



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

PAULO SUAREZ PASSOS, Maj Av

**Helicópteros em Conflitos Irregulares: Análise da Evolução do Risco nas Operações da
Somália, Iraque e Israel-Hezbollah**

Rio de Janeiro
2024

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

PAULO SUAREZ PASSOS, Maj Av

**Helicópteros em Conflitos Irregulares: Análise da Evolução do Risco nas Operações da
Somália, Iraque e Israel-Hezbollah**

Trabalho de conclusão de curso apresentado,
como requisito parcial para aprovação, no
Curso de Comando e Estado-Maior.

Linha de Pesquisa: Poder Aeroespacial.

Orientador: Gustavo Ferreira Rizzuti.

Rio de Janeiro

2024

RESUMO

Com o aumento da frequência de conflitos irregulares no cenário global pós-Guerra Fria, tornou-se essencial compreender os riscos envolvidos nas operações de helicópteros nesses ambientes complexos. O objetivo desta pesquisa foi analisar a evolução do risco nas operações de helicópteros em três conflitos irregulares: Somália (1993), Iraque (2003) e Israel-Hezbollah (2006). A metodologia empregada baseou-se na Análise Preliminar de Riscos (APR) descrita no Manual de Gerenciamento do Risco Operacional do Exército Americano, FM 100-14, combinada com uma análise documental de fontes secundárias, incluindo relatórios militares, publicações acadêmicas e artigos especializados. Os resultados obtidos indicaram que a severidade das ameaças, como ataques com RPGs, MANPADS, armas portáteis e metralhadoras pesadas permaneceu alta nos três conflitos estudados. Contudo, a probabilidade de abate de helicópteros diminuiu significativamente ao longo do tempo, passando por uma redução de aproximadamente 100 vezes entre o primeiro e o último conflito do estudo. Concluiu-se que essa redução na taxa de atrito é atribuída à implementação de estratégias de mitigação de risco mais eficazes, avanços tecnológicos e táticos e ao uso intensivo de sistemas de inteligência, vigilância e reconhecimento. Esses achados são particularmente relevantes para a Força Aérea Brasileira (FAB), pois fornecem uma base sólida para o desenvolvimento de futuras doutrinas operacionais e estratégias de mitigação de risco em operações de helicópteros, especialmente em missões de Garantia da Lei e da Ordem (GLO).

Palavras-chave: Helicópteros; conflitos irregulares; risco operacional; operações militares.

ABSTRACT

With the increasing frequency of irregular conflicts in the post-Cold War global scenario, understanding the risks involved in helicopter operations in these complex environments has become essential. The objective of this research was to analyze the evolution of risk in helicopter operations in three irregular conflicts: Somalia (1993), Iraq (2003), and Israel-Hezbollah (2006). The methodology employed was based on the Preliminary Risk Analysis (PRA) described in the U.S. Army Operational Risk Management Manual, FM 100-14, combined with a documentary analysis of secondary sources, including military reports, academic publications, and specialized articles. The results indicated that the severity of threats, such as RPG attacks, MANPADS, small arms, and heavy machine guns, remained high in the three conflicts studied. However, the probability of helicopter shoot-downs decreased significantly over time, showing a reduction of approximately 100 times between the first and the last conflict in the study. It was concluded that this reduction in attrition rate is attributed to the implementation of more effective risk mitigation strategies, technological and tactical advances, and the intensive use of intelligence, surveillance, and reconnaissance systems. These findings are particularly relevant for the Brazilian Air Force (FAB), providing a solid basis for the development of future operational doctrines and risk mitigation strategies in helicopter operations, especially in Law and Order Guarantee (GLO) missions.

Keywords: *Helicopter; irregular conflicts; operational risk; military operations.*

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Níveis de Severidade	24
Quadro 2 – Níveis de Probabilidade	25
Quadro 3 – Matriz de Análise de Risco Operacional.....	29

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
3	METODOLOGIA	19
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS	21
4.1	IDENTIFICAÇÃO DA SEVERIDADE DAS AMEAÇAS EM CONFLITOS IRREGULARES.....	21
4.1.1	Classificação das Ameaças	22
4.1.2	Relatório de Resultados	23
4.2	VARIAÇÃO DA PROBABILIDADE DE ABATE DE HELICÓPTEROS EM CONFLITOS IRREGULARES.....	25
4.2.1	Análise da Probabilidade de Abate na Operação na Somália (1993)	26
4.2.2	Análise da Probabilidade de Abate na Guerra do Iraque (2003)	26
4.2.3	Análise da Probabilidade de Abate no Conflito entre Israel e Hezbollah (2006) .	27
4.2.4	Comparação das Probabilidades Entre os Conflitos	28
4.3	COMPARAÇÃO DE RISCO OPERACIONAL PARA HELICÓPTEROS EM CONFLITOS IRREGULARES.....	29
5	CONCLUSÃO	31
	REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

Com o término da Guerra Fria, surgiu a crença de que os conflitos bélicos haviam chegado ao fim. Houve quem acreditasse, inclusive, que a humanidade havia alcançado o “Fim da História” (Fukuyama, 1992). No entanto, a segunda metade do século passado testemunhou uma mudança significativa no panorama dos conflitos armados, com um marco de inflexão após os atentados de 11 de setembro de 2001, que desencadearam a chamada Guerra ao Terror, quando emergiu a identificação massiva dos chamados “novos inimigos”. Segundo Coutinho e Gomes (2016), eles eram diferentes dos adversários clássicos e facilmente reconhecíveis. Esses novos inimigos se apresentam de maneira diversificada, subjetiva e abstrata, frequentemente transcendendo as fronteiras do Estado.

Lind (2005) argumenta que a Guerra de Quarta Geração é uma tendência crescente nos conflitos atuais, onde os confrontos entre Forças Armadas regulares e grupos irregulares são mais comuns do que os conflitos tradicionais entre estados. O autor sugere que essa forma de guerra é caracterizada por uma maior complexidade e por envolver uma variedade de atores, incluindo não estatais, que podem ser grupos insurgentes, terroristas ou outros grupos armados que não são reconhecidos como forças militares formais.

Essa dinâmica se desdobrou em diversas manifestações, conforme relatado por Lourenção e Cordeiro (2016), como insurgências, tendo a Guerra do Vietnã como exemplo, as guerras antiterroristas, como a Guerra do Afeganistão, e confrontos com guerrilheiros na Colômbia, retratando uma nova dinâmica que desafia as estratégias militares convencionais.

Visacro (2009) define os Conflitos Irregulares como modalidades de combate com raízes históricas profundas, marcadas pela atuação de forças sem uma organização militar formal e legal. Esses grupos, que não dispõem de equipamentos de grande porte nem de uma logística especializada, também carecem de autoridade jurídica e institucional. Conflitos desse tipo são frequentemente associados a entidades não regulares, como grupos terroristas, guerrilhas e movimentos de insurreição. Uma das características mais marcantes desses confrontos é a ausência de normas rígidas, o que dificulta a formulação de uma teoria padronizada. No entanto, essa falta de rigidez normativa permite que esses conflitos se adaptem e se moldem a diversos contextos políticos, sociais e militares, constituindo uma de suas principais características distintivas.

Esse tipo de conflito tornou-se uma constante em cenários de guerra, missões de paz da Organização das Nações Unidas (ONU) e em operações de Garantia da Lei e da Ordem (GLO). Embora não sejam situações de guerra, essas atividades são corriqueiramente executadas pelas

Forças Armadas, conforme previsto na Lei Complementar nº 97, de 9 de junho de 1999 (Brasil, 1999). Este cenário implica, muitas vezes, em ações em áreas urbanas, exigindo adaptações nas estratégias militares para lidar com esse ambiente complexo.

Historicamente, estrategistas militares desencorajavam operações em zonas urbanas devido aos desafios intrínsecos, como mobilidade restrita, dificuldades de comunicação e a ausência de apoio de artilharia. Sun Tzu (2006) já destacava a complexidade e o alto custo de combates em áreas urbanas, sugerindo evitar tais confrontos sempre que possível. Todavia, diante da concentração populacional em áreas urbanas, tornou-se imperativo superar essas dificuldades. Nesse contexto, o emprego de helicópteros emergiu como uma resposta estratégica eficaz para contornar esses obstáculos, permitindo a rápida mobilização e flexibilidade necessárias em cenários urbanos desafiadores.

Atualmente, a Força Aérea Brasileira (FAB), mesmo sem participar diretamente de conflitos armados, intensificou sua presença desempenhando diversas tarefas, ações e missões de Força Aérea previstas na DCA 1-1 (Brasil, 2020), como a ação de Policiamento do Espaço Aéreo em espaços urbanos, especialmente durante eventos de grande magnitude realizados no país nas últimas décadas. Exemplificando essa atuação, a FAB desempenhou papéis relevantes ao cumprir sua tarefa de Apoio às Ações do Estado na defesa e manutenção da segurança de diversos eventos como os Jogos Pan-Americanos (2007), Rio+20 (2012), Copa das Confederações (2013), Copa do Mundo (2014) e Olimpíadas (2016), além de diversas Operações de GLO nesse período, que também contaram com o suporte de aeronaves de asas rotativas para diversas finalidades.

