

# ÓCULOS DE VISÃO NOTURNA: HISTÓRICO, FUNCIONAMENTO E UTILIZAÇÃO NA AVIAÇÃO MILITAR

## NIGHT VISION GOOGLES: HISTORY, OPERATION AND UTILIZATION ON MILITARY AVIATION

**Gabriel Ribeiro Fortunato**

### RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo analisar a importância da utilização do OVN nos voos noturnos referentes ao aumento da segurança nas missões aéreas e na operacionalidade da aviação militar. Ao longo do trabalho, observou-se que houve uma grande evolução da tecnologia relacionada ao aumento da qualidade da imagem e as respectivas adaptações ao uso na aviação, como óculos menores e ajustados ao capacete de voo. Frente a utilização do OVN, faz-se necessário readequar as luzes internas da aeronave, como as do cockpit, permitindo uma melhor operação e visualização dos instrumentos operacionais. Além disso, foi constatado que o sistema NVG possui limitações inerentes às tecnologias disponíveis e que podem produzir efeitos indesejados na imagem gerada ao usuário. O nível de desempenho do equipamento depende do nível de iluminação do ambiente, clima, altitude e velocidade da aeronave. Sendo assim, cresce de importância a experiência, o adestramento e o gerenciamento da tripulação embarcada, uma vez que fatores humanos influenciam na segurança de voo e devem ser levados em consideração. Este trabalho consistiu em uma pesquisa básica de abordagem qualitativa, e a partir de leituras exploratórias e seletivas foi realizada a revisão bibliográfica para a coleta, análise e interpretação dos dados obtidos, os quais foram possíveis verificar a necessidade de utilização do OVN pela aviação militar.

**Palavras-chave:** OVN, Aviação militar, Operacionalidade

### ABSTRACT

The present research aims to analyze the importance of using the UFO in night flights related to increasing safety in air missions and in the operability of military aviation. Throughout the work, it was observed that there was a great evolution of the technology related to the increase of the image quality and the respective adaptations to the use in aviation, such as smaller glasses and adjusted to the flight helmet. Faced with the use of the OVN, it is necessary to readjust the internal lights of the aircraft, such as those in the cockpit, allowing a better operation and visualization of the operational instruments. In addition, it was found that the NVG system has limitations inherent to the technologies available and that can produce unwanted effects on the image generated by the user. The performance level of the equipment depends on the ambient lighting level, weather, altitude and aircraft speed.

Therefore, the experience, training and management of the onboard crew grows in importance, since human factors influence flight safety and must be taken into account. This work consisted of a basic research with a qualitative approach, and from exploratory and selective readings, a bibliographic review was carried out for the collection, analysis and interpretation of the data obtained, which made it possible to verify the need to use the OVN by military aviation.

**Keywords:** *NVG, Military aviation, operationality.*

## 1 INTRODUÇÃO

Diante do ambiente operacional moderno volátil, incerto, complexo e ambíguo (VUCA), é primordial a especialização da aviação militar para estar em condição de pronto emprego e apta a cumprir missões de amplo espectro (CAIAFA, 2020).

A utilização do OVN é imprescindível no combate moderno, uma vez que operar durante a noite diminui as chances de ser percebido pelo inimigo, sendo assim se torna um dos principais focos de adestramento e preparo técnico na aviação militar. Faz-se necessário compreender o funcionamento, sua evolução e implementação no meio militar, vantagens e desvantagens apresentados pela tecnologia e analisar o ganho operacional frente as missões aéreas.

Os equipamentos de visão noturna possuem características e recursos de funcionamento que favorecem seu emprego de forma segura e contínua, os óculos são intensificadores de imagem e utilizam o mínimo de luz existente no ambiente ou a luz infravermelha instalada no próprio aparelho. Dessa maneira, a visualização de imagens imperceptíveis a olho nu fica visível através das lentes oculares do dispositivo (HUFF, 2020).

O método de pesquisa para a realização do Artigo Científico será o de pesquisa bibliográfica; baseado em artigos, doutrinas em dados institucionais nacionais e internacionais sobre o uso dos OVN pela aviação militar. Sendo assim, a primeira seção irá se tratar sobre o funcionamento básico dos OVN.

