECP – precisão proporcionada pelo conjunto aeronave/armamento.

Conforme demonstrado, quanto menor o ECP, menor é a quantidade de armamento e, conseqüentemente, menor é a quantidade de aeronaves.

Hallion (1995) acrescenta mais algumas variáveis, pois, para melhor avaliar o impacto do armamento de precisão, é necessário examinar as tendências na precisão do bombardeio realizado por plataformas cada vez mais precisas no emprego com armamento não guiado. O Quadro 2 apresenta o caso de tentativa de acerto, com uma probabilidade de 90%, para um alvo medindo 60 x 100 pés usando bombas não guiadas de duas mil libras lançadas em altitude média.

Quadro 2 - Probabilidade de 90%.

Conflito	Quantidade de aeronaves	Quantidade de Bomba (2000lb)	ECP (ft)
Segunda Guerra Mundial	3024	9.070	3.300
Guerra da Korea	1.100	550	1000
Guerra do Vietnã	44	176	400

Fonte: O autor.

Comparando os dois quadros, é percebido que tanto na Segunda Guerra Mundial como na Guerra do Vietnã, os dois autores chegaram a números semelhantes em termos de quantidade de bombas, mas o número de aeronaves foi bem distinto. Isso se dá pela capacidade de carga que uma aeronave pode levar, já que o tipo de bomba utilizada é diverso. O Quadro 3 demonstra essa diferença.

Quadro 3 - Bomba vs Aeronave.

Segunda Guerra Mundial		
Bomba	Quantidade de Bomba	Quantidade de aeronaves
250 lb	9.000	1.000
2000 lb	9.070	3.300
Guerra do Vietnã		
Bomba	Quantidade de Bomba	Quantidade de aeronaves
500 lb	176	30
2000 lb	176	44

Fonte: O autor.

Além disso, é percebido que, nesses cálculos, a capacidade de demolição do armamento não é considerada, pois uma bomba de duas mil libras tem oito vezes mais carga que uma de 250 lb. Então, tal estimativa está direcionada para acertar o alvo e não em atingir o efeito desejado durante uma campanha. Mas a capacidade

de carga bélica que um bombardeiro pode levar, além da precisão, é um fator determinante para definir a quantidade de aeronaves.

Almam e Venable (2020), no artigo *Bending the principle of mass: why that approach no longer works for Airpower*, acrescentam o quesito de quantidade de carga bélica, afirmando que foram necessários 4.500 bombardeiros e nove mil toneladas de bombas para destruir uma pequena casa na Segunda Guerra Mundial e, para o mesmo objetivo, foram necessários apenas 95 aeronaves e 190 toneladas de bombas no Vietnã. Esses autores, assim como Hallion, descrevem algumas características do alvo (dimensões e tipo) e acrescentam o efeito desejado (destruir).

Inicialmente, Deptula e Hallion relatam que a probabilidade de acertar um alvo está relacionada com suas dimensões e com o ECP do armamento. Definindo-se o quão provável se deseja atingir o objetivo, é possível dimensionar a quantidade de bombas e, conseqüentemente, a quantidade de aeronaves para realizar a entrega. Posteriormente, Almam e Venable incorporam ao cálculo o tipo de alvo (casa pequena) e o efeito desejado (destruir). Ou seja, além da precisão do armamento, é necessário conhecer as características do alvo e qual o dano almejado a ser interposto, isso para determinar a quantidade de bombardeiros necessários.

Nesse sentido, o Guia de Seleção de Alvos da Inteligência da USAF (EUA, 1998) afirma que, para se estimar a probabilidade de sucesso de um sistema de armas (conjunto aeronave e armamento) em um alvo, é necessário obter o produto da probabilidade de dano com a probabilidade de chegada. Esse último está relacionado a fatores que contribuem para abortiva do ataque (manutenção, meteorologia, etc) e, para efeito deste estudo, conforme metodologia, essa probabilidade será considerada com o valor de 1. Ou seja, todas as aeronaves da frota irão atacar o alvo. Abaixo é representada a fórmula da Probabilidade de Sucesso:

$$P_s = P_d.P_a \quad (1)$$

Já a P_d relaciona algumas variáveis para estimar a quantidade de um tipo específico de arma necessária para atingir um nível específico de dano a um determinado alvo. Tais elementos são:

- a) vulnerabilidade alvo - a suscetibilidade de um alvo aos efeitos terminais ou mecanismos de danos específicos de uma munição;
- b) efeitos da arma - características da ogiva que produzem efeitos de danos,

incluindo explosão, fragmentação, incendiário, sobre pressão, pressão dinâmica, etc;

- c) erros de entrega de munições – erro circular provável do sistema de armas empregado;
- d) táticas de entrega - táticas de lançamento de munições;
- e) critérios de danos - nível desejado de destruição, dano ou degradação de desempenho do alvo;
- f) probabilidade de morte – taxa de sobrevivência;
- g) confiabilidade da arma - confiabilidade no funcionamento da ogiva.

