

Criação de um programa Anti G-LOC na FAB para a operação da aeronave F-39 Gripen

Creation of an Anti G-LOC program at the FAB for the operation of the F-39 Gripen aircraft

Creación de un programa Anti G-LOC en la FAB para la operación de la aeronave F-39 Gripen

Rafael Rodrigo Mancin de Morais¹

RESUMO

A aeronave F-39 está sendo incorporada à Força Aérea Brasileira (FAB) e traz consigo capacidades de manobras de até 9G (nove vezes a força da gravidade). Assim, os pilotos brasileiros estarão sujeitos ao efeito de G-LOC (*G-induced loss of consciousness*), que seria a perda da consciência devido a força G, extremamente perigoso e comum em aeronaves de alta performance. O presente artigo defende que a criação de um programa estruturado “Anti G-LOC” na FAB, por meio de aulas, treinamento físico, treinamento em centrífuga e monitoramento de desempenho, é necessária para garantir a operação segura da aeronave F-39 Gripen. Primeiramente, argumenta-se que diversas forças aéreas ao redor do mundo iniciaram programas para prevenir o G-LOC e conseguiram resultados positivos neste sentido. Utilizaram a centrífuga, para, em um ambiente controlado, aumentar a tolerância do piloto ao G, com o treinamento e execução de manobras respiratórias AGSM (*Anti G Straining Maneuver*), aulas para conscientização dos tripulantes e treinamento físico anaeróbico. Em segundo lugar, a análise da coleta de dados, devido à grande quantidade de variáveis pessoais envolvidas como idade, tipo físico, experiência de voo, etc, se mostrou extremamente importante para que o conhecimento produzido fosse reinvestido nos próprios programas a fim de aprimorá-los, tendo em vista que diversos estudos careceram

de mais dados para sua validação. Portanto, com a criação de um programa Anti G-LOC, a FAB investirá na Segurança de Voo do F-39 Gripen, prevenindo acidentes, poupando perdas materiais e resguardando vidas. Outrossim, o desenvolvimento e aprimoramento do programa servirá de referência para que novos estudos fossem iniciados nas Forças Armadas e no Brasil.

Palavras-chave: GRIPEN; G-LOC; programas; treinamento; prevenção.

ABSTRACT

The F-39 aircraft is being incorporated into the Brazilian Air Force (FAB) and brings with it maneuvering capabilities of up to 9G (nine times the force of gravity). Thus, Brazilian pilots will be subject to the effect of G-LOC (G-induced loss of consciousness), which would be the loss of consciousness due to G-force, extremely dangerous and common in high-performance aircraft. This article argues that the creation of a structured program “Anti G-LOC” in the FAB, through classes, physical training, centrifuge training and performance monitoring, is necessary to guarantee the safe operation of the F-39 Gripen aircraft. First, it is argued that several air forces around the world have initiated programs to prevent G-LOC and achieved positive results in this regard. They

used the centrifuge, in a controlled environment, to increase the pilot's tolerance to G, with training and execution of AGSM breathing maneuvers (Anti G Straining Maneuver), classes for crew awareness and anaerobic physical training. Secondly, the analysis of data collection, due to the large number of personal variables involved such as age, physical type, flight experience, etc., proved to be extremely important so that the knowledge produced could be reinvested in the programs themselves in order to improve them. them, considering that several studies lacked more data for their validation. Therefore, with the creation of an Anti G-LOC program, the FAB will invest in the Flight Safety of the F-39 Gripen, preventing accidents, saving material losses and safeguarding lives. Furthermore, the development and improvement of the program will serve as a reference for new studies to be initiated in the Armed Forces and in Brazil.

Keywords: GRIPEN; G-LOC; Program; Training; Prevention.

