

ACADEMIA DA FORÇA AÉREA  
DIVISÃO DE ENSINO

**ANÁLISE DA NECESSIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS DE  
AUTODEFESA CONTRA MANPADS EM AERONAVES A-29 DA FORÇA AÉREA  
BRASILEIRA<sup>1</sup>**

VINÍCIUS MENDONÇA DE AGUIAR<sup>2</sup>

ALLAN PEDRO NICHELE<sup>3</sup>

**RESUMO**

O cenário e forma de se fazer guerra vem evoluindo desde os primórdios da humanidade. Portanto, continuar em busca da constante atualização e modernização dos equipamentos militares possui grande importância para uma nação que deseja manter sua soberania em segurança. Ao se considerar a atual realidade e complexidade das guerras, este trabalho busca contribuir para a capacidade de operacional da Força Aérea Brasileira (FAB) por meio do estudo da necessidade de implementação de um sistema de autodefesa contra *Man-Portable Air-Defense System* (MANPADS), com o uso de sistemas de aviso de aproximação de mísseis integrados aos flares, em aeronaves A-29 Super Tucano. Ao abordar a emprego dessas aeronaves em missões de paz da ONU nota-se a grande coincidência de suas localidades e das regiões onde grupos não-estatais foram reportados fazendo uso de MANPADS. Por meio de uma análise bibliográfica, verificou-se o cenário atual relacionado às missões de paz da ONU condizentes com a operação do A-29 e a viabilidade de utilização de tais vetores, tendo em vista as ameaças presentes. Assim, mostrou-se a necessidade de implementação de um sistema de autodefesa contra MANPADS no A-29, tanto para incremento de segurança das equipagens quanto para a própria projeção do poder aeroespacial nacional.

**Palavras-chave:** Força Aérea Brasileira. A-29. MANPADS. Autodefesa. Poder Aeroespacial. Missões de paz.

---

<sup>1</sup>Artigo apresentado para Avaliação Final do Trabalho de Conclusão de Curso, como pré-requisito para a conclusão do Curso de Formação de Oficiais CFOAV da Academia da Força Aérea de Pirassununga/SP.

<sup>2</sup>Cadete do 4º Esquadrão de CFOAV da Academia da Força Aérea – Pirassununga/SP.

<sup>3</sup>Capitão Aviador da Academia da Força Aérea – Pirassununga/ SP.

## **ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION OF DEFENSE SYSTEMS IN BRAZILIAN AIR FORCE A-29 AIRCRAFTS**

### **ABSTRACT**

*The scenario and way of waging war has been evolving since the dawn of humanity. Therefore, continuing to seek constant updating and modernization of military equipment has a great importance for a nation that wants to maintain its sovereignty in security. When considering the current reality and complexity of wars, this work seeks to contribute to the operational capacity of the Brazilian Air Force (FAB) through the study of the need to implement a self-defense system against the Man-Portable Air-Defense System (MANPADS), with the use of missile approach warning systems integrated into flares, on A-29 Super Tucano aircraft. When approaching the use of these aircraft in UN peacekeeping missions, it is noted the great coincidence of their locations and the regions where non-state groups were reported using MANPADS. Through a bibliographic analysis, the current scenario related to UN peace missions consistent with the A-29 operation and the feasibility of using such vectors, in view of the present threats, was verified. Thus, there was a need to implement a self-defense system against MANPADS on the A-29, both to increase the safety of the crews and for the projection of national aerospace power.*

**Keywords:** *Brazilian air force. A-29. MANPADS. Self-defense. Aerospace Power. Peacekeeping.*

## INTRODUÇÃO

As guerras se provaram na história da humanidade como uma das principais ferramentas de incentivo à evolução e desenvolvimento tecnológico. Com o passar dos séculos, não apenas as tecnologias se inovaram, mas também a forma de se fazer guerra. Sobrepunhando as capacidades físicas humanas, conta-se atualmente com o conceito de Guerra Eletrônica (G.E), um conjunto de ações que utilizam a energia eletromagnética para destruir, neutralizar ou reduzir a capacidade de combate inimiga (BRASIL, 2006, p. 10). Tal conceito permeia os diversos cenários bélicos e influencia diretamente as capacidades de cada país dentro do teatro de operações.

Ao se considerar o atual cenário de guerras irregulares e a facilidade de acesso aos MANPADS, torna-se necessário mudanças e iniciativas que possibilitem, cada vez mais, o alcance do poder aeroespacial em cenários de contra insurgência, tais como as atualmente encontradas em missões de paz da ONU.

Conforme previsto na Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira (BRASIL, 2020, p. 47), pode-se elencar diversos tipos de Ações de Força Aérea em um ambiente de guerra, sobretudo de caráter irregular, tais como Apoio Aéreo Aproximado (ApAA), Busca e Resgate em Combate (CSAR) e Escolta. Dentre as principais aeronaves brasileiras empregadas para tais missões, destaca-se o A-29 Super Tucano, aeronave de ataque leve e diversamente empregada pela FAB. Ao conhecer a exposição dessa aeronave contra ameaças, tendo em vista os possíveis cenários de emprego, faz-se o seguinte questionamento: Como tornar os A-29 nacionais páreos para os *Man-Portable Air-Defense System* (MANPADS) empregados em guerras irregulares?

Para responder o questionamento, será definido o conceito de MANPADS, bem como apresentados os locais onde estão sendo realizadas missões de paz, cenário provável de emprego dos MANPADS, como será analisado com base em levantamentos anteriores.

Ao analisar as unidades nacionais do Super Tucano, nota-se a carência de sistemas de defesa instalados e compatíveis com o cenário apresentado, apesar do desenvolvimento tecnológico ter permitido a criação de sistemas mais avançados de defesa eletromagnética, como o *Missile Approach Warning System* (MAWS), o qual pode atuar em conjunto com o flare, e também da capacidade do A-29 de integrar novos sistemas de G.E. Assim, a implementação desses sistemas seria uma