No início deste trabalho foi realizada uma revisão da literatura sobre o histórico e o funcionamento do OVN, a fim de proporcionar um melhor entendimento sobre o assunto e tema pesquisados. Sendo assim, em primeira instância, será tratado sobre funcionamento geral

e básico dos OVN. Em segunda análise, a pesquisa apresentará um sucinto histórico da implementação do aparelho no âmbito aviação militar e no combate moderno. Por último, levando em conta o conhecimento prévio adquirido, será analisado as vantagens, desvantagens e limitações inerentes a tecnologia envolvida no OVN e no nível operacional da aviação militar frente a utilização deste aparelho.

Essa pesquisa tem por finalidade compreender a importância do uso do OVN e as nuances envolvidas no uso contínuo do equipamento.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 ESCOLHA DO TEMA

O projeto faz-se importante uma vez que o OVN se torna indispensável em qualquer cenário tático e operacional moderno, desde operações tipicamente militares até voos conduzidos por forças de segurança pública. Dessa maneira, é fundamental a todos aeronavegantes compreender todas as particularidades em relação ao equipamento. Assim, o presente tema foi escolhido por razões pessoais e profissionais.

#### 1.Histórico

A criação do OVN está intimamente ligada à atividade militar, seja no campo de batalha, seja nas ações de apoio e resgate. Suas origens remontam a segunda guerra mundial e devido sua evolução é marcada por gerações e melhora na confiabilidade da imagem, como afirma E. PINTO:

Os primeiros dispositivos ou sistemas de visão noturna para aplicações militares foram desenvolvidos pelos alemães em 1935 e foi considerado operacional no exército alemão nos idos de 1939. Até o final da Segunda Guerra Mundial, o exército alemão contava com cerca de 50 carros de combate "*Panzer*" equipados com sistemas de visão noturna que lutavam em ambas as frentes, ocidental e oriental. . O primeiro sistema de visão portátil também foi desenvolvido pelos alemães, o STG44 "*Vampyr*" foi empregado por soldados "*snipers*" da infantaria da "*Wehrmacht*" que o utilizavam montados sobre os fuzis "*Sturmgewehr 44*" (E. PINTO,2011).

No âmbito aviação militar a utilização dos óculos de visão noturna foi lenta e gradativa, foram necessárias diversas inovações e atualizações tecnológicas a fim de tornar o

uso do equipamento prático, operacional e seguro, tendo sua evolução marcada por acentuadas mudanças como diz SPITZER:

Na década de 50 houve uma pesquisa extensa e diversificada em relação à intensificação da visão noturna, as aplicações incluíam dispositivos de sensoriamento militar e de astronomia e investigação científica, mas não foram dirigidas especificamente a dispositivos de pilotagem montados na cabeça. O Exército dos EUA experimentou pela primeira vez o binóculo de condução por infravermelhos T-6A em helicópteros no final da década de 1950, o dispositivo binocular era um conversor quase infravermelho (IV) que requeria uma luz de aterragem filtrada por IV para a energia radiante, e não era satisfatória para a aviação (SPITZER, 2001).

No início da década de 1960 foram desenvolvidos tubos da primeira geração. Os tubos permitiram o seu funcionamento como um sistema passivo, mas o tamanho dos tubos de três fases era demasiado grande para aplicações montadas na cabeça. Passivo refere-se à necessidade de nenhuma iluminação projetada ativa; o sistema pode funcionar utilizando a iluminação estelar ambiente, portanto o nome “escopo de luz estelar” do escopo de franco-atirador do soldado raso da era do Vietnam. No final da década de 1960, a produção de placas de micro canal, utilizadas nos tubos de tecnologia de segunda geração, permite dispositivos de visão noturna para serem embalados suficientemente pequenos e leves para aplicações montadas na cabeça. Assim, no final da década de 1960 e no início dos anos 70, *U.S. Army Night Vision and Electro-Optics Laboratory* (NV&EOL) utilizou tubos Gen. II para desenvolver OVN para soldados a pé, e alguns destes OVN foram experimentados por aviadores para operações de voo noturno (SPITZER, 2001).

