



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 3/2023

**ARON MATHEUS FERREIRA MARTINES, Cap AV**

**Aprimoramento do Método SIPAER de Gerenciamento do Risco para os  
esquadrões da Força Aérea Brasileira que operam com *night vision goggles***

Rio de Janeiro

2023

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 3/2023

**ARON MATHEUS FERREIRA MARTINES, Cap Av**

**Aprimoramento do Método SIPAER de Gerenciamento do Risco para os esquadrões da Força Aérea Brasileira que operam com *night vision goggles***

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica como requisito parcial para aprovação no Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Liderança com Ênfase em Gestão no COMAER.

Linha de Pesquisa: Segurança de voo

Orientador: Pedro Nolasco Duarte, Maj Av

Rio de Janeiro

2023

**ARON MATHEUS FERREIRA MARTINES, Cap Av**

**Aprimoramento do Método SIPAER de Gerenciamento do Risco para os esquadrões da Força Aérea Brasileira que operam com *night vision goggles***

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica.

Aprovado por:

---

**Wellington Azevedo dos Santos**, Maj Inf  
EAOAR

---

**Pedro Nolasco Duarte**, Maj Av  
EAOAR

Rio de Janeiro

2023

## RESUMO

A Força Aérea Brasileira utiliza o Método SIPAER de Gerenciamento do Risco (MSGR) como ferramenta de prevenção de acidentes durante o planejamento de missões aéreas. Nesse contexto, o método perpassa pela identificação de quarenta ameaças preestabelecidas e pela quantificação delas em termos da probabilidade de causar dano e da severidade da lesão causada. No entanto, quando essas ameaças foram padronizadas, o voo com *Night Vision Goggles (NVG)* ainda estava sendo implantado na FAB, logo, o risco ligado a esse equipamento não é considerado na sistemática. Assim sendo, a inserção no MSGR de ameaças relevantes relacionadas ao voo com *NVG* aprimora o gerenciamento do risco das operações. Primeiramente, considerar que o *NVG* impõe uma sobrecarga de trabalho ao fator humano e esse estresse tende a causar extenuação conforme a duração e a intensidade de voo aumentam. Adicionalmente, contemplar no MSGR que a fonte de luz e os fenômenos de restrição de visibilidade irão influenciar no desempenho do *NVG* vai aprimorar a gestão de riscos, uma vez que dessa interação pode ocorrer o obscurecimento de objetos, que, se não for adequadamente gerenciado, pode levar a uma colisão com obstáculo. Por isso, ampliar o escopo de ameaças significativas com essas relacionadas ao voo com *NVG* aprimora o MSGR, contribuindo para a maximização do gerenciamento do risco operacional dos Esquadrões Aéreos. Do mesmo modo, considerar mais ameaças significativas, como as advindas de operações de combate a ilícitos e de resgate em navios, melhoraria ainda mais o gerenciamento e, conseqüentemente, a prevenção de acidentes.

**Palavras-chave:** Gerenciamento de risco. *NVG*. Fadiga. Visibilidade. Colisão com obstáculo.

## 1 INTRODUÇÃO

O Gerenciamento do Risco (GR) é uma sistemática corporativa consagrada nas diretrizes mundiais de segurança de voo, a qual busca identificar, analisar, quantificar e mitigar as ameaças existentes no ambiente operacional. Sendo assim, trata-se de uma ferramenta de prevenção preventiva que auxilia na tomada de decisão ainda na fase de planejamento, evitando perdas e aumentando a eficiência operacional.

Posto isso, a ferramenta de GR operacional utilizada pela Força Aérea Brasileira (FAB) é o Método SIPAER de Gerenciamento do Risco (MSGR), que é um modelo elaborado pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), o qual baseia-se nas principais ameaças existentes no ambiente operacional da FAB, com base nos acidentes e incidentes ocorridos na Força entre 1994 e 2003.

