

Creación de un programa anti G-LOC en la fábrica para la operación de los aviones F-39 Gripen

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

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

Rafael Rodrigo Mancin de Moraes¹

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 centrífuga, 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.

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

I. 1º Grupo de Defesa Aérea – Anápolis/GO – Brasil. Cap QOAV Moraes. Enseñanza Superior y Postgrado. E-mail: rafaelmoraes_av@hotmail.com

Recibido: 29/07/2022

Aceptado: 18/11/2022

Las siglas y abreviaturas contenidas en el artículo corresponden a las del texto original en lengua portuguesa.

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.

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.

1 INTRODUCCIÓN

El 23 de octubre de 2020, se presentó en Brasil el F-39 Gripen, después de un largo proceso que involucró su elección, compra y producción. La aeronave posee grandes capacidades tecnológicas y de desempeño, como la de sostener maniobras con cargas de hasta 9G (nueve veces la fuerza de la gravedad). Esta capacidad de maniobra acaba siendo un diferencial en vuelos, principalmente de combate aéreo, en el que la aeronave con mejor desempeño, normalmente, obtiene ventaja para un lanzamiento de armamento sobre la otra.

Según Pei L., Jinhung y Shih L. (2012), la fuerza gravitacional es la medición de la carga/peso que actúa sobre un objeto con la aceleración proporcional en múltiplos de “G” que actúa en la dirección opuesta desde la cual el objeto recibe la fuerza. Es decir, si un piloto pesa 100 kg y realiza un giro con 9 veces la fuerza de la gravedad, sentirá una carga/peso sobre su cuerpo de 900 kg. Esta aceleración(G) es el mayor estrés físico asociado con un vuelo de combate.

Las altas cargas G siempre representan un gran peligro para los pilotos de combate, ya que pueden resultar en “G-LOC”, que sería la pérdida de conciencia inducida por la Fuerza G (Pei L.; Jinhung U.; Shih L., 2012, traducción nuestra). Según Pei L. y Shih L. (2012 apud Burton, 1988), G-LOC se define como un estado de percepción alterada donde la conciencia de la realidad estaba ausente debido a la repentina y crítica reducción de la circulación sanguínea cerebral causada por el aumento de la fuerza G. Esta disminución de la circulación sanguínea en el cerebro ocurre cuando los pilotos realizan acrobacias involucradas en maniobras de combate aéreo, a través de giros con pequeños radios, subidas y bajadas verticales y rápidos cambios de dirección.

Antes de la aparición del G-LOC, es común que los pilotos experimenten cambios en la visión, presentando “visión de túnel”, con la pérdida de la visión periférica (greyout), o la pérdida completa de la visión (blackout). Con el aumento de la dificultad de perfusión cerebral debido al +Gz y con la tendencia de la sangre a ir a las extremidades del cuerpo, como las piernas y los pies, el piloto puede perder el conocimiento total o parcialmente durante el acto de pilotaje. En aeronaves de alto rendimiento, que pueden alcanzar una o incluso dos veces velocidades más rápidas que la velocidad del sonido, esto puede, incluso si ocurre durante unos segundos, ser mortal para el tripulante.

Un estudio realizado, durante 11 años, con pilotos en centrífuga humana, demostró que los tripulantes bajo

alta carga G pueden pasar 12 segundos bajo absoluta incapacidad, debido al G-LOC, y más de 16 segundos bajo relativa incapacidad (Xin-Sheng C. et al., 2012). Teniendo en cuenta que los actuales aviones de combate de la FAB no poseen la misma capacidad de maniobra del Gripen y sus límites de carga G son inferiores, se vuelve extremadamente importante centrarse en el entrenamiento de nuestros pilotos para que el nuevo caza sea operado con seguridad, evitando ocurrencias de G-LOC.

2 DESARROLLO

2.1 Comprender el G-LOC, el Entrenamiento Previo y una Condición Física Adecuada

Aunque los primeros accidentes debidos al G-LOC empezaron a ocurrir en la Primera Guerra Mundial, los informes regulares de estos eventos no comenzaron antes de la década de 1980 (Xin C. et al., 2012). Según el análisis del Centro de Seguridad de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos (USAF, del inglés United States Air Force), de 1982 a 2001 ocurrieron 559 eventos relacionados a G-LOC en la USAF. En este mismo período, en 18 incidentes relacionados con G-LOC, hubo 14 muertes (Terrence J. et al., 1992). En 1987, la Fuerza Aérea inglesa realizó un estudio con 2.753 pilotos y encontró que, de este total, el 19.3% había sufrido algún tipo de síntoma de G-LOC (Pei L.; Jinhung U.; Shih L., 2012).