Como forma de estimar os dados acima mencionados, optou-se por analisar os resultados da operação Tempestade no Deserto durante a Primeira Guerra do Golfo. Essa escolha se dá principalmente pelo sucesso da campanha aérea estratégica e por ser um ponto de inflexão nos conceitos de emprego do Poder Aéreo.

Segundo o documento GAO/NSIAD-97-134 *Operation Desert Storm Air Campaign* (EUA, 1997) a operação Tempestade no Deserto foi principalmente uma campanha aérea sustentada de 43 dias por uma coalizão de forças internacionais, lideradas pelos Estados Unidos da América, contra o Iraque entre 17 de janeiro de 1991 e 28 de fevereiro de 1991. Foi o primeiro grande emprego do poder aéreo dos EUA desde a guerra do Vietnã, e por algumas medidas (especialmente o baixo número de vítimas e a curta duração da campanha), foi talvez a guerra de maior sucesso travada pelos norte-americanos no século XX.

Tal campanha aérea realizou cerca de quarenta mil surtidas de emprego ar-solo. Pelos padrões históricos, a intensidade da campanha aérea foi substancial. A tonelagem de bomba lançada por dia foi equivalente a 85% da tonelagem de bomba diária média lançada pelos Estados Unidos na Alemanha e no Japão durante a Segunda Guerra Mundial.

Com essas informações iniciais sabe-se que os caças bombardeiros empregadas nesse conflito possuem conceitos semelhantes ao do caça A-1 (sistema de pontaria e modalidades de emprego), pois entraram em serviço nos anos setenta e oitenta do século XX. O Quadro 4 apresenta o ano de início de operação do AMX² e dos caças-bombardieiros empregados pela Força Aérea Americana no conflito.

²Designativo inicial da aeronave A-1.

Quadro 4 - Início de operação.

Caça	Ano de início de operação
A-6E	1970
F-111F	1970
F-15E	1976
F-16	1978
F/A-18	1983
F-117	1983
AMX	1989

Fonte: O autor.

Outro fator correspondente é que a grande maioria do armamento ar-solo empregado (bombas) na guerra, em 1991, é similar ao utilizado atualmente pela FAB em termos de ECP. Com isso, pode-se transmutar os resultados obtidos nessa campanha para estimar a quantidade média de alvos atacados com sucesso pelas frotas de AMX. O Quadro 5 apresenta a referida similaridade.

Quadro 5 - Similaridade de armamento.

1ª Guerra do Golfo	Força Aérea Brasileira
Mk-82	BAFG 230 e Mk-82
Mk-83	BAFG 460 e Mk-83
GBU-12	BAFG 230 ou Mk-82 com kit Lizard ³
GBU-16	BAFG 460 ou Mk83 com kit Lizard

Fonte: O autor.

Além disso, o foco principal da análise do GAO/NSIAD-97-134 foi o uso de sistemas de armas em missões contra alvos que os planejadores de guerra identificaram como estratégico, adequando-se a este estudo que verifica a capacidade de bombardeio estratégico da FAB. O Quadro 6 elenca como foram categorizados os 862 alvos estratégicos no relatório. Reconhecendo essas categorias, é possível identificar os critérios para a seleção de alvos da matriz CARVER⁴, incluindo a vulnerabilidade.

Quadro 6 - Categorias de alvos estratégicos.

Abreviação	Categoria de Alvo
C ³	Instalações de Comando, controle e comunicações
ELE	Instalações elétricas
GVC	Centros governamentais
LOC	Linha de comunicação
MIB	Instalações de base industrial militar
NAV	Instalações navais

³Kits de guiagem a laser para bombas convencional utilizado para ataques ar-solo.

⁴CARVER é uma sigla que significa Criticalidade, Acessibilidade, Recuperabilidade, Vulnerabilidade, EFEITO e Reconhecibilidade e é um sistema para identificar e classificar alvos específicos para que os recursos de ataque possam ser usados de forma eficiente.

Abreviação	Categoria de Alvo
NBC	Instalações BDNQR
OCA	Instalações de contra ofensiva aérea
OIL	Instalações de refino, armazenamento e distribuição de petróleo
SAM	Instalações de mísseis superfície-ar
SCU	Instalações de míssil Scud

Fonte: O autor.

Para identificar o efeito da arma, é necessário relacionar o tipo de armamento empregado. O Quadro 7 apresenta as bombas utilizadas pelas aeronaves durante a Guerra do Iraque de 1991.

Quadro 7 - Armamento empregado.

Não guiado		
Tipo	Quantidade	Uso
Mk-82LD	69.701	Estes tipos de bombas podem ser usados contra concreto moderadamente reforçado e armado, para efeito de explosão e fragmentação. A família Mk destina-se para fins gerais e a M-117 para demolição.
Mk-82HD	7.952	
Mk-83	19.018	
Mk-84GP	9.578	
Mk-84HD	2.611	
M-117C3	43.435	
Total	152.295	
CBU-52/58/71	7.831	Normalmente, esta é uma bomba de fragmentação que ejeta minibombas explosivas projetadas para tropas, veículos, tanques, aeronaves estacionadas, pistas e linhas de transmissão de energia elétrica.
CBU-87	10.035	
CBU-89	1.105	
CBU-72	254	
CBU-78	209	
MK-20	27.987	
Total	57.421	
Guiado		
Tipo	Quantidade	Uso
GBU-10	2.637	Bombas guiadas por laser e infravermelho (IR GBU -15) que são baseadas em bombas para fins gerais (GBU-10/12/15/16/24) e de penetração contra <i>bunker</i> (GBU-24-109/27/28). A GBU-15 também tem capacidade antinavio.
GBU-12	4.493	
GBU-16	219	
GBU-24	284	
GBU-24/109	897	
GBU-27	739	
GBU-28	2	
IR GBU-15	71	
Total	9.342	

Fonte: O autor.