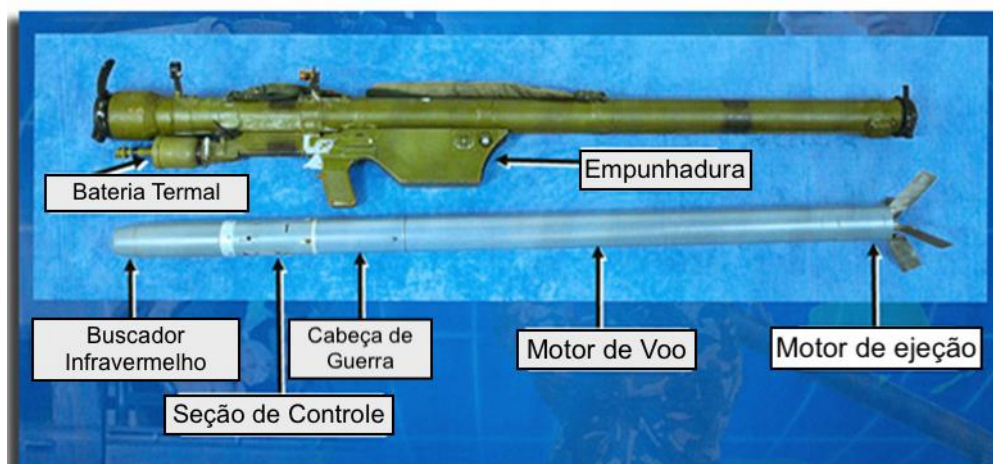
alternativa para concluir o objetivo estratégico de “contar com todos os meios relevantes: plataformas, sistemas de armas, subsídios cartográficos e recursos de inteligência.” (END, 2008, p. 88)

O presente artigo adota uma pesquisa bibliográfica, por ser baseado na análise literária do conteúdo por meio de artigos científicos, periódicos e materiais disponíveis em sites especializados. Tem por objetivo estudar a necessidade de implementação de um sistema de autodefesa para evasão de mísseis, em especial contra MANPADS, de forma a garantir uma maior segurança nas unidades nacionais de A-29, que atualmente correm um risco elevado ao operar em locais onde possa haver qualquer tipo de ameaça. Para isso, tem-se por objetivos secundários definir o que são MANPADS, verificar a existência dessas ameaças em localidades onde há missões de paz da ONU, apresentar sistemas de evasão de mísseis e como isso é feito atualmente no A-29, e finalmente relacionar sistemas integrados de MAWS e flares disponíveis no mercado.

## 1 MANPADS

Bartak (2005) descreve os MANPADS como sistemas de mísseis superfície-ar que possibilitam o disparo de mísseis contra aeronaves a partir do solo, sendo os mais comuns dentre os modelos o russo AS-7 e o americano Stinger, que fazem seu guiamento por infravermelho.

**Figura 1** – Principais componentes de um MANPADS



*This image identifies the main components of a typical MANPADS.*

Fonte: Chankin-Gould (2004)

Bartak (2005) afirma que atualmente existem mais de 500.000 Sistemas Portáteis de Defesa Aérea Tripulados (MANPADS) por todo o mundo. É de grande preocupação o fato de que muitos desses sistemas possam ser facilmente adquiridos por atores não estatais, com intenções de neutralizar aeronaves civis ou militares.

Landauer (2003) estima a existência de 50.000 a 100.000 MANPADS envolvidos no mercado negro, devido a isso, sendo de fácil acesso para terroristas ou grupos não estatais. Sendo que para Hunter (2001) aproximadamente 27 grupos terroristas têm posse de uma ou mais unidades. A tabela 1 representa os atores não estatais já reportados (r) ou confirmados (c) pela posse de MANPADS de 1996 a 2001, em seguida, seus países e tipo empregado.

**Tabela 1 – Posse de MANPADS por atores não estatais**

Armed Islamic Group (GIA)	Algeria	Stinger (c)
Chechen rebels	Chechnya, Russia	SA-7 (c), Stinger (c), Blowpipe (r)
Democratic Republic of the Congo (DRC) rebel forces	Received in Kinshasa	SA-16 (r)
Harkat ul-Ansar (HUA)	Kashmir	SA-7 (c)
Hizbullah	Lebanon	SA-7 (c), QW-1 (r), Stinger (r)
Hizbul Mujahideen (HM)	Kashmir	Stinger (r)
Hutu militiamen	Rwanda	Unspecified MANPADS (r)
Jamaat e Islami	Afghanistan	SA-7 (c), SA-14 (c)
Jumbish-i-Milli	Afghanistan	SA-7 (c)
Khmer Rouge	Thailand/Cambodia	Unspecified MANPADS (r)
Kosovo Liberation Army (KLA)	Kosovo	SA-7 (r)
Kurdistan Workers Party (PKK)	Turkey	SA-7 (c) Stinger (c)
Liberation Tigers of Tamil Eelam	Sri Lanka	SA-7 (r), SA-14 (r), Stinger (c), Hongying-5 (c)
Oromo Liberation Front (OLF)	Ethiopia	Unspecified MANPADS (r)
Palestinian Authority (PA)	Palestinian autonomous areas and Lebanon	SA-7 (r), Stinger (r)
Popular Front for the Liberation of Palestine-General Command (PFLP-GC)	Palestinian autonomous areas and Lebanon	Unspecified MANPADS (r)
Provisional Irish Republican Army (PIRA)	Northern Ireland	SA-7 (c)
Revolutionary Armed Forces of Colombia (FARC)	Colombia	SA-7 (r), SA-14 (r), SA-16 (r), Redeye (r), Stinger (r)
Rwanda Patriotic Front (RPF)	Rwanda	SA-7(r), SA-16 (r)
Somali National Alliance (SNA)	Somalia	Unspecified MANPADS (r)
Taliban	Afghanistan	SA-7 (r), Stinger (c)
National Liberation Army (ELN)	Colombia	Stinger (r), various MANPADS (r)
National Liberation Army (UCK)	Macedonia	SA-18 (c)
National Union for the Total Independence of Angola (UNITA)	Angola	Unspecified MANPSAS (r).
United State Wa Army	Myanmar	SA-7 (c), HN-5N (c)
United Somali Congress-	Somalia	Unspecified MANPADS (r)
Somali Salvation Alliance (USSA) Osama bin Laden ('Al Qaeda')	Afghanistan	SA-series missiles (c), Stinger (c)

Fonte: Hunter (2001)

Visualizando a tabela 2, datada de 2019, nota-se que, muitos atores não estatais continuam atuando contra aeronaves fazendo uso de MANPADS, conforme posse retratada por Hunter (2001).