Em 1971, a Força Aérea dos Estados Unidos começou a utilizar de forma limitada os Binóculos Eletrônicos SU-50. Em 1973, o Exército adotou o Gen. II AN/PVS-5 como uma solução OVN “provisória” para aviadores, embora houvesse deficiências conhecidas em desempenho de baixo nível de luz, peso, obstrução visual da máscara facial e desorientação (devido à incompatibilidade com sistemas de iluminação do cockpit). O sistema de imagem de visão noturna (ANVIS) foi o primeiro OVN desenvolvido especificamente para satisfazer as necessidades visuais do aviador. A NV&EOL iniciou o desenvolvimento da ANVIS em 1976, utilizando tecnologia de intensificadores de imagem de terceira geração e exigindo alto desempenho, luz, peso, e maior fiabilidade e capacidade de manutenção (SPITZER, 2001).

Certas mudanças ocorreram a fim de atingir um elevado profissionalismo e aprimorar a segurança de voo, evitando acidentes e melhorando a operacionalidade do equipamento no que diz respeito à iluminação interna e à ergonomia do visor como explica SPITZER:

Uma MIL-L-85762A atualizada foi lançada em 1988, na qual definiu NVIS como um termo geral (substituindo o termo específico ANVIS) e ampliou os requisitos de iluminação para acomodar vários tipos de NVIS. Após uma série de acidentes noturnos frequentemente envolvendo OVN, foi convocada uma Audiência do Congresso (1989) para rever a segurança e adequação dos OVN em helicópteros militares. A ANVIS foi considerada necessária (SPITZER, 2001).

A simbologia de informação de voo foi desejada unindo a vista fora da janela, dentro do OVN. A integração da simbologia e das imagens resultou num novo tipo de visor montado no capacete (HMD) referido como o “NVG HUD”. Dois tipos de

OVN HUDs foram colocados em serviço: AN/AVS-7 NVG HUD foi instalado em aviões CH-47D e HH-60. A NVG HUD foi instalada em OH-58D (SPITZER,2001).

A iluminação do cockpit compatível com OVN foi incorporada em aviões de asa fixa de alta velocidade, mas uma evolução dos requisitos para que o OVN seja seguro durante a ejeção do piloto. A AN/AVS-9 foi desenvolvida para a Força Aérea Americana para capacidade de ejeção. Num esforço para fornecer um campo de visão maior (FOV) do que o normal de 40° para o OVN, a Força Aérea Americana (USAF) desenvolveu um óculos panorâmico de visão noturna (PNVG) para fornecer cerca de 100 FOV. Vários outros programas de desenvolvimento tentaram reduzir o tamanho dos grandes óculos óticos. Versões dos óculos de visão noturna de perfil baixo (LPNVG) dobraram a ótica para caber confortavelmente à volta do rosto. Vários programas integrados de desenvolvimento de capacete incorporaram dispositivos integrais e projeções eletrônicas de visualização de sistemas. No início dos anos 90, vários operadores de helicópteros civis manifestaram interesse na utilização de OVN. As investigações em curso sobre a utilização de OVN pela aviação civil se aprofundam sobre aplicações, segurança e certificações (SPITZER,2001).

A evolução do sistema se deu por gerações:

- Geração I (GEN I): os dispositivos passivos da primeira geração introduzidos na década de 1960, durante a guerra do Vietnã e patenteados pelo Exército dos Estados Unidos da América. Esse tipo de equipamento necessitava de iluminação da Lua Cheia para a geração de imagem, utilizavam fotocátodo S-20 e seus intensificadores de imagem produziam cerca de 1000 vezes a amplificação da luz ambiente (Demenicis e Cordeiro,2001).

- Geração II (GEN II): desenvolvida na década de 1970, apresentavam um tubo intensificador de imagem melhorado, utilizando a tecnologia da placa de microcanais (MCP) com fotocátodo S-25. Essa geração aumentou a capacidade de observação em cenários com pouca luz ambiente, melhorou a resolução e a confiabilidade da imagem. Os equipamentos dessa geração são: AN/PVS-3, AN/PVS-4, AN/PVS-5 (DEMENICIS e CORDEIRO, 2001).

- Geração III (GEN III): Os sistemas de visão noturna dessa geração ainda utilizam a placa de microcanais apresentado na geração anterior, porém usam um fotocátodo feito com Arsenito de Gálio (GAs), o qual melhora ainda mais a resolução da imagem final. É importante salientar também que a placa de microcanais é revestida por uma película com barreira iônica, aumentando assim sua vida útil. O consumo de energia dos dispositivos dessa geração é elevado devido a uma amplificação da luz comparada a ultima geração (DEMENICIS e CORDEIRO, 2001).