O erro na entrega da munição é representado pelo ECP no sistema de arma. Durante esse conflito, a média de erro dos armamentos não guiados foi de trezentos pés (TUCKER, 2014) contra dez pés dos armamentos guiados (DEPTULA, 2001). Essa inexatidão, além das características da munição, também está associada com a tática de emprego. A grande probabilidade de sucesso dessa

campanha permitiu que os comandantes dos EUA favorecessem as táticas de ataque que maximizaram a capacidade de sobrevivência da aeronave e do piloto ao invés da eficácia do sistema de armas. Além disso, ocorreu pouca contramedida eletrônica e quase não se apresentou oposição ar-ar por parte do Iraque. Essa medida contribuiu para uma probabilidade de morte de 0,0017 e a efetividade o armamento foi compensada com o emprego de armamentos guiados.

O critério de dano desejado é elencado para mensurar qual a degradação do desempenho resultará em um efeito para contribuir para o objetivo da campanha. Ou seja, não é necessário destruir todos os alvos selecionados, mas apenas causar algum infortúnio. Isso reduz a estimativa de sistema de arma a ser empregado. Por exemplo, no início do planejamento da *Desert Storm*, especialistas em armas e planejadores de alvos determinaram que seriam necessários oito F-117 com uma mistura de unidades de bomba guiada GBU-27 e GBU-10 para destruir um centro de operações de setor aéreo que estava relacionado à rede de C³ da defesa aérea iraquiana. Com o decorrer da construção do plano, percebeu-se que não era necessário destruir o alvo, mas apenas deixá-lo inoperante. Com isso e para atender a esse efeito, foi dimensionado que apenas uma GBU-10 seria necessária e estimou-se que um F-117 conseguiria atacar dois alvos. O Quadro 8 demonstra alguns exemplos de efeitos desejados utilizados no conflito.

Quadro 8 - Exemplos de efeito desejado.

Categoria	Tipo	Efeito desejado
C ³	Radар de defesa aérea	50% degradado ou não operacional
ELE	Casa de força	Turbinas inoperantes
LOC	Pontes rodoviárias	Ponte inoperante ou redução do tráfego
NBC	Depósitos de munições	Abrigos fora de operação
OCA	Aeródromo	Limitação da operação

Fonte: O autor.

Após o ataque, são realizadas ações de inteligência para verificar se o dano desejado foi atingido. Durante a campanha aérea contra o Iraque, em 1991, foram confeccionados relatórios de avaliação de dano determinando se o ataque obteve sucesso completo ou sucesso parcial, seguindo os parâmetros abaixo elencados.

Para identificar se o ataque atingiu o efeito desejado, foi considerado se:

- a) o alvo foi destruído ou danificado a ponto de ser inutilizável ou não funcional, e a condição diminuída do alvo era devido aos danos físicos de ataques aéreos ou indiretamente atribuíveis a ameaça de ataque da campanha aérea;

- b) o relatório de avaliação indicava que não era necessário um novo ataque no objetivo.

Para identificar se o ataque atingiu parcialmente, o efeito desejado era considerado se:

- a) o alvo não foi destruído ou danificado a ponto de ser inutilizável ou não funcional;
- b) a instalação foi atingida e sofreu apenas danos parciais (ou nenhum) e permaneceu na lista de alvos;
- c) dados insuficientes estavam disponíveis para confirmar que o objetivo tinha sido atingido e, portanto, o alvo permaneceu na lista;
- d) o relatório de avaliação indicava que era necessário um novo ataque no objetivo.

Quando a instalação foi atingida, mas o dano esperado não, pode-se afirmar que a estimativa de armamento para o efeito desejado foi errada ou que ocorreu alguma falha no armamento. Essa última opção se enquadra no item confiabilidade do armamento

No Apêndice 3 do GAO/NSIAD-97-134, é realizada uma avaliação da efetividade do armamento, sintetizando os fatores até então apresentados em números. A amostragem dessa avaliação abrangeu 41% dos alvos estratégicos da campanha aérea. O Quadro 9 apresenta tais resultados, relacionando a categoria do alvo com tipo de armamento e resultado obtido.

Quadro 9 - Tonelagem por tipo de armamento e por categoria de alvo.