**Tabela 2 – Risco de emprego de MANPADS contra aeronaves de linhas aéreas civis**

Risk Index for NSAG Use of MANPADS Against Civilian Airliners

NSAG	Country of Operation	Indicators of Capability					Indicators of Intent					Sum of Intent Scores (x)	Sum of Capabilities and Intent Scores (xi)
		Has NSAG Acquired MANPADS? (i)	Does NSAG Receive State Support? (ii)	Has NSAG Used MANPADS in Attack on Aviation? (iii)	Has NSAG Conducted Terrorist Attacks in the Last Year? (iv)	Sum of Capability Scores (v)	Is NSAG Active in Current or Recent Conflict? (vi)	Has NSAG Used MANPADS Against Civil Aviation? (vii)	Has NSAG Attacked Airports/ Aircraft with Other Weapons? (viii)	Has NSAG Killed More than 50 Civilians in Single Attack? (ix)			
Al-Nusra Front	Syria	3	2	2	3	10	2	0	1	3	6	16	
Syrian opposition	Syria	3	2	2	3	10	2	0	1	3	6	16	
Al-Shabaab (AS)	Somalia	3	0	1	3	7	2	2	2	3	9	16	
National Union for the Total Independence of Angola (UNITA)	Angola	3	2	2	1	8	0	2	2	3	7	15	
Taliban	Afghanistan	3	2	0	3	8	2	0	2	3	7	15	
Islamic State of Iraq and the Levant (ISIL)	Syria and Iraq	3	0	2	3	8	2	0	2	3	7	15	
PKK	Turkey and Iraq	3	2	1	3	9	2	0	2	2	6	15	
Ukrainian NSAGs	Ukraine	3	2	0	3	8	2	0	2	3	7	15	
Houthis	Yemen	3	2	0	3	8	2	0	2	2	6	14	
Liberation Tigers of Tamil Eelam (LTTE)	Sri Lanka	2	2	1	1	6	1	2	1	3	7	13	
Tehrik-e Taliban Pakistan (TTP)	Pakistan and Afghanistan	2	2	1	3	8	2	0	0	3	5	13	
Libyan NSAGs	Libya	2	2	1	3	8	2	0	2	1	5	13	
ISIL Sinai Province	Egypt	3	0	1	3	7	2	0	1	3	6	13	
Hizballah	Lebanon	3	2	0	1	6	2	0	2	3	7	13	
Revolutionary Armed Forces of Colombia (FARC)	Colombia	3	1	1	1	6	2	0	2	3	7	13	
Sudan People's Liberation Army (SPLA)	South Sudan	2	2	2	1	7	2	2	1	1	6	13	
Al-Qa'ida in the Arabian Peninsula (AQAP)	Yemen	2	0	0	3	5	2	0	2	3	7	12	
Hizb-i-Islami - Gulbuddin (HIG) (xii)	Afghanistan	2	2	1	1	6	2	2	1	1	6	12	
Popular Front for the Liberation of Palestine (PFLP) (xii)	Israel and Palestinian Territories	1	2	0	1	4	2	1	2	2	7	11	
Rwanda Patriotic Front (RPF)	Rwanda	2	2	2	1	7	0	2	0	2	4	11	
Polisario Front	Western Sahara	2	2	2	1	7	0	2	0	1	3	10	
Islamic Army in Iraq (IAI)	Iraq	2	0	2	1	5	1	2	1	1	5	10	
Lord's Resistance Army (LRA)	Uganda, South Sudan, DRC, and CAR	1	2	0	2	5	2	0	0	3	5	10	

NSAG	Country of Operation	Indicators of Capability					Indicators of Intent					Sum of Intent Scores (x)	Sum of Capabilities and Intent Scores (xi)
		Has NSAG Acquired MANPADS? (i)	Does NSAG Receive State Support? (ii)	Has NSAG Used MANPADS in Attack on Aviation? (iii)	Has NSAG Conducted Terrorist Attacks in the Last Year? (iv)	Sum of Capability Scores (v)	Is NSAG Active in Current or Recent Conflict? (vi)	Has NSAG Used MANPADS Against Civil Aviation? (vii)	Has NSAG Attacked Airports/ Aircraft with Other Weapons? (viii)	Has NSAG Killed More than 50 Civilians in Single Attack? (ix)			
Democratic Republic of the Congo Insurgents	DRC	1	2	0	3	6	2	0	0	1	3	9	
Hizbul Mujahideen (HM)	Jammu and Kashmir	1	2	0	3	6	2	0	0	1	3	9	
Palestinian Islamic Jihad (PIJ)	Israel and Palestinian Territories	3	2	0	1	6	2	0	0	1	3	9	
National Liberation Army (ELN)	Colombia	1	0	0	3	4	2	0	2	1	5	9	
Oromo Liberation Front (OLF)	Ethiopia	1	2	0	1	4	2	0	0	3	5	9	
Somali National Movement (SNM)	Somalia	2	2	1	1	6	0	2	0	1	3	9	
Ansar al-Sharia in Benghazi	Libya	2	0	0	1	3	2	0	2	1	5	8	
Chechen NSAG	Russia	1	0	0	2	3	2	0	0	3	5	8	
Burundi NSAG	Burundi	1	1	0	2	4	2	0	0	1	3	7	
Al-Qa'ida in the Islamic Maghreb (AQIM)	Algeria, Mali, Niger, and Libya	2	0	0	1	3	2	0	1	1	4	7	
Armed Islamic Group (GIA)	Algeria	1	1	0	1	3	0	0	1	3	4	7	
Ansar al-Islam (AAI)	Iraq	3	0	1	1	5	1	0	0	1	2	7	
Hamas	Israel and Palestinian Territories	1	1	0	1	3	2	0	1	1	4	7	
United Wa State Army (UWSA)	Myanmar	3	2	0	1	6	0	0	0	1	1	7	
Sudanese Revolutionary Front	Sudan	1	2	0	1	4	2	0	0	1	3	7	
Harakat-ul-Mujahidin (HuM)	Jammu and Kashmir	1	2	0	1	4	0	0	1	1	2	6	
Ansar al-Sharia in Tunisia (AST)	Tunisia	2	0	0	1	3	2	0	0	1	3	6	
February 17th Martyrs Brigade	Libya	2	0	0	1	3	2	0	0	1	3	6	
Al-Nasser Salah al-Deen Brigades (xii)	Israel and Palestinian Territories	1	1	0	1	3	2	0	0	1	3	6	
Provisional Irish Republican Army (PIRA)	Ireland and United Kingdom	2	1	0	1	4	0	0	1	1	2	6	
Khmer Rouge	Cambodia	1	2	0	1	4	0	0	1	1	2	6	