As situações de “não-guerra”, conforme definidas no MD30-M-01 (Brasil, 2018), englobam operações militares que não envolvem combate direto com forças inimigas, mas sim atividades como operações de paz, ações humanitárias, operações de Garantia da Lei e da Ordem e outras missões de apoio ao Estado. Essas atividades são caracterizadas pela ausência de um conflito armado declarado, exigindo das forças militares uma abordagem diferente, focada na segurança e na estabilidade. Esse aumento na utilização de helicópteros em operações de não-guerra destaca a importância de compreender os riscos associados e de desenvolver estratégias eficazes para mitigá-los, aumentando a segurança e a eficácia operacional.

Este cenário reforça a importância de avaliar os riscos associados às operações de helicópteros em áreas urbanas, mesmo em contextos não beligerantes. O incidente de 2009, no qual um helicóptero AS-350 Esquilo da Polícia Militar do Rio de Janeiro foi atingido por disparos de fuzil durante uma operação na favela do Morro dos Macacos, resultando em fatalidades, destaca a necessidade crítica de compreender e amenizar esses riscos.

Diante desse contexto, o objetivo geral deste estudo foi analisar a evolução do risco nas operações de helicópteros em três conflitos irregulares (Somália 1993, Iraque 2003 e Israel-Hezbollah 2006). Para alcançar esse objetivo, definimos três objetivos específicos: identificar a severidade das ameaças, descrever a variação da probabilidade de abate de helicópteros e comparar a diferença na condução das operações de helicópteros, abarcando os três conflitos mencionados.

Para atingir esses objetivos, trabalhamos com a hipótese de que houve uma diminuição da taxa de atrito, ou seja, uma redução nas perdas de aeronaves de asas rotativas a despeito do engajamento de ameaças nos cenários de guerra irregular durante as operações de helicóptero ao longo do tempo. Para verificar essa hipótese, analisamos três conflitos irregulares: a operação na Somália em 1993, a Guerra do Iraque em 2003 e o conflito entre Israel e Hezbollah em 2006. Embora compartilhem de cenários semelhantes no que diz respeito ao ambiente e às ameaças existentes, as operações apresentaram perdas proporcionais cada vez menores de helicópteros, indicando uma diminuição na probabilidade de engajamento com sucesso das ameaças desse cenário contra as aeronaves.

Essa análise, realizada à luz da Análise Preliminar de Risco (APR), permitiu compreender as razões da redução da taxa de atrito de helicópteros nos conflitos irregulares. A análise dos dados forneceu *insights* valiosos para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes na mitigação de riscos e no aprimoramento das operações de helicópteros, contribuindo para a melhoria contínua das doutrinas operacionais e para a segurança das missões de combate e de apoio realizadas pelas Forças Armadas. Além disso, essas estratégias podem ser aplicadas em operações de Garantia da Lei e da Ordem devido às semelhanças do cenário dessas operações com os de uma guerra irregular, como o ambiente urbano, alvos de difícil distinção e similaridade de ameaças. Esses resultados facilitaram escolhas mais informadas no planejamento do uso dessas aeronaves e embasaram o desenvolvimento de futuras doutrinas específicas a serem empregadas nos teatros de operações modernos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Clausewitz (1996, p. 27) estabelece um fundamento teórico essencial para a compreensão da guerra, descrevendo-a como um “verdadeiro instrumento político, uma continuação das relações políticas, uma realização destas por outros meios”. Essa perspectiva sublinha a intrínseca ligação entre guerra e política, sugerindo que o conflito armado é uma extensão das políticas de um estado, empregada para alcançar objetivos políticos quando outros

meios falham. O autor argumenta que a guerra não é um ato isolado, mas sim parte integrante da política, onde as ações militares são orientadas pelos fins políticos. Esse conceito revolucionário transformou o pensamento estratégico e militar, destacando a necessidade de alinhar as ações bélicas com as metas políticas para alcançar resultados eficazes e sustentáveis.

Tzu (2006) já destacava a complexidade e o alto custo associados aos combates em áreas urbanas, recomendando evitar tais confrontos sempre que possível. Ele argumentava que a natureza labiríntica das cidades, combinada com a densidade populacional e a infraestrutura urbana, criava um terreno desfavorável para operações militares tradicionais. No entanto, à medida que a urbanização se intensificou e a população global se concentrou cada vez mais em centros urbanos, tornou-se imperativo superar esses desafios. A adaptação das estratégias militares para lidar com a guerra urbana tornou-se uma necessidade, exigindo inovação e novas abordagens para manter a eficácia em tais ambientes complexos e dinâmicos.

Conflitos irregulares e guerras de quarta geração (4GW) representam uma evolução significativa na natureza da guerra e das operações militares contemporâneas. Segundo Lind (2005), esses conflitos são caracterizados pela desagregação das fronteiras entre guerra e política, combatentes e civis, e pela utilização de táticas assimétricas que visam desgastar o adversário em vez de buscar uma vitória decisiva tradicional. O autor explica que tais conflitos tendem a ocorrer predominantemente em ambientes urbanos, onde a complexidade e a densidade populacional oferecem inúmeras vantagens estratégicas aos combatentes irregulares, incluindo esconderijos e a capacidade de se misturar com a população civil, complicando as operações militares convencionais.

Em consonância com essa visão, Visacro (2009) enfatiza que esses conflitos geralmente ocorrem em áreas urbanas densamente povoadas, onde forças regulares enfrentam guerrilhas, insurgências e outras formas de resistência não convencional. O autor destaca que a complexidade dos conflitos irregulares requer uma abordagem multidimensional, integrando esforços militares, políticos e sociais para lidar eficazmente com as ameaças. Dessa forma, a compreensão e o estudo dos conflitos irregulares e das guerras de quarta geração são essenciais para o desenvolvimento de estratégias militares adaptadas aos desafios do cenário contemporâneo.

Para fundamentar esta pesquisa, foram analisadas três operações militares significativas: a Operação na Somália em 1993, a Guerra do Iraque em 2003 e o conflito entre Israel e Hezbollah em 2006. Esses eventos foram escolhidos devido à sua relevância e representatividade no uso de helicópteros em operações urbanas contra forças assimétricas.

A Batalha de Mogadíscio, durante a Operação na Somália, é amplamente documentada e destaca a importância crítica dos helicópteros em fornecer suporte aéreo próximo em áreas urbanas densamente povoadas (Eversmann; Schilling, 2010; Rookes, 2022). Durante essa operação, helicópteros enfrentaram ameaças significativas de RPGs e armas portáteis, resultando na perda de várias aeronaves e demonstrando a vulnerabilidade das operações aéreas em cenários urbanos com alta concentração de combatentes irregulares. Essas ameaças apresentaram um nível de severidade elevado, exigindo estratégias de mitigação de risco e adaptabilidade das operações militares.

A Guerra do Iraque em 2003 demonstrou a versatilidade dos helicópteros em cenários de guerra urbana, facilitando movimentos rápidos de tropas e fornecendo vigilância crítica (Eshel, 2007; Gordon IV *et al.*, 2005; Kessler, 2019; Pirnie *et al.*, 2015). Durante o conflito, os helicópteros enfrentaram ameaças de metralhadoras pesadas, RPGs e MANPADS com uma probabilidade moderada de engajamento. A adaptação das táticas de voo e a implementação de contramedidas eletrônicas ajudaram a reduzir a taxa de atrito, apesar das ameaças persistentes.

O conflito entre Israel e Hezbollah em 2006 evidenciou a eficácia dos helicópteros em operações de contrainsurgência e no combate a ameaças assimétricas, utilizando tecnologias avançadas e doutrinas específicas para enfrentá-las (Cordesman, 2008; Lambeth, 2011). Nesse conflito, os helicópteros enfrentaram ameaças sofisticadas de MANPADS e RPGs, mas a utilização de contramedidas avançadas e estratégias táticas de voo contribuiu para uma menor taxa de perdas de aeronaves. A análise dessas operações permitiu uma compreensão detalhada dos desafios enfrentados e das estratégias empregadas para mitigar os riscos em ambientes de combate assimétrico e urbano.

As ameaças enfrentadas em conflitos irregulares geralmente consistem em armas portáteis, metralhadoras pesadas, RPGs (lançadores de granadas propelidas por foguetes), MANPADS (sistemas portáteis de defesa aérea), interferência eletrônica e guerra cibernética (Chivers, 2010; Estados Unidos, 1976; Kopp, 2005).