Alvo	Média em toneladas curtas					
	Sucesso completo			Sucesso parcial		
	Não guiado	Guiado	Relação	Não guiado	Guiado	Relação
C ³	7,2	3,9	1,9:1	14,7	4,0	3,6:1
ELE	49,8	5,4	9,2:1	36,8	7,5	4,9:1
GVC	6,7	11,2	0,6:1	4,4	9,5	0,5:1
LOC	8,5	7,6	1,1:1	18,4	6,1	3,0:1
MIB	120,2	10,0	12,0:1	119,8	5,2	23,1:1
NAV	17,5	1,2	14,2:1	29,0	5,2	5,6:1
NBC	41,1	19,3	2,1:1	125,7	73,7	1,7:1
OCA	152,6	43,9	3,5:1	106,7	36,0	3,0:1
OIL	110,8	2,3	49,3:1	45,6	1,5	31,4:1
SAM	7,2	0,8	8,8:1	1,1	4,8	0,2:1
SCU	94,2	7,1	13,3:1	66,3	5,0	13,3:1
Total	44,1	11,2	3,9:1	53,7	9,4	5,7:1

Fonte: O autor.

Assim, para estabelecer a média de quantidade de armamento empregada em cada alvo para conquistar a meta estabelecida durante as fases de planejamento da campanha aérea e ter uma Pd elevada, deve-se somar as médias das colunas na qual se conquistou um sucesso completo com a coluna de sucesso parcial. O Quadro 10 sintetiza tal resultado e demonstra, em média, quanto de tonelagem foi utilizada para atingir o efeito desejado na operação Tempestade no Deserto por alvo estratégico.

Quadro 10 - Média de tonelagem por categoria de alvo.

Alvo	Não guiado	Guiado	Relação
C3	21,9	7,9	2,8:1
ELE	86,6	12,9	6,7:1
GVC	11,1	20,7	0,5:1
LOC	26,9	13,7	2,0:1
MIB	240,0	15,2	15,8:1
NAV	46,5	6,4	7,3:1
NBC	166,8	93,0	1,8:1
OCA	259,3	79,9	3,2:1
OIL	156,4	3,8	41,2:1
SAM	8,3	5,6	1,5:1
SCU	160,5	12,1	13,3:1
Total	97,8	20,6	4,7:1

Fonte: O autor.

Em conformidade com Almam e Venable, que utilizaram tonelagem, tipo de alvo e efeito desejado para determinar a quantidade de aeronaves necessárias para fazer a entrega, é possível identificar as variáveis para o dimensionamento de força (OE 1) a fim de se estabelecer um dado médio de alvos atacado conforme abaixo:

- a) categoria do alvo – relacionado à vulnerabilidade;
- b) tonelagem necessária – relacionado aos efeitos da arma, erros de entrega de munições e critérios de danos;
- c) aeronave – relacionado à capacidade de carga bélica, táticas empregada e probabilidade de morte.

Com as alíneas “a” e “b” já mensuradas no Quadro 10, faz-se ainda necessário reconhecer a capacidade das frotas de A-1/2003 e de A-1M/2021, relacionadas na alínea “c”.

A probabilidade de morte não será considerada para efeito deste estudo, pois foi estabelecido que todas as aeronaves das respectivas frotas conseguirão atacar o alvo.

As táticas empregadas estão relacionadas, principalmente, ao tipo de armamento empregado e ao cenário. O tipo do armamento estabelece os parâmetros que a aeronave deve estar e permanecer durante o emprego (velocidade, altitude, ângulo de arfagem, etc). Já o cenário está relacionado ao estudo do ambiente para aumentar a efetividade do emprego e diminuir a probabilidade de morte no combate. Tais aspectos já estão incorporados nos resultados do Quadro 10.

Nessa perspectiva, o referido quadro apresenta dois tipos de armamento, o não guiado e o guiado. Com isso, e conhecendo que o primeiro emprego de armamento guiado na FAB foi no dia 03 de outubro de 2013⁵, fica claro que a frota de A-1, em 2003, só possuía a capacidade para empregar bombas não guiadas e, em contrapartida, a frota de A-1M, em 2021, já havia incorporado a capacidade de ataque com armamento guiado.

Outro fator primordial para estabelecer a quantidade necessária de força para atacar um alvo é a capacidade de carga bélica que uma aeronave pode carregar. Nesse ponto de vista, quanto maior a quantidade de carga bélica transportada, menor será o tamanho da força empregada. Sabendo-se que a capacidade de bombas que a aeronave A-1 pode transportar é de 3.600 kg divididas externamente em cinco cabides, sendo 900 kg no cabide ventral, 900 kg em cada um dos dois cabides internos das asas, 450 kg em cada um dos dois cabides externos das asas⁶. A aeronave A-1M tem a mesma capacidade, porém, quando emprega armamento guiado, tem que transportar o *Laser Designation Pod*⁷ (LDP) no cabide ventral, sua carga é reduzida em 900 kg, totalizando uma carga de bombas de 2.700 kg.

Portando, pode-se reconhecer as capacidades do A-1 e do A-1M que influenciam no dimensionamento de força (OE 2), conforme Quadro 11.

Quadro 11 - Capacidades A-1 vs A-1M.

Aeronave	Armamento não guiado	Armamento guiado	Carga em toneladas curtas
A-1	X		3,968
A-1M	X	X	2,976 com LDP 3,968 sem LDP

Fonte: O autor.