NSAG	Country of Operation	Indicators of Capability					Indicators of Intent					
		Has NSAG Acquired MANPADS? (i)	Does NSAG Receive State Support? (ii)	Has NSAG Used MANPADS in Attack on Aviation? (iii)	Has NSAG Conducted Terrorist Attacks in the Last Year? (iv)	Sum of Capability Scores (v)	Is NSAG Active in Current or Recent Conflict? (vi)	Has NSAG Used MANPADS Against Civil Aviation? (vii)	Has NSAG Attacked Airports/ Aircraft with Other Weapons? (viii)	Has NSAG Killed More than 50 Civilians in Single Attack? (ix)	Sum of Intent Scores (x)	Sum of Capabilities and Intent Scores (xi)
Movement for the Oneness and Jihad in West Africa (MUJAO) (xii)	Algeria, Mali, and Niger	1	0	0	1	2	2	0	1	1	4	6
Caucasus Emirate	Russia	1	0	0	1	2	2	0	1	1	4	6
Basque Fatherland and Liberty (ETA)	Spain	1	1	0	1	3	0	0	1	1	2	5
Kosovo Liberation Army	Kosovo	1	2	0	1	4	0	0	0	1	1	5
National Liberation Army	Macedonia	3	0	0	1	4	0	0	0	1	1	5
Shan State Army	Myanmar	1	2	0	1	4	0	0	0	1	1	5
National Movement for the Liberation of Azawad (MNLA)	Mali	1	0	0	1	2	2	0	0	1	3	5
Al-Ansar Brigades (xii)	Israel and Palestinian Territories	1	0	0	1	2	2	0	0	1	3	5
Hutu NSAG	Rwanda	1	0	0	1	2	0	0	0	3	3	5
United Somali	Somalia	1	1	0	1	3	0	0	0	1	1	4
Jumbish-e-Mili	Afghanistan	1	0	0	1	2	0	0	0	1	1	3
Rally for Democratic Forces (RaFD)	Chad	1	0	0	1	2	0	0	0	1	1	3
Somali National Alliance (SNA)	Somalia	1	0	0	1	2	0	0	0	1	1	3

Fonte: Zeigler (2019)

Hewish (2004) dá ênfase ao fato de que, além da facilidade de aquisição, outra característica alarmante dos MANPADS é sua alta letalidade quando empregados contra aeronaves que não possuem sistemas de defesa contra seus buscadores. Apesar de as fontes variarem consideravelmente, o emprego dos sistemas tem aproximadamente 70% de chance de resultar em morte dessas tripulações.

Outro dado a ser considerado ao que tange os MANPADS é seu rápido emprego, sendo que, conforme Van Ovest (2005), pode-se montar, mirar e lançar um míssil em 30 segundos.

Quanto ao alcance de seus lançamentos, Van Ovest (2005) afirma que são eficazes contra alvos em rápido movimento até aproximadamente 15.000 pés de altitude, em um raio de três a cinco milhas.

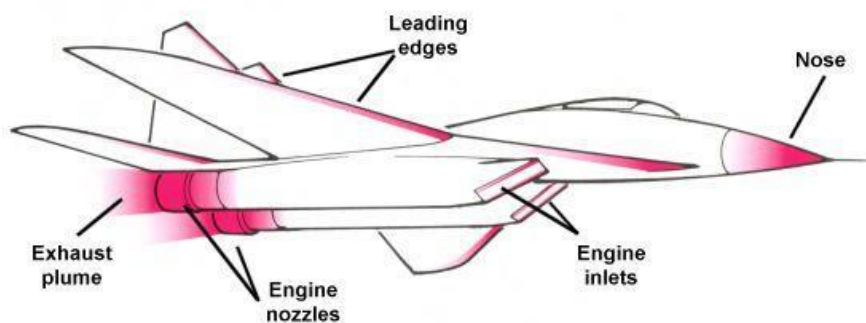
Visto isso, mostra-se fundamental que qualquer tipo de plataforma aérea que opere em um ambiente de guerra no qual haja a presença de ameaças da categoria de MANPADS possua, dentro de sua estrutura, equipamentos capazes de proteger tanto a aeronave quanto a tripulação.

## 2 SISTEMA DE EVASÃO DE MÍSSEIS

De acordo com Castro (2007) os mísseis são um componente determinante para as aeronaves de combate, geralmente, quando comparados, tendo de duas a três vezes mais velocidade e a capacidade de aplicar de três a quatro vezes mais carga “G” em suas manobras. Por conta de serem relativamente pequenos, são de difícil visualização, sendo necessário diversos fatores como alerta de detecção e o quanto o alvo se apresenta dentro do envelope do míssil para que se possa evitar com sucesso o ataque de um míssil. Em uma mesma situação, existem diversas opções de manobras evasivas a serem escolhidas, no entanto, apenas uma única oportunidade para tentar.

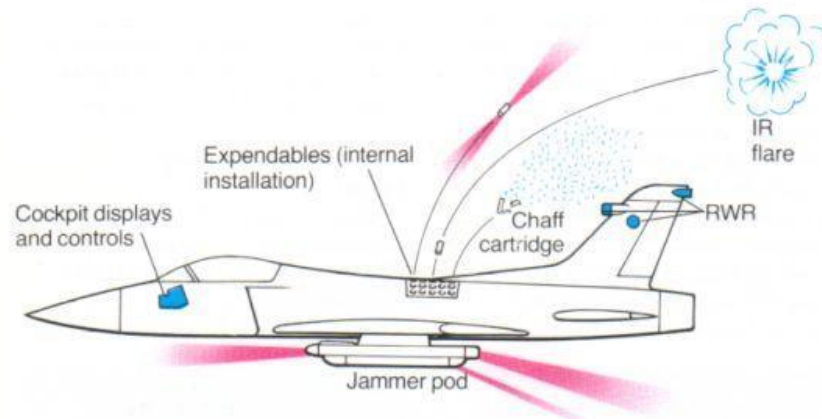
Jackson (2004) afirma que os mísseis guiados por infravermelho se fixam a um ponto de maior intensidade de calor da aeronave, conforme a Figura 2, que apresenta os pontos comumente de maior incidência na maioria das aeronaves. Conforme observado na Figura 3, as três contramedidas mais comuns para esse tipo de míssil a supressão de assinatura, os flares e o infrared jamming,.