O uso de helicópteros em conflitos irregulares tem se mostrado vital devido à sua versatilidade e capacidade de superar diversos desafios operacionais. Pastor (2012) enfatiza que helicópteros desempenham papéis fundamentais tanto em combates diretos quanto em suporte às operações, incluindo ataque, inserção e extração tática de tropas, escolta de comboios, operações de informação, mobilidade, suprimento, evacuação médica e reconhecimento. Essas capacidades tornam os helicópteros indispensáveis em ambientes irregulares, onde a flexibilidade e a capacidade de resposta rápida são essenciais para o sucesso operacional. Embora o documento não trate especificamente de operações urbanas, as habilidades descritas

são igualmente aplicáveis nesses contextos, onde a complexidade do terreno e a densidade populacional elevam a importância de uma mobilidade aérea eficiente. A falta de doutrina específica e a limitação do número de helicópteros disponíveis são desafios significativos que precisam ser superados para maximizar seu potencial em operações de guerra irregular.

Glenn (1998) aborda de forma abrangente os desafios e as complexidades das operações militares urbanas modernas. O autor argumenta que as forças armadas dos Estados Unidos enfrentam uma série de ameaças emergentes em ambientes urbanos, que se tornam cada vez mais prováveis como os campos de batalha do futuro. Cidades apresentam uma ampla gama de desafios operacionais devido à sua densidade populacional, infraestrutura complexa e presença de civis. Essas operações exigem uma adaptação significativa das táticas militares tradicionais.

Para operar eficientemente em ambientes urbanos, as tropas necessitam de treinamento especializado, incluindo técnicas de combate em áreas confinadas, reconhecimento e navegação em terrenos urbanos. Tecnologias avançadas como drones, helicópteros e outras formas de apoio aéreo são primordiais para fornecer vigilância, reconhecimento e apoio de fogo em tais ambientes. Além disso, as operações em áreas urbanas levantam questões significativas de direito humanitário e ética militar, especialmente no que diz respeito ao risco de danos colaterais e à proteção de civis.

Glenn (1998) enfatiza que as forças armadas precisam adaptar suas doutrinas e desenvolver novas tecnologias e métodos para enfrentar os desafios únicos das operações urbanas. Esta adaptação inclui não apenas a incorporação de novas tecnologias, mas também a reformulação de estratégias operacionais para garantir a eficácia e a minimização de impactos negativos sobre a população civil e a infraestrutura urbana.

Sickler III (2015) relata que a aviação enfrenta desafios específicos atuando em cidades devido à grande população e ao terreno complexo. Em combates urbanos, helicópteros enfrentam dificuldades significativas para identificar alvos e ameaças devido à natureza caótica dos confrontos e à densidade populacional. Situações de combate em cidades podem parecer, do ponto de vista aéreo, como "derrubar um formigueiro", onde combatentes e civis se movimentam de forma imprevisível, dificultando a identificação precisa de ameaças.

No entanto, a presença contínua de helicópteros pode limitar significativamente a liberdade de movimento do inimigo, proporcionando uma vantagem relativa às forças terrestres aliadas. Ainda segundo Sickler III (2015), a presença de helicópteros no campo de batalha força os inimigos a evitarem manobras, restringindo suas ações e permitindo que as forças terrestres mantenham a iniciativa. O autor diz que esse efeito foi amplamente observado em operações recentes no Iraque e no Afeganistão, onde a simples presença de helicópteros em voo teve um

impacto profundo nas ações do inimigo, que muitas vezes optou por cessar suas atividades para evitar detecção e engajamento.

As operações militares em ambientes urbanos apresentam uma série de desafios únicos que afetam igualmente todas as partes envolvidas. Betz e Stanford-Tuck (2021) argumentam que o combate urbano tende a ser mais prevalente devido às tendências demográficas e à urbanização crescente, o que torna essencial que os exércitos ocidentais se adaptem a esses cenários. A natureza complexa do ambiente urbano dificulta as comunicações, sobrecarrega a capacidade sensorial e desloca a responsabilidade decisória para os níveis mais baixos da hierarquia militar. Isso cria uma situação em que as ações táticas são amplificadas e a velocidade com que as audiências locais e internacionais são informadas nunca foi tão rápida. Nesse contexto, os autores afirmam que o uso de helicópteros se torna decisivo, fornecendo mobilidade, vigilância e suporte aéreo em áreas onde a infraestrutura terrestre está comprometida ou é inacessível. Essas aeronaves permitem a inserção rápida de tropas e a extração em situações de emergência, além de oferecerem uma vantagem significativa em termos de flexibilidade e capacidade de resposta em operações urbanas.

Kopp (2005) afirma que o uso de helicópteros em conflitos irregulares, especialmente em ambientes urbanos, enfrenta diversos desafios devido à vulnerabilidade dessas aeronaves a uma variedade de ameaças terrestres. Helicópteros são frequentemente alvos de armas de fogo pequenas, metralhadoras, lançadores de granadas propelidas por foguete (RPGs) e sistemas portáteis de defesa aérea (MANPADS), que podem causar danos significativos ou derrubá-los. Em ambientes urbanos, onde o terreno complexo oferece inúmeras oportunidades de ocultação para os inimigos, a vulnerabilidade dos helicópteros aumenta muito mais. Ainda segundo o autor, as operações de inserção e extração em áreas urbanas são particularmente perigosas, pois os helicópteros devem operar em proximidade com o solo, tornando-se alvos fáceis para atiradores emboscados. A necessidade de pairar em locais expostos para resgatar ou desembarcar tropas expõe os helicópteros a riscos elevados de serem atingidos por RPGs e outras armas.

Ainda nesse contexto, Kopp (2005) atesta que as aeronaves de asas rotativas utilizadas em operações especiais e de busca e salvamento em combate (CSAR) são frequentemente equipadas com sofisticados sistemas de proteção eletrônica para aumentar sua sobrevivência. Esses sistemas incluem receptores de alerta de radar, receptores de alerta de laser, sistemas de alerta de aproximação de mísseis, além de contramedidas infravermelhas direcionadas e não direcionadas. No entanto, mesmo com essas medidas avançadas, a ameaça de armas de fogo em curto alcance, como os RPGs, continua sendo significativa, especialmente em combates

urbanos. Em tais ambientes, a habilidade de manobrar rapidamente e a utilização de técnicas táticas avançadas são cruciais para minimizar a exposição e aumentar a chance de sobrevivência dos helicópteros e suas tripulações (Kopp, 2005).

Com o objetivo de analisar a evolução do risco nas operações de helicópteros com o passar do tempo, é essencial classificar as ameaças existentes em conflitos irregulares. A técnica de Análise Preliminar de Riscos (APR) oferece uma metodologia eficaz para identificar e avaliar os riscos associados às operações de helicópteros. De Cicco e Fantazzini (2003) definem a APR como um estudo realizado na fase de concepção ou desenvolvimento de um novo sistema ou processo, com o intuito de determinar os riscos presentes na fase operacional do processo. A APR é aplicada mediante a identificação dos perigos associados aos elementos do processo, neste caso, durante o planejamento das operações de aeronaves de asas rotativas. Conforme são identificados os perigos, suas possíveis causas, efeitos e severidades das consequências, bem como as medidas protetivas, são descritos.

Para ilustrar, considere uma análise preliminar de riscos para uma missão de transporte aéreo urbano em uma zona de conflito irregular. Estudos como o de Victor (2008) destacam que as ameaças mais comuns a helicópteros em tais cenários incluem a presença de atiradores hostis em prédios altos, dispositivos explosivos improvisados (IEDs) em rotas de voo conhecidas e a possibilidade de emboscadas em áreas de pouso designadas. Os perigos podem surgir de várias causas, incluindo a falta de inteligência precisa sobre as atividades inimigas e a complexidade da geografia urbana.

Os efeitos potenciais desses perigos variam desde danos à aeronave e à tripulação até a perda de vidas. Glenn (1998) enfatiza que medidas protetivas eficazes podem incluir o desenvolvimento de rotas alternativas de voo, a implementação de medidas de segurança mais rigorosas durante as operações de pouso e decolagem e o uso de contramedidas eletrônicas para neutralizar ameaças de mísseis de ombro (MANPADS).

Sickler III (2015) também relata que, em operações urbanas recentes no Iraque e no Afeganistão, a presença contínua de helicópteros foi fundamental para limitar a liberdade de movimento do inimigo e proporcionar vantagem tática às forças terrestres. Isso incluiu a adoção de técnicas avançadas de voo e o uso de sistemas de proteção eletrônica sofisticados para aumentar a sobrevivência das aeronaves em ambientes hostis.

A técnica de Análise Preliminar de Riscos (APR), conforme descrita por De Cicco e Fantazzini (2003), é aplicada mediante a identificação dos perigos associados às operações de aeronaves de asas rotativas durante o planejamento da operação. A identificação dos perigos, suas possíveis causas, efeitos e severidades das consequências, bem como as medidas

protetivas, são essenciais para garantir a segurança e a eficácia das missões de helicópteros em ambientes urbanos densamente habitados.