- Geração IV (GEN IV): foi apresentado pela empresa Litton norte-americana, em 1999. Possui um sistema de alimentação de energia com regulagem automática, que regula a

tensão do fotocátodo, permitindo que o NVG se adapte as mudanças inerentes às condições de luz. Os equipamentos dessa geração operam frente a uma maior sensibilidade luminosa comparada com as demais gerações (DEMENICIS e CORDEIRO, 2001).

O desenvolvimento de tais equipamentos é primordial no contexto militar no mundo, atualmente óculos de realidade aumentada estão sendo aplicados nos EUA como o ENVG-B (Enhanced Night Vision Googles-Binocular) e o IVAS (Integrated Visual Augmentation Systems).

No ENVG-B, os óculos de visão aumentada representam um afastamento da imagem esverdeada típica do equipamento noturno tradicional, o que pode causar fadiga mental e ocular. A nova imagem é mais fácil nos olhos e proporciona mais clareza, tornando os alvos mais fáceis de detectar através de nuvens de fumaça e em condições meteorológicas de baixa visibilidade (BROW, 2021).

No IVAS, o dispositivo projeta mapas de terreno 3D para os soldados, permite enxergar através do escuro, fumaça e espreitar ao virar da esquina, permite aos soldados planejarem suas missões e marcar pontos de interesse (MARTINEZ, 2020).

## **2. FUNCIONAMENTO NORMAL**

Basicamente existem dois tipos de OVN, geração de imagens térmicas e o de otimização de imagens que é o mais utilizado e conhecido. Os dispositivos da geração II, III, IV utilizam uma placa de microcanais (MCP) para amplificação da imagem. Os fótons de uma fonte com pouca iluminação entram na lente objetiva e atingem o fotocátodo, o qual é negativamente polarizado, liberando assim elétrons que são acelerados para a placa de microcanais de alta tensão. Cada elétron faz com que vários elétrons sejam liberados dessa placa, tais elétrons são atraídos para a tela de fósforo e, ao atingirem a tela, permitem a produção de imagens visíveis através das lentes oculares.

No primeiro método de geração de imagens térmicas é utilizado o conhecimento físico sobre espectro eletromagnético da radiação de corpo negro; este possui uma frequência de especial interesse, o infravermelho, que apesar de não estar compreendida na frequência da luz visível, pode ser percebida na forma de calor. Para a obtenção da visão noturna utilizando a radiação infravermelha, os atuais aparelhos de geração de imagem são constituídos da seguinte estrutura física: Lentes: é utilizado um conjunto de lentes especialmente produzidas, que

têm características de focalizar a radiação infravermelha emitida por objetos no campo de visão. Detectores de infravermelho: a radiação focalizada é varrida por um conjunto de detectores que criam um padrão de temperatura detalhado chamado termograma, que é transformado em impulsos elétricos. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, 2014).

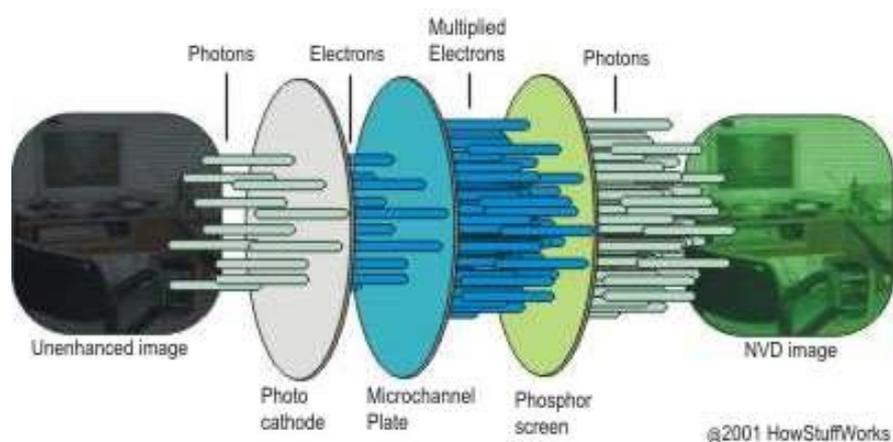
Dentro de tal método destacam-se dois dispositivos:

Unidade de processamento: os pulsos produzidos são analisados por uma unidade de processamento de sinais, onde uma placa de circuitos e um chip traduzem a informação para o mostrador. Monitor de vídeo: a informação enviada para o mostrador e aparece em diversas cores dependendo da intensidade do infravermelho, e as combinações de todos os pulsos geram o padrão de imagem que vemos (UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, 2014).