**Figura 2** – “hot spots” visualizados por um detector infravermelho



Fonte: <http://aerospaceweb.org/question/electronics/q0191.shtml>

**Figura 3** - Sumário das contramedidas usadas em uma aeronave



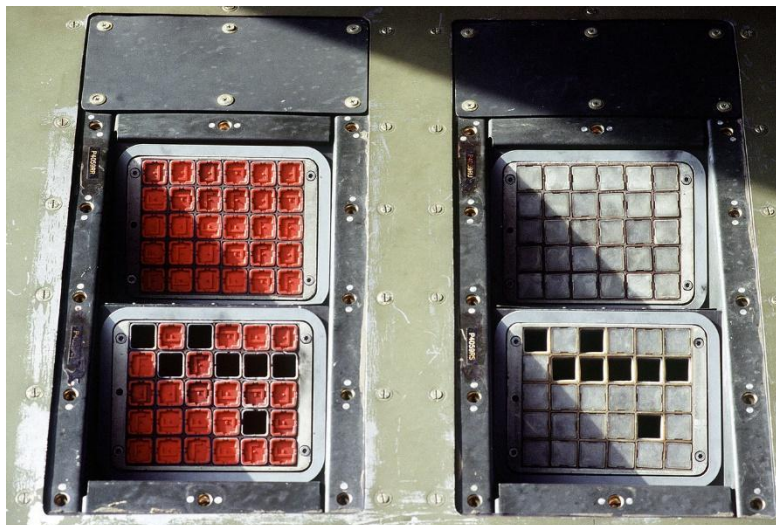
Fonte: <http://www.aerospaceweb.org/question/electronics/q0191.shtml>

Conforme visto, para mísseis que sejam guiados por assinatura infravermelho, tais como MANPADS, mostra-se primordial a existência de contramedidas que garantam a segurança das aeronaves em voo.

### 3 CONTRAMEDIDAS CONTRA MÍSSEIS

De acordo com Hovland (2006), aeronaves enviadas em missões podem ser atacadas por mísseis Infravermelho ou radar. Um meio de proteção é o uso de chaffs ou flare para evitar que os mísseis que chegam atinjam o alvo. Essas contramedidas são implantadas por vários ejetores na fuselagem, conforme a Figura 4, tendo a capacidade do ejetor geralmente limitada de 15 a 30 cartuchos, e normalmente havendo de 2 a 10 ejetores em um avião.

**Figura 4 –** Dispensadores de chaff e flare de um C-130



Fonte: USAF<sup>4</sup>, 1997.

Hovland (2006) ainda afirma que, pelo fato de o número de usos das contramedidas resultantes ser relativamente limitado, elas são implantadas com caráter reativo, sendo disparadas depois que uma ameaça é detectada. A detecção de ameaças pode ser feita manualmente ou automaticamente usando o *Missile Approach Warning System*. O MAWS deve ser capaz de distinguir entre alvos de ruído falso e ameaças reais e ser sensível o suficiente para detectar alvos, baseando-se nas assinaturas de infravermelho de mísseis.

De acordo com Pike (2015) *chaff* e *flares* são mecanismos defensivos usados por aeronaves militares para evitar a detecção e/ou ataque por sistemas de defesa aérea inimigos. Contra mísseis guiados por radar, utiliza-se o *chaff*, enquanto contra mísseis guiados por infravermelho usa-se o *flare*. Um *flare* é uma fonte de calor de alta temperatura emitida por uma aeronave que engana os sistemas de indução sensíveis ao calor ou que buscam calor e os desviam da aeronave. Os sinalizadores de autodefesa são paletes de magnésio que queimam brevemente (menos de 10 segundos) a 2.000º Fahrenheit quando disparados. A temperatura de queima é mais quente do que os gases de escape de aeronaves, tornando-a atraente para armas de busca de calor destinadas a aeronaves. Flares emitidos de alvos para atrair mísseis

<sup>4</sup> Disponível em: [http://www.dodmedia.osd.mil/Assets/1998/Air\\_Force/DF-ST-98-06211.JPEG](http://www.dodmedia.osd.mil/Assets/1998/Air_Force/DF-ST-98-06211.JPEG). Acesso em 18 ago. 2022

inimigos têm sido amplamente utilizados como contramedidas de detectores infravermelhos.

Pike (2015) afirma que os flares são normalmente envoltos em fita reforçada com fibra de alumínio e colocados em uma caixa de alumínio (0,03 polegadas de espessura) vedada com espaçadores de feltro e uma pequena tampa plástica. Na parte superior da caixa há um cartucho de impulso pirotécnico que é acionado eletricamente para produzir gases quentes que empurram os pistões, flares e cobertura da aeronave para a corrente de ar.

### **3.1 Sistemas de defesa contra mísseis guiados por infravermelho**

#### **3.1.1 IDAS**

SAAB (2020) afirma que o sistema IDAS (*Integrated Defensive Aids Suite*) é uma solução que integra sensores para a operação em diversos tipos de ambientes, além de incluir os lançadores das contramedidas eletrônicas, como o chaff e flare.

De acordo com SAAB (2020), em conflitos de baixa intensidade e guerra convencional, as forças aéreas engajadas em cenários táticos podem ser ameaçadas pelas defesas aéreas inimigas, desde mísseis guiados por calor mais simples de curto alcance até sistemas guiados por radar mais sofisticados. Para isso, o sistema engloba o MAW-300 que “é capaz de detectar um míssil disparado a grande distância, advertindo sobre a sua trajetória e direção” (SAAB, 2020).

SAAB (2020) ainda cita que, por estarem integrados, os sensores atuam de forma conjunta, acionando os lançadores de forma automática, dissipando os mísseis. A Figura 5 ilustra o sistema sendo utilizado.

**Figura 5 - Sistema IDAS da SAAB**



Fonte: SAAB, 2020.

Ressalta-se que SAAB (2020) cita que o sistema IDAS já está sendo empregado no Brasil em outras aeronaves, diferentes do A-29, além de que juntamente com a indústria brasileira, a Saab está construindo uma parceria estratégica de longo prazo com o Brasil e com a Força Aérea Brasileira.” (SAAB, 2020).