Para exemplificar melhor as capacidades acima mencionadas e de forma a

⁵CAÇAS A-1 Lançam pela primeira vez bombas guiadas a laser. **Portal da FAB**, 2013. Disponível em: <https://fab.mil.br/noticias/mostra/16539/>. Acesso em: 09 jul. 2021.

⁶MODERNIZAÇÃO do AMX. **Sistema de Armas**, [entre 2002 e 2009]. Disponível em: <http://sistemasdearmas.com.br/amx/amx01intro.html>. Acesso em: 07 abr. 2021.

⁷Casulos de designação laser são equipamentos usados por aeronaves de ataque ao solo para identificar alvos e guiar bombas guiadas a laser para esses alvos.

extrair a melhor eficácia de cada plataforma, serão adotadas as configurações de emprego priorizando a precisão em detrimento da capacidade de carga bélica. O Quadro 12 demonstra as configurações adotadas para a aeronave A-1 e para a aeronave A-1M.

Quadro 12 - Configurações adotadas.

Aeronave	Cabide externo esquerdo	Cabide interno esquerdo	Cabide ventral	Cabide interno direito	Cabide externo direito	Carga bélica em toneladas curtas
A-1	Mk-82	2xMk-83	2xMk-83	2xMk-83	Mk-82	3,968
A-1M	GBU-12	2xGBU-16	LDP	2xGBU-16	GBU-12	2,976

Fonte: O autor.

Com a definição da melhor configuração para cada plataforma analisada, e conforme orientado pelo OE 2, foi possível apontar a eficácia das frotas do A-1 e do A-1M (OE 3) em quantidade média de alvos atacados com sucesso, utilizando os dados do Quadro 10.

Para se atacar com sucesso alvos estratégicos, são utilizados em média 97,8 toneladas curtas de armamento. Sabendo-se que a frota de A-1, em 2003, era composta por 54 aeronaves, pode-se constatar que em média são atacados 2,2 alvos. Para o cálculo, foi considerada apenas uma surtida por aeronave. O Quadro 13 associa as categorias de alvos pela capacidade das 54 plataformas de 214,27 toneladas curtas de bombas não guiadas.

Quadro 13 - Frota A-1 por categoria de alvo.

Alvo	Tonelagem de armamento não guiado necessário por alvo	Alvos atacados com sucesso
C3	21,9	9,8
ELE	86,6	2,5
GVC	11,1	19,3
LOC	26,9	8,0
MIB	240,0	0,9
NAV	46,5	4,6
NBC	166,8	1,3
OCA	259,3	0,8
OIL	156,4	1,4
SAM	8,3	25,8
SCU	160,5	1,3
Total	97,8	2,2

Fonte: O autor.

Com a modernização, o A-1M adquiriu a capacidade de lançar armamento guiado. Somando-se essa capacidade com uma frota de quatorze aeronaves, em 2021, acumula-se uma carga bélica total de 41,6 toneladas curtas. Com esse fator

relacionado a uma necessidade média de 20,6 toneladas curtas para se atacar um alvo e obter sucesso com bomba guiada, é permitido atacar em média dois alvos. O Quadro 14 associa as categorias de alvos pela capacidade da frota de A-1M com uma surtida por aeronave.

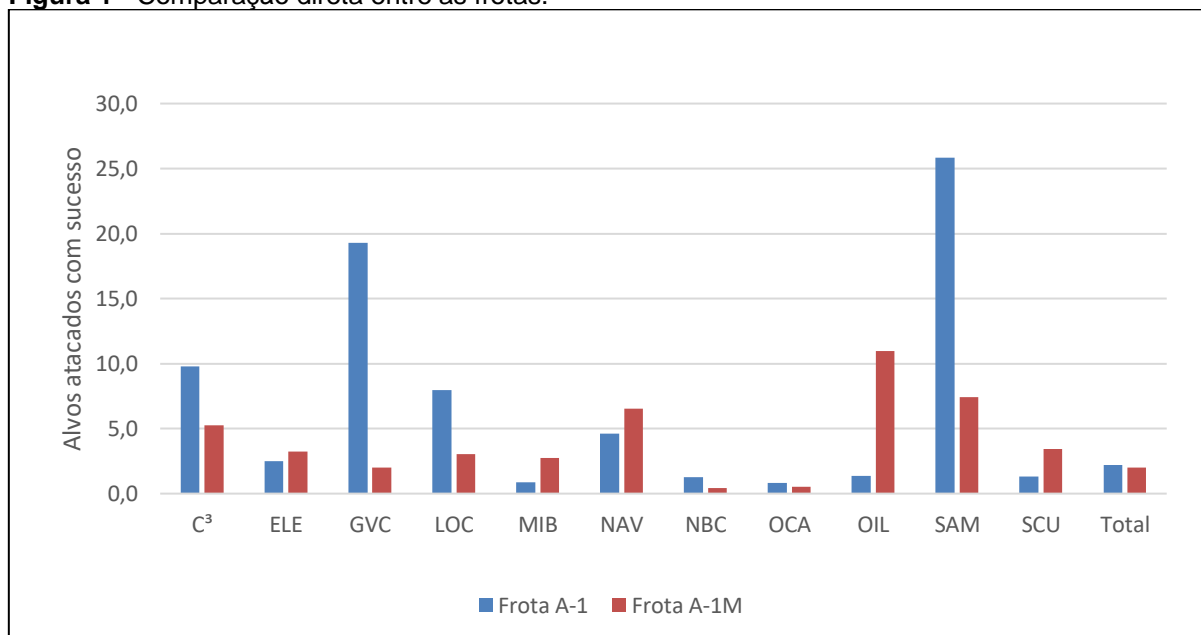
Quadro 14 - Frota A-1M por categoria de alvo.