No entanto, quando ocorreu o levantamento dessas ameaças para elaboração do MSGR, o voo com *Night Vision Goggles (NVG)* ainda estava em fase inicial de implantação na FAB. Logo, as ameaças inerentes ao voo com *NVG* não foram contempladas no MSGR.

Os *night vision goggles* ou óculos de visão noturna são um dispositivo formado por dois tubos oculares intensificadores de imagens dispostos lado a lado. Cada um deles possui uma lente objetiva que capta a luz emitida pelo ambiente e a amplifica através de uma placa de microcanais, gerando uma imagem monocromática visível nas lentes oculares, que são colocadas próximas aos olhos dos tripulantes (Manton, 1996).

Assim, a utilização desse equipamento pela aviação militar permite executar missões, como busca e salvamento, infiltração de tropas ou ataque ao solo, 24 horas por dia. Todavia, o *NVG* traz consigo uma série de ameaças decorrentes do próprio mecanismo de funcionamento e da sua interação com o ser humano, como a fadiga de voo. Logo, utilizar esse aparelho simplesmente como se estivesse voando de dia, sem considerar os riscos advindos de sua operação, põe em risco a segurança de voo e, conseqüentemente, a operacionalidade da FAB.

Portanto, este ensaio defende que a inserção de ameaças relevantes relacionadas ao voo com *Night Vision Goggles* no Método SIPAER de Gerenciamento do Risco aprimora o gerenciamento e a segurança das operações.

Argumenta-se que a efetividade das ações mitigadoras será maximizada pela consideração das ameaças advindas da fadiga causada pela interação do *NVG* com o fator humano.

Da mesma forma, aprimora-se o GR ao considerar o risco advindo do obscurecimento de objetos causado pela influência da fonte de luz e de fenômenos de restrição de visibilidade no funcionamento do *NVG*.

## 2 DESENVOLVIMENTO

“Os riscos e os custos inerentes à aviação requerem um processo racional de decisões. Esse processo se conhece como gestão de riscos” (Brasil, 2012, p.47). Para ICAO (2018), esse gerenciamento é um componente chave para a gestão da segurança de voo, sendo uma atividade contínua e permanente.

Com esse propósito, a operacionalização do GR na FAB começa pela análise de quarenta ameaças preestabelecidas. Em resumo, “uma ameaça será definida como uma condição com potencial para causar lesões a pessoas ou danos a bens” (Brasil, 2022, p.23). São exemplos de ameaças: missão de resgate em navios, pouso em local não homologado e operação de combate a ilícitos.

Em seguida, é feita a avaliação quantitativa das ameaças em termos da probabilidade que um dano ocorra e da severidade da lesão, resultando no grau de risco da missão. Por fim, o método traz uma ação mitigadora para cada grau encontrado, quais sejam: monitorar, ajustar, adiar ou cancelar a missão (Brasil, 2022).

Portanto, a necessidade de realizar ou não uma ação de mitigação é definida, essencialmente, pela quantidade de ameaças encontradas e seu potencial de causar danos graves. Dessarte, a desconsideração de uma ameaça, como as geradas pelo uso do *NVG*, pode resultar em um nível de risco baixo e, conseqüentemente, nenhuma ação será adotada.

### 2.1 Risco gerado pela fadiga causada pelo uso do *NVG*

O fator humano é a parte mais flexível, adaptável e valiosa dentro do sistema aeronáutico, mas é também a que está mais vulnerável às influências externas que poderão vir a afetar negativamente o seu desempenho na atividade aérea (ICAO, 2003).

Nesse ínterim, o *NVG* inviabiliza a visão periférica por criar um campo de visão com apenas quarenta graus de abertura, ao passo que a visão normal tem duzentos graus. Essa limitação contribui para uma série de problemas, que inclui uma maior necessidade de movimentos de cabeça (Gauthier *et al.*, 2008).