Em relação ao segundo método observa-se que:

O segundo método de geração de imagens térmicas é utilizado os chamados “dispositivos de visão noturna”, com um tubo intensificador de imagem coletando e amplificando a luz infravermelha. Estes aparelhos são estruturalmente constituídos pelas seguintes partes: 1) Lente: uma lente convencional é utilizada para captar a luz ambiente junto a radiação infravermelha emitida pelos objetos. 2) Intensificador de imagem: é um método para intensificar a imagem captada pela lente, no qual são utilizadas normalmente duas baterias “AA” ou “N-cell” para se conseguir uma alta voltagem (em torno de 5000 volts); é utilizado para acelerar elétrons no tubo de imagem, sendo este tubo fechado a vácuo e possuindo um foto cátodo, que é um dispositivo sensível à luz formado por uma película e uma substância metálica tipo césio, sódio ou antimônio sobre uma base normalmente de vidro; o foto cátodo quando atingido pela luz absorve a radiação transferindo momento para os elétrons que são então emitidos em direção a uma placa de micro canais, que por sua vez amplifica ou multiplica o número de elétrons, e estes colidem com uma tela de fósforo que absorvem sua energia e a reemitem em forma de fótons (UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, 2014).

Figura 1- Funcionamento de um tubo intensificador de imagem.



Fonte: Olhar Digital (2021).

Os OVN têm diversas gerações e aplicações como afirma o estudo da Universidade Federal de Juiz de Fora:

Aqui tais dispositivos geralmente são classificados em gerações, sendo o caracterizador de cada geração a evolução na tecnologia empregada para fazer esta otimização; estes dispositivos têm vasta aplicação que vão desde lunetas e câmeras de visão noturna, até sofisticados equipamentos militares de vigilância, navegação e detecção de objetos ocultos (UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, 2014).

### **3.VANTAGENS E LIMITAÇÕES DO OVN**

Em virtude do vasto emprego da tecnologia na aviação militar, faz-se necessário analisar as vantagens, o ganho operacional, as limitações de operação e as deficiências relacionadas aos fatores humanos.

As vantagens da utilização dos OVN residem na vasta melhora na acuidade visual no período noturno, no auxílio aos pilotos a evitar entrar em IMC (Condições meteorológicas de voo por instrumentos) através do reconhecimento de áreas de clima denso, permite a operação do voo em qualquer horário do dia e melhora a percepção dos pilotos em relação a pousos de emergência e pontos de referência (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2005).

Em relação às desvantagens destaca-se a redução do campo de visão e diminuição da noção de profundidade provocada pelos níveis de verde, a necessidade de experiência na operação, a fadiga quando operado por várias horas podendo provocar um efeito pós-imagem laranja e marrom, além de ser comum defeitos de fabricação como pontos luminosos, escuros e outras distorções (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2005).

O conhecimento e experiência da tripulação, suas condições emocionais e comportamentais são extremamente relevantes, como é explicado:

Os fatores humanos são relevantes na operação do equipamento, deve se evitar a autoconfiança exacerbada e a complacência, apesar de simples, a operação necessita-se de uma atenção redobrada, cresce de importância o CRM (Crew Resource Management) a comunicação efetiva de todos os tripulantes na visualização de obstáculos que possam causar um incidente, a experiência na utilização é primordial no emprego seguro da tecnologia. Outro fator importante é a fadiga provocada pela utilização por tempo prolongado além do peso do equipamento no pescoço que deve ser balanceado e definido um horário limite de utilização do instrumento (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2005).

O emprego do equipamento varia de acordo com as condições das luzes artificiais e naturais do ambiente, do terreno, climas densos, da altitude e velocidade da aeronave. Sendo assim, o equipamento responde de acordo com as condições do ambiente em que se encontra e é imprescindível este conhecimento aos tripulantes.