RESUMEN

El avión F-39 se está incorporando a la Fuerza Aérea Brasileña (FAB) y trae consigo capacidades de maniobra de hasta 9G (nueve veces la fuerza de la gravedad). Así, los pilotos brasileños estarán sujetos al efecto de G-LOC (pérdida de conciencia inducida por G), que sería la pérdida de conciencia debido a la fuerza G, extremadamente peligrosa y común en aeronaves de alto rendimiento. Este artículo argumenta que la creación de un programa estructurado "Anti G-LOC" en la FAB, a través de clases, entrenamiento físico, entrenamiento en centrífugas y monitoreo de desempeño, es necesaria para garantizar la operación segura de la aeronave F-39 Gripen. En primer lugar, se argumenta que varias fuerzas aéreas de todo el mundo han iniciado programas para prevenir G-LOC y han obtenido resultados positivos al respecto. Utilizaron la centrifuga, en un ambiente controlado, para aumentar la tolerancia del piloto a G, con entrenamiento y ejecución de maniobras de respiración AGSM (Anti G Straining Maneuver), clases de sensibilización de la tripulación y entrenamiento físico anaeróbico. En segundo lugar, el análisis de la recogida de datos, debido a la gran cantidad de variables personales involucradas como edad, tipo físico, experiencia de vuelo, etc., resultó de suma importancia para que el conocimiento producido pudiera reinvertirse en los propios programas con el fin de mejorarlos, considerando que varios estudios carecían de más datos para su validación. Por eso, con la creación

de un programa Anti G-LOC, la FAB invertirá en la Seguridad de Vuelo del F-39 Gripen, previniendo accidentes, salvando pérdidas materiales y salvaguardando vidas. Además, el desarrollo y perfeccionamiento del programa servirá de referencia para nuevos estudios que se iniciarán en las Fuerzas Armadas y en Brasil.

Palabras clave: GRIPEN; G-LOC; Programa; Capacitación; Prevención.

1 INTRODUÇÃO

No dia 23 de outubro de 2020, o F-39 Gripen foi apresentado no Brasil, após um longo processo que envolveu sua escolha, compra e produção. A aeronave possui grandes capacidades tecnológicas e de desempenho, como a de sustentar manobras com cargas de até 9G (nove vezes a força da gravidade). Esta capacidade de manobra acaba sendo um diferencial em voos, principalmente de combate aéreo, em que a aeronave com melhor desempenho, normalmente, obtém vantagem para um lançamento de armamento sobre a outra.

Segundo Pei L., Jenhung W. e Shih L. (2012), a força gravitacional é medição da carga/peso atuando em um objeto com a aceleração proporcional em múltiplos de "G" agindo na direção oposta da qual o objeto recebe a força. Ou seja, se um piloto pesa 100 kg e executa uma curva com 9 vezes a força da gravidade, ele sentirá uma carga/peso sobre seu corpo de 900 kg. Esta aceleração (G) é o maior estresse físico associado ao voo de combate.

Altas cargas G sempre representam um grande perigo para os pilotos de caça, pois podem resultar em "G-LOC", que seria a perda da consciência induzida pela força G (Pei L.; Jenhung W.; Shih L., 2012, tradução nossa). Ainda segundo Pei L., Jenhung W. e Shih L. (2012 apud Burton, 1988), G-LOC é definido como um estado de percepção alterada onde a consciência da realidade estava ausente devido à súbita e a crítica redução da circulação sanguínea cerebral causada pelo aumento da força G. Esta diminuição da circulação sanguínea no cérebro acontece quando os pilotos realizam acrobacias envolvidas em manobras de combate aéreo, por meio de curvas com pequenos raios, subidas e descidas verticais e rápidas mudanças de direção.

Antes da ocorrência do G-LOC, é comum os pilotos experimentarem alterações na visão, apresentando "visão de túnel", com a perda da

visão periférica (*greyout*), ou a completa perda da visão (*blackout*). Com o aumento da dificuldade de perfusão cerebral devido ao +Gz e com a tendência do sangue ir para as extremidades do corpo, como as pernas e os pés, o piloto pode perder a consciência de maneira completa ou parcial durante o ato de pilotagem. Em aeronaves de alta performance, as quais conseguem atingir de uma ou até duas vezes velocidades mais rápidas do que a velocidade do som, isto pode, mesmo que ocorra por alguns segundos, ser mortal para o tripulante.