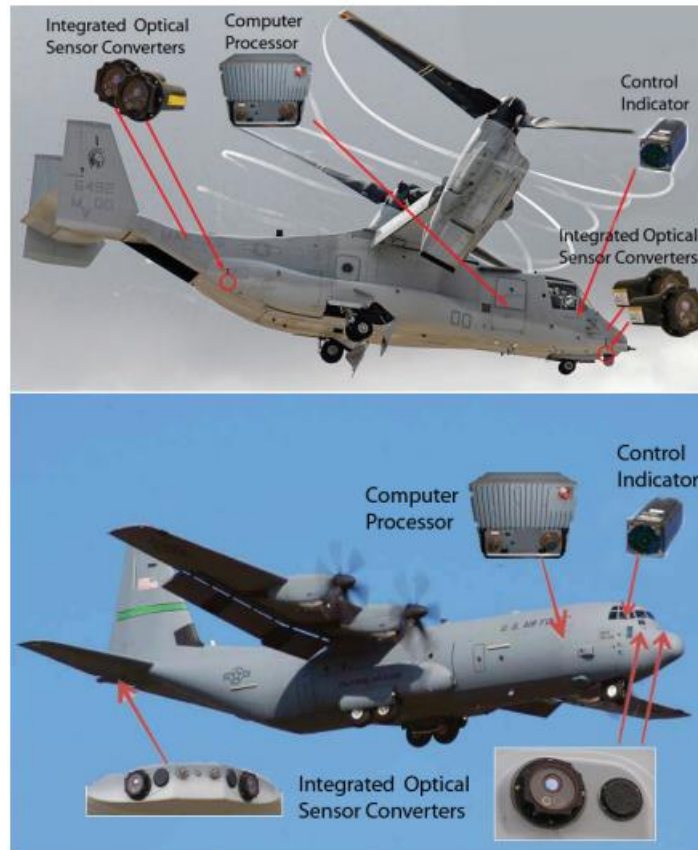
Assim, ao se pensar nas capacidades de operação de forças paramilitares e de guerrilha, sobretudo no que tange ao porte de armamentos capazes de derrubar diversos vetores aéreos em operação, percebe-se a necessidade de implantação de sistemas de autodefesa com a capacidade de proteger as tripulações e material.

### 3.1.2 AN/AAR-47

Coelho (2007) cita o emprego do sistema MAWS AN/AAR-47 em aeronaves C-130 Hercules da Força Aérea Brasileira. O sistema é definido por Sherman (2000) como sistema passivo de alerta de mísseis eletro-ópticos projetado para fornecer alerta de mísseis superfície-ar e passar informações para sistemas de contramedidas, acionando os flares automaticamente.

No entanto, Sherman (2000) dá ênfase ao seu emprego em helicópteros e aeronaves de transporte, se tratando de um conjunto de quatro detectores infravermelhos que apresentam melhor rendimento em baixas velocidades, conforme retratado na figura 6.

**Figura 6 – AN/AAR-47**



Fonte: DOT&E (2011).

Ressalta-se ainda que a carta de atualização do sistema disponibilizada por DOT&E (2011) afirma que o sistema tem como missão melhorar a capacidade de sobrevivência de diversas aeronaves de asas fixas e rotativa contra mísseis, aumentando sua segurança e fornecendo consciência situacional para a tripulação, permitindo uma resposta apropriada.

#### **4 A-29 SUPER TUCANO**

Conforme Centeno (2022), o A-29 Super Tucano, apresentado na Figura 7, é o produto de defesa de maior sucesso da Embraer. Tendo seu projeto iniciado de estudos com base no Short Tucano, versão britânica do EMB-312 Tucano equipado com um motor mais potente.

Ainda, Centeno (2022) afirma que desde 2004, ano de entrega da primeira unidade do Super Tucano, a aeronave vem sendo utilizada na formação de novos

pilotos de caça no Esquadrão Joker e nas missões de patrulha de fronteiras e interceptação de aeronaves leves com os esquadrões Flecha, Grifo e Escorpião.

**Figura 7 – A-29 Super Tucano**



Fonte: Sgt. Rezende/FAB.

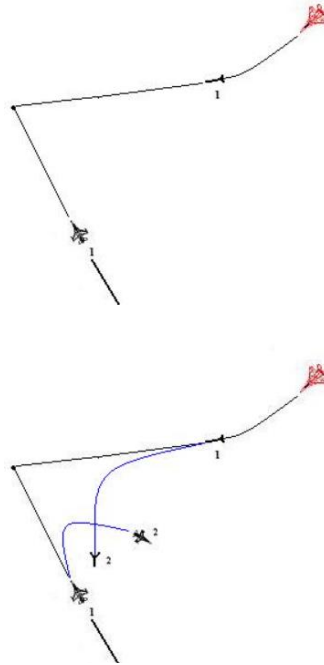
Conforme Embraer (2022), o Super Tucano é uma aeronave de ataque leve, vigilância, reconhecimento aéreo e treinamento avançado escolhido por mais de 14 forças aéreas de todo o mundo. Atualmente não há sistemas de alerta equipados em seu modelo nacional (ASAS DE FERRO, 2016).

Netto (2018) exemplifica o emprego de modelos de A-29 em conflitos recentes citando a esquadrilha dessas aeronaves da Força Aérea Colombiana que, em 18 de janeiro de 2007, utilizou bombas para o ataque de posições das Forças Armadas Revolucionárias da Colômbia (FARC) em local de selva, marcando a primeira atuação em combate do Super Tucano. Além da participação em missões norte-americanas no Afeganistão, havendo, segundo o Ministério da Defesa afegão, as 20 unidades da Força Aérea do Afeganistão (AAF) realizado um terço dos ataques aéreos no país, reflexo de altas velocidade e precisão.

Por não possuir as contramedidas automáticas para a evasão de mísseis, o piloto do Super Tucano é responsável por efetuar a manobra evasiva adquirindo contato visual, realizando redução total da potência e curvando para cima da ameaça. Castro (2007) exemplifica a manobra evasiva, com o piloto realizando um “*break*” ao estar visual com o míssil e, em seguida, realizando curvas de 45 a 60 graus, forçando-

o a perder energia. Por fim, realiza-se uma manobra apertada buscando atrapalhar a visão dos sensores IR, vide figura 8.

**Figura 8 – Manobra evasiva**



Fonte: Castro (2007)

## 5 MISSÕES DA ONU

Conforme Camargo (2019) a manutenção da paz e a solução pacífica de controvérsias nos termos do artigo 4º da Constituição Federal são princípios que norteiam as relações do Brasil com outros países. O compromisso histórico do Brasil com a paz resultou na participação do Brasil em aproximadamente 50 missões de paz das Nações Unidas (ONU). Isso inclui coordenar e liderar a Missão de Estabilização da ONU no Haiti (MINUSTAH) e a Força-Tarefa Marítima da Força Interina Libanesa da ONU (UNIFIL), o que traz prestígio e respeito à política externa brasileira.

Ainda de acordo com Camargo (2019), a participação nacional em Operações de Manutenção de Paz (OMP) atende a Estratégia Nacional de Defesa (END) e a Política Nacional de Defesa (PND). Ressalta-se que, segundo o Manual MD34-M-02, constitui dever das Forças Armadas estarem cada vez mais aptas a participar de operações de paz, uma vez que adequado aos interesses nacionais.