Alvo	Tonelagem de armamento guiado necessário por alvo	Alvos atacados com sucesso
C ³	7,9	5,3
ELE	12,9	3,2
GVC	20,7	2,0
LOC	13,7	3,0
MIB	15,2	2,7
NAV	6,4	6,5
NBC	93,0	0,4
OCA	79,9	0,5
OIL	3,8	11,0
SAM	5,6	7,4
SCU	12,1	3,4
Total	20,6	2,0

Fonte: O autor.

Confrontando os resultados do Quadro 13 com o Quadro 14, obtêm-se um resultado parcial da comparação da capacidade de bombardeio estratégico das frotas antes e após a modernização da aeronave A-1, de forma direta com uma surtida para cada aeronave. A figura 1 apresenta a confrontação direta entre as frotas e demonstra uma ligeira vantagem de 0,2 alvo para a frota de aeronaves A-1.

Figura 1 - Comparação direta entre as frotas.



Fonte: O autor.

Contudo, em um conflito armado cada aeronave executará diversas surtidas. Assim, para melhor avaliar a capacidade de bombardeio estratégico das frotas de A-1 e A-1M, faz-se necessário incluir o fator tempo. Nesse sentido, serão considerados dois cenários sendo um com limitação de surtidas por aeronave, e o segundo igualando o número total de saídas das frotas sem a limitante do tempo do ciclo de reposicionamento entre surtidas.

O primeiro cenário irá simular como fator determinante a quantidade máxima de surtidas que cada aeronave consegue fazer devido ao ciclo de tempo necessário para preparar e executar o voo. Dessa forma, será adotada a média de número de surtidas por caça-bombardeiro durante a Operação Tempestade no Deserto, representada no Quadro 15.

Quadro 15 - Média de surtidas.

Caça	Quantidade de aeronaves	Surtidas	Surtidas por aeronave
F-111F	66	2802	42
F-117	42	1788	43
F/A-18	174	4551	26
F-15E	48	2124	44
A-6E	115	2617	23
F-16	251	11698	47
Média	116	4263	37

Fonte: O autor.

O Quadro 16 apresenta os resultados de quantidades de alvos atacados com sucesso, adotando-se 37 saídas por aeronave de cada da frota analisada.

Quadro 16 - Cenário 1: 37 surtidas por aeronave.

Caça	Quantidade de aeronaves	Total de surtidas	Surtidas por aeronave	Alvos atacados com sucesso
A-1	54	1998	37	81
A-1M	14	518	37	75

Fonte: O autor.

No segundo cenário de comparação, as frotas não serão restritas pelo ciclo de tempo e serão comparadas igualando-se o número total de surtidas. Para tal, será utilizado o número de surtidas da frota de A-1 do Quadro 16. O Quadro 17, são apresentados os dados da referida comparação.

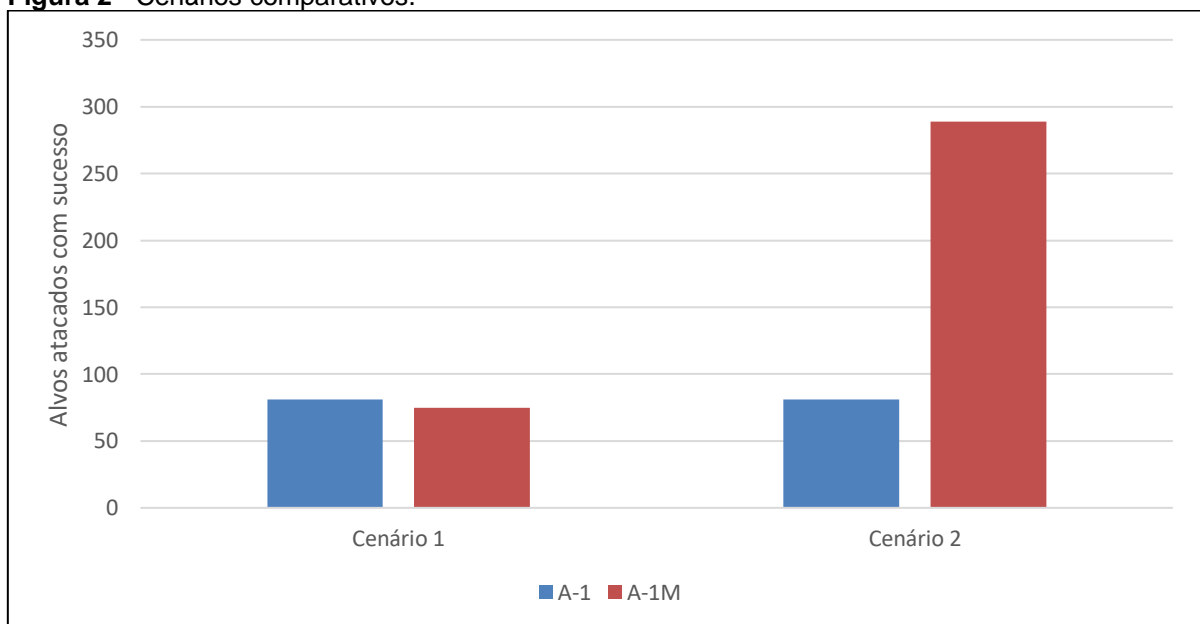
Quadro 17 - Cenário 2: 1998 surtidas por frota.