El entrenamiento y formación de un piloto de combate de la FAB es un proceso largo y costoso, pudiendo superar los 11 años de especialización y estudios. Según Dolgin (1987), el coste promedio para entrenar a un piloto de combate supera los US\$800 mil. Además, los aviones de combate tienen tecnología avanzada, armamento y cuestan millones de dólares. Basado únicamente en los costes, ningún país puede permitirse pérdidas en tales inversiones debido a accidentes que podrían haberse evitado.

Con el fin de minimizar pérdidas y considerando los costes mencionados anteriormente, las Fuerzas Aéreas comenzaron a estudiar y a desarrollar programas de prevención al G-LOC, frenando, como en los Estados Unidos de América (EE. UU.), la tendencia de crecimiento de los accidentes (Samuel M.; Thomas V.; Scott C., 2004).

Según Vashisth S. et al. (2017), se sugieren medidas mecánicas, fisiológicas y educativas para proteger a los pilotos de aviones de alto rendimiento de la aceleración extrema. Se han desarrollado trajes para que, con el aumento de la carga G, inflen y

presionen los músculos del abdomen y las piernas de los pilotos evitando que la sangre descienda. Aún según Vashisth S. et al. (2017), aunque sí ayudaron, los trajes no aumentaron significativamente la tolerancia a la fuerza G. Por lo tanto, los programas de prevención de G-LOC comenzaron a utilizar ampliamente la capacitación en centrífuga.

Gillingham y Fosdick (1988) citan que la centrífuga es un simulador ideal de las condiciones de vuelo, donde le permite al piloto reconocer, en un entorno controlado y seguro, los efectos del G-LOC. La centrífuga consiste en un gran equipo de tierra, que simula, a través de giros circulares y utilización de la fuerza centrífuga, la fuerza G producida durante el vuelo. El piloto se sienta dentro del equipo, como si estuviera dentro de una aeronave, y comienza el entrenamiento. Según Pei L., Jinhung W. y Shih L. (2012), los beneficios del entrenamiento en la centrífuga son la comprensión del impacto físico de la Fuerza G en los miembros de la tripulación, los efectos de las altas cargas G en el cuerpo humano, el entrenamiento de maniobras respiratorias para evitar el G-LOC (Anti G Straining Maneuver – AGSM), reducir el coste del entrenamiento del vuelo y aumentar la adaptación o compensación del sistema cardiovascular a través de exposiciones repetidas a ambientes de altas cargas G. En los EE. UU., los datos de 1982 a 2001 indicaron una caída en el número de accidentes de G-LOC de 4,4 por millón a 1,6 accidentes por millón de despegues (Xin C. et al., 2012) después del inicio del entrenamiento en centrífuga humana.

Lamentablemente, Brasil no dispone del equipo centrífugo, sea en las Fuerzas Armadas o en la iniciativa civil. Con esto, nuestros pilotos no experimentan condiciones de vuelo simuladas bajo 9G. En consecuencia, no hay entrenamiento de las maniobras respiratorias AGSM y otras ventajas ya mencionadas que proporciona el entrenamiento. Una buena alternativa, en caso de que el equipo no se adquiriera en el futuro, sería la realización del entrenamiento de centrifugadoras en otros países. Incluso siendo algo costoso a largo plazo, tal entrenamiento estaría justificado por la elevación significativa de la seguridad de vuelo.

Además, las clases también tuvieron un papel relevante en el entrenamiento y en la concienciación de los pilotos a fin de evitar el G-LOC. A través de ellas, se hace posible enseñar la teoría de las maniobras de AGSM, Medicina Aeroespacial, razón de respiración, indicios de G-LOC, entre otros. Según Gillingham y Fosdick (1988), el 80,3% de los pilotos de la USAF consideraron que las clases sobre el tema

G-LOC tenían importancia en su prevención y el 55,6% se sintieron beneficiados por el entrenamiento en centrífuga. Es importante observar hechos y resultados de la Fuerza Aérea Estadounidense, pues ella vuela una gran cantidad de aeronaves de alto desempeño durante muchas décadas y tiene en su historial diversos accidentes relacionados a G-LOC.

Además de las clases y el entrenamiento en centrífuga, otro aspecto importante en la preparación de los pilotos de combate para soportar las condiciones de alta carga G está relacionado con el entrenamiento y la aptitud física. Los entrenamientos anaeróbicos, como la musculación, tienen beneficios en la tolerancia al G. En general, este entrenamiento puede aumentar la masa muscular, la resistencia muscular y la fuerza, generando resultados positivos durante el vuelo de combate (Xin C. et al., 2012).

En la FAB, además de la ausencia de la centrífuga humana, los médicos de los escuadrones imparten clases sobre aceleraciones y sus efectos en los organismos, pero las mismas son superficiales y no hay ningún tipo de entrenamiento físico orientado a la preparación de nuestros pilotos para un ambiente extremo como el del vuelo de combate. Así, observando los hechos y datos estadísticos anteriores, podemos verificar la importancia de la creación de un programa involucrando todos estos factores para que la aeronave Gripen se maneje con seguridad.