Essa técnica foi adaptada do Programa de Requisitos para Sistemas de Segurança Padrão Militar (MIL-STD-882) do Departamento de Defesa (DoD) dos Estados Unidos. Inicialmente desenvolvida para acompanhar o risco no desenvolvimento de sistemas militares, a APR se destaca pela sua aplicabilidade em situações com escassez de dados prévios sobre riscos específicos, como é o caso das operações de helicópteros em ambientes urbanos em conflitos irregulares, tema central desta pesquisa, e que foi verificada na teoria e na prática neste trabalho. O Manual de Gerenciamento do Risco Operacional do Exército Americano, FM 100-14 U.S. *Army Operational Risk Management* (Estados Unidos, 1998), também oferece diretrizes detalhadas para serem aplicadas na metodologia de análise dos dados para uma efetiva avaliação de riscos no cumprimento de missões operacionais.

Diante das análises realizadas sobre a vulnerabilidade dos helicópteros em ambientes urbanos, conforme destacadas por Kopp (2005), e da adaptação da técnica de Análise Preliminar de Riscos (APR) para o contexto específico das operações de helicópteros em cenários de conflitos irregulares, torna-se evidente a necessidade de compreender e mitigar os riscos associados a essas operações. A APR emerge como uma ferramenta para identificar e avaliar os perigos inerentes a esses cenários, fornecendo *insights* para o planejamento e execução de operações de helicópteros em áreas urbanas durante conflitos irregulares.

3 METODOLOGIA

A fundamentação teórica deste estudo foi ancorada em diversas obras que abordam a guerra irregular e as operações de helicópteros em cenários inseridos nesse tipo de conflito. Os autores selecionados são referências essenciais nas áreas de estratégia militar e guerra irregular, oferecendo uma base sólida para a análise dos conflitos em estudo. Clausewitz (1996) estabelece a ligação intrínseca entre guerra e política, fornecendo uma compreensão profunda da natureza do conflito. Lind (2005) forneceu suas perspectivas sobre a complexidade e os desafios da guerra de quarta geração, enfatizando a necessidade de inovação nas estratégias militares, corroborando nesse quesito com Tzu (2006). Visacro (2009) contribuiu com um detalhamento das características dos conflitos irregulares, enquanto Glenn (1998) e Sickler III (2015) discutiram os desafios específicos das operações de helicópteros em ambiente urbano, cenário recorrente típico de conflitos irregulares. As análises de Kopp (2005) sobre a vulnerabilidade dos helicópteros e as contribuições de Pastor (2012) sobre suas capacidades em

guerra irregular também foram indispensáveis para a construção deste estudo, fornecendo um melhor entendimento das operações realizadas por aeronaves de asas rotativas, bem como as ameaças encontradas nesse cenário e as consequências delas para as operações aéreas.

A estratégia metodológica adotada para esta pesquisa foi baseada em uma análise documental de fontes secundárias, incluindo relatórios militares, estudos de caso, publicações acadêmicas e artigos de revistas especializadas. Essa abordagem permitiu uma avaliação abrangente e detalhada das operações de helicópteros nos conflitos na Somália (1993), Iraque (2003) e entre Israel e Hezbollah (2006). A escolha desses conflitos foi justificada pela relevância e representatividade no uso de helicópteros em operações de guerra irregular, caracterizadas pelo enfrentamento de forças assimétricas geralmente em ambiente urbano, fornecendo um panorama robusto para a análise do risco operacional.

Os objetivos específicos foram atingidos por meio de uma combinação de técnicas de coleta e análise de dados. Para identificar a severidade das ameaças nos três conflitos de forma a atingir o primeiro objetivo específico, utilizou-se a metodologia da Análise Preliminar de Riscos (APR) descrita no Manual de Gerenciamento do Risco Operacional do Exército Americano, FM 100-14 *U.S. Army Operational Risk Management* (Estados Unidos, 1998). Este manual foi escolhido por sua estrutura sólida para a avaliação de riscos em operações militares, proporcionando uma categorização clara dos impactos potenciais das ameaças às operações de helicópteros. Foram definidas e analisadas as principais ameaças enfrentadas pelos helicópteros em cada conflito, classificando-as conforme sua severidade, utilizando um quadro de níveis de severidade. A coleta de dados para esse objetivo foi baseada em relatórios detalhados das operações e literatura existente sobre os conflitos estudados.

Visando descrever a variação da probabilidade de abate de helicópteros nesses três conflitos para atingir o segundo objetivo específico, foram analisados dados históricos de perdas de helicópteros devido a engajamento de ameaças inimigas em cada conflito. A probabilidade de abate foi calculada e classificada conforme os níveis de probabilidade propostos no manual FM 100-14. A combinação de dados referentes ao total de surtidas, bem como quais ameaças estavam presentes, e com que frequência, em cada conflito, juntamente com as formas de abate das aeronaves, permitiu calcular a probabilidade específica para cada tipo de ameaça presente em cada conflito estudado. Os dados foram coletados de relatórios de operações militares e publicações acadêmicas específicas sobre os conflitos.

Ao comparar a diferença do risco operacional na condução das operações de helicópteros nesses três conflitos de forma a atingir o terceiro objetivo específico, realizamos uma análise comparativa dos riscos operacionais identificados nos objetivos específicos

anteriores. A matriz de análise de risco operacional do manual FM 100-14 foi utilizada para relacionar a severidade das ameaças, elencadas no primeiro objetivo específico, com a probabilidade de ocorrência delas, elencadas no segundo objetivo específico, de forma a chegar no risco operacional de cada conflito estudado. Isso permitiu avaliar a evolução das estratégias e tecnologias empregadas nas operações de helicópteros nos conflitos da Somália (1993), Iraque (2003) e entre Israel e Hezbollah (2006). Essa análise foi fundamentada em uma síntese dos resultados dos objetivos específicos anteriores e na literatura existente sobre práticas operacionais e inovações tecnológicas.

Os dados foram analisados utilizando métodos qualitativos e quantitativos. A análise qualitativa envolveu a interpretação dos relatos e descrições dos conflitos, enquanto a análise quantitativa foi aplicada na avaliação da probabilidade e severidade dos riscos, resultando na classificação do risco operacional.

As limitações desta pesquisa incluem a dependência de fontes secundárias e a disponibilidade limitada de dados detalhados sobre cada operação. As diferenças contextuais e operacionais entre os conflitos podem influenciar na comparação direta dos resultados. No entanto, essas limitações foram mitigadas pela triangulação das fontes de dados e pela aplicação rigorosa da metodologia descrita no FM 100-14. Essa abordagem permitiu uma análise robusta e detalhada da evolução do risco operacional nas operações de helicópteros em conflitos irregulares, atingindo o objetivo geral dessa pesquisa, destacando a importância da adaptação contínua das estratégias de mitigação de risco operacional.

Dessa forma, a metodologia aplicada permitiu alcançar os objetivos da pesquisa de maneira estruturada e consistente, fornecendo *insights* valiosos sobre a evolução do risco nas operações de helicópteros em ambientes de conflito irregular.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

4.1 IDENTIFICAÇÃO DA SEVERIDADE DAS AMEAÇAS EM CONFLITOS IRREGULARES

A análise das ameaças enfrentadas por helicópteros em conflitos irregulares destaca uma série de desafios significativos que afetam diretamente a segurança e a eficácia das operações. Segundo Kopp (2005), os helicópteros, quando operam em ambientes urbanos e de guerrilha, estão expostos a diversas ameaças que podem ser classificadas em seis categorias principais: ataques com armas portáteis, metralhadoras pesadas, RPGs, MANPADS, interferência

eletrônica e guerra cibernética, e obstáculos urbanos e condições adversas. A severidade dessas ameaças pode ser avaliada utilizando a metodologia da Análise Preliminar de Riscos (APR) descrita no manual FM 100-14 do Exército Americano (Estados Unidos, 1998).

4.1.1 Classificação das Ameaças

A análise da severidade das ameaças enfrentadas pelos helicópteros em conflitos irregulares revela que todas as seis categorias de ameaças listadas possuem um alto grau de severidade. Para embasar a classificação da severidade das ameaças, utilizamos o modelo de gerenciamento de riscos operacionais descrito no manual FM 100-14 U.S. *Army Operational Risk Management* (Estados Unidos, 1998), que fornece uma estrutura sólida para a avaliação de riscos em operações militares. Este modelo considera a gravidade dos impactos potenciais das ameaças às operações de helicópteros, categorizando-as de acordo com o possível dano à missão, à aeronave e à tripulação.