Essa movimentação, conhecida como técnica *Scan*, foi criada para manter a orientação espacial por meio da observação sistemática de mais pontos de referência. Para isso, é preciso realizar giros repetitivos de cabeça alternando a observação entre a lateral e a frente da aeronave. Todavia, esse método causa desgaste físico acentuado na musculatura do pescoço e exige um esforço cognitivo adicional, pois todas as tarefas precisam ser interrompidas e recomeçadas frequentemente devido a execução da técnica, contribuindo para a fadiga.

Outro aspecto do *NVG* associado à fadiga é a focalização dos óculos, pois, uma vez que ele é regulado para pontos marcantes no horizonte, a imagem fica borrada ao olhar para dentro da aeronave. Sendo assim, é inviável utilizar o *NVG* para tarefas, como verificação de parâmetros de voo, leitura de cartas aeronáuticas, registro de informações e configuração de rádios.

Com isso, tarefas internas são feitas a olho nu, enquanto as externas são feitas por intermédio dos óculos, ocasionando uma alternância constante do foco ocular para fora e para dentro da aeronave, o que gera sobrecarga na musculatura. Além disso, olhar por debaixo dos óculos em um ambiente escuro eleva o nível de dificuldade para realização dos procedimentos. Em termos de fadiga, as tarefas tornam-se mais complexas e longas.

Isso posto, a fadiga é um dos fatores que contribui para a queda do desempenho humano, a qual pode ser influenciada pela complexidade, intensidade e duração das tarefas. Especificamente sobre a execução de tarefas complexas, o uso de *NVG* tem sido associado a altos níveis de fadiga (ICAO, 2016).

Sobre o tema, estudos evidenciaram que os tripulantes de voos que usam *NVG* apresentam dores de cabeça cuja duração é normalmente inferior a uma hora e está frequentemente ligada à duração do voo e à quantidade de concentração

necessária para realização dos procedimentos (Manton, 2000). Em termos de fadiga, uma hora de voo com os Óculos de Visão Noturna equivale a cerca de 2 horas e 24 minutos de voo diurno (Brasil, 2009).

Nesse cenário, a fadiga tem sido associada a diminuição do desempenho humano, o que pode levar a uma miríade de incidentes, pois, o tripulante com alto índice de fadiga tende a apresentar menor disposição para resolução de problemas, maior tempo de reação, propensão a assumir mais riscos, bem como tende a ser omissivo. Em suma, tais fatores aumentam a probabilidade de que um erro operacional aconteça (Morris; Wiedbusch; Gunzelmann, 2018).

Nesse cenário, o Centro de Segurança Operacional da Força Aérea Americana estima que a fadiga tenha contribuído em 7,8% de seus acidentes graves. Restringindo para o período noturno, essa taxa cresce para 25% (Morris; Wiedbusch; Gunzelmann, 2018).

Portanto, considerando que o NVG impõe uma sobrecarga de trabalho significativa ao fator humano e que esse estresse tende a causar extenuação, conforme a duração e a intensidade de voo aumentam, mitigar o risco da fadiga causada pelo NVG aprimora a gestão de risco operacional.

## **2.2 Risco gerado pelo obscurecimento de objetos**

O NVG é considerado um equipamento passivo, pois depende de uma fonte externa de luz para produção e amplificação da imagem. Assim, as fontes de luz utilizadas pelo NVG podem ser agrupadas em duas categorias: naturais (lua e estrelas) e artificiais (luzes de cidades, iluminação de outras aeronaves, lanternas etc). Com isso, a intensidade que a luz emitida chega ao equipamento está diretamente ligada ao seu desempenho. Portanto, deve-se considerar a potência da fonte e os fenômenos de restrição de visibilidade, como nevoeiro e neblina, que podem atuar como barreiras à passagem da luz (Brasil, 2009).