United Nations (2022) afirma que há 12 missões de paz em andamento em outubro de 2022, que, em resumo, se situam em Kosovo, quatro delas no Oriente

Médio, Mali, Saara Ocidental, fronteira entre Índia e Paquistão e mais quatro nas regiões da África Central e oriental.

Camargo (2019) afirma a natureza insurgente dos conflitos encontrados nessas missões, ocorrendo em ambiente ainda mais volátil, incerto, complexo e ambíguo que no passado, com ameaças cada vez mais difusas, típicas da Guerra Híbrida, a qual

"reflete um tipo de conflito muito particular e pertencente ao ambiente globalizado da atualidade, recheado de incertezas, ameaças e pela 14 disponibilidade e fácil acesso a produtos de alta tecnologia. Consiste em novidade na medida em que considera não só os atores envolvidos (estados nacionais, grupos guerrilheiros, redes criminais ou empresas contratadas), como também pelos meios utilizados (armamentos simples ou sofisticados) e pelas táticas empregadas (convencionais, irregulares, atos terroristas, insurgência, guerra de guerrilha e operações de informação)" (DE PINHO, 2016, p. 73).

Ressalta-se que para acomodar essas mudanças, os mandatos das principais missões atualmente em andamento (República Democrática do Congo, República Centro-Africana e Mali) é direcionado a elementos militares "fortes" e ao uso da força até estabilização. Isso leva ao uso de novas ferramentas, tecnologias e capacidades (KARLSRUD, 2015).

Visto isso, Fernandes (2017) reporta que cinco aeronaves da Força Aérea Brasileira foram colocadas à disposição para atuarem em missões de paz da ONU: um C-105 Amazonas, dois H-60L Black Hawk e dois A-29 Super Tucano. Sendo que, atualmente, conforme Hoffman (2018), são um total de 3 unidades de Super Tucano nacionais à disposição das missões de paz.

Por essa razão, ao estudar as características de um ambiente hostil nos quais o A-29 possa ser utilizado, sobretudo nas missões de ONU, faz-se necessário que haja a implantação de sistemas de autodefesa contra mísseis guiados por infravermelho, geralmente carregados facilmente por um homem, que é o caso de MANPADS.

## **6 MATERIAL E MÉTODO**

A pesquisa aplicada buscou analisar os elementos diretamente ligados à implementação de autodefesa contra MANPADS para unidades nacionais de A-29. O

tema foi abordado de forma bibliográfica e documental, analisando os cenários de guerra e tipos de missão em que o A-29 Super Tucano atua. O levantamento de dados foi realizado no formato de pesquisa documental. Já a mensuração das melhorias será realizada de forma indutiva. Por fim, foi exposto a conclusão da análise de forma a ficar disponível para futuros projetos.

Sendo assim, foram usados como referencial teórico para este trabalho o conteúdo da literatura existente acerca dos elementos analisados, além da DMA 500-2 que trata sobre as estratégias de guerra eletrônica da aeronáutica, de forma a garantir que a pesquisa atenda os moldes determinados pelo Comando da Aeronáutica. O END (Estratégia Nacional de Defesa), que conforme no próprio documento, trata da reorganização e reorientação das Forças Armadas, da organização da Base Industrial de Defesa e da política de composição dos efetivos da Marinha, do Exército e da Aeronáutica.

Ao propiciar a execução da Política Nacional de Defesa com uma orientação sistemática e com medidas de implementação, a Estratégia Nacional de Defesa contribuirá para fortalecer o papel cada vez mais importante do Brasil no mundo. Também foram utilizadas como fonte de pesquisa revistas e as páginas das fabricantes dos produtos citados ao decorrer da pesquisa.

## **7 RESULTADO E DISCUSSÃO**

Para compreender e analisar a implementação de um sistema de autodefesa para aeronaves, é de suma importância o entendimento dos conceitos de evasão de mísseis. Sendo assim, foram explicadas as técnicas e métodos utilizados para o sucesso de uma evasão.

Foi exposta a variação das contramedidas a serem adotadas de acordo com o tipo de míssil utilizado, sendo o principal fator determinante o modo de guiamento utilizado, e dando enfoque aos principais tipos utilizados em MANPADS, os mísseis com guiamento via infravermelho.

Devido à grande disponibilidade e facilidade de acesso aos MANPADS no mercado negro, muitos atores não estatais já foram reportados fazendo uso desse tipo de equipamento, que apresentam risco alarmante às aeronaves em sua presença, devido ao seu grande potencial destrutivo e simples operação.

Ainda, nota-se a coincidência das regiões onde atores não-estatais foram relatados operando MANPADS e a localidade das missões de paz da ONU em andamento, enfatizando o risco apresentado pelo emprego desses sistemas.

Ciente da grande gama de fatores por trás da tomada de decisão para a evasão efetiva de um míssil, o trabalho buscou permiti-la de forma automática, diminuindo a carga de trabalho do piloto, por meio do uso de um sistema que execute a contramedida em momentos adversos.

Para isso, um dos possíveis sistemas se trata do IDAS, da SAAB, que possui o MAW-300, modelo de MAWS já integrado aos ejetores de flares. Recebe destaque pela já existência de colaborações entre a SAAB e a Embraer, facilitando tanto a aquisição quanto a instalação de seus sistemas nas unidades de A-29 Super Tucano nacionais, que apresentam carência de sistemas de defesa.

A aeronave estudada se apresentou como vetor de destaque nas operações em missões de contra insurgência, como exemplificado nos casos de combate às Forças Armadas Revolucionárias da Colômbia, em 2007, e dos ataques realizados pela Força Aérea do Afeganistão (AAF) na Guerra do Afeganistão.

Portanto, a implementação do sistema IDAS em aeronaves A-29 Super Tucano se apresentou como fator potencializador do poder aeroespacial nacional. Sendo isso reflexo da potencialização operacional da FAB nas missões de paz, onde o país assume um compromisso histórico.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A pesquisa realizada apresentou a presença do uso de MANPADS em guerras irregulares, buscando apresentar e analisar os sistemas e métodos de evasão de mísseis. Para isso, foram apresentados os tipos de assinaturas de uma aeronave utilizadas para o guiamento dos mísseis e suas principais contramedidas.

Sabe-se que MANPADS estão entre os principais armamentos que se aproveitam da assinatura de calor das aeronaves para o guiamento dos mísseis lançados. Além disso, seu uso tem se apresentado de forma imprevisível, visto que muitas forças de guerrilha têm a capacidade de adquirir os equipamentos de forma ilegal.