Um estudo realizado, durante 11 anos, com pilotos em centrífuga humana, demonstrou que os tripulantes sob alta carga G podem passar 12 segundos sob absoluta incapacidade, devido ao G-LOC, e mais de 16 segundos sob relativa incapacidade (Xin-Sheng C. *et al.*, 2012). Levando em consideração que as atuais aeronaves de caça da FAB não possuem a mesma capacidade de manobra do Gripen e seus limites de carga G são inferiores, torna-se extremamente importante focar no treinamento de nossos pilotos para que o novo caça seja operado com segurança, evitando ocorrências de G-LOC.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Entendendo o G-LOC, o Treinamento Prévio e um Condicionamento Físico Adequado

Embora os primeiros acidentes devido ao G-LOC tenham começado a ocorrer na Primeira Guerra Mundial, os reportes regulares desses eventos não começaram antes da década de 1980 (Xin C. *et al.*, 2012). Segundo a análise do Centro de Segurança da Força Aérea dos Estados Unidos (USAF, do inglês United States Air Force), de 1982 a 2001 ocorreram 559 eventos relacionados a G-LOC na USAF. Neste mesmo período, em 18 incidentes envolvendo G-LOC, houve 14 fatalidades (Terrence J. *et al.*, 1992). Em 1987, a Força Aérea Inglesa conduziu um estudo com 2.753 pilotos e constatou que, deste total, 19.3% haviam sofrido algum tipo de sintoma de G-LOC (Pei L.; Jenhung W.; Shih L., 2012).

O treinamento e formação de um piloto de combate da FAB é um processo longo e custoso, podendo ultrapassar 11 anos de especialização e estudos. Segundo Dolgin (1987), o custo médio do treinamento de um piloto de caça ultrapassa US\$800 mil. Além disso, aeronaves de caça

possuem tecnologia avançada, armamentos e custam milhões de dólares. Baseado apenas em custos, nenhum país consegue arcar com perdas em tais investimentos devido a acidentes que poderiam ter sido evitados.

A fim de minimizar perdas e considerando os custos acima citados, Forças Aéreas começaram a estudar e desenvolver programas de prevenção ao G-LOC, freando, como nos Estados Unidos da América (EUA), a tendência de crescimento dos acidentes (Samuel M.; Thomas V.; Scott C., 2004).

Segundo Vashisth S. *et al.* (2017), medidas mecânicas, fisiológicas e educacionais são sugeridas para proteger os pilotos de aeronaves de alta performance contra aceleração extrema. Trajes foram desenvolvidos para que, com o aumento da carga G, inflem e pressionem os músculos do abdômen e das pernas dos pilotos evitando que o sangue desça. Ainda Segundo Vashisth S. *et al.* (2017), apesar de ajudar, os trajes não aumentaram a tolerância ao G de maneira significativa. Assim, programas de prevenção ao G-LOC passaram a utilizar amplamente o treinamento em centrífuga.

Gillingham and Fosdick (1988) cita que a centrífuga é um simulador ideal das condições de voo, onde permite ao piloto reconhecer, em um ambiente controlado e seguro, os efeitos do G-LOC. A centrífuga consiste em um grande equipamento de solo, o qual simula, através de giros circulares e utilização da força centrífuga, a força G produzida em voo. O piloto senta-se dentro do equipamento, como se estivesse dentro de uma aeronave, e o treinamento é iniciado. Segundo Pei L., Jenhung W. e Shih L. (2012), os benefícios do treinamento na centrífuga são o entendimento do impacto físico da força G nos tripulantes, os efeitos de altas cargas G sobre o corpo humano, o treinamento de manobras respiratórias a fim de evitar o G-LOC (*Anti G Straining Maneuver – AGSM*), redução do custo de treinamento de voo e aumentar a adaptação ou compensação do sistema cardiovascular através de repetidas exposições a ambientes de altas cargas G. Nos EUA, dados de 1982 a 2001 indicaram uma queda no número de acidentes de G-LOC de 4,4 por milhão para 1,6 acidentes por milhão de decolagens (Xin C. *et al.*, 2012) após o início do treinamento em centrífuga humana.

Infelizmente, o Brasil não dispõe do equipamento centrífuga, seja nas Forças Armadas ou na iniciativa civil. Com isso, nossos pilotos não

experimentam condições simuladas de voo sob 9G. Consequentemente, não há treinamento das manobras respiratórias AGSM e outras vantagens já citadas que o treinamento proporciona. Uma boa alternativa, caso o equipamento não fosse adquirido no futuro, seria a realização do treinamento de centrífuga em outros países. Mesmo sendo algo caro a longo prazo, tal treinamento seria justificado pela elevação significativa de segurança de voo.