As luzes podem ser tanto benéficas quanto malélicas na qualidade da imagem. Os OVN necessitam de luz residual para garantir seu bom funcionamento e em uma situação de extrema ausência de luz não trará nenhum benefício, o que pode acontecer em noites nubladas ou em IMC, em geral, quanto maior for a luz melhor será a imagem. Entretanto, percebe-se que a luz direta brilhante diminui a qualidade da imagem, o que faz com que o circuito de controle de ganho automático (AGC) a reduza. O AGC protege os olhos de sofrerem danos e mantém os níveis de luzes constantes (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2005).

Luz artificial das cidades, veículos e fogos, em geral, ajudam o reconhecimento do terreno através dos OVN. Contudo, a luz demasiadamente brilhante fará reduzir o ganho de luz e possivelmente resultar em efeitos de auréola. Por sua vez, isto pode levar a uma redução na qualidade da imagem. A iluminação do cockpit do instrumento e a iluminação do solo podem causar efeitos semelhantes e pode ser mais problemático devido à proximidade da fonte de luz do OVN (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2005).

Deve se dar grande importância aos fios de alta tensão que não são identificados através dos equipamentos, sendo assim o reconhecimento da área a procura de postes, torres e antenas com o OVN é imprescindível:

Os fios são um problema significativo para os pilotos de helicóptero que são frequentemente obrigados a aterrar em área restrita. É difícil ver fios utilizando OVN. No entanto, é também muito difícil de ver fios à noite e durante o dia com visão sem ajuda. Os OVN devem ajudar os pilotos a enxergarem os postes e torres que suspendem os fios acima do solo (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2005).

Outro fator limitante à operação é o chamado Período Crítico Crepuscular segundo DINIZ:

Esse fenômeno pode ocorrer após o pôr do sol ou antes do nascer do sol, quando o sol provê iluminação residual capaz de influenciar o sistema de controle de brilho dos OVN (AN/AVS-6 e AN/AVS-9), impedindo o seu uso e, ao mesmo tempo, fornecendo pouca iluminação residual capaz de permitir ao olho humano identificar detalhes importantes do terreno ou do inimigo, interferindo sobremaneira na continuidade da missão aeromóvel (DINIZ,2015).

Durante a ocorrência de tal fenômeno deve ser feito um procedimento visando a continuidade da operação sem comprometer a segurança de voo:

Aproximadamente entre  $-3^{\circ}$  e  $-4,5^{\circ}$  de inclinação do sol ou dez a 25 minutos após o pôr do sol, constitui-se o período mais crítico de operação, pois não é possível realizar operações seguras a baixa altura sem OVN, nem é possível o seu uso. Sendo assim, caso seja necessária a continuidade das operações, ultrapassando os limites do pôr do sol, propõem-se que: Caso a situação tática permita, manter-se o voo reto e nivelado em altitude segura, acima dos obstáculos conhecidos, até que o período crítico crepuscular seja ultrapassado; não planejar a realização de substituições no período crítico; e não realizar aproximações e pousos durante esses períodos. Planejar que sejam efetuados antes ou após (DINIZ,2015).

### **3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante da pesquisa apresentada, conclui-se, portanto, que o equipamento é imprescindível para a atual operação de aeronaves, a aviação militar requer alto nível de adestramento no ambiente operacional. De acordo com o estudo realizado, a tecnologia permanece em constante estado de evolução e compreender seu funcionamento básico é necessário para os militares que o operam.

O histórico dos OVN apresenta que sua criação tem origem na segunda guerra mundial, desde aquele momento o equipamento foi cada vez mais ganhando importância no combate. A sua implementação na aviação foi lenta e exigiu diversas adaptações nos equipamentos para permitir a operação segura. Foi necessário criar sistemas de contrapeso, óculos menores e adaptar a iluminação do cockpit a fim de permitir a visualização dos instrumentos durante o voo.

O uso tem diversas limitações como a redução do campo de visão e da profundidade, fadiga nos operadores e necessidade de experiência. Na operação do equipamento, cresce de importância o gerenciamento de cabine e a comunicação assertiva entre os tripulantes, a fim de aumentar a segurança de voo.