Dentre os principais cenários marcados pelo uso dos MANPADS estão as missões de paz da ONU, com o Brasil ocupando posição de membro permanente do

conselho de segurança, onde os grupos guerrilheiros apresentam poder de fogo de difícil análise.

Visto isso, é de grande valia para a Força Aérea Brasileira a ampliação de suas capacidades por meio da aquisição de sistemas MAWS juntamente com os Flares, uma vez que o envolvimento das forças nacionais em missões da ONU.

Como sugestão, tem-se o MAWS-300, componente do sistema IDAS, um sistema que se apresenta viável para a aquisição, sobretudo ao se considerar as relações entre sua fornecedora, SAAB, e a principal fabricante nacional de aeronaves, Embraer, além de suas capacidades eficazes para o atendimento das necessidades apresentadas.

Destaca-se a necessidade de trabalhos futuros que aprofundem as capacidades de MANPADS atuais, assim como o estudo dos sistemas de autodefesa disponíveis e utilizados pelas demais potências bélicas mundiais.

## REFERÊNCIAS

- ANTAS, Luiz Mendes. **Dicionário de termos tmaliécnicos**. 3. ed. São Paulo, 1980. p.948 (Coleção Aeroespacial; t. 2.)
- ASAS DE FERRO. **Embraer T-27 Tucano e A-29 Super Tucano**. 2016. Disponível em Acesso em: 6 de junho de 2018.
- BARTAK, John R. **Mitigating the MANPADS threat: international agency, US, and Russian efforts**. NAVAL POSTGRADUATE SCHOOL MONTEREY CA, 2005.
- BRASIL. Estado Maior de Defesa. **Portaria Normativa N° 333/MD**, de 24 de março de 2004. Dispõe sobre a Política de Guerra Eletrônica de Defesa (MD 32-P-01). Diário Oficial da União, Brasília, n. 59, 26 mar. 2004
- \_\_\_\_\_. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Imprensa Nacional, 1988.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. **Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília, 2012. Disponível em: [https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/estado\\_e\\_defesa/END-PNDa\\_Optimized.pdf](https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/estado_e_defesa/END-PNDa_Optimized.pdf). Acesso em 13 mai. 2021
- \_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. MD34-M-02: **Manual de Operações de Paz**. 3ª ed. Brasília, 2013.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa: paz e segurança para o Brasil**. 2. ed. Brasília, 2012.
- CAMARGO, Luiz. **Proposta de composição de destacamento de operações especiais para emprego em missões de paz sob a égide da Organização das Nações Unidas**. Rio de Janeiro, 2019.
- CASTRO, Fábio. **Técnicas de Evasão de Mísseis**. Sistema de Armas. 2007. Disponível em: <http://sistemasdearmas.com.br/ca/bvr02evasao.html>. Acesso em: 21 ago. 2022.
- CENTENO, Gabriel. **Conheça os armamentos do Embraer A-29 Super Tucano**. Disponível em: <https://www.aeroflap.com.br/conheca-os-armamentos-do-embraer-a-29-super-tucano/>. Acesso em 14 ago. 2022.
- CHANKIN-GOULD, Sarah. **MANPADS Proliferation: Understanding the Problem**. Federation of American Scientists Issue Brief #1, January 2004.
- COELHO, Leandro Vinícius. **“O Missile Approach Warning System e sua aplicação nas aeronaves de combate”**. SIMPÓSIO DE GUERRA ELETRÔNICA, v. 9, p. 1-4, 2007.
- DE PINHO, Alessandro Paiva. **A Guerra Híbrida e os reflexos para o Exército Brasileiro**. PADECEME, v. 8, n. 17, p. 71-83, fev. 2016.

DOT&E. **AN/AAR-47 Hostile Fire Indication (HFI) Software Upgrade**. Disponível em: <https://www.dote.osd.mil/Portals/97/pub/reports/FY2011/navy/2011anaar47.pdf>. Acesso em 04 ago. 2022

EMBRAER. **Todas as aeronaves da Embraer**. Disponível em: <https://embraer.com/br/pt/9255-todas-as-aeronaves-da-embraer>. Acesso em: 15 ago. 2022.

FERNANDES, Cynthia. **ONU vistoria aeronaves da FAB para emprego em missões de paz**. Agência Força Aérea. 24 abr. 2017. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/29937/INTERNACIONAL%20%E2%80%93%20ONU%20vistoria%20aeronaves%20da%20FAB%20para%20emprego%20em%20miss%C3%B5es%20de%20paz>. Acesso em: 18 ago. 2022

HEWISH, Mark; LOK, Joris Janssen. **David versus Goliath**. JANES INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW, v. 37, n. 4, p. 46-55, 2004.

HOFFMANN, Alexandre. **O Brasil na República Centro-Africana: oportunidades para a política externa**. 2018.

HOVLAND, Harald. **Optimisation of flare and chaff programs-An analytical approach**. 2006.

HUNTER, Thomas. **The proliferation of MANPADS**. Jane's Intelligence Review, v. 13, n. 9, 2001.

JACKSON, Doug. **Missile Countermeasures**. 2004. Disponível em: <http://www.aerospaceweb.org/question/electronics/q0191.shtml>. Acesso em: 21 ago. 2022.

KARLSRUD, John. **The UN at war: examining the consequences of peace-enforcement mandates for the UN peacekeeping operations in the CAR, the DRC and Mali**. Third World Quarterly, v. 36, n. 1, p. 40-54, 2 jan. 2015.

LANDAUER, Martin. **The Threat from MANPADS**. Jane's Homeland Security and Resilience Monitor, p. 1, 2003.

MOSSI, Welder Passos. **Comparação entre o emprego da guerra eletrônica (GE) nas guerras de terceira e quarta geração: A GE na Guerra do Golfo e na Guerra Civil Síria**. Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, 2019.

NETTO, Júlio. **Vetores aéreos de asa fixa presentes na América do Sul**. Rio de Janeiro, 2018.

UNITED NATIONS. **United Nations Peacekeeping Operations - Where we operate**. 2019. Disponível em: <http://peacekeeping.un.org/en/where-we-operate>. Acesso em: 03 out. 2022.

VAN OVOST, Jacqueline D. Global mobility: **Anywhere, anytime, any threat? countering the manpads challenge**. 2005.

ZEIGLER, Sean. et al. **Acquisition and Use of MANPADS Against Commercial Aviation**. RAND Corporation, Santa Monica, Calif. 2019.