Assim sendo, a lua é a fonte de luz mais significativa e existem dois pontos a se considerar: fase da lua e ângulo de aspecto. Quanto ao primeiro, uma noite com lua cheia e ausência de nuvens é classificada como muito clara, fornecendo 40 mililux ao equipamento. Por outro lado, uma noite sem lua com um quarto do céu encoberto por nuvens é muita escura, gerando 0,01 mililux. Portanto, a diferença de

luminosidade entre uma noite com ou sem lua é de quatro mil vezes, o que tem impacto significativo na qualidade e contraste da imagem criada nos óculos (Brasil, 2009).

Além da intensidade, a angulação que ela apresenta em relação ao horizonte pode ter um efeito muito negativo na resolução da imagem e na criação de sombras. Exemplificando, quando se voa na direção da lua, que é uma fonte forte de luz, os óculos irão reduzir sua potência automaticamente, devido ao excesso de luminosidade. Conseqüentemente, a resolução de qualquer objeto ou terreno mal iluminado será negativamente afetada, podendo ser parcial ou totalmente obscurecido (Berckley, 1992).

Portanto, o obscurecimento envolve condições onde há diferença significativa de iluminação nas diversas partes do cenário, que é causada pelas características da fonte de luz e a sua interação com a cena. Sendo um fator situacional, a tripulação precisa gerenciar essa ameaça concomitantemente a execução da missão para evitar a colisão com objetos mal iluminados.

Adicionalmente, é preciso levar em consideração a influência dos fenômenos de restrição de visibilidade no desempenho do NVG. Por causa deles, uma noite considerada clara devido à fase da lua pode deteriorar-se por questões circunstanciais, como neblina ou suspensão de poeira.

Posto isto, condições de baixa visibilidade, como as causadas pelo sopro do rotor em poeira, neve ou água, obscurecem características do horizonte e do terreno, contribuindo para a perda de numerosas tripulações de helicópteros e veículos em operações (Jennings *et al.*, 2013).

Sobre esses fenômenos, especificamente em relação a água, existe a possibilidade de formações meteorológicas serem invisíveis ao NVG, visto que, a água reflete pouca energia infravermelha. Desse modo, é possível entrar em condições meteorológicas desfavoráveis sem nunca haver detectado a nuvem. Ademais, se o terreno for obscurecido por nuvens invisíveis, uma colisão com o solo pode ocorrer (Berckley, 1992).

Portanto, considerar no MSGR que a fonte de luz e os fenômenos de restrição de visibilidade irão influenciar no desempenho do NVG aprimora o GR, uma vez que dessa interação pode ocorrer o obscurecimento de objetos, que, se não for adequadamente gerenciado, pode levar a uma colisão com obstáculo.

### 3 CONCLUSÃO

A FAB utiliza o MSGR como ferramenta de GR operacional, o qual auxilia na tomada de decisão para reduzir o risco oriundo das ameaças inerentes às operações aéreas. Nessa conjuntura, ameaças atinentes ao voo com *NVG* não são consideradas na sistemática, como a interação com o fator humano e a influência da fonte de luz. Essa privação prejudica o processo de gestão de risco pela desconsideração de fatores relevantes que podem contribuir para um acidente aeronáutico.

No tocante ao fator humano, um dos aspectos que degrada seu desempenho é a fadiga, que, por sua vez, é afetada pela complexidade e intensidade das tarefas executadas. Nesse sentido, o *NVG* contribui consideravelmente para a fadiga, pois seu uso aumenta o grau de dificuldade para a realização de algumas tarefas, tendo em vista a necessidade de realização da técnica *Scan* para compensar a supressão da visão periférica e a alternância constante de focalização entre o interior da cabine e o exterior da aeronave.

Outrossim, a interação entre o *NVG*, a fonte de luz utilizada e fenômenos de restrição de visibilidade pode criar uma assimetria de iluminação do cenário capaz de acarretar o obscurecimento parcial ou total de objetos que, se mal gerenciado, pode levar a uma colisão.