Portanto, conclui-se que a aviação do exército precisa cada vez mais investir na aquisição e desenvolvimento do OVN e adestrar o pessoal em relação a correta operação e o ganho de experiência. A visão noturna, algo que antes parecia ser exclusivo de filmes de ficção científica, hoje, é uma necessidade no combate, a aviação militar de combate depende inteiramente do pleno domínio do equipamento. O total conhecimento das limitações e restrições da tecnologia permite aos tripulantes operar mesmo em situações desfavoráveis e evitar entrar em situações IMC, elevando assim, muito a segurança de voo e a operacionalidade da aviação do exército.

Por fim, observa-se que a implementação do OVN na aviação militar trouxe mais vantagens do que desvantagens, qualificando a aviação do exército para cumprir diversas missões no ambiente operacional noturno. Sendo assim, aperfeiçoando a capacidade combativa e aeromóvel do exército brasileiro e de suas forças especiais.

## REFERÊNCIAS

AUSTRALIAN GOVERNMENT. **Australian Transport Safety Bureau. Night Vision Goggles in Civil Helicopter Operations.** Abril, 2005. Disponível em: [https://www.atsb.gov.au/media/36432/Night\\_vision\\_goggles.pdf](https://www.atsb.gov.au/media/36432/Night_vision_goggles.pdf). Acesso em 7 set. 2022.

BROWN, Dalvin. The Army's latest night-vision tech looks like something out of a video game: American armed forces are using updated night-vision goggles with augmented reality features. **The Washington Post: democracy dies in darkness**. Washington, p. 1-1. 24 abr. 2021. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2012/08/descubra-como-funcionam-os-oculos-de-visao-noturna.html>. Acesso em: 07 set. 2022.

CAIAFA, Roberto. Aviação de operações especiais no Exército Brasileiro (uma concepção de unidade área). **Tecnologia e Defesa**, 2020. Disponível em: <https://tecnodefesa.com.br/aviacao-de-operacoes-especiais-no-exercito-brasileiro-uma-concepcao-de-unidade-aerea>. Acesso em 14 de setembro de 2022.

CORDEIRO, Mauro; DEMENICES, Luciene. **Visão noturna e o Princípio de intensificação de luz residual**. Rio de Janeiro, 2001. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Engenharia de telecomunicações) – IME. Disponível em: [http://rmct.ime.eb.br/arquivos/RMCT\\_1\\_quad\\_2001/visao\\_noturna.pdf](http://rmct.ime.eb.br/arquivos/RMCT_1_quad_2001/visao_noturna.pdf). Acesso em: 7 set. 2022.

FRANCISCO, Marcelo. **O USO DE ÓCULOS DE VISÃO NOTURNA (OVN) NA AVIAÇÃO CIVIL**. 2017.47 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de graduação em Ciências Aeronáuticas) -Universidade do Sul de Santa Catarina. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/8306/1/O%20uso%20de%20%C3%B3culos%20de%20vis%C3%A3o%20noturna%20OVN%20na%20avia%C3%A7%C3%A3o%20civil%20-%202017.pdf>. Acesso em: 7 set. 2022.

HUFF, Alexandre. **A implementação dos óculos de visão noturna (OVN) na aviação civil e militar: O uso pelos pilotos de helicópteros**. 2020.19p. Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado em Ciências aeronáuticas) -Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2020. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle>. Acesso em 14 de setembro de 2022.

MARTINEZ, Luiz. Army's futuristic combat goggles let soldiers see battlefield in whole new way. **abcnews**,2020. Disponível em: <https://abcnews.go.com/Politics/armys-futuristic-combat-goggles-lets-soldiers-battlefield/story?id=74791465>. Acesso em 19 de setembro de 2021.

PINTO, E.M. **Visão noturna Parte I- A origem & tecnologias**. Plano Brasil. Bauru, 2011. Disponível em: <https://www.planobrazil.com/2011/03/05/visao-noturna-parte-i-a-origem-tecnologias-2/>. Acesso em: 7 set. 2022.

SPITZER, Cary R. *et al.* **The Avionics Handbook**. Williamsburg: Crc Press, 2001. Cap.7. Disponível em: <https://avocado82.files.wordpress.com/2011/06/avionics-handbook.pdf>. Acesso em: 07 set. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. **Como funciona a visão noturna**. Disponível em: <https://www.ufjf.br/fisicaecidadania/2014/02/25/como-funciona-a-visaonoturna/>. Acesso em: 19 de setembro de 2022.