Armas Portáteis: As armas portáteis, como o fuzil de assalto AR-15, são amplamente utilizadas em conflitos irregulares devido à sua disponibilidade, facilidade de uso e eficácia. Essas armas, apesar de menores, podem causar danos significativos aos helicópteros, especialmente quando operam a baixa altitude. Swann (2022) destaca que esses ataques podem perfurar partes vitais da aeronave, danificar componentes críticos e comprometer a segurança da tripulação, além de reduzir a capacidade operacional do helicóptero. A metodologia da FM 100-14 classifica a severidade dessas ameaças como menor a severa (III-II) devido à capacidade de comprometer a integridade estrutural dos helicópteros.

Metralhadoras Pesadas: As metralhadoras pesadas, como a M2 Browning .50, possuem alta capacidade de penetração e alcance, tornando-se uma ameaça séria para helicópteros, especialmente durante operações em baixa altitude. Hogg (2009) ressalta que esses ataques podem perfurar blindagem, destruir sistemas hidráulicos e causar falhas graves em componentes essenciais, comprometendo a segurança da tripulação e a capacidade da missão. De acordo com a FM 100-14, a severidade dessas ameaças é classificada como severa (II) devido ao potencial de causar danos substanciais à aeronave.

RPGs (Lançadores de Granadas Propulsadas por Foguetes): O RPG-7 é uma arma eficaz contra helicópteros, especialmente quando operam próximos ao solo ou em voo pairado. Chivers (2010) e Kopp (2005) afirmam que esses lançadores são altamente destrutivos, capazes de penetrar a fuselagem e causar explosões internas, resultando na destruição completa da aeronave e perdas fatais para a tripulação. A simplicidade e a confiabilidade dos RPGs fazem

deles uma escolha comum entre forças irregulares e a metodologia da FM 100-14 justifica a classificação de severidade como catastrófica (I) devido ao alto potencial destrutivo.

MANPADS (Sistemas Portáteis de Defesa Aérea): Os MANPADS são mísseis guiados por infravermelho que representam uma ameaça significativa devido à sua capacidade de atingir aeronaves a baixa altitude. Segundo Kopp (2005), esses sistemas são altamente eficazes e difíceis de detectar, podendo destruir a aeronave com um único impacto ao atingir áreas críticas, como os motores ou o sistema de controle de voo, resultando na queda imediata da aeronave. A severidade dos ataques com MANPADS é classificada como catastrófica (I) pela FM 100-14, devido à precisão e letalidade desses mísseis.

Interferência Eletrônica e Guerra Cibernética: As interferências eletrônicas e cibernéticas podem comprometer sistemas de navegação e comunicação dos helicópteros, levando potencialmente à perda de controle e queda da aeronave. Glenn (1998) observa que esses ataques podem desativar sistemas de defesa, interromper comunicações críticas e induzir falhas nos sistemas de navegação, resultando em desorientação e acidentes. A FM 100-14 classifica a severidade dessas ameaças como menor a severa (III-II), justificando a necessidade de contramedidas vigorosas.

Obstáculos Urbanos e Condições Adversas: Além das ameaças diretas, helicópteros enfrentam riscos de obstáculos naturais e artificiais, como edifícios, antenas e redes de transmissão elétrica, que complicam o voo em áreas urbanas densamente povoadas. Colisões com esses obstáculos podem causar danos estruturais significativos, comprometer a integridade da aeronave e resultar em acidentes (Estados Unidos, 2002; Kopp, 2005). A presença de tais obstáculos também oferece abrigo às demais ameaças e impõe restrições operacionais às missões das aeronaves, que podem acabar se expondo por mais tempo do que o desejado em um cenário hostil. A metodologia da FM 100-14 classifica a severidade dessas ameaças como menor a severa (III-II) devido ao risco significativo de acidentes e danos estruturais.

4.1.2 Relatório de Resultados

O quadro de níveis de severidade, conforme descrita na FM 100-14, é essencial para contextualizar a avaliação.

Quadro 1 – Níveis de Severidade

Severidade	Descrição
Catastrófico (I)	Resulta em falha completa da missão ou perda total da aeronave, causando múltiplas mortes ou ferimentos graves.
Severo (II)	Resulta em falha parcial da missão ou dano significativo à aeronave, causando algumas mortes ou ferimentos graves.
Menor (III)	Resulta em danos leves à aeronave ou ferimentos leves a moderados à tripulação.
Mínimo (IV)	Resulta em danos insignificantes à aeronave e ferimentos leves ou nenhum ferimento à tripulação.

Fonte: Adaptado de FM 100-14 *Operational Risk Management U.S. Army* (Estados Unidos, 1998).

Inferindo a partir do quadro proposto pelo referido manual com os danos possíveis de serem alcançados às aeronaves de asas rotativas pelas ameaças encontradas no contexto de um conflito irregular, a severidade dessas ameaças pode ser classificada da seguinte forma:

- **Armas Portáteis:** Menor a Severa (III-II);
- **Metralhadoras Pesadas:** Severa (II);
- **RPGs:** Catastrófica (I);
- **MANPADS:** Catastrófica (I);
- **Interferência Eletrônica e Guerra Cibernética:** Menor a Severa (III-II);
- **Obstáculos Urbanos e Condições Adversas:** Menor a Severa (III-II).

A severidade das ameaças não varia significativamente entre os conflitos estudados (Somália 1993, Iraque 2003, Israel-Hezbollah 2006), embora a probabilidade de ocorrência possa diferir. Uma forma de alterar a severidade seria por meio da evolução tecnológica dos helicópteros e outras melhorias práticas para se contrapor aos efeitos causados por elas. Exemplo disso seria a implementação de blindagens mais eficazes para ameaças cinéticas, bem como a incorporação de meios ativos ou passivos de contramedidas eletrônicas, sistemas e táticas inovadoras de pilotagem. Adicionalmente, melhorias práticas, como a instalação de corta-fios, também podem reduzir a severidade de certos tipos de ameaças, como colisões com cabos elétricos.

Dessa forma, ao classificarmos a severidade das ameaças à operação de helicópteros em conflitos irregulares e concluindo que essa severidade não se alterou nos conflitos estudados, atingimos o primeiro objetivo específico, de identificar a severidade das ameaças nesses três conflitos. A severidade elevada das ameaças justifica a aplicação de medidas rigorosas de

mitigação de riscos em operações de helicópteros, conforme orientado pela metodologia da FM 100-14.

4.2 VARIAÇÃO DA PROBABILIDADE DE ABATE DE HELICÓPTEROS EM CONFLITOS IRREGULARES

A análise da probabilidade de abate de helicópteros em conflitos irregulares é crucial para entender os riscos operacionais e desenvolver estratégias de mitigação eficazes. Utilizando a metodologia da Análise Preliminar de Riscos (APR) descrita no manual FM 100-14 do Exército Americano (Estados Unidos, 1998), é possível avaliar a probabilidade de eventos adversos e planejar respostas adequadas. Essa metodologia envolve a identificação dos principais riscos e a avaliação da probabilidade de ocorrência, considerando a natureza dos conflitos e as condições operacionais específicas de cada cenário estudado.

Para embasar a classificação da probabilidade de ocorrência das ameaças, utilizamos o modelo de gerenciamento de riscos operacionais descrito no manual FM 100-14 U.S. *Army Operational Risk Management* (Estados Unidos, 1998), que fornece uma estrutura sólida para a avaliação de riscos em operações militares. Esse modelo considera a frequência e a possibilidade de ocorrência de eventos adversos, categorizando-os de acordo com a probabilidade de impacto na missão, na aeronave e na tripulação. O quadro 2 resume a classificação dos níveis de probabilidade:

Quadro 2 – Níveis de Probabilidade

Severidade	Descrição
Frequente (A)	Altamente provável que o evento ocorra frequentemente durante a operação.
Provável (B)	O evento é provável de ocorrer várias vezes durante a operação.
Ocasional (C)	O evento pode ocorrer algumas vezes durante a operação.
Improvável (D)	O evento é improvável de ocorrer, mas é possível que ocorra pelo menos uma vez durante a operação.
Muito Improvável (E)	O evento é altamente improvável de ocorrer durante a operação.

Fonte: Adaptado de FM 100-14 *Operational Risk Management U.S. Army* (Estados Unidos, 1998).

Para garantir uma classificação mais precisa e refletir as incertezas inerentes ao ambiente de conflito, a probabilidade de ocorrência foi avaliada considerando uma faixa de valores. Essa abordagem permite uma maior flexibilidade na análise e proporciona uma visão

mais realista dos riscos operacionais. As probabilidades foram classificadas com base em dados empíricos e julgamentos de especialistas da base teórica desse estudo, garantindo uma avaliação equilibrada.

4.2.1 Análise da Probabilidade de Abate na Operação na Somália (1993)

A Operação na Somália em 1993, especificamente a Batalha de Mogadíscio durante a Operação *Gothic Serpent*, oferece um estudo de caso significativo para a análise de risco das operações de helicópteros em conflitos irregulares. Durante essa operação, aproximadamente 50 surtidas foram realizadas, resultando na perda de três helicópteros UH-60 *Black Hawk*, todos abatidos por RPGs (Lançadores de Granadas Propulsadas por Foguetes) (Eversmann; Schilling, 2010). Esse conflito destacou a vulnerabilidade das aeronaves de asas rotativas a armas portáteis de alta eficácia e fácil acesso.