Caça	Quantidade de aeronaves	Total de surtidas	Surtidas por aeronave	Alvos atacados com sucesso
A-1	54	1998	37	81
A-1M	14	1998	143	289

Fonte: O autor.

Com isso, checando os resultados do Quadro 16 com do Quadro 17 é exequível comparar a capacidade de bombardeio estratégico antes e após a modernização da aeronave A-1 (OE 4). Nesta confrontação de dados, é observado que, no cenário 1, são realizadas 1998 surtidas pela frota de A-1 contra 518 surtidas da frota de A-1M, e o resultado fica superior em 6 alvos atacados com sucesso para as aeronaves não modernizadas. Já no cenário dois, cada A-1 executa 37 surtidas contra 143 surtidas de cada A-1M, isso possibilitou uma diferença expressiva favorável para a frota modernizada de 208 alvos atacados com sucesso. A Figura 2 representa graficamente os cenários comparativos.

Figura 2 - Cenários comparativos.



Fonte: O autor.

Finalmente, com a apresentação dos cenários quantificados, é possível analisar a influência da modernização com a diminuição da frota de A-1 para a manutenção da capacidade de interdição da FAB. Esses resultados tiveram influência direta da incorporação de armamento guiado nas aeronaves modernizadas.

5 CONCLUSÃO

Este estudo analisou a hipótese de que a diminuição do escopo do projeto A-1M reduziu a capacidade de realizar bombardeio estratégico previsto na Tarefa de Interdição pela FAB. Compreendendo que a evolução tecnológica melhorou a precisão no emprego do armamento e proporcionou a redução do número de aeronaves para se atacar um alvo, a pesquisa foi orientada para analisar a influência

da modernização com a diminuição da frota de A-1 para a manutenção da capacidade de interdição da FAB.

Como forma de nortear e de fundamentar a investigação, buscou construir o conhecimento alicerçado por teóricos clássicos e modernos do Poder Aeroespacial. De início, foram identificados os fatores para prevalecer sobre o inimigo e como o bombardeio estratégico os atingiria. Seguidamente, foi reconhecido qual é o objetivo dessa modalidade de emprego aéreo e que, nos primeiros conflitos, a precisão do armamento era o principal obstáculo para atingi-lo. Exemplificando, na Segunda Guerra Mundial, eram necessários três mil bombardeiros para atingir um determinado alvo. Posteriormente, ao revisitar os conflitos da Coreia, do Vietnã e da Primeira Guerra do Golfo, foi percebida uma redução expressiva da quantidade de aeronaves necessárias para atingir o mesmo alvo já mencionado (respectivamente 1.100, 44 e apenas uma aeronave) e que essa redução se deu pelo avanço tecnológico.

Essa redução se deu pela diminuição do ECP, que se deu principalmente com o desenvolvimento de armamentos guiados. Contudo, por meio de pesquisas bibliográficas, foi identificado que, para se dimensionar corretamente uma força de ataque, era necessário o resultado do produto da probabilidade de dano do armamento com a probabilidade de chegada da aeronave no alvo. Este estudo, limitou-se somente ao primeiro fator, pois considerou que todas as aeronaves chegariam no objetivo. Com isso, reconheceram-se as variáveis da estimativa de dano nos resultados obtidos durante a Operação Tempestade no Deserto. Tais elementos se resumiram em categoria de alvo (onze categorias de alvos estratégicos), tipo de armamento (com e sem guiagem) e quantidade de tonelagem necessária para atingir o efeito desejado (em média 97,8 toneladas curtas para armamento não guiado e 20,6 toneladas curtas para armamento guiado).

Continuando a análise, foi percebido que a frota de A-1, em 2003, possuía apenas a capacidade de transportar 3,968 toneladas curtas de empregar bombas não guiadas e que a frota de A-1M, em 2021, perdendo parte da carga bélica para transportar o designador laser, conseguia transportar 2,976 toneladas curtas de armamento guiado.

Com esses dados, apontou-se a eficácia de cada frota analisada, comparando-as em dois cenários. No primeiro, limitou-se a 37 surtidas por aeronave, dado médio dos caças-bombardeiros nos 43 dias de campanha aérea na 1ª Guerra do Golfo, o

que resultou em uma vantagem de seis alvos atacados para a frota não modernizada. Tal limitação se deve pelo fator tempo. No segundo cenário, igualou-se o número total de surtidas dos 54 A-1 do cenário 1 para a frota modernizada. O resultado foi uma expressiva vantagem de 208 alvos atacados com sucesso para os quatorze A-1M. Isso se deu pela retirada do fator tempo, o que possibilitou que cada avião modernizado realizasse 143 surtidas contra 37 surtidas de cada A-1.