2.2 El levantamiento de Datos Estadísticos en el Perfeccionamiento de un Programa Anti G-LOC

A lo largo de las décadas e incluso después de diversos estudios sobre la prevención de G-LOC, hay una gran carencia de datos estadísticos a fin de mejorar los programas de prevención a este evento. Por involucrar a pilotos con diferentes edades, experiencia de vuelo, peso, altura y acondicionamiento físico, por ejemplo, se hace necesario un constante y gran monitoreo de tales variables. Tal hecho es citado por Samuel M., Thomas V. y Scott C. (2004) a partir del análisis de los resultados del G-Risk Indicator Management (GRIM), desplegado en la Luke Air Force Base para facilitar la detección temprana de problemas relacionados con la G, que carecía de datos válidos en su conclusión. El autor sugirió la necesidad de nuevos estudios para mejorar y validar aspectos del programa. William A. (2006) también comenta que, incluso después de la realización de su estudio sobre la relación entre el acondicionamiento físico aeróbico y la tolerancia a la G, más experimentos

y datos necesitan recopilarse y analizarse para confirmar tal beneficio.

El F-39, por tratarse de una aeronave nueva y con grandes capacidades, exigirá mucho de nuestros pilotos. ¿Cuál es la experiencia previa de horas de vuelo necesaria para una operación segura de este caza? ¿Los pilotos nuevos e inexpertos podrán comenzar los vuelos sin preocuparse por los efectos del G-LOC? Un buen ejemplo de la importancia de los estudios y la recopilación de datos estadísticos fue presentado por Sevilla N., Gardner J. (2005). Según los autores, los pilotos de F-16 de la Fuerza Aérea Estadounidense con menos de 600 horas de experiencia tienen 3,5 veces más probabilidades de sufrir G-LOC que los más experimentados. Los pilotos de F-15 tienen 9,5 veces más posibilidades. En cuanto a la edad, los pilotos de F-16 menores de 30 años tienen 4,5 veces más probabilidades de experimentar G-LOC que aquellos que tienen más de 30 años. Con una información como esta, los perfiles de capacitación pueden modificarse para aumentar la seguridad de las operaciones. Esto ocurrió durante varios años con la Fuerza Aérea Estadounidense.

A pesar de que la FAB ya ha operado el caza francés Mirage 2000, con capacidad de maniobra similar al F-39 (capacidad de sostener 9G), no hubo la realización de estudios recientes dirigidos a la protección de G-LOC y a la recolección de datos sobre la ocurrencia de blackout, greyout, etc., durante la fase de operación del Mirage 2000.

Por lo tanto, con la creación de un programa "Anti G-LOC" que involucra diversas instrucciones y entrenamientos, será extremadamente importante realizar el monitoreo del desempeño individual y general de los pilotos para que este nuevo programa evolucione y aumente la seguridad en los vuelos de la aeronave Gripen.

3 CONCLUSIÓN

La aeronave F-39 Gripen ya es una realidad en la Fuerza Aérea Brasileña. Posee gran capacidad de maniobra y de sostener curvas con hasta 9G, haciendo que nuestros pilotos se queden expuestos al G-LOC.

Se ha observado que el G-LOC es extremadamente recurrente dentro de la aviación de combate. Debido al alto costo de formación de un piloto y de los equipos por él operados y debido a la gran cantidad de accidentes, diversas fuerzas aéreas iniciaron programas para evitar accidentes en virtud de este problema. Tales programas fueron efectivos y se

enfocaron en la utilización de centrifugas, en las clases para los pilotos y en el entrenamiento físico, como la musculación.

Se presentó, también, que la FAB no posee investigaciones y datos sobre la ocurrencia de G-LOC. Tales estudios, incluso en otras fuerzas aéreas, tienen gran importancia y el conocimiento generado puede ser utilizado para la creación de los programas de prevención al G-LOC.

Por lo tanto, la creación de un programa estructurado “Anti G-LOC” en la FAB, a través de clases, entrenamiento físico, entrenamiento

centrífugo y monitoreo del rendimiento, es necesaria para garantizar la operación segura de la aeronave F-39 Gripen.

Finalmente, con la creación de tal programa, la FAB invertirá directamente en la seguridad de vuelo de los nuevos vectores F-39 GRIPEN, previniendo accidentes o incidentes relacionados al G-LOC, ahorrando pérdidas materiales y, principalmente, de vidas humanas. Asimismo, el desarrollo y perfeccionamiento del programa Anti G-LOC serviría de referencia para que nuevos estudios fuesen iniciados en las Fuerzas Armadas y en Brasil.

REFERENCES

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.