Ataques com RPGs foram a principal causa das perdas de helicópteros durante a Operação na Somália. A simplicidade e eficácia desses lançadores de granadas contra veículos e aeronaves os tornam uma ameaça significativa em ambientes urbanos densamente povoados. Nesse conflito, a probabilidade de ocorrência foi considerada ocasional (C).

Embora menos destacadas no relato de perdas, armas de pequeno calibre também representavam uma ameaça constante para os helicópteros operando a baixa altitude. Nesse conflito, a probabilidade de ocorrência foi considerada provável (B).

A probabilidade de engajamento (abatidos/total de surtidas) para a Operação na Somália foi de $3/50 = 0,06$ (6%), com uma severidade alta (18 mortos, 73 feridos) (Eversmann; Schilling, 2010). De acordo com o quadro de Níveis de Probabilidade (Quadro 2) e considerando a variabilidade nas condições operacionais, a probabilidade de abate pode ser considerada entre ocasional (C) e provável (B) para esse conflito.

4.2.2 Análise da Probabilidade de Abate na Guerra do Iraque (2003)

A Guerra do Iraque em 2003 apresentou um cenário operacional com uma mescla entre ameaças urbanas e em terreno aberto. Helicópteros foram frequentemente usados para missões de inserção e extração, bem como para fornecer suporte aéreo próximo (Pirnie *et al.*, 2015). Entre 2003 e 2009, aproximadamente 41.000 surtidas de helicópteros foram realizadas, resultando na perda de pelo menos 130 helicópteros abatidos ou destruídos devido a ações inimigas (Gordon IV *et al.*, 2005).

Ataques com RPGs foram responsáveis por muitas das perdas iniciais de helicópteros, disparados de edifícios ou outras coberturas urbanas. Nesse conflito, a probabilidade de ocorrência foi considerada ocasional (C).

Uma quantidade menor de helicópteros foi derrubada por mísseis guiados por infravermelho (MANPADS), apesar desse armamento ser altamente eficaz contra aeronaves de asas rotativas devido à baixa altitude de operação. Nesse conflito, a probabilidade de ocorrência foi considerada improvável (D).

Alguns helicópteros foram atingidos por metralhadoras antiaéreas, especialmente durante voo pairado ou de baixa altitude. Nesse conflito, a probabilidade de ocorrência foi considerada ocasional (C).

A probabilidade de engajamento (abatidos/total de surtidas) para a Guerra do Iraque foi de aproximadamente $130/41.000 = 0,00317$ (0,317%), com uma severidade alta devido às mortes e ferimentos dos tripulantes (PIRNIE et al., 2015). De acordo com o quadro de Níveis de Probabilidade (Quadro 2) e considerando a variabilidade nas condições operacionais, a probabilidade de abate pode ser considerada entre improvável (D) e ocasional (C) para esse conflito.

4.2.3 Análise da Probabilidade de Abate no Conflito entre Israel e Hezbollah (2006)

O conflito entre Israel e Hezbollah em 2006 envolveu operações de helicópteros em um ambiente de guerrilha com alta densidade populacional e terreno complexo. Durante esse conflito, a Força Aérea de Israel (IAF) realizou aproximadamente 1.600 surtidas de helicópteros, com a perda de apenas um helicóptero, abatido por um míssil guiado por infravermelho (Cordesman, 2008; Lambeth, 2011).

Ataques com MANPADS foram a causa do único helicóptero abatido durante o conflito. Apesar da alta eficácia desses mísseis contra helicópteros, as contramedidas eletrônicas e táticas operacionais alimentadas por informações de inteligência implementadas por Israel reduziram significativamente a ocorrência (Cordesman, 2008). Nesse conflito, a probabilidade de ocorrência foi considerada muito improvável (E)

Embora não tenha havido registros significativos de perdas devido a armas portáteis e metralhadoras pesadas, essas armas representavam uma ameaça potencial. Nesse conflito, a probabilidade de ocorrência foi considerada improvável (D).

A probabilidade de engajamento (abatidos/total de surtidas) para o conflito entre Israel e Hezbollah foi de aproximadamente $1/1.600 = 0,000625$ (0,0625%), com uma severidade alta

devido à morte de cinco tripulantes (Lambeth, 2011). De acordo com o quadro de Níveis de Probabilidade (Quadro 2) e considerando a variabilidade nas condições operacionais, a probabilidade de abate pode ser considerada entre muito improvável (E) e improvável (D) para esse conflito.

4.2.4 Comparação das Probabilidades Entre os Conflitos

A comparação das probabilidades de abate de helicópteros entre os três conflitos revela uma tendência de diminuição de ocorrência ao longo do tempo. A redução da probabilidade de abate pode ser atribuída a várias melhorias, incluindo avanços tecnológicos das aeronaves, táticas de voo aprimoradas, comunicação mais eficiente, integração entre as forças terrestres e aéreas, o uso de contramedidas eletrônicas e, principalmente, ao extensivo uso de inteligência, vigilância e reconhecimento (IVR), inclusive com a utilização de drones.

A Operação na Somália apresentou a maior probabilidade de abate devido à intensa atividade inimiga e à falta de contramedidas eficazes. A Guerra do Iraque mostrou uma melhoria significativa, diminuindo a probabilidade de abate em aproximadamente 20 vezes em relação à Somália, com a implementação de melhorias em táticas de voo e um maior uso de reportes de inteligência para o suporte das operações (Eshel, 2007). O conflito entre Israel e Hezbollah teve a menor probabilidade de abate, diminuindo em aproximadamente 100 vezes em relação à Somália e em aproximadamente 5 vezes em relação ao Iraque, refletindo um avanço tecnológico das aeronaves, como sistemas de alerta e contramedidas defensivas, além do emprego de táticas operacionais mais seguras e eficazes, com o uso extensivo de drones de vigilância para o apoio das operações de helicópteros, possibilitando atualizações de inteligência em tempo real no campo de batalha (Lambeth, 2011).

A análise da variação da probabilidade de abate de helicópteros nos três conflitos estudados indica uma evolução positiva nas estratégias de mitigação de riscos. As melhorias tecnológicas e táticas, incluindo avanços em sistemas de defesa e contramedidas eletrônicas, contribuíram significativamente para a redução das perdas. Além disso, o uso extensivo de inteligência, vigilância e reconhecimento (IVR), com destaque para a utilização de drones, permitiu um monitoramento mais preciso das ameaças e uma resposta mais rápida às situações adversas. Ao constatar essa expressiva diminuição na probabilidade de abates de helicópteros em conflitos irregulares ao longo do tempo, atingimos o segundo objetivo específico, que é descrever a variação da probabilidade de abate de helicópteros nos três conflitos estudados.

4.3 COMPARAÇÃO DE RISCO OPERACIONAL PARA HELICÓPTEROS EM CONFLITOS IRREGULARES

A comparação das operações de helicópteros nos conflitos da Somália (1993), Iraque (2003) e entre Israel e Hezbollah (2006) é essencial para entender como as estratégias e tecnologias empregadas na utilização de helicópteros no cenário de conflitos irregulares vêm evoluindo. Essa comparação permite identificar como as diferenças na condução das operações com essas mudanças influenciaram no risco operacional ao longo dos anos.

Para embasar a evolução do risco operacional nesses conflitos, utilizamos o modelo de gerenciamento de riscos operacionais descrito no manual FM 100-14 *U.S. Army Operational Risk Management* (Estados Unidos, 1998). Esse modelo fornece uma estrutura sólida para a avaliação de riscos em operações militares, considerando a frequência e a possibilidade de ocorrência de eventos adversos, categorizando-os de acordo com a probabilidade de impacto na missão, na aeronave e na tripulação. O quadro 3 resume a classificação dos riscos conforme a matriz de análise de risco operacional.

Quadro 3 – Matriz de Análise de Risco Operacional

SEVERIDADE		PROBABILIDADE				
		FrequenteA	ProvávelB	OcasionalC	ImprovávelD	Muito ImprovávelE
Catastrófico	I	Extremo	Extremo	Alto	Alto	Moderado
Severo	II	Extremo	Alto	Alto	Moderado	Baixo
Menores	III	Alto	Moderado	Moderado	Baixo	Baixo
Mínimo	IV	Moderado	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo

Fonte: Adaptado de FM 100-14 *Operational Risk Management U.S. Army* (Estados Unidos, 1998).

Aplicando-se essa matriz para cada conflito estudado, combinando a severidade das ameaças (OE 1) com a probabilidade de ocorrência (OE 2), podemos alcançar o risco operacional real de cada um desses conflitos.