Desse modo, quando o fator tempo limita o número de surtidas por aeronave, a hipótese é ratificada por uma pequena vantagem, confirmando que a modernização não foi suficiente para equilibrar a perda de aeronaves. Contrapondo-se a essa afirmação, quando equilibrado o número de ataques das frotas, a premissa é refutada com um valor expressivo para o A-1M.

Dessa maneira, é importante lembrar que este trabalho desconsiderou os atritos que impedem que a aeronave execute o ataque. Sugere-se, então, que novos estudos sejam realizados detectando e quantificando as variáveis que influenciam esses obstáculos e como a tecnologia as mitiga.

Finalmente, este artigo identificou e mensurou que a utilização de armamento inteligente influencia diretamente na interdição dos pontos decisivos do adversário e que, cada vez mais, esse tipo de armamento deve ser explorado em futuras aquisições.

REFERÊNCIAS

- ALMAM, D.; VENABLE, H. Bending the principle of mass: why that approach no longer works for Airpower. **War on the Rocks**, 2020. Disponível em: <https://warontherocks.com/2020/09/bending-the-principle-of-mass-why-that-approach-no-longer-works-for-airpower/>. Acesso em: 07 jul. 2021.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Portaria Normativa nº 113/SPEAI/MD, de 01 de fevereiro de 2007. Aprova a Doutrina Militar de Defesa (MD51-M-04). **Boletim do Ministério da Defesa**, Brasília, DF, n 006, 09 de fevereiro de 2007.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Portaria Normativa nº 84/GM-MD, de 15 de setembro de 2020. Aprova a Doutrina de Operações Conjuntas (MD30-M-01). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n 178, 15 de setembro de 2020a.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria nº 1.225/GC3, de 10 de novembro de 2020. Aprova a reedição da Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira Volume - 2 (DCA 1-1). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n 205, 12 de novembro de 2020b.
- CAÇAS A-1 Lançam pela primeira vez bombas guiadas a laser. **Portal da FAB**, 2013. Disponível em: <https://fab.mil.br/noticias/mostra/16539/>. Acesso em: 09 jul. 2021.
- CLAUSEWITZ, C. V. **Da Guerra**. 3. ed. Tradução de Maria Teresa Ramos. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2010. (Clássicos WMF).
- DAVIS, R. G. **Carl A. Spaatz and the air war in Europe**. Center for Air force history, 1993.
- DEPTULA, D. A. **Effects-Based operations: Change in the Nature of War**. Airlington, VA, Aerospace Education Foundation, 2001.
- DOUHET, G. **O domínio do ar**. Tradução Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica. Rio de Janeiro: Instituto Histórico-Cultural da Aeronáutica, 1988.
- EUA. General Accounting Office. **GAO/NSIAD-97-134 Operation Desert Storm Air Campaign**. Washington D.C, 1997.
- EUA. United States Air Force. **Intelligence targeting guide**. Leesburg Pike, 1998.
- FACHIN, O. **Fundamentos de metodologia**. São Paulo. Editora Saraiva, 2008.
- GALANTE, A. Brasil vai modernizar apenas 14 jatos AMX. **Poder Aéreo**, 2019. Disponível em: <https://www.aereo.jor.br/2019/04/29/brasil-vai-modernizar-apenas-14-jatos-amx/>. Acesso em: 07 abr. 2021.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.
- HALLION, R. P. **Precision guided munitions and the new Era of warfare**. Fairbairn: Air Power Studies Centre Working Papers, 1995.

- KNECHTEL, M. R. Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada. **Curitiba: Intersaberes**, 2014.
- LEITE, H. Reaparelhamento – Caça A-1 renasce. **Aerovisão**, Brasília, n. 232, p.44-53, fev./abr. 2012.
- MEILINGER, P. S. The USSBS'Eye on Europe. **Air Force Magazine**, v. 75, 2011.
- MODERNIZAÇÃO do AMX. **Sistema de Armas**, [entre 2002 e 2009]. Disponível em: <http://sistemasdearmas.com.br/amx/amx01intro.html>. Acesso em: 07 abr. 2021.
- MORRIS, J. German Air Raids on Britain 1914–1918. **Dallington, East Sussex: The Naval**, 1993.
- SLESSOR, J. C. **Air Power and Armies**. University of Alabama Press, 2009. (edição original de 1936).
- TUCKER, S. C. (ed.). **Persian Gulf War Encyclopedia: A Political, Social, and Military History**. ABC-CLIO, 2014.
- VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de Pesquisa em Administração**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- WARDEN III, J. A. Air theory for the Twenty-first Century. In: SCHNEIDER, B. R.; GRINTER, L. E. (Ed.). **Battlefield of the future: 21st Century warfare issues** Montgomery: Air University Press, 1998.