Outrossim, aulas também tiveram um relevante papel no treinamento e conscientização dos pilotos a fim de se evitar o G-LOC. Através delas, torna-se possível ensinar a teoria das manobras de AGSM, Medicina Aeroespacial, razão de respiração, indícios de G-LOC, dentre outros. Segundo Gillingham and Fosdick (1988), 80,3% dos pilotos da USAF consideraram que aulas sobre o tema G-LOC tiveram importância em sua prevenção e 55,6% sentiram-se beneficiados pelo treinamento em centrífuga. É importante observar fatos e resultados da Força Aérea Americana, pois ela voa uma grande quantidade de aeronaves de alta performance a muitas décadas e tem em seu histórico diversos acidentes relacionados a G-LOC.

Além de aulas e do treinamento em centrífuga outro importante aspecto na preparação dos pilotos de caça para suportarem as condições de alta carga G está relacionado ao treinamento e condicionamento físico. Treinos anaeróbicos, como musculação, possuem benefícios na tolerância ao G. Geralmente, este treinamento pode aumentar a massa muscular, resistência do músculo e força, gerando resultados positivos durante o voo de combate (Xin C. *et al.*, 2012).

Na FAB, além da ausência da centrífuga humana, os médicos dos Esquadrões ministram aulas sobre acelerações e seus efeitos nos organismos, porém as mesmas são superficiais e não há nenhum tipo de treinamento físico voltado para a preparação de nossos pilotos para um ambiente extremo como o do voo de combate. Assim, observando os fatos e dados estatísticos acima, podemos verificar a importância da criação de um programa envolvendo todos estes fatores para que a aeronave Gripen seja operado com segurança.

2.2 O Levantamento de Dados Estatísticos no Aperfeiçoamento de um Programa Anti G-LOC

Ao longo das décadas e mesmo após diversos estudos sobre a prevenção de G-LOC, há uma grande carência de dados estatísticos a fim de melhorar

programas de prevenção a este evento. Por envolver pilotos com diferentes idades, experiência de voo, peso, altura e condicionamento físico, por exemplo, faz-se necessário um constante e grande monitoramento de tais variáveis. Tal fato é citado por Samuel M., Thomas V. e Scott C. (2004) a partir da análise dos resultados do *G-Risk Indicator Management* (GRIM), implantado na Luke Air Force Base para facilitar a detecção antecipada de problemas relacionados ao G, o qual careceu de dados válidos em sua conclusão. O autor sugeriu a necessidade de novos estudos para melhorar e validar aspectos do programa. William A. (2006) também comenta que, mesmo após a realização de seu estudo sobre a relação entre o condicionamento físico aeróbico e a tolerância ao G, mais experimentos e dados precisam ser coletados e analisados para se confirmar tal benefício.

O F-39, por se tratar de uma aeronave nova e com grandes capacidades, exigirá muito de nossos pilotos. Qual a experiência prévia de horas de voo necessária para uma operação segura deste caça? Novos e inexperientes pilotos poderão iniciar os voos sem preocupações com os efeitos do G-LOC? Um bom exemplo da importância de estudos e coleta de dados estatísticos foi apresentado por Sevilla N., Gardner J. (2005). Segundo os autores, pilotos de F-16 da Força Aérea Americana com menos de 600 horas de experiência possuem chances 3,5 vezes maiores de sofrerem G-LOC do que os mais experientes. Já pilotos de F-15 possuem chances 9,5 vezes maiores. Em relação a idade, pilotos de F-16 com menos de 30 anos apresentam 4,5 vezes mais chance de experimentarem G-LOC do que aqueles que tem mais de 30 anos. Com posse de informações como estas, perfis de treinamento podem ser modificados para aumentar a segurança das operações. Isso ocorreu ao longo de diversos anos com a Força Aérea Americana.

Apesar da FAB já ter operado o caça francês Mirage 2000, com capacidade de manobra similar ao F-39 (capacidade de sustentar 9G), não houve a realização de estudos recentes voltados à proteção de G-LOC e à coleta de dados sobre a ocorrência de *blackout*, *greyout*, etc, durante a fase de operação do Mirage 2000.

Portanto, com a criação de um programa “Anti G-LOC” envolvendo diversas instruções e treinamentos, será extremamente importante realizar o monitoramento do desempenho individual e geral dos pilotos para que este novo programa evolua e aumente a segurança nos voos da aeronave Gripen.

3 CONCLUSÃO

A aeronave F-39 Gripen já é uma realidade na Força Aérea Brasileira. Ela possui grande capacidade de manobra e de sustentar curvas com até 9G, fazendo com que nossos pilotos fiquem expostos ao G-LOC.