No conflito de 1993 na Somália, as principais ameaças identificadas foram ataques com RPGs e armas portáteis. A probabilidade de abate de helicópteros foi relativamente alta (6%), com severidade catastrófica (I) e probabilidade ocasional (C) para RPGs e variando de menores a severa (III-II) com probabilidade provável (B) para armas portáteis, resultando em um risco alto para ambas as ameaças nesse conflito.

Por sua vez, na Guerra do Iraque (2003), as ameaças incluíram ataques com RPGs, MANPADS e metralhadoras pesadas. A probabilidade de abate de helicópteros foi de

aproximadamente 0,317%, com severidade catastrófica (I) e probabilidade ocasional (C) para RPGs, severidade catastrófica (I) e probabilidade improvável (D) para MANPADS, e severidade severa (II) e probabilidade ocasional (C) para metralhadoras pesadas, resultando ainda em uma classificação de risco alto para todas as ameaças nesse conflito.

Já no conflito entre Israel e o Hezbollah (2006), as principais ameaças foram ataques com MANPADS, armas portáteis e metralhadoras pesadas. A probabilidade de engajamento foi de aproximadamente 0,0625%, com severidade catastrófica (I) e probabilidade muito improvável (E) para MANPADS, e severidade severa (II) e probabilidade improvável (D) para armas portáteis e metralhadoras pesadas, resultando em um risco moderado nesse conflito.

Ao comparar os riscos operacionais entre os três conflitos, observamos que, apesar de as principais ameaças estarem presentes em todos os conflitos estudados, e sua severidade não ter sido modificada no decorrer do tempo, houve uma variação substancial na probabilidade de ocorrência de abates de aeronaves entre as operações. A probabilidade de ocorrência de engajamentos foi mais alta na Somália (6%) em comparação com o Iraque (0,317%) e Israel-Hezbollah (0,0625%).

Interpretando esses números, enquanto o conflito no Iraque teve a probabilidade de abate reduzida em aproximadamente 20 vezes se comparado com o conflito da Somália, a contenda entre Israel e Hezbollah teve uma probabilidade de abate aproximadamente 100 vezes menor em relação à Somália e 5 vezes em relação ao Iraque.

Com isso, ficou evidenciado que as estratégias de mitigação de risco adotadas nas operações de helicópteros evoluíram muito com o passar do tempo, atingindo seu ápice no emprego por parte de Israel, resultando em um número de perdas expressivamente menor, culminando em uma classificação de risco operacional moderada, contrastando com os riscos operacionais altos observados na Somália e no Iraque. Dessa forma, atingimos o terceiro objetivo específico, que é comparar a diferença do risco operacional na condução das operações de helicópteros nesses três conflitos.

A evolução do risco operacional nas operações de helicópteros em conflitos irregulares, analisada nos três conflitos estudados – Somália (1993), Iraque (2003) e Israel-Hezbollah (2006) – refletiu mudanças significativas nas estratégias e tecnologias utilizadas ao longo do tempo. Essa análise permitiu compreender como a evolução das práticas operacionais e o avanço das tecnologias de defesa impactaram a segurança das operações aéreas de helicópteros no complexo ambiente de guerra irregular.

A análise revelou que a evolução das táticas e tecnologias empregadas nas operações de helicópteros teve um impacto significativo na redução do risco operacional ao longo do tempo.

As contramedidas eletrônicas, como sistemas de alerta e defesas ativas, e o uso de inteligência, vigilância e reconhecimento (IVR), especialmente com drones, que atualizam em tempo real o cenário de operações, permitiram um monitoramento mais preciso das ameaças e uma resposta mais rápida a situações adversas. Essas medidas foram fundamentais para a redução da probabilidade de abates de helicópteros, como evidenciado pela expressiva diferença encontrada nos riscos operacionais entre os três conflitos estudados. O conflito no Iraque teve a probabilidade de abate reduzida em aproximadamente 20 vezes se comparado com o conflito da Somália, enquanto a contenda entre Israel e Hezbollah teve uma probabilidade de abate aproximadamente 100 vezes menor em relação à Somália e 5 vezes menor em relação ao Iraque.

Kopp (2005) destacou a importância de adaptar as estratégias de mitigação ao contexto específico de cada conflito, enfatizando que a aplicação de táticas inovadoras e a integração de tecnologias avançadas foram decisivas para a segurança das operações aéreas. A evolução observada nas operações de helicópteros refletiu a necessidade contínua de desenvolvimento e aprimoramento das práticas operacionais para reduzir a vulnerabilidade das aeronaves em ambientes de conflito irregular.

Essa análise sublinhou a importância de adaptar as estratégias de mitigação ao contexto específico de cada conflito e destacou a necessidade contínua de desenvolvimento e aprimoramento das práticas operacionais para reduzir a vulnerabilidade das operações de helicópteros em ambientes de conflito irregular.

Concluimos que a análise dos três conflitos confirmou a eficácia das estratégias de mitigação de risco implementadas ao longo dos anos, resultando em uma redução significativa do risco operacional nas operações de helicópteros. Dessa forma, atingimos o objetivo geral de nossa pesquisa, que é analisar a evolução do risco nas operações de helicópteros em três conflitos irregulares.

5 CONCLUSÃO

A evolução do risco operacional nas operações de helicópteros em conflitos irregulares, analisada nos três conflitos estudados – Somália (1993), Iraque (2003) e Israel-Hezbollah (2006) – refletiu mudanças significativas nas estratégias e tecnologias utilizadas ao longo do tempo. Essa análise permitiu compreender como a evolução das práticas operacionais e o avanço das tecnologias de defesa impactaram a segurança das operações aéreas de helicópteros no complexo ambiente de guerra irregular.

Com o fim da Guerra Fria, a natureza dos conflitos armados passou por uma transformação substancial, com um aumento notável na ocorrência de conflitos irregulares. A identificação dos chamados “novos inimigos” após os ataques de 11 de setembro de 2001 ressaltou a necessidade de adaptar as estratégias militares tradicionais para enfrentar adversários diversificados e menos definidos. Diversos autores citados nessa pesquisa, como William Lind e Alessandro Visacro, enfatizaram a complexidade e a adaptabilidade dos conflitos de quarta geração, caracterizados por enfrentamentos entre forças regulares e grupos irregulares em ambientes geralmente urbanos e densamente povoados.

A Força Aérea Brasileira (FAB) tem intensificado sua presença em missões de Garantia da Lei e da Ordem (GLO), que muitas vezes se assemelham aos cenários de guerra irregular estudados. A utilização de helicópteros nessas missões destaca a importância de compreender os riscos associados e desenvolver estratégias eficazes para mitigar esses riscos, aumentando a segurança e a eficácia operacional.

O objetivo geral desta pesquisa foi analisar a evolução do risco nas operações de helicópteros nos conflitos irregulares da Somália (1993), do Iraque (2003) e entre Israel e o Hezbollah (2006). Para alcançar esse objetivo, foram definidos três objetivos específicos: identificar a severidade das ameaças, descrever a variação da probabilidade de abate de helicópteros e comparar a diferença na condução das operações de helicópteros, considerando os três conflitos.

No primeiro objetivo específico, identificou-se a severidade das ameaças utilizando a metodologia da Análise Preliminar de Riscos (APR) descrita no Manual de Gerenciamento do Risco Operacional do Exército Americano, FM 100-14. Os dados revelaram que as operações na Somália, no Iraque e no conflito entre Israel e Hezbollah enfrentaram ameaças significativas, como ataques com RPGs, MANPADS, armas portáteis e metralhadoras pesadas. Essas ameaças foram classificadas com severidade catastrófica para RPGs e MANPADS, e variando de menores a severa para armas portáteis e metralhadoras.

O segundo objetivo específico foi atingido ao descrever a variação da probabilidade de abate de helicópteros nos três conflitos. Analisamos dados históricos das operações aéreas, calculando e classificando a probabilidade de abate conforme os níveis propostos no Manual FM 100-14. A probabilidade de abate na Somália foi de 6%, no Iraque de 0,317% e no conflito Israel-Hezbollah de 0,0625%. Esta redução na probabilidade de abate refletiu a eficácia das estratégias de mitigação de risco implementadas ao longo do tempo, destacando a importância das contramedidas eletrônicas, das táticas de voo aprimoradas e uso intensivo de informações de inteligência.