Sendo assim, a inserção dessas ameaças relevantes relacionadas ao voo com *night vision goggles* contribui para o aprimoramento do MSGR e, conseqüentemente, para o gerenciamento e a segurança das operações.

Isso posto, tem-se como parecer final que o aperfeiçoamento do GR mediante a ampliação do escopo de ameaças relevantes, como as advindas do uso do *NVG*, permite o fortalecimento da prevenção preventiva de acidentes. Dessa forma, é possível identificar e mitigar os fatores contribuintes de um acidente ainda na fase de planejamento, evitando que eles se materializem em uma fatalidade. Sucessivamente, a expansão do estudo para as ameaças latentes do ambiente operacional dos esquadrões aéreos, como as provenientes do incremento de missões de combate a ilícitos ou resgates em navios, cria uma doutrina contínua de prevenção contribuindo para a operacionalidade da Força Aérea Brasileira.

## REFERÊNCIAS

BERKLEY, William E. Night vision goggle illusions and visual training. **Advisory Group Aerospace Research & Development**, Arizona, 1992.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria II FAE nº R-2/CMDO, de 05 de fevereiro de 2009. Aprova a reedição do Manual de Voo com Óculos de Visão Noturna (NVG - NIGHT VISION GOGGLES). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 20, f. 945, 31 jul. 2009.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria CENIPA nº 1/DAM, de 03 de dezembro de 2012. Aprova a edição do MCA 3-3 que dispõe sobre o Manual da Prevenção. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 72, f. 2796, 16 abr. 2013.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria GABAER nº 324/GC3, de 27 de junho de 2022. Aprova norma que dispõe sobre a Gestão da Segurança de Voo na Aviação Militar. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 121, f. 8975, 30 jun. 2022.

GAUTHIER, Michelle Sylvia et al. The impact of night vision goggles on way-finding performance and the acquisition of spatial knowledge. **Human factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society**, Ottawa, v. 50, n. 2, p. 311-321, 2008. Disponível em: [hfs.sagepub.com](https://hfs.sagepub.com). Acesso em: 05 out. 2023.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Human Factors Guidelines for Aircraft Maintenance Manual: Doc. 9824**. 1st ed. Quebec, 2003.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Manual for the Oversight of Fatigue Management Approaches: Doc. 9966**. 2nd ed. rev. Quebec, 2016.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Safety Management Manual: Doc. 9859**. 4th ed. Quebec, 2018.

JENNINGS, Sion et al. Rotary wing brown-out symbology: the DVEST test. **Head-and Helmet-Mounted Displays XVII; and Display Technologies and Applications for Defense, Security, and Avionics VI**, Ottawa, 2012. Disponível em: <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/8383/83830G/Rotary-wing-brown-out-symbology-the-DVEST-test/10.1117/12.922467.short>. Acesso em: 05 out. 2023.

MANTON, A. G. An assessment of a proposed method for adjusting and focusing ANVIS night vision goggles. **BMJ Military Health**, Middle Wallop, v. 142, n. 1, p. 20-23, 1996. Disponível em: <https://militaryhealth.bmj.com/content/142/1/20>. Acesso em: 05 out. 2023.

MANTON, A. G. Night Vision Goggles, Human Factors Aspects - A Questionnaire Survey of Helicopter Aircrew. **BMJ Military Health**, West Sussex, v. 146, n. 1, p. 22,

2000. Disponível em: <https://militaryhealth.bmj.com/content/146/1/22>. Acesso em: 05 out. 2023.

MORRIS, Megan B.; WIEDBUSCH, Megan D.; GUNZELMANN, Glenn. Fatigue incident antecedents, consequences, and aviation operational risk management resources. **Aerospace medicine and human performance**, Alexandria, v. 89, n. 8, p. 708-716, 2018. Disponível em: <https://www.ingentaconnect.com/content/asma/amhp/2018/00000089/00000008/art0006>. Acesso em: 05 out. 2023.