Observou-se que o G-LOC é extremamente recorrente dentro da aviação de caça. Devido ao alto custo de formação de um piloto e dos equipamentos por ele operados e devido à grande quantidade de acidentes, diversas forças aéreas iniciaram programas para evitar acidentes em virtude deste problema. Tais programas foram efetivos e focaram na utilização de centrífugas, em aulas para os pilotos e no treinamento físico, como a musculação.

Apresentou-se, também, que a FAB não possui pesquisas e dados sobre a ocorrência de G-LOC.

Tais estudos, mesmo em outras forças aéreas, tem grande importância e o conhecimento gerado pode ser utilizado para a criação dos programas de prevenção ao G-LOC.

Assim, a criação de um programa estruturado “Anti G-LOC” na FAB, por meio de aulas, treinamento físico, treinamento em centrífuga e monitoramento de desempenho, é necessária para garantir a operação segura da aeronave F-39 Gripen.

Por fim, com a criação de tal programa, a FAB investirá diretamente na Segurança de Voo dos novos vetores F-39 GRIPEN, prevenindo acidentes ou incidentes relacionados ao G-LOC, poupando perdas materiais e, principalmente, de vidas humanas. Outrossim, o desenvolvimento e aprimoramento do programa Anti G-LOC serviria de referência para que novos estudos fossem iniciados nas Forças Armadas e no Brasil.

REFERÊNCIAS

- BATEMAN, William A.; JACOBS, Ira; BUICK, Fred. Physical conditioning to enhance Gz tolerance: issues and current understanding. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 77, n. 6, p. 573-580, 2006.
- CAO XIN-SHENG ET AL. Visual Symptoms and G-Induced Loss of Consciousness in 594 Chinese Air Force Aircrew—A Questionnaire Survey. **Military Medicine**, [S.l.], v. 177, n. 2, p. 163-168, 2012.
- DOLGIN, D. L. et al. **Instructor Pilot Evaluations of Key Naval Primary Flight Training Criteria**. NAVAL AEROSPACE MEDICAL RESEARCH LAB PENSACOLA FL, 1987.
- GALVAGNO S. J., MASSA TV, PRICE SC. Acceleration risk in student fighter pilots: preliminary analysis of a management program. **Aviation Space Environmental Medicine**, [S.l.], v. 75, n. 12, p. 1077-1080, 2004.
- GILLINGHAM, Kent K.; FOSDICK, John P. **High-G training for fighter aircrew**. SCHOOL OF AEROSPACE MEDICINE BROOKS AFB TX, 1988.
- KIRKHAM W. R., WICKS S. M., LOWREY D. L. G-incapacitation in aerobatic pilots: A flight hazard. **Federal Aviation Administration**, Washington, FA-AM-8 82-13, p. 1-33, out. 1982. Disponível em: <https://skybrary.aero/bookshelf/books/2756.pdf>. Acesso em 05 maio 2021.
- LIN, Pei-Chun; WANG, Jenhung; LI, Shih-Chin. Subjective stress factors in centrifuge training for military aircrews. **Applied Ergonomics**, v. 43, n. 4, p. 658-663, 2012. Acesso em 11 abr. 2021.
- LYONS, T. J. et al. G-induced loss of consciousness accidents: USAF experience 1982-1990. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 63, n. 1, p. 60-66, 1992.
- SEVILLA N. L., GARDNER J. W. G-induced loss of consciousness: case-control study of 78 G-LOCs in the F-15, F-16, and A-10. **Aviation Space Environmental Medicine**, [S.l.], v. 76, n. 4, p. 370-374, abr. 2005.
- VASHISTH S., KHAN M., VIJAY R. and SALHAN A. K. A review of high G-stress induced problems and their solutions, **Int. J. Medical Engineering and Informatics**. 2017; v. 9, n. 1, p. 47-60, jan. 2017. DOI: 10.1504/IJMEI.2017.080924 https://www.researchgate.net/publication/312472514_A_review_of_high_G-stress_induced_problems_and_their_solutions. Acesso em 11 abr. 2021.
- WEBB J. T., OAKLEY C. J., MEEKER L. J. Unpredictability of fighter pilot G tolerance using anthropometric and physiologic variables. **Aviation Space Environmental Medicine**, [S.l.], v. 62, p. 128-135, fev. 1991.