No terceiro objetivo específico, comparando a diferença do risco operacional na condução das operações de helicópteros, utilizou-se a matriz de análise de risco operacional do Manual FM 100-14. Observou-se que a probabilidade de ocorrência de engajamentos foi mais alta na Somália (6%) em comparação com o Iraque (0,317%), que por sua vez foi mais alta que a do conflito Israel-Hezbollah (0,0625%). A evolução das táticas e tecnologias empregadas nas operações de helicópteros teve um impacto significativo na redução do risco operacional ao longo do tempo. As contramedidas eletrônicas, o uso de inteligência, vigilância e reconhecimento (IVR), especialmente com drones, permitiram um monitoramento mais preciso das ameaças e uma resposta mais rápida a situações adversas. Essas medidas foram fundamentais para a redução da probabilidade de abates de helicópteros, como evidenciado pela expressiva diferença encontrada nos riscos operacionais entre os três conflitos estudados. Enquanto o conflito no Iraque teve a probabilidade de abate reduzida em aproximadamente 20 vezes em comparação com o conflito da Somália, a contenda entre Israel e Hezbollah teve uma probabilidade de abate aproximadamente 100 vezes menor em relação à Somália e 5 vezes em relação ao Iraque.

A hipótese inicial de que houve uma diminuição da taxa de atrito, ou seja, uma redução nas perdas de aeronaves de asas rotativas devido ao engajamento de ameaças nos cenários de guerra irregular ao longo do tempo, foi confirmada por meio da análise dos três conflitos estudados. Verificamos que, com o passar dos anos, a probabilidade de abate de helicópteros diminuiu significativamente devido à implementação de estratégias mais eficazes de mitigação de risco, avanços tecnológicos e táticos, bem como a utilização de sistemas de inteligência e reconhecimento mais precisos.

Estudos anteriores, como os de Carlo Kopp (2005), destacaram a importância de adaptar as estratégias de mitigação ao contexto específico de cada conflito, enfatizando que a aplicação de táticas inovadoras e a integração de tecnologias avançadas são fundamentais para elevar a segurança das operações aéreas. A evolução observada nas operações de helicópteros refletiu a necessidade contínua de desenvolvimento e aprimoramento das práticas operacionais para reduzir a vulnerabilidade das aeronaves em ambientes de conflito irregular.

Os resultados desta pesquisa são particularmente relevantes para a Força Aérea Brasileira (FAB), fornecendo *insights* que podem ser utilizados para o desenvolvimento de futuras doutrinas operacionais e estratégias de mitigação de risco em operações de helicópteros. Esses aprendizados são aplicáveis inclusive para situações de não-guerra, como as missões de Garantia da Lei e da Ordem (GLO) com helicópteros, que se assemelham ao cenário encontrado em conflitos irregulares. O estudo destacou a importância de continuar investindo em avanços

tecnológicos e táticos, bem como na integração de sistemas de inteligência, vigilância e reconhecimento para manter a segurança e a eficácia operacional.

Entretanto, esta pesquisa não está isenta de limitações. A dependência de fontes secundárias e a disponibilidade limitada de dados detalhados sobre cada operação são fatores que podem influenciar os resultados. Além disso, a pesquisa limitou-se a estudar apenas três conflitos específicos, o que, apesar de fornecer uma visão significativa, não abrange a ampla gama de conflitos irregulares que ocorreram globalmente. Essa escolha pode influenciar a generalização dos resultados. No entanto, essas limitações foram mitigadas pela triangulação das fontes de dados e pela aplicação rigorosa da metodologia descrita no Manual de Gerenciamento do Risco Operacional do Exército Americano. Essa abordagem permitiu uma análise robusta e detalhada da evolução do risco operacional nos três conflitos estudados, garantindo que o objetivo geral da pesquisa fosse alcançado.

Em resumo, a análise dos três conflitos confirmou a eficácia das estratégias de mitigação de risco implementadas ao longo dos anos, resultando em uma redução significativa do risco operacional nas operações de helicópteros. Dessa forma, atingimos o objetivo geral de nossa pesquisa, que foi analisar a evolução do risco nas operações de helicópteros nos conflitos irregulares da Somália (1993), do Iraque (2003) e entre Israel e o Hezbollah (2006). As contribuições deste estudo para a FAB proporcionam uma base sólida para futuras melhorias nas operações de helicópteros em ambientes complexos e desafiadores de conflito irregular e guerras de quarta geração.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei Complementar nº 97, de 9 de junho de 1999. Dispõe sobre as normas gerais para a organização, o preparo e o emprego das Forças Armadas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1999.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Manual de Campanha MD30-M-01: Emprego das Forças Armadas em Apoio à Garantia da Lei e da Ordem**. Brasília: Ministério da Defesa, 2018.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria nº 1.224/GC3, de 10 de novembro de 2020. Aprova a reedição da Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira - Volume 1. (DCA 1-1). **Boletim do Comando da Aeronáutica nº 205**, de 12 de novembro de 2020. Brasília, 2020.

BETZ, D; STANFORD-TUCK, H. The City Is Neutral: On Urban Warfare in the 21st Century. **Texas National Security Review**, v. 2, n. 4, p. 60-87, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.26153/tsw/6667>.

CHIVERS, C. J. **The Gun: The AK-47 and the Evolution of War**. Nova York: Simon & Schuster, 2010.

CLAUSEWITZ, C. V. **Da guerra**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

CORDESMAN, A. H. **The Lessons of the Israeli-Lebanon War**. Center for Strategic and International Studies, 2008.

COUTINHO, R. S. R.; GOMES, V. L. C. Clausewitz e os Conflitos Irregulares: Um Panorama Sobre as “Novas” Guerras no Século XXI. **Revista da Escola Superior de Guerra**, v. 31, n. 62, p. 171-183, 2016. DOI: <https://doi.org/10.47240/revistadaesg.v31i62.468>.

DE CICCIO, F.; FANTAZZINI, M. L. **Tecnologias consagradas de gestão de riscos**. 2. ed. São Paulo: Risk Tecnologia, 2003.

ESHEL, D. **Deadly Scourge of the US Helicopter Pilots in Iraq**. Defense Update, 2007.

ESTADOS UNIDOS. Department of the Army. **Soviet RPG-7 Anti Tank Grenade Launcher**. Tracdoc Bulletin 3. Fort Monroe, Virginia: Headquarters, 1976.

ESTADOS UNIDOS. Department of the Army. **Operational Risk Management – FM100-14**. Washington, DC: Headquarters, 1998.

ESTADOS UNIDOS. Department of the Army. **Combined Arms Operations in Urban Terrain – FM3-06.11**. Washington, DC: Headquarters, 2002.

EVERSMANN, M; SCHILLING D. **A Batalha de Mogadíscio**. 1. ed. (tradução Milton Chaves de Almeida). São Paulo: Bertrand Brasil, 2010.

FUKUYAMA, F. **O fim da história e o último homem**. Rio de Janeiro: Rocco, 1992.

GLENN, R. W. **Marching under darkening skies: the American military and the impending urban operations threat.** Santa Monica, CA.: RAND, 1998.

GORDON IV, J. *et al.* **Assessment of Navy Heavy-Lift Aircraft Options.** Santa Monica, CA: RAND, 2005.

HOGG, I. V. **The Browning Machine Gun, Caliber .50, M2: 1951-1975.** Stackpole Books, 2009.

KESSLER, G. The Iraq War and WMDs: An intelligence failure or White House spin? **The Washington Post**, 22 mar. 2019

KOPP, C. Are Helicopters Vulnerable? **Australian Aviation**, p. 59-63, mar. 2005.

LAMBETH, B. S. **Air operations in Israel's war against Hezbollah: learning from Lebanon and getting it right in Gaza.** Santa Monica, CA: RAND Corporation, 2011.

LIND, W. S. Compreendendo a guerra de quarta geração. **Revista Military Review**, Fort Leavenworth, Jan.-Fev. 2005

LOURENÇÃO, H. J.; CORDEIRO, L. E. P. C. Força militar dos EUA no pós-guerra fria: ganhando batalhas e perdendo guerras. **Rev. Bra. Est. Def.**, v. 3, n. 2, p. 103-119, 2016. DOI: <https://doi.org/10.26792/rbed.v3n2.2016.72425>.

PASTOR, A. M. **Helicopters in Irregular Warfare: Capabilities, Challenges, and Missed Opportunities.** Air Command and Staff College, Air University, Maxwell Air Force Base, Alabama, 2012.

PIRNIE, B. R. *et al.* **Operation IRAQI FREEDOM: Decisive War, Elusive Peace.** RAND Corporation, 2015.

SICKLER III, R. I. **Army Aviation and the Megacity: Winning In a Complex Urban Environment.** Master's Thesis, Marine Corps University, 2015.

SWANN, S. **The history of the AR-15 and how it became a symbol of American gun culture.** PolitiFact, 2022.

TZU, S. **A Arte da Guerra.** (tradução Sueli Barros Cassal). Porto Alegre: LP & M Editora, 2006.

VICTOR, M. **Considerations for Employment of Marine Helicopters in Future Conflicts: How Much Risk is Acceptable?** Master's Thesis, Marine Corps University, 2008.

VISACRO, A. **Guerra Irregular: terrorismo, guerrilha e movimentos de resistência ao longo da história.** 1. ed., 5ª reimpressão. São Paulo: Contexto, 2009.